



До 50-річчя Івано-Франківського національного технічного  
університету нафти і газу

To the 50<sup>th</sup> anniversary of Ivano-Frankivsk National Technical  
University of Oil and Gas

# ЕКОГЕОФОРУМ ECOGEOFORUM

# 2017



**Актуальні проблеми та інновації**  
**Actual Problems and Innovations**

**МАТЕРІАЛИ**

**Міжнародної науково-практичної конференції**

**PROCEEDINGS**

**of the International Research and Practice Conference**

**22 - 25 березня 2017**

м. Івано-Франківськ

**March 22-25, 2017**

Ivano-Frankivsk

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу**



# **МАТЕРІАЛИ**

**Міжнародної науково-практичної конференції  
«ЕКОГЕОФОРУМ-2017.**

**Актуальні проблеми та інновації»  
Івано-Франківськ, 22 - 25 березня 2017 р**

# **PROCEEDING**

**The International Research and Practice Conference  
«ECOGEOFORUM-2017.**

**Actual Problems and Innovations»  
Ivano-Frankivsk, 22 - 25 March 2017**

м. Івано-Франківськ  
2016р.

## НАУКОВЕ ВИДАННЯ

У збірнику розміщено матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «ЕКОГЕОФОРУМ-2017. Актуальні проблеми та інновації» (Івано-Франківськ, 22 - 25 березня 2017 р)

Наведено результати досліджень з екології та збалансованого ресурсокористування, технології захисту навколишнього середовища, екології та збалансованого ресурсокористування, пошуку технологій захисту навколишнього середовища, проблем техногенної безпеки в нафтогазовому комплексі, проблем раціонального використання, відновлення та охорони земельних ресурсів, пошуку матеріалів для відновлювальних джерел енергії, пошуку геоінформаційних технологій та моніторинг довкілля, проблем геодезії, gnss – технології та геодезичний контроль, екологічних проблеми сталого розвитку туризму та проблем освіти в контексті концепції сталого розвитку.

Збірник матеріалів розрахований на науковців, екологів, інженерно-екологічних працівників нафтогазової галузі, аспірантів і студентів старших курсів університетів IV рівня акредитації.

Матеріали. Міжнародної науково-практичної конференції «ЕКОГЕОФОРУМ-2017. Актуальні проблеми та інновації» Івано-Франківськ, 22 - 25 березня 2017 р.- Івано-Франківськ, 2017.- 442с.

**Редакційна колегія:** Адаменко Я.О., Полутренко М.С., Семчук Я.М.,  
Приходько М.М., Галушак М.О., Кузьменко Е.Д.,  
Бурак К.О., Шкіца Л.Є., Архипова Л.М., Мазур М.П.

**Комп'ютерна верстка:** Луцишин Т.І., Чепурний І.В.

**Видано на замовлення:** Організаційного комітету конференції



---

<b>ЕКОЛОГІЯ ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕСУРСОКОРИСТУВАННЯ/ ECOLOGY AND BALANCED USE OF RESOURCES .....</b>	<b>4</b>
<b>ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА/ TECHNOLOGIES OF ENVIRONMENTAL PROTECTION .....</b>	<b>109</b>
<b>ПРОБЛЕМИ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ В НАФТОГАЗОВОМУ КОМПЛЕКСІ/ ISSUES OF TECHNOGENIC SAFETY IN OIL AND GAS COMPLEX .....</b>	<b>166</b>
<b>РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ, ВІДНОВЛЕННЯ ТА ОХОРОНА ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ/ RATIONAL USE, RESTORATION AND PROTECTION OF LAND RESOURCES .....</b>	<b>217</b>
<b>МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ/ MATERIALS FOR RENEWABLE ENERGY SOURCES .....</b>	<b>243</b>
<b>ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ/ GEOINFORMATION TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENTAL MONITORING.....</b>	<b>261</b>
<b>ГЕОДЕЗІЯ, GNSS – ТЕХНОЛОГІЇ ТА ГЕОДЕЗИЧНИЙ КОНТРОЛЬ/ GEODESY, GNSS – TECHNOLOGIES AND GEODETIC CONTROL.....</b>	<b>323</b>
<b>ОСВІТА В КОНТЕКСТІ КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ/ EDUCATION IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONCEPT.....</b>	<b>376</b>
<b>ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ/ ENVIRONMENTAL ISSUES OF TOURISM SUSTAINABLE DEVELOPMENT.....</b>	<b>394</b>

# ЕКОЛОГІЯ ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕСУРСКОРИСТУВАННЯ/ ECOLOGY AND BALANCED USE OF RESOURCES

УДК: 504.5:622.323(47786)

## РОЛЬ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ НАФТИ І ГАЗУ У ВИРІШЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ ТА ПРИКАРПАТТЯ

Крижанівський Є. І.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; e-mail: rector@nung.edu.ua*

Екологічна проблема – це зміна природного середовища в результаті антропогенних дій, що призводить до порушення структури і функціонування природних систем. Поняття екологічної проблеми є антропоцентричним, оскільки негативна зміна в природі оцінюється щодо умов існування людини.

Всеукраїнською екологічною лігою визначено вісім екологічних проблем України і встановлено їх рейтинг.

**1. Неякісна вода.** 80% населення України використовує в своєму житті воду з поверхневих джерел, а екологічний стан цих вод з кожним роком погіршується. Недостатнє очищення стоків, неякісне очищення промислових вод, надмірна насиченість органікою призводить до того, що сьогодні практично всі водойми країни наблизилися до 3 класу забрудненості. Але очисні споруди, що виробляють питну воду, розраховані на прийом води 1-2 класу забруднення. Як результат – вісімдесят відсотків проб води показують, що її якість не відповідає умовам держстандартів.

**2. Забруднення повітря.** Щорічно в атмосферу України потрапляє понад 6 млн тонн шкідливих речовин і вуглекислого газу. Традиційно головними забруднювачами залишаються промислові підприємства. Однак збільшення кількості автомобілів на дорогах спричинило і збільшення шкідливих викидів в атмосферу. За останні кілька років кількість відпрацьованих газів, що надходять у повітря на території великих міст, зросла на 50-70%.

**3. Деградація земельних ресурсів.** Через надмірне і неправильне використання родючості землі з кожним роком падає. Екосистема ґрунту руйнується в основному через інтенсивний розвиток ерозії. Майже 40% загальної площі земельних ресурсів України належать до забруднених земель.

**4. Знищення лісів.** Україна належить до малолісистих країн – ліс покриває лише шосту частину її території. Але при цьому експорт деревини з України перевищує імпорт. Споживче ведення лісового господарства призводить до того, що ліси не відновлюються і втрачають біологічну стійкість (площа лісів, уражених шкідниками і хворобами, постійно збільшується), а цінні деревні породи заміщуються малоцінними. Найскладніша ситуація в Карпатах – тут через деградацію лісових масивів розвивається ерозія ґрунтів і зсувні процеси.

Прямий наслідок нераціональної вирубки лісів – збільшення частоти та інтенсивності повеней у західних областях України.

**5. Небезпечні геологічні процеси.** Істотна частина валового внутрішнього продукту країни пов'язана з видобуванням і переробленням мінерально-сировинних ресурсів, сконцентрованих у гірничо-видобувних регіонах Донбасу, Кривбасу, Карпатського регіону. Екологія цих регіонів страждає не стільки від інтенсивного видобування, скільки від неправильного закриття нерентабельних і вироблених шахт і кар'єрів. Ігнорування наукових підходів до цього процесу призвело до активізації процесів підтоплення міст і сіл, забруднення поверхневих і підземних водозаборів, просідання земної поверхні.

**6. Побутові відходи.** Однією з найбільш серйозних екологічних проблем України сьогодні можна вважати проблеми утилізації і перероблення різних відходів. У країні діє близько 800 офіційних звалищ, загальна кількість сміття на яких перевищила 35 млрд т. Щорічно ця цифра зростає ще на 700-800 тис. тонн. Загальна площа всіх полігонів з відходами вже займає 4% площі України. Речовини, які виділяються в результаті хімічних реакцій на полігонах твердих побутових відходів, просочуються в ґрунт, потрапляють в повітря та ґрунтові води, отруюючи життя на відстані десятків кілометрів від звалища. Щорічно середньо статистичний українець викидає на смітник близько 250 кг побутових відходів.

**7. Об'єкти військової діяльності.**

**8. Чорнобильська катастрофа.**

**Екологічні проблеми в нафтогазовому комплексі.** Джерелом екологічних проблем є нафтогазовий комплекс. На всіх його стадіях (видобування, зберігання, транспортування та перероблення) відбувається забруднення атмосфери, ґрунтів та води.

Це відбувається переважно через недосконалість технологій, застосування неякісних матеріалів під час експлуатації морально та фізично зношених машин і устаткування. Тому в технологічних процесах режими нерідко далекі від оптимальних. Окремі процеси в технологічному ланцюгу видобування нафти і газу є достатньо вивчені.

Особливими забруднювачами докільля є свердловини, виведені з експлуатації. Їх тільки на Заході України є понад 800. Через певний час корозійно руйнується кріплення, відбувається розгерметизація свердловини, завдяки міжпластовим перетокам забруднюються водоносні горизонти

високомінералізованою пластовою водою та нафтою. Часто забруднення ґрунтового покриву відбувається за таким механізмом поблизу ліквідованих свердловин. Аналогічний механізм загазованості територій біля ліквідованих газових свердловин, що є надзвичайно небезпечно. Прикладом такої екологічної проблеми є загазованість міста Борислава.

В Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу виконується великий обсяг наукових досліджень щодо удосконалення технологій нафтогазового комплексу на всіх його стадіях з метою недопущення забруднення довкілля. Так, наприклад: розробка методів та засобів для зменшення впливу на довкілля відходів, що утворюються при спорудженні нафтогазових свердловин; розробка методів та засобів захисту підземних вод від сольового забруднення на Північно-Долинському нафтоконденсатному родовищі; розробка методів та засобів для зменшення впливу на довкілля шкідливих речовин на об'єктах переробки і зберігання нафти та нафтопродуктів тощо.

У науках про Землю створений новий науковий напрямок – конструктивна екологія, який не тільки оцінює стан навколишнього середовища, а й пропонує конкретні технології захисту, заходи щодо оптимізації та покращення стану довкілля шляхом конструювання таких природно-технічних систем, що йдуть на зміну біосфери, які забезпечують стійкий гармонійний розвиток природи – людини – техносфери. Керівником цього наукового напрямку є професор Адаменко О.М.

**Екологічна ситуація в Івано-Франківській області.** Івано-Франківська область – це унікальний регіон України з багатьма природними ресурсами, різноманітним рослинним і тваринним світом.

На території області розміщено понад 500 промислових підприємств хімічної, енергетичної, нафтогазовидобувної, деревообробної та інших галузей. Більше 4 відсотків території зайнято нафтогазовими трубопроводами, пробурено 2000 свердловин, є 134 очисні споруди, 30 полігонів складування твердих побутових відходів, хвостосховища і полігони промислових відходів ВАТ «Оріана», золівдвали Бурштинської ТЕС, яка належить до 100 найбільш шкідливих підприємств України та інші. Ці об'єкти обумовлюють значне техногенне навантаження на всі компоненти природного середовища.

Масштаби техногенного впливу на довкілля Галицького району є техногенне забруднення атмосфери викидами Бурштинської ТЕС, що становили в останні роки 75-80% загальних забруднень. Так, під час спалювання на станції за 1 годину 1000 т газового вугілля з топок котлів видаляється 34,5 т шлаку, з бункерів електрофільтрів, що очищують газу на 99%, — 193,5 т золи, а через труби в атмосферу викидається 10 млн м<sup>3</sup> димових газів. Ці гази, крім азоту і залишків кисню, містять 239 т оксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>), карбон(IV) оксиду), 255 т водяної пари, 34 т оксидів сірки (SO<sub>x</sub>), 9,34 т оксидів азоту (NO<sub>x</sub>) і 2 т легкого попелу.

За статистичними даними у 2015 році було утворено 847 853 т золи і 213 814 т шлаку, які на території понад 200 га землі поблизу Бурштинської ТЕС формують золівдвали.

В університеті розроблено нову технологію утилізації золи Бурштинської ТЕС шляхом створення пористих теплоізоляційних матеріалів з прогнозованими теплофізичними характеристиками.

Запропоновано технологію рекультивативної золівдвалів, реалізація якої дасть можливість вирішити низку екологічних проблем: ліквідувати розповсюдження забруднень повітрям 212,8 т/рік; зменшити забруднення гідросфери (620000м<sup>3</sup>/рік) та атмосфери; покращити санітарно-екологічний стан територій з високим рівнем техногенного навантаження.

Багаторічна техногенна діяльність гірничо-хімічних підприємств у Калуському промисловому регіоні призвела до суттєвих змін природного стану довкілля та деградації його складових об'єктів, що проявляється у високому рівні техногенного забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів та ґрунту.

Враховуючи складу ситуацію у Калуському промисловому районі, у 2010 р. був прийнятий Указ Президента України «Про оголошення території міста Калусу та прилеглих сіл зоною надзвичайно екологічної ситуації». Такий статус населені пункти отримали внаслідок прийнятих свого часу неправильних рішень щодо розташування та експлуатації гірничо-хімічних підприємств, створу для захоронення радіоактивних, токсичних та інших відходів.

Серед численних джерел негативного впливу на довкілля наявні затоплені калійні шахти. Над шахтними гірничими виробками спостерігається просідання земної поверхні з руйнуванням житлових будинків та утворенням провальних ям, які є каналами надходження високо мінералізованих розсолів у водоносні горизонти.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу був координатором виконання наукових досліджень щодо врегулювання екологічних проблем Калуському гірничо-промислового комплексу. Університет бере активну участь в напрацюванні методів і засобів для зменшення техногенного навантаження на довкілля Івано-Франківської області. На базі університету створений Дністровський протипаводковий полігон в с. Маріямпіль, покликаний здійснювати моніторинг р. Дністер з метою зменшення негативних наслідків повеней.

В університеті створена розгалужена інфраструктура оснащена належною експериментальною базою для виконання фундаментальних та прикладних екологічних досліджень в нафтогазовому комплексі та Прикарпатті.

#### *Перелік посилань на джерела*

1. <http://news.finance.ua/ua/news/-/235280/visim-ekologichnyh-problem-ukrayiny>.
2. Крижанівський Є.І. Екологічні проблеми енергетики / Є.І. Крижанівський, Г.В. Кошлак // Нафтогазова енергетика. – 2016. – № 1(25). – С. 80-90.
3. Адаменко О. М. Регіональні та глобальні екологічні проблеми / О. М. Адаменко // Науково-технічний журнал. – 2016. - № 1 (3). – С. 5-17.
4. Організаційні, навчальні та науково-дослідницькі роботи на дністровському протипаводковому полігоні у 2012-2013 рр. / Є.І. Крижанівський, О.М. Мандрик, Я.О. Адаменко та ін. // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2014. – № 199). – С. 53-70.

**КОНСТРУКТИВНА ЕКОЛОГІЯ: ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА**

Адаменко О. М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, кафедра екології,  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; E-mail: adolmak@mail.ru*

Екологія – це вміння жити у своєму домі. Вона має глибокі витоки. Іще в Біблії сказано: «А Землю погубят деяння твої, человек!» (Ісайя, 46:46). А що ми маємо на сучасному етапі? – Тисячі різних теорій, концепцій, парадигм, методологій, – «лебідь, рак і шука»! Дійшло до того, що екологія стала прикриттям для розкрадання мільярдних коштів, що виділяє держава для ніби-то покращення стану довкілля. А все тому, що немає науково обґрунтованого підходу до вирішення екологічних проблем.

Що ж треба робити? Ми пропонуємо **КОНСТРУКТИВНУ ЕКОЛОГІЮ!** Вона не тільки діагностує стан навколишнього середовища та прогнозує його еволюцію, а й пропонує конкретні шляхи його оптимізації і покращення, конструює стабільні природно-технічні геоекосистеми, які забезпечать сталий гармонійний розвиток Людини-Природи-Техносфери, що склались на планеті Земля.

Конструкція екологічної безпеки складається подібно багатопверховому будинку із ряду «поверхів» – ієрархічних рівнів – Європейського Союзу, Карпатського Єврорегіону, Держави України, її регіонів, адміністративних областей, районів, а тепер і об'єднаних територіальних громад, населених пунктів і підприємств. На кожному такому «поверсі» визначається екологічний стан 10 компонентів, тобто «квартир» методами екологічної безпеки – 7 блоками: теоретичним, екологічного аудиту, оцінкою впливу на навколишнє середовище (ОВНС) техногенних об'єктів, моніторингом довкілля, моделюванням і прогнозуванням його стану, екологічним ризиком, безпекою життєдіяльності. Кожна із 10 «квартир» – це геологічне середовище, геофізичні поля, рельєф, гідро – і атмосфера, ґрунтовий та рослинний покриви, тваринний світ і стан здоров'я населення. На ці 9 компонентів тисне десятий – техносфера. В цілому уся «будівля» – конструктивно-екологічна модель довкілля «скріплюється» подібно до сталюого каркасу геоінформаційною системою. ГІС повинна вирішувати як теоретичні, так і практичні задачі безпеки навколишнього середовища. Це перший блок екологічного дослідження.

Отже, конструктивно-екологічний підхід пропонує виконувати екологічну оцінку тієї чи іншої території як по вертикалі, тобто вписуватись у ієрархічну систему від континенту – держави – регіону – області до району – об'єднаної територіальної громади – населеного пункту – підприємства, так і по горизонталі – комплексно досліджувати усі 10 компонентів довкілля від геологічного середовища до техносфери.

Закономірності екологічного стану абіотичних компонентів довкілля – геологічного середовища, геоморфосфери, гідросфери і атмосфери об'єднані нами у новий науковий напрям – ЗЕМЛЕЛОГІЮ, що розглядає їх у взаємодії, оцінює еколого-ресурсну безпеку Землі. Це викликало також необхідність екологізації класичних наук про Землю та обґрунтування нових наукових напрямків – екологічної геології, екологічної геофізики, екологічної геоморфології з публікацією відповідних монографій та підручників.

Важливо відокремлювати техногенну складову регіонального геохімічного фону від природного, який зберігся тільки на територіях біосферних та природних заповідників, національних природних парків та інших об'єктів природно-заповідного фонду. Нам вдалося це вперше виконати завдяки польовим експедиційним дослідженням Л. В. Міщенко, Д. О. Зоріна, К. О. Радловської. А це потребувало «густої» мережі геоекологічних полігонів з відбором тисяч проб на аналіз вмісту важких металів, радіонуклідів та інших забруднювачів, що без відповідного фінансування було б неможливо. На території Західного регіону України (Львівська, Івано-Франківська, Тернопільська і Закарпатська області) вивчено 1441 геоекологічний полігон, проаналізовано стільки ж проб ґрунтів, ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності на 6-12 і навіть 21 інгредієнт. Таким чином бази даних вміщують мінімум  $1441 \cdot 4 \cdot 6 = 34584$  показників екологічної інформації. Жоден дослідник не зможе «переварити» такий обсяг інформації. Тому широко використовуємо ІТ, ДЗЗ, ГІС технології, численні комп'ютерні програми, в тому числі і розроблені нашими фахівцями Л. В. Міщенко, Д. О. Зоріним, М. В. Крихівським під моїм керівництвом. Це програмні продукти ECOPHONE, ECOSTAT, INTERCONCSAFETYLIFE та SAFETYGEOSYSTEM. Використовуючи ці програми вдалось «розбракувати» екологічну ситуацію на 91 нафтогазовому родовищі Прикарпаття, Карпат і Закарпаття на кілька екологічних станів – нормальний (Закарпатська газоносна область), задовільний (Богородчансько-Лопушнянська група родовищ), напружений (Надвірнянська і Рудківсько-Дашавська групи), складний (Вишня-Пинявська група), незадовільний і передкризовий (Бориславська група).

Маючи бази даних далі будуються поелементні еколого-техногеохімічні карти розповсюдження по території досліджень того чи іншого забруднювача (їх може бути  $6 \cdot 4 = 24$ ), а їх комп'ютерна інтеграція – прозоре накладання дає нам покомпонентні еколого-техногеохімічні карти (їх 24 – по кількості проаналізованих компонентів). Останні знову інтегруються шляхом накладання і таким чином будується розподіл забруднених плям і чистих ділянок для екологічної карти або карти сучасної екологічної ситуації. Для цього використовується ландшафтна карта, на яку виносяться плями забруднення, екологічні стани усіх компонентів та техногенні джерела забруднень. Далі виконуються геоекологічне районування – виділяються геоекологічні структури – зони, смуги, ядра, тощо, для яких розробляється той чи інший комплекс природоохоронних заходів – термінових, оперативних або довгострокових екологічних програм.

На цьому завершується другий блок геоекологічного дослідження – територіальний екологічний аудит, основи якого завер ми ще у 2003 р. розробили разом з Л. В. Міщенко. Нагадаю, що перший блок – це

теоретичні основи екологічної безпеки. Екологічний аудит був виконаний для багатьох територій адміністративних районів – Гусятинського (В. М. Триснюк), Галицького (О. В. Пендерещкий), Борщівського і Чортківського (Л. Я. Вітко), Закарпатської області (М. І. Грицюк), Карпатського регіону (О. В. Побігун) та ін. У 2014 р. Я. О. Адаменко і О. М. Мандрик ліцензували нову для ІФНТУНГ спеціальність – «екологічний контроль та аудит». Така спеціальність є тільки в 5 ВНЗ України, тоді як «екологія та охорона навколишнього середовища» – у 108 ВНЗ.

Наступний третій блок екологічних досліджень – це оцінка впливів на навколишнє середовище техногенних об'єктів (ОВНС), основи якого розроблені у докторській дисертації Я. О. Адаменка. А почалися дослідження цієї процедури ще в 1999 р. разом з Агенцією охорони середовища США на прикладі Пасічнчанського і Битківського нафтогазових родовищ. В результаті Мінприродою було внесено понад 30 доповнень до 5 Законів України.

Четвертий блок екологічних досліджень – це моніторинг довкілля, моделювання та прогнозування стану довкілля, що успішно було виконано у докторській дисертації М. М. Приходька, а також у ряді кандидатських дисертацій: І. В. Триснюк (Кременецький і Шумський райони), Д. О. Зорін (Дністровський каньйон), В. С. Скрипник (Надвірнянський нафтопромисловий район), Н. В. Фоменко (місто Івано-Франківськ), К. О. Радловська (Рогатинський і Богородчанський райони). В останній дисертації і монографії були розроблені пропозиції по локальному моніторингу не тільки для адміністративних районів, а й для об'єднаних територіальних громад.

Далі виконується п'ятий блок – екологічний ризик. Для прикладу наведу оцінку екологічного ризику затоплення долини Дністра катастрофічними паводками, який ми виконуємо із залученням 36 студентів – майбутніх магістрів у 2012, 2013, 2014 і 2015 роках на території Дністровського науково-навчально-виробничого інженерно-екологічного полігону. Це – Маріямпільська студентська екологічна експедиція, де кожен студент мав свій планшет топографічної карти масштабу 1: 10000 і виконував магістерську роботу, яку захищав як в ІФНТУНГ, так і в Краківській гірничо-металургійній академії, отримуючи другий диплом, дійсний у Європейському Союзі.

Шостий блок екологічних досліджень – безпека життєдіяльності, залежність здоров'я населення від екологічних чинників. Вона вивчена нами на прикладі стану довкілля міської території Івано-Франківська і захворюваності населення згідно Міжнародної класифікації хвороб МКХ-XI разом з фахівцями Івано-Франківського національного медичного університету (Є. М. Нейко, Н. І. Кольцова) за грантом Світового Банку. Виявлено 12 лікарських дільниць, де розповсюджені захворювання із тих чи інших 28 хвороб. Такі роботи були виконані у 1991, потім 2001 роках і показали погіршення стану здоров'я.

І, нарешті, сьомий блок – це геоінформаційна система (ГІС), що об'єднає усі 7 виділених блоків в єдину екологічну конструкцію, яка має вертикальну орієнтацію, починаючи з першого і закінчуючи сьомим блоком. Ось це і є структура екологічної безпеки, яку пропонуємо будувати для кожного ієрархічного рівня. Ми ілюструємо таку конструкцію територіальної екологічної (природно-техногенної) безпеки для 9 рівнів: Європейського Союзу, Карпатського Єврорегіону, Держави України, Західного регіону України, адміністративних областей, районів і об'єднаних територіальних громад, населених пунктів і окремих народногосподарських об'єктів – промислових підприємств і т. ін.

Таким чином, конструктивна екологія охоплює по вертикалі 9 ієрархічних рівнів різного масштабу досліджень, а в кожному рівні, що вивчається вказаними сімома методами (блоками) екологічної безпеки, на кожному «поверсі» по горизонталі – екологічний стан 10 компонентів довкілля. Ми отримуємо конструкцію із 9 «поверхів» і на кожному поверсі 10 «квартир». Така будівля утримується подібно сталевому каркасу загальною ГІС, що вміщує десятки тисяч екологічних показників і здатна відповісти на будь-яке питання користувача.

Таке розуміння конструктивної екології вперше було сформульовано і опубліковано мною у 2006 р. у четвертому розділі книги «Наш майбутній дім – Екоєвропа», потім у 2009 р. опубліковано разом з Г. І. Рудьком у книзі «Конструктивна геоєкологія» і нарешті у 2014 р. академічне видавництво Lambert (м. Саарбрюккен, Німеччина) опублікувало мою монографію «Конструктивная экология», яка розповсюджується видавництвом у мережі Internet – магазинів в Європі, Канаді і США. Думаю, що це справедлива оцінка нашої екологічної концепції, а можливо парадигми чи навіть теорії.

УДК: 504.4

## **ВОДОКОРИСТУВАННЯ І ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ ВОДОЗБІРНИХ БАСЕЙНІВ РІЧОК**

Шапар А.Г.

*Інститут проблем природокористування та екології НАН України, 49000 м. Дніпро,  
вул. Володимира Мономаха, 6, E-mail: ippe-main@svitonline.com*

Вода відноситься до самовідновлювальних природних ресурсів, яких в Україні завжди вистачало для задоволення потреб господарського комплексу при раціональному використанні. Основні запаси



прісної води зосереджені у водозбірних басейнах великих річок: Дніпро та Дністер. Ці річки являють собою унікальні природні об'єкти, цінність яких обумовлена специфічною неповторною геологічною будовою, археологічними та історичними пам'ятками, туристичною та рекреаційною привабливістю. Аналогів цих об'єктів в Україні не існує, грошова оцінка ніколи не виконувалась. Не зважаючи на все це, як раніше так і тепер здійснюється зарегулювання стоку річок греблями для вироблення начебто екологічно чистої гідроенергії. При цьому наголошувалося, що зростуть обсяги перевезення вантажів водним транспортом в наслідок затоплення віками виконуваних очищаючі функції Дніпровських порогів, на порядок збільшиться вилов риби в результаті акумуляції води у водосховищах, з'явиться можливість наростити площі зрошування земель і суттєво збільшити на них врожайність сільгосппродукції, ліквідувати загрози затоплення прибережних населених пунктів під час повені, малі річки стануть більш повноводними, заакумульована вода у водосховищах забезпечить розвиток промислового виробництва по всій довжині річки. В той же час довгострокові прогнози змін природного стану річок під впливом техногенних перетворень взагалі не розглядалась. Таку позицію займала не тільки влада, а й проплачені (фактично, ідеологічно чи примусово) деякі вчені та фахівці. Завдяки цьому була сформована суспільна думка про позитивні наслідки в результаті зарегулювання стоку річок, така думка нав'язується суспільству і зараз. А яка ж насправді ситуація?

Виконаними інститутом дослідженнями сталою розвитку великих екосистем стосовно проблем водозбірного басейну р. Дніпро встановлене наступне.

Будь-яка річка може існувати лише при дотриманні певної швидкості течії (для зносу завислих речовин) та відповідного обсягу стоку води. В результаті будівництва 6 великих водосховищ вказані параметри р. Дніпро виявились значно меншими тих величин, які забезпечують існування (самовідтворення), тому рано чи пізно річка перетвориться і вже частково перетворилася в озерно-болотну систему.

Постійне замулювання водосховищ під впливом змиву ґрунтів з розораних практично до самого берегу полів та підмив і обвалення берегів призвело за 50 років до зменшення заакумульованих обсягів води на 5-15 %. Крім того, скиди забруднюючих речовин комунальних, промислових та сільськогосподарських господарств фактично перетворили водосховища в каскад територіальних могильників важких металів, отруйних та радіоактивних речовин.

Замулення водойм призводить до різкого зростання площі мілководдя. Так, у Кременчуцькому водосховищі в деякі роки площа мілководних ділянок сягає навіть 1000 га/рік. Все це призводить до різкого підвищення температури води літом, і, як наслідок, бурхливого розвитку синьо-зелених водоростей. Встановлено, що в порівнянні з 1934 роком (запуск першої гідроелектростанції) кількість їх збільшилась у мільйон разів. В результаті різко зменшується кількість кисню у воді з негативними наслідками для всієї біоти річки і виділення у повітря особливо токсичних речовин в наслідок відмирання цих водоростей.

Майже на 30 % зменшився загальний стік річки у порівнянні з 1900 роком під впливом різкої зміни гідрогеологічного режиму водотоку внаслідок зверхнормативного відбору води каналами (р. Інгулець, Донбас, Кривий Ріг, Крим); масштабного збільшення площі випарювання у водосховищах (до 6880 км<sup>2</sup>); припинення живлення річки з підводних джерел прісної води (втрати 1-5 %) по причині їх замулення; фільтрація води в прибережні ділянки долини в наслідок підняття рівня води у водосховищах на 10-30 м; величезних втрат води при її транспортуванні (до 30 %) та зрошенні земель (70 %).

Деградація і знищення малих річок під впливом водосховищ в наслідок замулення, різкого зменшення ухилу стоку, підпору водами водосховищ висотою 10-30 м та зниження швидкості течії.

Після будівництва каскаду водосховищ відбулася практично повна втрата самоочищувальної здатності р. Дніпро в наслідок зменшення швидкості течії до критичних значень, ліквідації підводних джерел живлення, затоплення порогів, ліквідації повеневого зносу водою мулу і забруднюючих речовин у море, знищення природних водозахисних смуг в результаті їх затоплення.

Не зважаючи на підвищення можливостей для водного транспорту після затоплення порогів обсяг перевезень постійно зменшується в наслідок втрати його конкурентоспроможності і в наслідок недостатньої швидкості доставки малих вантажів та великих втрат при шлюзуванні.

Затопленні високопродуктивні прибережні території (700 тис. га) та нерестилищ призвело до знищення унікальної пам'ятки природи – Дніпровських порогів, пам'яток історії, поселень запорізьких козаків та їх нащадків.

Зарегулювання стоку р. Дніпро і ліквідація його прохідності по всій довжині призвело до повного знищення стада високоцінних риб (білуга, осетер, стерлядь та ін.) і зниження продуктивності затоплених нерестилищ та самої річки (з 1973 року вилов риби зменшився на 65 тис. т), перетворення однієї з самих багатих на рибні запаси території на рибодіфіцитний регіон.

Бездарне використання водних ресурсів р. Дніпро підтвердило, що будівництво гідроелектростанцій перетворило гідроенергетику на саму брудну в екологічному розумінні.

Всі вище наведені екологічні втрати від будівництва водосховищ і гідроелектростанцій на них яскраво підтверджує їх безглуздість наступне порівняння: якщо на площі, наприклад, Каховського водосховища (2150 км<sup>2</sup>) збудувати сонячні електростанції, то можна отримати в 300 разів більше електроенергії ніж від гідроелектростанції, підтримка функціонування каскаду водосховищ у 3-60 разів більш збиткова у порівнянні з їх ліквідацією.

На превеликий жаль, не зважаючи на те, що жоден з цих доказів ніким не спростовано, продовжуються спроби злочинного використання природних ресурсів Дніпровського та Дністровського водозбірних басейнів (в жовтні 2016 р. затверджено Кабінетом Міністрів України «Програму розвитку гідроенергетики до 2026 року»). Вся еколого-орієнтована громадськість та її об'єднання сприйняла цю програму як виклик з боку деяких олігархічних кіл в Уряді, вони офіційно звернулися до Президента

України та відповідних міністерств з вимогою призупинити дії цієї програми і провести всебічний розгляд національного рівня проблеми, а також до відповідних структур ЄС з проханням звернути увагу на таку політику Уряду України.

Будемо сподіватися, що голос народу буде почуто.

УДК 551.5

## АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ НА ГІРСЬКИХ СХИЛАХ

Адаменко С. Я., Северова А. А.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, 76019, ctacadam@gmail.com, anastasiaseverova2580@gmail.com*

У дослідженнях розглянуто та проаналізовано п'ять математичних моделей для прогнозування поверхневого потоку на гірських схилах. Моделі, які були розглянуті, це – одно- та двовимірні моделі кінцевих елементів, котрі базуються на моделях Річардса, кінематичній хвильовій моделі, і дві прості моделі накопичення-розвантаження. Прості моделі були застосовані нами для моделювання підповерхневого потоку та положення горизонту ґрунтових вод. Вони виявилися більш зручними та швидкими для обробки даних. Особливості таких моделей дозволяються включати їх до більш складних, що робить гідрологічне прогнозування більш фізично правильними та позбавленими емпіричності.

Теорія стоку Хортон [1] дозволяє пояснити проявлення насиченості зверху (утворення потоку при інтенсивній зливів, коли поглинаючі властивості ґрунту уже є перевищеними), а також сформувані підстави для розробки алгоритмів стоку, які використовуються у більшості моделей вододілу. Однак стає зрозумілим, що теорія інфільтрації Хортон представляє тільки одне екстремальне значення спектру залучених механізмів. Пізніше рядом авторів [2, 3 та ін.] було введено інше екстремальне значення, назване підповерхневим потоком.

Домінуючі механізми в утворенні потоку можна представити наступним чином: поверхневий потік, вологий поверхневий потік (підповерхневий потік) і глибокий потік водоносного шару. Поверхневий потік може утворитися при насиченні ґрунту зверху (надлишок Хортон) або при насиченні знизу і поступовою фільтрацією (інфільтрація і бічний підповерхневий потік). Поверхневий потік трапляється на ґрунтах зі зниженою фільтруючою здатністю (орні землі, урбанізовані території). Використання цього терміну стосовно заліснених схилів є часто невідповідним, тому що цей механізм у таких випадках дотримується дуже рідко.

Підповерхневий потік, імовірно, буде суттєвим на вододілах із ґрунтами, що мають високу гідравлічну провідність і непроникний чи напівводопроникний рівень у поверхневій глибині, де може знаходитися верховодка. Такі умови часто спостерігаються на заліснених схилах, де органічні відходи захищають мінеральний ґрунт і підтримують високу поверхневу проникність, підвищуючи у такий спосіб просочування на горизонтах А і В. У ґрунтовому профілі таких схилів часто зустрічаються корені, кореневі отвори, нори тварин та інші структурні канали, що створює дуже водопроникне середовище для швидкого руху води у всіх напрямках.

Коли проникнення води вертикально в такому середовищі досягне непроникного рівня, бічний підповерхневий потік утворено. За таких умов рух води відбувається в двох напрямках: через мікропори (матриця ґрунту) і через зв'язані макропори ґрунту. Термін мікропори і макропори, використаний нами, стосується більше динаміки «каналізування» потоку в межах ґрунтового профілю, ніж є описовим до розмірів пори. Макропористість визначає простір пори, який забезпечує шлях таким чином, що змішування і передача між такими порами були обмеженими; матрична пористість (мікропористість) – визначає швидке сповільнення води в просторі пори і розчині, що призводить до великого змішування і швидкої передачі молекул між різними порами. Тривалість реакції потоку в межах цих двох областей є досить різною.

Польові дослідження підповерхні зливогого потоку показали, що безпосереднє застосування понять насиченого і ненасиченого потоку до потоку води на залісненому схилі не завжди є доречними. В даний час є принаймні три детермінованих методи представлення природи підповерхні зливогого потоку. Перший базується на використанні гідравлічних рівнянь та рівняння Річардса для моделювання поглинання води ґрунтом і матрицею ґрунту. Труднощі в цьому підході виникають при визначенні мережі каналів ґрунту, який є дуже гетерогенним в лісовій зоні.

Другий підхід повинен застосувати рівняння Дарсі таким чином, щоб пояснити турбулентний потік. Було розроблено багато видів таких рівнянь і практично випробувано на практиці, але обмеженість полягає в тому, що застосування можливе тільки в визначених пористих умовах носіїв. Для заліснених схилів цей підхід мало придатний (через поширеність дуже водопроникних поверхневих лісових ґрунтів).

Третій підхід моделювання підповерхні зливогого потоку використовує рівняння Дарсі та ефективні параметри ґрунтової води. Ці параметри, у дійсності, усереднені по профілі ґрунту і не

враховують гетерогенної природи лісових ґрунтів та їх структури. Як правило, ефективна гідравлічна провідність при такому підході може бути на порядок більшою, ніж визначена для матриці ґрунту.

Ми порівняли п'ять підповерхневих моделей потоку з метою оцінки їх придатності для моделювання зливових потоків на гірських ділянках схилів.

Розглянуті нами в дослідженні п'ять моделей підповерхневого потоку можуть бути класифіковані як детерміновані концептуальні моделі. Ми розглянули двохмірну й одномірну модель кінцевих елементів, яка базується на рівнянні Річардса, кінематичну хвильову модель підповерхневого потоку і дві прості моделі накопичення-розвантаження, які ще називають кінематичними моделями навантаження (використовують кінематичне наближення) і модель накопичення Бусінеска.

Ці моделі представляють діапазон математичного ускладнення між двохмірною моделлю кінцевих елементів (найскладніша) і простими моделями накопичення (найменш складні). Усі п'ять моделей представляють підповерхневий потік у двохмірному поперечному перерізі уздовж шляху потоку вниз по схилу.

Нами було досліджено п'ять підповерхневих моделей потоку, використовуючи дані розвантаження дренажу ґрунтової траншеї. Заповнювачем служив ущільнений лісовий ґрунт з горизонту С, що був взятий поруч із траншеєю. При експериментах були використані тензіометри, п'езометри і вологомір. Розвантаження було визначене, використовуючи пристрій запису рівня води. Ґрунт був насичений за допомогою розприскувачів і покритий пластмасою для запобігання випаровування, а потім осушений.

Такі дослідження цікаві у практичному плані, тому що забезпечили нас даними, які можуть використовуватися для оцінки здатності моделей підповерхневого потоку моделювати пористий потік у поверхневому ґрунті вище водонепроникного шару. Оскільки ґрунт, використаний у траншеї, був змішаний та ущільнений на дні траншеї, ми не змогли оцінити ефект макропір, таких як кореневі отвори і нори тварин. Тому ці дані трохи не відповідають залісеним схилам, проте дійсно дають змогу перевірити можливість різних моделей моделювати ту частину підповерхневого потоку, який проходить на межах і в матриці ґрунту (на протигагу макропорам) крутих схилах. Рух води у гомогенних ґрунтах без макропор – найпростіша фізична система підповерхневого потоку, яку можна легко подати в математичній формі. Тому дані розвантаження дренажу представляють найпростішу й «ідеальну» умову; використання цієї інформації дає основу для подальшої перевірки, підтвердження правильності і розробки фізично обґрунтованої моделі підповерхневого потоку.

Результати порівнянь моделювання вимагають перевірки вірогідності підповерхневих моделей потоку. Складні кінцеві різниці і моделі кінцевих елементів часто використовуються як довідкова інформація для того, щоб оцінити більш прості моделі, і часто застосовуються для демонстрації відповідей систем на дощові потоки. Приведені нами результати вказують, що перевірка польових досліджень є основною, тому що складні моделі не дуже придатні для тестування й апробації вірогідності інших моделей. Результати, отримані при розробці таких моделей, можуть бути настільки ж обмеженими, як і при використанні в більш простих моделях. Крім того, точність більш простих моделей, таких як кінематична модель накопичення, може бути вищою від більш складних.

#### *Перелік посилань на джерела*

1. Хортон Р. Е. Эрозийное развитие рек и водосборных бассейнов. – М.: Из-во иностранной литературы, 1948. – 156 с.
2. Москаленко С. О. Оцінювання поверхневого та при поверхневого видоутворення у процесі моделювання дощових паводків на малих річках Правобережжя Прип'яті / С. О. Москаленко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т. 3(24). – С. 87–93.
3. Соседко М. Н. Методика идентификации математической модели дождевого стока на горнах водозборах / Соседко М. Н., Панайотов Т., Янков В. // Проблемы на метеорологията и хидрогията. – София : Наука, 1987. – С. 35-44.

---

УДК 630, 502 (477.86)

## **ПРО ОСНОВНІ ЕКОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ФУНКЦІЇ ЛІСІВ КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ**

**Белей Л.М., Вередюк Л.П.**

*Карпатський національний природний парк, 78500, вул. Стуса, 6,  
м. Яремче, Івано-Франківська обл., Україна, cnp@meta.ua*

Карпатський національний природний парк входить до складу природно-заповідного фонду України. Територіально знаходиться у межах двох найбільших геоморфологічних масивів Східних Карпат – Горгани (басейн верхнього Пруту) та Чорногора (верхів'я річки Прут та верхів'я лівих приток річки Чорний Черемош), що відокремлені Верхньопрутським (Ворохтянським) низькогір'ям.

Загальна площа парку становить 50495 га, в т.ч. найбільшу площу – 37316,1 га (73,9%) – займають землі, вкриті лісом. В постійному користуванні парку є 33998,3 га (91,1%) площі лісів та 3317,8 га (8,9%) – на землях «інших користувачів» Верховинського районного лісгоспу та Яремчанської міської Ради.

При організації території Карпатського національного природного парку в 1980 році лісовпорядкуванням ліси віднесені лише до І групи. Відповідно до статті 39 Лісового Кодексу України,

всі ліси парку (біля 88%) за екологічним і соціально-економічним значенням та залежно від основних виконуваних ними функцій поділяються на:

- 1) захисні ліси;
- 2) рекреаційно-оздоровчі ліси;
- 3) ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення (виконують особливі природоохоронні, естетичні, наукові функції тощо).

Необхідність поділу лісів з урахуванням їх функцій необхідне, насамперед, в умовах функціонального зонування.

Лісові масиви парку, відповідно до функціонального зонування, віднесені до заповідної зони, зони регульованої рекреації та зони стаціонарної рекреації. Насамперед, слід зазначити, що більша частина території Карпатського національного природного парку знаходиться в зоні антропогенного впливу (77,4%) та повної заповідності (22,6%). Як правило, ліси заповідної зони найкраще виконують захисні функції (відсутній антропогенний вплив).

Захисні ліси Карпатського національного природного парку виконують водоохоронні та ґрунтозахисні функції у верхній частині басейну річки Прут з основними її притоками (Жонка, Прутець Чемигівський, Женець, Прутець Яблуницький, Піги, Войтул, Верхній Багончик) та, частково, верхів'я річки Чорний Черемош з її лівими притоками (Шибенка, Сушарка, Подороватий, Дземброня, Бистрець). Для вивчення цих лісів з урахуванням їх вищенаведеної функції закладена серія стаціонарних дослідних ділянок (постійних пробних площ).

Верхів'я басейну річки Прут – це гумідний район, в якому випадає від 930 мм (метеостанція Яремче) до 1400 мм (метеостанція Пожижевська) атмосферних опадів на рік. Збереження оптимальної лісистості (захисних функцій) тут необхідне, насамперед, для запобігання (чи зменшення) негативного впливу небезпечних лавин, селевих потоків та повеней. Тому важливим завданням парку є підвищення водозахисної функції гірських лісів шляхом збереження та покращення їх вікової, видової та типологічної структури, а також формування мішаних хвойно-листяних та листяно-хвойних деревостанів. Особливо важливу захисну функцію виконують також і чисті хвойні смерекові ліси верхньої межі лісу, а також криволісся зеленої вільхи та сосни гірської.

Рекреаційно-оздоровчі ліси Карпатського національного природного парку виконують рекреаційні, санітарні, гігієнічні та оздоровчі функції поблизу великих рекреаційних об'єктів (курортно-відпочинковий заклад «Карпати» в м. Яремче та курортно-відпочинковий комплекс «Буковель» в с. Поляниця), зон відпочинку ряду населених пунктів Яремчанської міської Ради: м. Яремче, с. Микучин, с. Татарів, смт. Ворохта, с. Яблуниця, с. Поляниця, а також с. Бистрець, с. Красник та с. Зелене Верховинського району. Згідно чинного законодавства, рекреаційна діяльність парку здійснюється в межах зон регульованої та стаціонарної рекреації.

Рекреаційну цінність території парку становлять мальовничі ліси та вершини гір, зокрема г. Говерла (2061,0 м н.р.м.), г. Піп Іван (2020,5 м н.р.м.), г. Брескул (1911,5 м н.р.м.), г. Дземброня (1877,7 м н.р.м.), г. Пожижевська (1822,2 м н.р.м.), г. Стайки Великі (1743,1 м н.р.м.), г. Хом'як (1542,1 м н.р.м.), г. Свинянка (1120,5 м н.р.м.), г. Маковиця (984,5 м н.р.м.) та багато інших. Крім лісових масивів парк має ряд привабливих об'єктів пізнавального туризму: вольєрне господарство (5,0 га), водоспад «Пробій» на р. Прут (54,0 м), каскад водоспадів у верхів'ї р. Прут (біля г. Говерла), водоспад «Гук» на р. Женець (12,0 м), печери О. Довбуша, високогірне озеро Несамовите (1750,0 м н.р.м.), озеро Марічейка (1510,0 м н.р.м.) та багато інших. Унікальні природні комплекси парку з особливою екологічною, історичною та естетичною цінністю відіграють важливе значення для розвитку, насамперед, рекреаційної діяльності.

Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення Карпатського національного природного парку виконують особливі природоохоронні, естетичні, наукові функції тощо. Серед яких слід виділити наукову – одним із основних об'єктів вивчення якої є ліси.

Складна геолого-геоморфологічна будова та велика різноманітність лісорослинних умов території парку сформована своєрідним типовим горганським та чорногірським карпатськими висотними типами зональності.

Ліси Карпатського національного природного парку добре виконують захисні, рекреаційно-оздоровчі, естетичні та природоохоронні функції.

Збереження і різностороннє вивчення природних (еталонних) та господарських (рекреаційних) лісів – актуальні завдання парку.

## УДК 541.123.7

### УТИЛІЗАЦІЯ НАГРОМАДЖЕНИХ РОЗСОЛІВ КАЛІЙНИХ КОПАЛЕНЬ

Басистюк Я.І.<sup>1</sup>, Самборська М.І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна, E-mail: yaroslava\_artus@ukr.net

<sup>2</sup> Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна

Внаслідок діяльності у Калуші калійного виробництва залишилися шахти рудника «Калуш», «Голинь» та «Ново-Голинь», а також Домбровський кар'єр. Шахти ліквідовані і їх пустоти заповнені

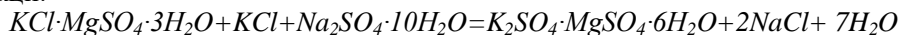
концентрованими сольовими розчинами, які поступово витісняються у водоносний горизонт. Домбровський кар'єр сьогодні заповнюють ґрунтові та атмосферні води, які насичуються солями, об'єм їх становить 20 млн. м<sup>3</sup>. Рівень дзеркала озера наближається до середньої відмітки підосви водоносного горизонту і розсоли верхніх шарів проникатимуть у водоносний горизонт і становитимуть загрозу для прісних вод басейну ріки Дністра.

На поверхні озера мінералізація постійно змінюється у залежності від атмосферних опадів і в кінці минулого року досягала 30 г/дм<sup>3</sup>. Із збільшенням глибини мінералізація зростає. На мінералізацію розчину на поверхні озера впливає температура довкілля. Розчинені солі дисоціюють на іони, які утворюють гідратні оболонки. Число молекул води, які входять у ближню сферу гідратної оболонки іона, із зниженням температури збільшується. Тому під час охолодження поверхні озера іони солей притягують молекули води із ближнього оточення, чим сприяють виникненню рушійної сили для переміщення молекул води вглиб товщі озера. Ці сили лежать в основі явища осмосу. Перемішування розсолів озера відбувається також внаслідок дифузії, механічного перемішування під впливом вітру, граду, обвалу стінок берегів.

Розчин Домбровського кар'єру – це полікомпонентний розчин системи  $K^+, Mg^{2+}, Na^+ // Cl^-, SO_4^{2-} - H_2O$ , який є ненасиченим за солями  $K^+, Mg^{2+}$  і  $SO_4^{2-}$ .

Для досліджень технології перероблення нагромаджених сольових розчинів відібрали розчин на Домбровському кар'єрі із глибини більше 40 м. Густина його становила 1253 кг/м<sup>3</sup>, а хімічний склад (мас. %):  $K^+ - 2,42$ ;  $Mg^{2+} - 1,73$ ;  $Ca^{2+} - 0,02$ ;  $Na^+ - 7,03$ ;  $Cl^- - 13,92$ ;  $SO_4^{2-} - 5,63$ ;  $H_2O - 69,25$ .

У результаті лабораторних досліджень була розроблена технологія, готовими продуктами якої є калімагнезія із вмістом поживних речовин (мас. %):  $K_2O - 28,8$ ;  $MgO - 11,7$ ;  $SO_4^{2-} - 59,3$ ;  $Cl^- - 1,8$ . (сума поживних речовин:  $K_2O + MgO + S = 60,3$  %), а також технічна сіль вищого сорту. Утворення магнійхлоридного розчину уникнули за рахунок використання натрію сульфату і калію хлориду за рівнянням реакції:



В якості натрію сульфату можуть бути мірабілітові відкладення із зовнішніх бортів хвостосховищ і солевідвалів чи інших джерел.

Перероблення нагромаджених концентрованих розчинів можна вигідно поєднати із переробленням запасів техногенної і природної полімінеральної калійної сировини Прикарпаття. У кар'єр можна перемішати заскладовані в хвостосховищах і відвалах розкривних порід солі, серед яких є сульфатні калійні мінерали, які через низьку швидкість розчинення не розчинились на виробництві, але у відходах внаслідок тривалої дії вологи конвертували у легкорозчинну форму. Тому під час переміщення в глибинні шари кар'єру і контактування з ненасиченими розчинами вони розчиняються.

Розроблена технологія перероблення нагромаджених розчинів калійних виробництв реалізується у чотирикорпусній вакуум-випарній установці з використанням обладнання колишньої хлормагнієвої фабрики, виділенням у процесі випарювання натрію хлориду, його фільтруванням з одержанням технічної солі, яка можна використати для виробництва каустичної соди і хлору за мембранною технологією. Наявні у розсолах сторонні катіони виділяються у вигляді нерозчинних сполук під час содово-каустичного очищення розчину натрію хлориду. Розчин після випарювання і відділення солі змішують із природним мірабілітом і калію хлоридом і направляють на барботажний кристалізатор для виділення шеніту. Шеніт фільтрують і сушать з одержанням калійно-магнієвого добрива – калімагнезії, а шенітовий розчин повертають на випарювання. Охолодження суспензії відбувається за рахунок випарювання води сухим повітрям і різниці температур під час барботування бульбашок повітря через гарячий розчин. У літній період розчин додатково охолоджують у теплообміннику за рахунок холодного (14 °С) розсолу із нижніх шарів хвостосховища. Такий спосіб простіший і дешевший за охолодження у дорогих вакуум-кристалізаційних апаратах.

Отже, розроблена технологія перероблення нагромаджених високомінералізованих розчинів Домбровського кар'єру і інших солевміщуючих об'єктів, а також, заскладованих твердих соляних відходів дають змогу організувати виробництво високоякісного безхлоридного калійно-магнієвого добрива – калімагнезії, яка матиме широкий збут на внутрішньому та зовнішньому ринках. Технічний натрій хлорид може знайти застосування у виробництві каустичної соди і хлору. Нагромаджені розчини Домбровського кар'єру та інших солевміщуючих об'єктів поступово утилізують, у пустоти кар'єру переміщують заскладовані на поверхні землі тверді соляні відходи, поступово його заповнюють і рекультивують.

#### *Перелік посилань на джерела*

1. Карпець М.В. Нагромаджені сольові розчини калійних копалень. Технологія їх перероблення / М.В. Карпець, І.Ю. Костів // Науковий вісник ІФНТУНГ – 2008. – № 2(18). – С.12 – 16.
2. Артус М.І. Дослідження процесу конверсії натрій сульфату, калій і магній хлориду в середовищі шенітового розчину / М.І. Артус // Хімічна промисловість України – 2013. – №6(119). – С. 3–7.
3. Артус М.І. Безхлорний шеніт. Перероблення полімінеральних калійних руд шляхом конверсії хлоридних калійних і калійно-магнієвих мінералів із натрій сульфатом / М.І. Артус, І.Ю. Костів // Хімічна промисловість України – 2014. – №2(121). – С. 53 – 57.
4. Артус М.І. Безхлоридне калійне добриво. Технологія конверсії мірабіліту з калій хлоридом у хлоридмагнієвому розчині / О.М. Хацевич, М.І. Артус, І.Ю. Костів // Хімічна промисловість України – 2015. – №3(128). – С. 37 – 42.

УДК 502.43

## ВИКОРИСТАННЯ ЕМ-ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ПИВЗАВОДУ «САН ІН БЕВ МИКОЛАІВ» ВІД НІТРАТІВ НА ПРИКЛАДІ ПРЕПАРАТУ «ТАМІР»

Трохименко Г. Г., Бажина М. О.

*Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова*

Однією з найбільших проблем України є забруднення водного басейну. Велика кількість населення сьогодні споживає неякісну питну воду. Головною причиною цього є антропогенне забруднення [1]. Гострою проблемою є надмірна концентрація нітратів у водоймах та підземних водах. Нітрати небезпечні не лише для водозабезпечення населення, а і як причина погіршення стану біоценозів водойм. Міські очисні споруди, що були збудовані більше 40 років тому, у більшій мірі не справляються з навантаженням. Способи очищення не розраховані на сучасні об'єми та концентрації забруднювачів, отже проблема видалення нітратів, як основного показника, що перевищує норми ГДС є надзвичайно актуальною для підприємства пивоваріння [1].

Для стічних вод підприємств харчування характерні високі рівні забруднення органічними речовинами (ХСК до 5–7 тис. мг/дм<sup>3</sup>), зважених часток (до 2 тис. мг/дм<sup>3</sup>) та інших забруднювачів. Скид таких стічних вод у каналізаційні системи недопустимий [2]. Об'єм стічних вод, що утворюються в процесі виготовлення пива (від промивки обладнання, та інших операцій) на сучасному пивоварному заводі складає, як правило 4–7 дм<sup>3</sup> на 1 дм<sup>3</sup> виготовленого пива [3].

Підприємство «САН ІнБев Україна» – лідер пивоваріння в країні постійно оновлює обладнання з метою вдосконалення. Не дивлячись на те, що система водоочищення проектувалася та будувалася за сучасними нормами та вимогами, концентрація нітратів при скиді у міську систему каналізації є надзвичайно високою [4].

Порівняно з іншими методами очищення від нітратів, біологічний метод очищення є достатньо новим. А використання ЕМ-препаратів для видалення нітратів досі мало досліджувалось.

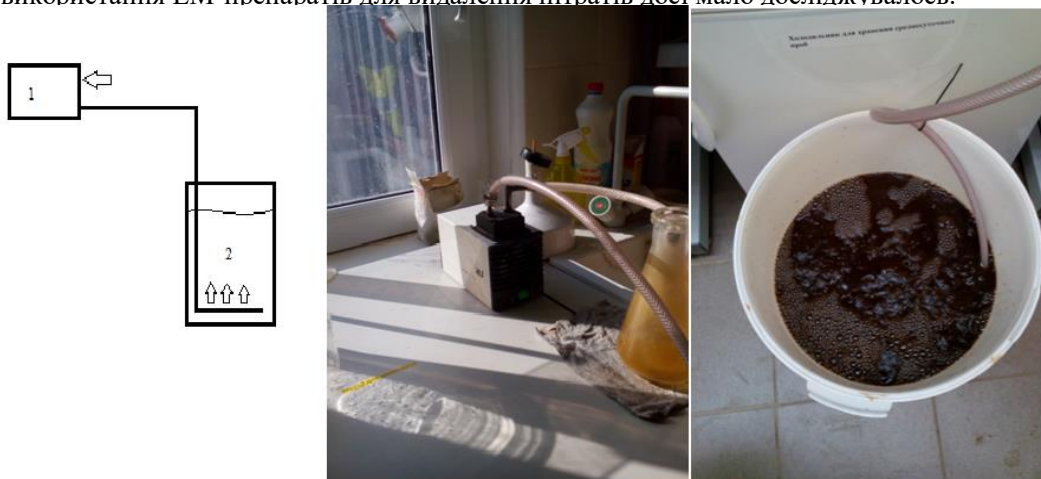


Рис. 1. Установка для проведення експерименту:

ЕМ-технологія багатофункціональна за своїми можливостями в різних галузях народного господарства. Зокрема у: вирощуванні сільськогосподарській продукції, без застосування хімічних препаратів; відновленні природної родючості ґрунту і збільшенні врожаїв в 2–3 рази; виробництві ферментованих добрив, кормів і біодобавок до кормів; переробці побутових і промислових органічних відходів і т. п. [5].

Більшість препаратів містять в своєму складі мікроорганізми п'яти родин: молочнокислі бактерії, фотосинтезуючі бактерії, дріжджі, актиноміцети, ферментативні гриби [2].

Біопрепарат «Тамір» (зарубіжний аналог EM Waste Treatment) використовується для обробки відходів, усунення запахів і отримання високоякісного ферментованого добрива «ЕМ-гній», а також використовувався раніше Екологічною лабораторією НУК для очищення стічних вод.

Для проведення дослідів з очистки стічних вод підприємства використовується робочий розчин, що виготовляється з концентрату «Тамір». Препарат розводився у відповідності до методики активації мікроорганізмів. Із попередніх досліджень регламентоване дозування робочого розчину, концентрацією 1:800, 100 мл на 1 дм<sup>3</sup> води, що очищується.

При проведенні експерименту, робочий розчин використали для очищення 20 дм<sup>3</sup> води, взятої безпосередньо з аеротенку. Для достовірності отриманих результатів, дослідження проводилось в умовах, максимально наближених до реальних. Було створено ємність з примусовою придонною аерацією за допомогою компресора за розкладом: 30 хвилин роботи – 30 хвилин простою. Тривалість

експерименту – 14 годин, оскільки в залежності від навантаження заводу та сезону, рідина у аеротенку знаходиться від 1 години до 1 доби.

1 – компресор, у який поступає повітря, 2 – ємність з придонною аерацією

За результатами аналізу (рис. 2) можна стверджувати, що даний препарат є дієвим для видалення нітратів, що видно зі стрімкого зниження рівня  $\text{NO}_3^-$ , проте, підвищення показника ХСК означає, що мікроорганізми препарату конфліктують з організмами активного мулу, який використовується на даному підприємстві. Тож, зниження рівня нітратів у стічних водах методом використання ЕМ-препаратів на підприємстві «Сан Ін Бев Миколаїв» є недоцільним на цьому етапі очищення та потребує будівництва додаткових вузлів систем очистки.

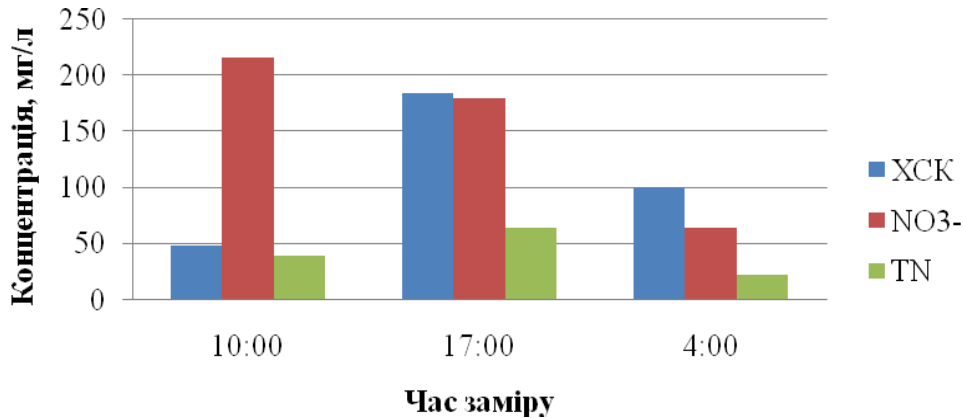


Рис. 2. Результати дослідження при використанні ЕМ-препарату «Тамір».

Перелік посилань на джерела

1. Воронов Ю. В. Биологическая очистка сточных вод пивоварных заводов./Ю. В. Воронов, С. П. Берцун. – Київ: КНУКП, 2012. 15 с.
2. Айвазан С. С. Основные направления экологизации пивоварной промышленности. Пиво и напитки/ С. С. Айвазан, Е. Я. Чубакова, Т. А. Манилова. – Київ: КНУКП, 2006. 118 с.
3. Химическая энциклопедия. В 7 т. М.: Большая российская энциклопедия, 1992. Т.3. 632 с.
4. Скворцова Д. В. Використання мікробіологічного препарату «Тамір» для очищення комунально-побутових стічних вод./ Д. В. Скворцова, Г. Г. Трохименко. – Миколаїв: НУК, 2014. 10с.
5. Очистные сооружения закрытого типа Николаевского отделения ПАО «САН ИнБев Украина»: Рабочая документация. – Николаев, 2012 – 58 с.

УДК 502.48

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН, ЩО ВИКИДАЮТЬСЯ У ПОВІТРЯ, НА ПРИКЛАДІ ЦЕМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА

Бессажна А.А., Непошивайленко Н.О.

Дніпровський державний технічний університет; 51918, м. Кам'янське, Дніпропетровська обл., вул. Дніпробудівська, 2, NastyaKobzar@yandex.ru

Однією з глобальних проблем, що стоять перед людством, є забруднення навколишнього середовища в масштабах, що перевищують його здатність до самоочищення. Найбільш інтенсивному забрудненню піддається атмосфера. Тому дуже важливим є пошук ефективних методів визначення стану та контролю якості атмосфери в районі розташування промислових підприємств з метою адекватної оцінки забруднення.

Оцінити якісний стан довкілля можна розрахунковим та аналітичним шляхом. За отриманими результатами визначається якісний стан довкілля (граничнодопустимі викиди, максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин), виконується оцінка антропогенного впливу згідно порівнянь результатів обчислень із санітарними нормами, а також відображається на картографічній основі спрямованість та зона впливу джерел забруднень.

Оцінка антропогенного впливу базується на єдиній методиці розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств – ОНД-86 [3]. ОНД-86 встановлює вимоги для розрахунку концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі на різних відстанях від джерел викидів. На основі розрахунків, надається висновок про вплив даного підприємства на навколишнє середовище в заданому районі шляхом порівняння розрахункової концентрації забруднюючої речовини з рівнем гранично допустимих концентрацій (ГДК) цих речовин [1].

Мета дослідження: порівняння результатів комп'ютеризованих методів оцінки впливу на довкілля забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря промисловими підприємствами.

Завдання дослідження включали:

1) визначення впливу на довкілля (максимальної приземної концентрації забруднюючих речовин та відстані, на яку вони розсіюються) промислового підприємства за методикою ОНД-86, використовуючи програмне забезпечення ЕОЛ+ та УПРЗА «Еколог»[2,3];

2) пошук оптимального підходу визначення реального впливу на довкілля джерел забруднення.

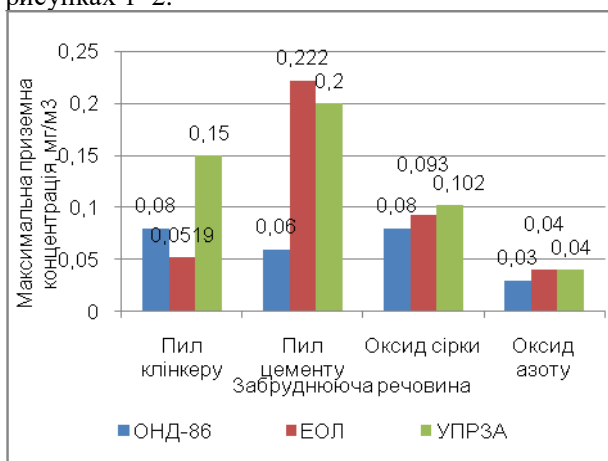
Обґрунтування отриманих наукових результатів

У ході виконання роботи, використовуючи різні методи, визначено значення приземних концентрацій основних забруднюючих речовин ПАТ «Дніпродзержинський цементний завод Хайльдерберг Цемент Україна» та відстані, на які вони розповсюджуються. У таблиці 1 представлено результати розрахунків.

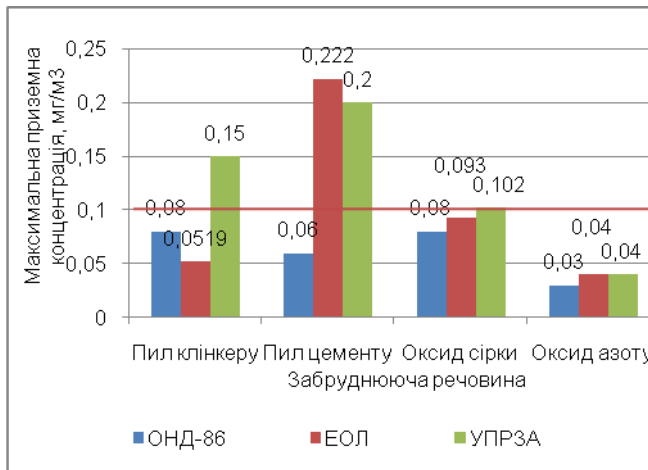
Таблиця 1 – Результати розрахунків приземних концентрацій забруднюючих речовин і відстані на, які вони розповсюджуються

Речовина	ГДК речовин, мг/м <sup>3</sup>	Ручний розрахунок ОНД-86		Автоматизований розрахунок			
		Концентрація мг/м <sup>3</sup>	X <sub>max</sub> , м	ЕОЛ+		УПРЗА	
				Концентрація мг/м <sup>3</sup>	X <sub>max</sub> , м	Концентрація мг/м <sup>3</sup>	X <sub>max</sub> , м
Пил клінкеру	0,3	0,002–0,08	27,6–460,81	0,016–0,052	700	0,052–0,15	800
Пил цементу	0,1	0,006–0,06	37,95–147,84	0,0331–0,222	100	0,02–0,2	200
Сірки діоксид	0,5	0,08	614,41	0,011–0,093	500	0,09–0,102	600
Оксид азоту	0,4	0,005–0,03	255–599,6	0,0068–0,04	500	0,006–0,04	600

В результаті розрахунків ручним способом, що ґрунтується на врахуванні дії кожного окремого джерела забруднення, встановлена відсутність перевищення нормативних показників забруднення атмосферного повітря – максимальна приземна концентрація не перевищує ГДК по жодному джерелу, а відстань, на яку розсіюються викиди, не виходить за межі ССЗ підприємства, як видно з графіків на рисунках 1–2.



А



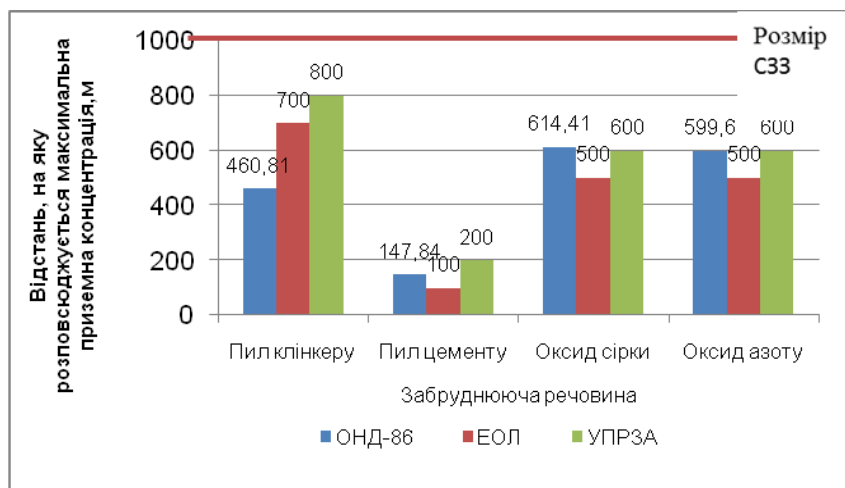
Б

Рисунок 1 – Максимальна приземна концентрація забруднюючих речовин визначена різними методами А) у мг/м<sup>3</sup>; Б) у частках ГДК

За проведеними автоматизованими розрахунками, використовуючи програмне забезпечення «ЕОЛ+» та УПРЗА «Еколог», враховано метеорологічні умови, характеристики промайданчика, сумісна дія усіх джерел викидів та сформовано наочне зображення розсіювання забруднюючих речовин в межах промайданчика. Досліджуючи ситуацію з речовинами, що викидаються на підприємстві з декількох джерел, отримали скориговані розрахунки концентрацій пилу клінкеру, оксиду азоту, при цьому перевищень нормативів не виявлено, як і при ручних розрахунках.

Виключенням виявилось значне збільшення концентрації пилу цементу (від 0,331ГДК до 2,220ГДК за програмою «ЕОЛ+»; від 0,2037ГДК до 2,0372ГДК за розрахунками програми УПРЗА «Еколог»), що обумовлено виділенням даної забруднюючої речовини з п'яти джерел викидів (при ручному розрахунку не було враховано, тому перевищень нормативів не було виявлено).





**Рисунок 2 – Відстань, на яку розповсюджується максимальна приземна концентрація забруднюючих речовин, визначена різними методами**

### Висновки по роботі:

1. Проведено оцінку впливу на довкілля на прикладі цементного підприємства за методикою ОНД-86 різними методами, згідно до якої встановлено, що використання сучасних комп'ютеризованих методів є більш доцільним, ніж розрахунок ручним методом.

2. Встановлено переваги використання програмних продуктів «ЕОЛ+» та УПРЗА «Еколог» над ручним методом, що полягають у врахуванні метеорологічних умов (температурних показників, рози вітрів), рельєфу місцевості, ефекту сумації викидів. Визначено, що збільшення концентрації цементного пилу, яка є основною забруднюючою речовиною підприємства, за розрахунками програми «ЕОЛ+» становить 0,331–2,220 частин ГДК, УПРЗА «Еколог» – 0,203–2,0372 частин ГДК, проти результатів розрахунку ручним методом, за якими не було виявлено перевищення концентрації даної речовини.

### Перелік посилань на джерела

1. ОНД-86. «Методика розрахунку концентрації в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств». - Л. Гідрометеоіздат, 1987.
2. ЕОЛ «Інструкція користувача програми ЕОЛ»: - К, 2000. – 35с.
3. УПРЗА «ЕКО центр». «Інструкція користувача»: - Воронеж, 2012.- 28 с.

УДК: (631.4:502.3:504.5):574

## ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МЕТОДОМ ОЦІНКИ ЗАПИЛЕНОСТІ ЛИСТЯ ДЕРЕВ

Боднар Н. В., Голембйовська М.Ю.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; E-mail: natalochka.bodnar@mail.ru*

Проблема забруднення атмосферного повітря пилом є досить актуальною у наш час. Пилові часточки можуть мати різні розміри, колір, хімічну природу, форму і джерело утворення тощо. Потрапляючи на листя дерев, вони не лише знижують інтенсивність фотосинтезу, але і завдають механічних пошкоджень гострими краями або спричиняють опіки та отруєння. Найбільше пилове забруднення спостерігається поблизу кар'єрів, де видобуток корисних копалин ведуть відкритим способом, біля цементних, металургійних заводів, ТЕС а також поблизу автомагістралей.

Під час досліджень було визначено кількість пилу на листках дерев на території м. Івано-Франківськ. На початку дослідження була розроблена карти фактичного матеріалу, де зазначались місця відбору зразків листя. Дослідження проводилися на локальному рівні, приблизна відстань між деревами 100 метрів. Листки одного дерева відбирались у позначених на карті місцях на висоті 1,5–2,0 м (висота шару повітря яке вдихає людина) по 20 шт. з кожного дерева. Листя складали у пакети і уникаючи струшування пилу переносили у лабораторію.

У лабораторних умовах, на аналітичних терезах з точністю до 0,0002 г, спочатку зважували шматочок вологої вати, загорнутий у кальку. Після цього листя ретельно витирали з обох боків, розгортаючи її пінцетом і повторно проводили зважування. Масу пилу обчислювали як різницю між двома зважуваннями. Площу листка обчислювали вимірявши листкові пластини уздовж і впоперек та помножили результат на коефіцієнт k (він залежить від виду дерева).

Після обробки результатів кількість пилу обчислювали за формулою  $M=m/S$ , мг/см<sup>2</sup>, а дані заносили у таблицю на основі якої було побудовано карту інтерполяції в програмі SURFER.

Значення ГДК пилу – 0,005 мг/см<sup>2</sup>. У нашому випадку перевищення ГДК не було. На карті прозорим кольором позначалися фонові показники, зеленим – перевищення фону у 1,5 рази, червоним – перевищення фону у 2 рази.

Отже, під час проведених досліджень було встановлено, що на території м. Івано-Франківськ перевищення ГДК не виявлено, лише спостерігалось перевищення фону у 1,5 та 2 рази. Також зроблені

висновки, що зелені насадження – це унікальне створіння природи. Їх роль багатогранна і багатофункціональна. Зелені насадження є частиною структури міста, села чи селища, їх житлових районів і мікрорайонів. Вони впливають на умови життя населення, виконуючи різноманітні санітарно-гігієнічні та декоративно-планувальні функції. Зелені насадження виконують пило-, газо- і шумозахисну роль. Гігієнічне значення зелених насаджень полягає у зниженні запиленості атмосферного повітря та зменшенні вмісту в ньому шкідливих хімічних речовин, поліпшенні мікроклімату та приміщень, збагаченні повітря киснем і фітонцидами.

УДК 504.064

## АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛАЗЕРНОГО МОЇТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ЗОНІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Вамболь В. В.<sup>1</sup>, Рашкевич Н. В.<sup>1</sup>, Рашкевич О. С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023; e-mail: rrinav@nuczu.edu.ua,

<sup>2</sup>Державна пожежно-рятувальна частина м. Харкова, пр-т Московський, 279, м. Харків, Україна, 61089

До надзвичайних ситуацій (НС) техногенного характеру відносяться вибухи складів боєприпасів, пожежі нафтоховищ, складів паливно-мастильних матеріалів, а також аварії на промислових і хімічних підприємствах, на залізничних магістралях тощо. Наслідком виникнення таких ситуацій завжди є забруднення навколишнього природного середовища.

Здебільшого НС супроводжуються процесами горіння. Високотемпературні гази завдяки величезній підйомній силі, під час свого руху викликають ефект засмоктування повітряних мас з незбурених областей атмосфери і створюють умови для фізико-хімічної взаємодії складних реагуючих систем.

У зв'язку з тим, що НС відбуваються в обмежені проміжки часу й на територіях з обмеженими розмірами, вони характеризуються високоінтенсивним енерговиділенням й високою інтенсивністю утворення молекулярних сполук, що є екологічно-небезпечними. Саме ці фактори у своїй сукупності зумовлюють сильне відхилення екологічних параметрів навколосередовища фоонових природних значень.

Зона надзвичайної ситуації, яка супроводжується процесами горіння, в екологічному вимірі, характеризується надходженням в атмосферу у великих кількостях сажі, моно- і діоксиду вуглецю, і токсичних хімічних речовин, а також поєднань, які під час взаємодії з парами води утворюють кислоти. Ці процеси і зумовлюють значне погіршення стану навколишнього середовища.

Якісна і кількісна оцінка екологічних наслідків може бути визначена на основі даних моніторингу компонентів й їхніх концентрацій у атмосферному повітрі.

Якість екологічного моніторингу атмосферного повітря визначається вимогами щодо повноти даних, достовірності результатів, оперативності, тобто ступенем досконалості системи метрологічного забезпечення моніторингу [1].

В екологічному моніторингу, за метрологічними міркуваннями, вибір методу вимірювання та вибір засобів вимірювань між собою є нерозривно пов'язаними. Дані, що отримані з використанням технічних приладів та засобів з недостатньою точністю вимірювання або із застосуванням методики вимірювань, яка недостатньо досконала, неминуче призводять до помилкових висновків при оцінюванні екологічної ситуації. А, отже, є малоефективними.

Особливими вимогами, що мають найважливіше значення під час проведення моніторингу в умовах НС, є швидке отримання даних контролю та відбір представницької проби.

З метою забезпечення швидких і достовірних результатів контролю стану атмосферного повітря раціонально використовувати дистанційне зондування. При цьому особливої уваги, як метод дистанційного зондування, заслуговує лазерний метод [2]. Отже з позиції оперативності та достовірності результатів такого методу сьогодні є актуальним й необхідним дослідження його особливостей.

Традиційний моніторинг атмосфери, побудований на основі багатоланкового технологічного ланцюга, включає відбір проб, їх попередню підготовку й хімічний аналіз з використанням індивідуальних методик і реактивів на кожну речовину. Навіть якщо не брати до уваги систематичні похибки, обумовлені недосконалістю кожної з ланок багатоланкового ланцюга, слід вказати на ту обставину, що в зоні НС техногенного характеру моніторинг, заснований на відборі проб, повністю втрачає сенс свого призначення через неможливість відібрати представницьку пробу.

В районі НС доступний відбір проб може бути проведений лише на межі «збуреної» та «незбуреної» областей атмосфери. До того ж відбір проб традиційним методом відноситься до локалізованого об'єму навколо певної точки в просторі з координатами  $(x_0, y_0, z_0) \dots (x_n, y_n, z_n)$ , де вміст забруднюючих речовин, небезпечних в екологічному відношенні, істотно відрізняється від їх вмісту в контрольній точці  $(x_0, y_0, z_0)$ .

Вирішити цю проблему можна лише дистанційними безконтактними методами з використанням лазерної техніки, оскільки концентрація усереднюється уздовж траси зондування, а після вибору декількох напрямків значення «проби» багаторазово зростає.

Ефект обліку лазерним променем складу і концентрацій забруднюючих речовин за великою кількістю точок на кількох трасах забезпечує виконання вимог моніторингу щодо достовірності результатів повноти даних.

Точність визначення концентрації забруднювачів досліджуваного газу залежить від оптимально обраної пари довжин хвиль усередині лінії поглинання ( $\lambda_{ON}$ ) і поза нею ( $\lambda_{OFF}$ ), для яких бажаний великий диференціальний перетин поглинання й маленький спектральний інтервал  $\Delta\lambda = \lambda_{ON} - \lambda_{OFF}$ .

В цей час застосовуються лідари диференціального поглинання з новими алгоритмами, де використовується не одна, а кілька пар довжин хвиль. Такий підхід сильно зменшує негативний вплив аерозолі на точність вимірювання концентрації методом диференціального поглинання, особливо в нижній тропосфері.

Метод виявляється ефективним в тому випадку, коли застосовується режим тимчасового накопичення і визначається середня концентрація досліджуваного газу уздовж стаціонарної траси, на одному кінці якої розташовується лідар для зондування, а на іншому – пристрій для прийому даних.

На практиці зондування атмосфери з використанням методу диференціального поглинання реалізується двома способами: лідарним і трасовим [3]. У першому випадку як розподілений відбивач застосовується атмосферний аерозоль. У цьому режимі можливо дистанційне вимірювання профілів газових домішок з просторовою роздільною здатністю  $\Delta R$ , визначеним в основному тривалістю лазерного імпульсу  $\tau$ :  $\Delta R = c \times R / 2$ . У другому – реєструється відбитий або дифузійно-відбитий від різних топографічних об'єктів сигнал. При цьому є можливим визначення з високою чутливістю усереднених уздовж траси зондування концентрацій газових домішок за окремими напрямками, відповідними азимуту топомішеней.

Далі слід вказати на те, що виконання вимог моніторингу щодо швидкодії вимірювань, яке становить 15 ... 60 с для визначення однієї речовини, при використанні лазерних методів, дозволяє отримати дані про концентрацію великої кількості інгредієнтів, а саме до 80 шт. Таким чином, виконання однієї вимоги, а саме оперативності, працює на виконання іншої вимоги, що стосується повноти даних.

Ще одна важлива особливість лазерного моніторингу в зоні НС стає зрозумілою з наступного. Динамічний діапазон вимірюваних концентрацій при здійсненні екологічного моніторингу традиційними засобами охоплює величини в межах значень  $0,8 \text{ ПДК} < C < 10 \text{ ГДК}$  відповідно діючими нормативними документами. У той же час фактична величина концентрації забруднюючих речовин (С) в зоні НС досить часто досягає значень в межах  $10 \cdot 10^5 \dots 15 \cdot 10^5 \text{ ГДК}$ , що на кілька порядків вище максимальних концентрацій доступних для визначення традиційними засобами.

Чутливість лазерних методів при визначенні вмісту забруднюючих речовин також істотно вище, ніж у традиційних методів, і становить від одиниці до десятків ррб, тобто від одиниці до десятків забруднюючих речовин на мільярд ( $10^9$ ) молекул атмосферного повітря припадає кілька молекул забруднюючих речовин.

Таким чином, для лазерної техніки немає принципової різниці при визначенні малих і високих концентрацій забруднюючих речовин. Це забезпечується за рахунок методичної єдності в процесі вимірювань концентрацій, які визначаються вибірковістю взаємодії лазерного випромінювання з молекулами забруднюючих речовин, що приходить на певній частоті, що залежить від типу (хімічної формули) молекули.

*Перелік посилань на джерела*

1. Екологи: На кожного українця приходить 750 тонн мусора [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://korrespondent.net/ukraine/1599674-ekologi-na-kazhdogo-ukrainca-prihoditsya-750-tonn-musora>.
2. Забелина, О. Н. Сравнительный анализ экологического состояния почвы урбанизированных территорий [Текст] / О. Н. Забелина, И. Д. Феоктистова // Фундаментальные исследования. Биологические науки. Выпуск №9, 2014: – Владимир, 2014. – С. 2456-2459.
3. Черногор, Л. Ф. Возможности применения лазерных исследований атмосферы зоны чрезвычайной ситуации [Текст] / Л. Ф. Черногор, А. С. Рашкевич // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 5/9 (53). – С. 10–14.

---

УДК 504.064

## **ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОСТІЙНОГО ВИСОКОТОЧНОГО МОНІТОРИНГУ СКЛАДУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ**

**Вамболь В. В., Рашкевич Н. В.**

*Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023; e-mail: r1nav@nuczu.edu.ua*

Атмосферне повітря є одним із компонентів навколишнього природного середовища. Серйозну загрозу для біологічного різноманіття і здоров'я людини становить наявність в атмосферному повітрі шкідливих і небезпечних газів, а також зважених частинок й аерозолів. Постійне перевищення небезпечних і шкідливих речовин гранично допустимих концентрацій приводить до зниження рівня екологічної безпеки в цілому.

Забруднення атмосферного повітря за ступенем небезпеки для людини залишається провідним фактором ризику. Це обумовлено тим, що людина в цілому споживає в об'ємному відношенні більше

повітря, ніж води і їжі. Як наслідок, виникають респіраторні і серцево-судинні захворювання, рак, астма, алергії, а також розлади репродуктивної і центральної нервової систем. Особливу групу ризику становлять діти. Цим пояснюється підвищена увага до проблеми забруднення повітря і необхідність організації постійного високоточного моніторингу складу атмосферного повітря.

Науково-технічні досягнення дозволяють підвищити рівень виробничого і побутового комфорту, проте більшість виробництв мають істотний негативний вплив на стан атмосферного повітря. В результаті такої діяльності питання захисту атмосферного повітря з метою запобігання екологічним катастрофам виступають на перший план і є актуальними.

Постійно зростаючі вимоги до матеріалів і виробів з них призводять до щорічної появи нових синтетичних речовин. При цьому деякі з них отримують цілеспрямовано, а інші утворюються як побічний продукт у виробничому процесі. Як наслідок, утворення нових видів відходів. Їх накопичення та тривале зберігання в неналежних умовах створюють умови для забруднення не тільки ґрунтового покриву, а й атмосферного повітря, особливо в умовах їх загоряння. Проблема несанкціонованих полігонів і звалищ різних видів відходів існує в багатьох інших країнах, в тому числі і в Україні [1].

До джерел такого негативного впливу відносяться не тільки виробничі підприємства і місця скупчення відходів виробництва і споживання, а й автотранспорт, що особливо проявляється уздовж постійно навантажених автомобільних доріг і в районах частого скупчення автомобілів з працюючими двигунами – «пробок». Авторами роботи [2] обґрунтовано необхідність і актуальність завдання забезпечення екологічної безпеки процесу експлуатації автотранспортних засобів.

Така діяльність людства призводить до появи стійких органічних сполук (СОС), які можуть проявляти свою токсичність з часом і стійкі у зовнішньому середовищі [3]. В результаті безпеку суспільства знаходиться під загрозою.

Великі побоювання викликає маловивчений шкідливий вплив малих доз СОС на організм людини. Передбачається, що шкідливу дію різних хімічних речовин може опосередковано впливати на кілька поколінь вперед. На сьогоднішній день не існує методів дослідження комбінованого впливу компонентів СОС, які могли б повною мірою дати оцінку впливу на здоров'я кожного з нас.

Шкідливі речовини, потрапляючи в атмосферу, можуть розноситися на великі відстані і випадати у вигляді опадів, накопичуватися в сніговому покриві [4], в ґрунті [5], що здатне привести до зараження сільськогосподарських культур, забруднення підземних та поверхневих вод і, в кінцевому підсумку, до впливу несприятливих наслідків на організм людини.

Відомо, що навіть малі концентрації деяких СОС можуть завдати істотної шкоди, приводячи до незворотних змін в організмі людини. На підставі досліджень, проведених в різних країнах, у людини можуть виникати [3]:

- зміна нервово-поведінкових показників (ослаблення функції пізнання, погіршення характеристик при виконанні стандартних тестів, зміни в темпераменті);
- погіршення репродуктивного здоров'я;
- частіші випадки діабету;
- порушення імунної системи;
- ракові пухлини.

Все сказане вище говорить про необхідність постійного контролю кількісного та якісного складу СОС в атмосферному повітрі з метою зниження загрози для живих організмів і розробки заходів щодо поліпшення екологічної ситуації. Тобто потрібно така система моніторингу, яка забезпечила б:

- можливість забезпечення спостереження у важкодоступних зонах;
- інформаційну підтримку;
- достовірність отриманої інформації і результатів спостережень з можливістю подальшого прогнозування екологічного стану атмосферного повітря й розробки рекомендацій управлінських рішень.

При цьому перший етап – безпосереднє спостереження – є найбільш відповідальним. Тільки при наявності точної і достовірної інформації, буде можливим проведення якісного аналізу, прогнозування наслідків й розробка заходів щодо вирішення виявленої проблеми. Однак, як правило, існуюча система спостережень заснована на лабораторно-хімічних методах аналізу проб, здебільшого використовується для статистичного аналізу і рідше для прийняття оперативних управлінських рішень.

Традиційні методи моніторингу забруднень атмосферного повітря мають свої недоліки: тривалість аналізу проб повітря; низька чутливість; висока похибка вимірювання (25 %); прилади спроектовані для аналізу використовуються стандартні забруднюючих речовин; обмеженість температурного діапазону функціонування приладу (від +10 °С і вище); нездатність приладів функціонувати при високій концентрації пилу (більше 40 мг/м<sup>3</sup>) [6]. Слід зазначити, що на озброєнні багатьох постів, лабораторій з оцінки якості атмосферного повітря, знаходяться застарілі засоби пробовідбору і аналітичні прилади. У зв'язку з цим значно звужений діапазон визначених токсичних речовин.

Найбільш перспективними методами діагностики забруднень повітря є дистанційні методи зондування, основної уваги з яких заслуговують моніторинг із застосуванням ГІС-технологій та лазерних моніторів. У першому випадку для якісного аналізу даних необхідні високоточні космічні знімки району дослідження [7], в другому - лазерні монітори або лідари, які мають ряд істотних переваг [8, 9]. Лідари забезпечують можливість виявлення кілька десятків різних газових домішок і аерозолів в атмосфері, а так само шкідливих речовин.

Результати використання лідарів дають основу для забезпечення оперативного реагування на критичну ситуацію, можливість прийняти рішення по її локалізації та ліквідації, створити безпечні умови для населення [10].

Забезпечення екологічної безпеки на державному та регіональному рівні - одна з важливих завдань, яке стоїть перед вченими. А, отже, прийняття ефективних рішень щодо впровадження природоохоронних заходів безпосередньо залежить від впровадження сучасного вимірювального обладнання і адекватної математичної моделі, яка описувала б досліджувані явища.

*Перелік посилань на джерела*

1. Екологи: На кожного українця приходится 750 тонн мусора [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://korrespondent.net/ukraine/1599674-ekologi-na-kazhdogo-ukrainca-prihoditsya-750-tonn-musora>.
2. Сучасні методи підвищення екологічної безпеки експлуатації енергетичних установок [Текст]: монографія / С. А. Вамболь, А. П. Строков, В. В. Вамболь, А. Н. Кондратенко. – Х.: НУЦЗУ, 2015. – 234 с. – Режим доступа: [http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/vambol/vambol\\_monografia2015.pdf](http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/vambol/vambol_monografia2015.pdf)
3. Ревич, Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения: учеб. пособие [Текст] / Б. А. Раевич. – М.: МНЭПУ, 2001. – 263 с.
4. Забелина, О. Н. Сравнительный анализ экологического состояния почвы урбанизированных территорий [Текст] / О. Н. Забелина, И. Д. Феоктистова // *Фундаментальные исследования. Биологические науки*. Выпуск №9, 2014: – Владимир, 2014. – С. 2456-2459.
5. Зазерина, Ю. А. Изучение экологического состояния снежного покрова и его влияния на безопасность человека [Текст] / Ю. А. Зазерина, В. М. Смалый // *Безопасность человека и общества в современных условиях жизнедеятельности: VI-я студ. науч. конф.* – Х., Национальный юридический университет имени Ярослава Мудрого. – 2015. – С. 74–76. – Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/vambol/Tezy-2015-74.pdf>.
6. Вамболь, В. В. Мониторинг несанкционированных мест скопления отходов с использованием космических снимков [Текст] / В. В. Вамболь, В. М. Шмандий, Д. Л. Крета // *Технологический аудит и резервы производства*. – Х., 2015. – № 5/6 (25). – С. 42–45. – Режим доступа: это я в понедельник буду знать и тебе дам адрес этого доступа
7. Рашкевич, Н. В. Мониторинг окружающей среды – как один из элементов экологической безопасности [Текст] / Н. В. Рашкевич // *Проблемы техногенно-экологической безопасности: образование, наука, практика: Всеукр. науч.-практ. конф.* – Х.: НУЦЗУ, 2016. – С. 193.
8. Васильев, Б. И. ИК лидары дифференциального поглощения для экологического мониторинга окружающей среды [Текст] / Б. И. Васильев, У. М. Маннун // *Квантовая электроника*. – М.: Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, 2006. – Т. 36. – № 9. – С. 801–820.
9. Самохвалов, И. В. Лазерное зондирование тропосферы и прилегающей поверхности [Текст] / И. В. Самохвалов, Ю. Д. Копытин, И. И. Ипполитов и др. – Новосибирск: Наука, 1987. – С. 107–122.
10. Якунина, И. В. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: учеб. пособие [Текст] / И. В. Якунина, Н. С. Попов. – Тамбов : Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 188 с.

---

УДК 620.9.662.7

## ДО ПИТАННЯ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ З СМІТТЄЗВАЛИЩ ЯК ПАЛИВА ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Дикун Т.В., Гаєва Л.І.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, <http://nung.edu.ua/>, [admin@nung.edu.ua](mailto:admin@nung.edu.ua)*

Постійне збільшення кількості рухомого складу автотранспортних засобів призводить до підвищення об'ємів палива. Оскільки запаси нафти є вичерпними, то гостро постає проблема заміни нафтового палива на альтернативне, одним із яких є біопаливо, тобто біогаз з сміттєзвалищ. Він сьогодні здебільшого викидається в атмосферу і забруднює її або спалюється у факельних установках.

В Україні існує близько 800 полігонів ТПВ (твердих побутових відходів), вони займають більше 3000 га. Внаслідок розкладання відходів забруднюючі речовини потрапляють у повітря, ґрунт, поверхневі та підземні води. В надрах полігону утворюється біогаз, що містить 40-70% метану. Істотних успіхів у використанні звалищного газу як автомобільного палива досягнули відомий австрійський виробник газових двигунів Jendachez AG і інженерна компанія Austor-Com. Використання біогазу в якості автомобільного палива забезпечує значну економію паливно-енергетичних ресурсів. Світовий видобуток звалищного газу становить близько 1,2 млрд. м<sup>3</sup>/рік, що еквівалентно 429 тис. тон метану або 1% його світової емісії.

В середньому на звалищах міського сміття з 1 тони ТПВ виробляється 80-100 м<sup>3</sup> біогазу. Лідерами за обсягами річного газовидобутку з полігонів ТПВ є США (500 млн. м<sup>3</sup>), Німеччина (400 млн. м<sup>3</sup>), Великобританія (200 млн. м<sup>3</sup>). В Україні приклади впровадження біотехнологій в містах є Ялта, Алушта, Маріуполь Кременчук, Київ (Бортничі).

Нещодавня ситуація на Грибовицькому сміттєзвалищі (Львівська область) змусила експертів серйозно вивчити питання використання біогазу, адже там знаходиться більше 1 млн. тон відходів. На Рибницьке сміттєзвалище (Івано-Франківська область) кожного дня поступає біля 200 тон відходів.

Тому питання комплексного використання біогазу із сміттєзвалищ, в тому числі як автомобільного палива, є досить актуальним. Проте фізико-хімічні властивості цього газу значно відрізняються від властивостей природного газу. Головними параметрами є його склад (40-50% метану,

25-35% диоксиду карбону, домішки сірководню, аміаку, оксидів нітрогену – до 1%), теплота згоряння, мінімальна енергія запалювання (детонаційна стійкість) та інші властивості газу, що можуть призвести до змін протікання робочого процесу і погіршення показників роботи двигуна.

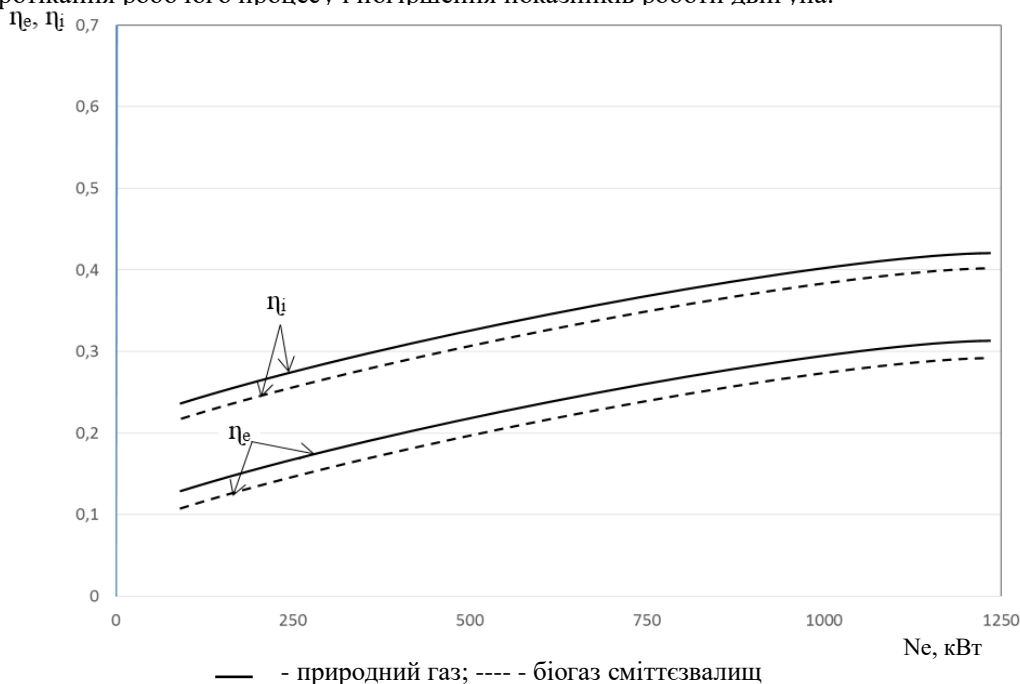


Рисунок 1 – Залежність індикативного та ефективного ККД від ефективної потужності

Аналітичні дослідження робочого процесу проведені для форкамерного двигуна 11ГД100М при роботі на біогазі з сміттєзвалищ і природному газі дозволили встановити, наприклад, зміну індикаторного і ефективного ККД (коефіцієнтів корисної дії) від ефективної потужності.

Як видно з графіка, для біогазу і природного газу індикаторний та ефективний ККД змінюються незначно. Це проходить внаслідок зменшення швидкості згоряння газу за наявності великої кількості диоксиду карбону що має високу теплоємність і значна кількість теплоти поглинається.

З наведених досліджень і аналізу можна зробити наступні висновки:

Використання біогазу із сміттєзвалищ як палива для двигунів внутрішнього згоряння може суттєво покращити енергетичний баланс України та екологічну ситуацію.

При роботі на біогазі з сміттєзвалищ внаслідок зниження теплоти згоряння незначно знижується індикаторний і ефективний ККД та, як наслідок – ефективна потужність двигуна.

Дані дослідження будуть служити для подальшого аналізу техніко-експлуатаційних показників роботи двигунів внутрішнього згоряння та визначення економічної ефективності використання біогазу з сміттєзвалищ як палива для двигунів внутрішнього згоряння.

#### Перелік посилань на джерела

1. Пятничко А.И. Результаты обследования полигонов ТБО Украины для установления объемов добычи и состава биогаза / А.И. Мятничко, Г.В. Жук, В.Е. Баннов // Технические газы. – 2010. - №2. – С. 63-66.
2. Генкин К.И. Газовые двигатели. М., «Машиностроения», 1977. – 196 с.
3. Марченко А.П. Забезпечення номінальної потужності стаціонарного газового двигуна при використанні низькокалорійних газових палив / А.П. Марченко, О.О. Осетов, С.С. Кравченко // Двигатели внутреннего сгорания. – 2015. - №1. – С. 27-32
4. Марченко А.П. Дослідження та математичне моделювання процесу загоряння в двигуні з форкамерно-факельним запалюванням / А.П. Марченко, О.О. Осетров, С.С. Кравченко // Двигатели внутреннего сгорания. – 2014. - №1. – С. 12-19.

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛІХЕНОІНДИКАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АТМОСФЕРИ В МІСТІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬК

Голембйовська М. Ю., Боднар Н. В.,

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; E-mail: marianaholembuk@bk.ru*

В Україні з 90-х років почали проводити ліхеноіндикаційні роботи. У Львові була проведена перша робота з ліхеноіндикації забруднення повітря. Потім з'явилися роботи з ліхеноіндикаційного картування міст Івано-Франківська, Тернополя, Луцька, Рівного, районів Івано-Франківської області, м. Чернігова та м. Кременчука.

З часом було встановлено, що різноманітні види лишайників дійсно володіють різною чутливістю.

При підвищенні ступеня забрудненості повітря першими зникають куцисті лишайники, за ними – листуваті і останні – накипні.

Впродовж останніх десятиліть було показано, що з компонентів забрудненого повітря на лишайники найнегативніший вплив має оксид сірки. Експериментально встановлено, що ця речовина уже у концентрації 0,08–0,10 мг на 1 м<sup>3</sup> повітря починає негативно впливати на велику кількість лишайників: в хлоропластах водоростевих клітин з'являються бурі плями, починається деградація хлорофілу, плодові тіла лишайників хиріють.

Звичайно, у містах на лишайники глибоко впливає не тільки оксид сірки, але й інші забруднювачі – оксиди азоту, оксиди вуглецю, сполуки фтору та інше. Лишайники надають перевагу вологим місцям проживання, і ці умови, звичайно, справляють на них певний вплив.

Дослідження проводилися в м. Івано-Франківську у вересні-листопаді 2015 р. Карту міста було поділено на квадрати 2 000 X 2 000 м.

Для досліджень вибрали три території:

1 зона – район птахофабрики (с. Загвіздя), дачні ділянки, вулиці набережна ім. В. Стефаніка, Довга та прилеглі вулиці;

2 зона – мікрорайон БАМ, міській парк ім. Шевченка, вул. Чорновола та прилеглі вулиці;

3 зона – вулиці Вовчинецька, Івасюка та прилеглі вулиці.

У кожному квадраті для досліджень обрали старі, але здорові дерева, що ростуть окремо. За допомогою GPS визначили координати дерев та занесли дані у базу даних. Було досліджено 213 дерев.

Під час досліджень встановили різні види лишайників, які були присутні на деревах:

- накипні (калоплака (*Caloplaca decipiens*), ксанторія (*Xanthoria*), цетрарія, леканора різноманітна (*Lecanora allophana*));

- листуваті (фісція (*Fiscia aipolia*), *Parmelia saxatilis*, флавопармелія (*Flavoparmelia caperata*), ксанторія стінна золотянка);

- куцисті (кладонія альпійська, *Usnea filipendula*, *Letharia vulpina*, кладонія рогата *Cladonia cornuta*).

Далі ми проводили оцінку ступеня покриття деревного стовбура лишайником. Для цього на висоті 30–150 см на найбільш зарослу лишайниками частину кори накладали рамку та підраховували, який відсоток загальної площі рамки займають лишайники.

Одержані результати занесли у базу даних, де у відсотках вказано кількість різних видів лишайників на деревах.

Наступним етапом було розробка картографічного матеріалу за допомогою програмного забезпечення Golden Software Surfer.

Ми побудували карти поширення накипних лишайників, карту поширення листуватих лишайників, карту поширення куцистих лишайників, загальну карту поширення лишайників.

У нашому місті є проблема забруднення повітря. Спричинена вона зростаючою кількістю автотранспорту. Можна із впевненістю сказати, що ця проблема стосується кожного мешканця міста.

Автомобільні викиди безпосередньо впливають на наявність та розміри лишайників у місті. Через збільшення кількості автотранспорту збільшується кількість викидів шкідливих газів у повітря. Забруднення відображається на популяції лишайників у вигляді зменшення їх розмірів, кількості, висоти проростання, зникнення куцистих форм і зменшення листових форм. Наявність паркових та лісопаркових зон суттєво впливають на екологічну обстановку. Там, де вулиця примикає до густо посаджених дерев, зона лишайникової пустелі практично відсутня. Це характерно для паркової території (2 зона). А от продовж усієї вул. Набережної та район птахофабрики (с. Загвіздя) лишайникова пустеля існує і має чималі розміри.

Вирішення проблеми полягає в зменшенні шкідливих викидів автомобілями.

Досягти цього можна:

- 1) встановленням на двигуни каталізаторів для нейтралізації чадного газу;
- 2) заміною пального, яке зараз використовується, на газову суміш;
- 3) впровадженням енергозберігаючих технологій;
- 4) зменшенням кількості авто;
- 5) переходом на альтернативні види палива;
- 6) збільшенням кількості зелених насаджень, парків, лісосмуг як у місті так і навколо нього;
- 7) заборона вирубки дерев у місті та навколо;
- 8) заборона заїзду вантажівок у центральну частину міста.

Висновки. Можливості впливу людини на природу постійно ростуть і вже досягли такого рівня, коли людина може зруйнувати планету, знищити все живе, повністю змінити кліматичні умови. Повітряна оболонка Землі є однією з найголовніших умов життя. Без їжі людина може прожити місяць, без води – тиждень, а без повітря не може прожити і кількох хвилин.

Атмосфера має велике екологічне значення, тому ми провели дослідження стану атмосферного повітря в м. Івано-Франківську методом ліхеноіндикації, який є перспективним методом біоіндикації повітряного середовища, що здійснюється за допомогою лишайників.

Лишайники в урбанізованому середовищі – ефективні індикатори на присутність різних видів забруднюючих речовин.

Проаналізовано вплив поллютантів на фізіологію, морфологію, покриття лишайників.

Досліджено вплив оксиду сірки на проєктивне покриття та морфологію лишайників.

Проаналізовано, що існує пряма залежність чисельності видового складу лишайників від забруднення атмосфери. Чим ближче до джерела забруднення, тим слань лишайників стає товщою, компактною, твердою та зморшкуватою.

Досліджено, що найбільш стійкими до забруднення повітря  $SO_2$  є накипні форми лишайників, які у нашому випадку присутні у всіх зонах дослідження.

Ближче до об'їздної дороги та птахофабрики спостерігається тенденція до збільшення загазованості та запиленості атмосферного повітря. Головні причини погіршення екологічного стану повітря у місті – збільшення кількості машин на міських та приміських маршрутах.

Для поліпшення екологічної обстановки в центральній частині міста потрібен негайний перехід автотранспорту на менш шкідливі види палива (газ, біосинтетичне паливо та ін.).

Вирішити проблему зменшення забруднення атмосферного повітря можна тільки у тісній співпраці громадських організацій та державних закладів, а у планетарному обсязі – лише на основі міжнародного співробітництва та спільних зусиль всіх країн.

УДК 504.056

## ЕКОЛОГІЧНІ ПРОГРАМИ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНУ

Голік Ю. С., Ілляш О. Е.

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка 36011, м. Полтава,  
Першотравневий просп.24; golik38@rambler.ru*

За оцінками експертів екологів Полтавщина відноситься до регіонів, що характеризуються відносно низькими інтегральними показниками рівня забруднення довкілля. У той же час, екологічна ситуація у Полтавській області за оціночними показниками, що характеризують рівень забруднення окремих компонент довкілля, має тенденцію щодо погіршення: за показниками стану атмосферного повітря (показники індексу забруднення атмосфери), показниками навантаження на територію області об'єктами видалення твердих побутових і промислових відходів, рівнем забруднення поверхневих та підземних вод, параметрами якості питної води, зростаючим станом деградації земельних ресурсів та зменшенням вмісту гумусу Полтавських чорноземів, невисокими показниками рівня заповідності та лісистості територій.

Впродовж 2001–2016 років фахівцями кафедри екології Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (ПолтНТУ) розроблялися п'ятирічні «Програми охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної політики з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на період від 2001 до 2015 років», що були затверджені та прийняті обласною Радою, які стали першими важливими кроками щодо формування системи регіональної екологічної безпеки Полтавщини.

Фахівцями університету запропонована методологія формування екологічної безпеки регіону за рахунок врахування та впровадження комплексу програмних документів, які передбачали застосування соціальних, економічних, екологічних умов розвитку регіону, враховуючи стан демографічної ситуації, ресурсно-природного потенціалу, організацію системи проведення постійного моніторингу за станом довкілля, оцінку рівня забруднення й стану атмосферного повітря; контроль якості питної води, впливову дію техногенного навантаження на водні ресурси, рівень забруднення та навантаження на земельні ресурси, тенденційні зміни обсягів утворення та накопичення відходів усіх видів та класів: твердих побутових, небезпечних відходів промислових підприємств, пестицидів й агрохімікатів та інше.

Значним підґрунтям у формуванні особливостей регіональної екологічної безпеки Полтавської області сприяло створення спеціальної екологічної інформаційної серії видань «Екологічної бібліотеки Полтавщини (ЕБП)». Усього за 2004–2016 роки в рамках ЕБП вийшло 14 різнопланових випусків, які значною мірою визначають рівень екологічної безпеки регіону.

Все це дало змогу достатньо обґрунтовано й поглиблено вивчити та систематизувати екологічну проблематику Полтавської області в динаміці, простежити зміни основних екологічних показників впродовж 15 років, покращити інформаційний простір й підвищити рівень екологічної свідомості населення.

У 2016 році Полтавською державною адміністрацією та Департаментом екології й природних ресурсів облдержадміністрації Полтавському національному технічному університету імені Юрія Кондратюка було доручено очолити роботи з розроблення «Регіональної програми охорони довкілля,



раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на 2017–2021 роки («Довкілля–2021»)

Основна цільова спрямованість Програми («Довкілля–2021» обумовлена проголошеними й законодавчо затвердженими національними стратегічними цілями, якими визначено головні засади екологічної політики України до 2020 року як на національному, так і регіональному рівнях. Формування Програми «Довкілля–2021» на період 2017–2021 років є послідовним продовженням реалізації головних цілей та засад регіонального екологічного розвитку Полтавщини, закладених на етапах розроблення й виконання перших екологічних Програм.

На підставі проведених досліджень основними пріоритетами (стратегічними цілями) регіональної екологічної політики Полтавської області на період до 2021 року визначені:

- поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки (стратегічна ціль № 1);
- досягнення безпечного для здоров'я людини стану навколишнього природного середовища (стратегічна ціль № 2);
- припинення втрат біологічного та ландшафтного різноманіття й формування регіональної екологічної мережі (стратегічна ціль № 3);
- підвищення рівня суспільної екологічної свідомості громади (стратегічна ціль № 4);
- удосконалення регіональної екологічної політики (стратегічна ціль № 5).

Відповідно до визначених стратегічних цілей головною метою програми «Довкілля–2021» стає стабілізація й послідовне поліпшення екологічної ситуації в Полтавській області, створення належних умов для досягнення безпечного для здоров'я людини стану навколишнього природного середовища, збереження природних екосистем та впровадження екологічно збалансованої системи природокористування.

В 2016 році управлінням житлово-комунального господарства Полтавської обласної державної адміністрації також було запропоновано ПолтНТУ розробити «Комплексну програму поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) у Полтавській області на період 2017–2021 роки». Особливістю даної Програми є те, що вона враховує головні положення «Субрегіональної стратегії поводження з відходами для Полтавської області», розробленої за підтримки Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Стратегія розроблена в рамках міжнародного проекту «Реформа управління на сході України» (PN 11-2129.2-001.00) та орієнтована на сферу поводження з ТПВ у Полтавському субрегіоні.

Одними з найгостріших екологічних проблем у Полтавській області залишаються питання, що пов'язані з відходами (їх утворення, накопичення, утилізація, вивіз на місця неорганізованого складування та ін.). Полтавській області щорічно утворюється близько 3 млн.м<sup>3</sup> ТПВ, які видаляються на санкціоновані звалища і полігони. Шляхом проведеної інвентаризації, в рамках розробки Програми, визначено, що станом на 01.01.2017 р. в області налічується 674 організованих звалища та полігонів твердих побутових відходів. Тільки 71 (близько 10,5%) всіх звалищ і полігонів паспортизовані й є контрольованими місцями видалення відходів (МВВ), а решта створена й функціонує без належного проектного обґрунтування та паспортизації. Більшість сміттєзвалищ експлуатуються без необхідного інженерного забезпечення та моніторингових досліджень їх впливу на довкілля. Інвентаризація діючих звалищ і полігонів ТПВ здійснювалася на основі інформаційної бази даних щодо їх експлуатаційного стану, яка була сформована в результаті опрацювання й систематизації інформації, представленої органами місцевого самоврядування кожного з адміністративних районів області за запитом Управління житлово-комунального господарства Полтавської ОДА та Полтавським національним технічним університетом імені Юрія Кондратюка.

Основними критеріями інвентаризації стану діючих звалищ і полігонів ТПВ стали показники екологічної безпеки та показники соціально-економічні. Серед показників екологічної безпеки (небезпеки) найголовнішими є:

1. Дотримання розмірів санітарно-захисної зони (до житлової забудови та до водних поверхневих об'єктів);
2. Здійснення заходів захисту навколишнього середовища: облаштування ізоляційного донного та бортових екранів, обвалування за периметром, дренажних каналів;
3. Наявність інформації щодо забруднення навколишнього природного середовища (підземних, поверхневих вод, ґрунтів, атмосферного повітря в районі розташування звалищ) хоча б за одним із контрольованих показників (або відсутність системи контролю за забрудненням);
4. Наявність порушень, а саме, відсутність проекту та перевищення проектної ємності (або відсутність інформації щодо цих питань); відсутність охорони; відсутність під'їзних шляхів із твердим покриттям; порушення регламенту складування відходів.

Соціально-економічні показники включали: кількість населення, що обслуговується або потенційно може обслуговуватись цим звалищем; наявність документів на земельні ділянки; характер місцевості; взаєморозташування звалищ між собою; питання транспортного сполучення.

В останні десятиліття системи управління твердими побутовими відходами стають дедалі більш складними. Причинами цього є зростання обсягів утворення твердих побутових відходів, структурні зміни у складі ТПВ, а також зміни в системі регіонального й місцевого управління та у законодавчій сфері поводження з відходами в Україні. За досвідом європейських країн управління об'єктами в сфері поводження з відходами, з точки зору витрат на дану сферу, є більш ефективним на регіональному рівні, ніж на місцевому.

Враховуючи сьгодні існуючі практики управління сферою поводження з ТПВ у країнах ЄС, для Полтавської області запропоновано досвід розроблення Стратегії поводження з ТПВ в межах Полтавського субрегіону, що поєднає в собі п'ять адміністративних районів області (Полтавський,

Новосанжарський, Карлівський, Машівський, Чутівський) та м. Полтаву. Логічним підтвердженням цьому є підписання Меморандуму про співробітництво з реалізації Субрегіональної стратегії поводження з твердими побутовими відходами для Полтавського субрегіону, Полтавської області, від 7 жовтня 2016 року.

Стратегія поводження з ТПВ Полтавського субрегіону (далі – субрегіональна Стратегія) спрямована на розвиток технічно- і фінансово реалістичної субрегіональної системи управління ТПВ, у рамках якої буде можливе ефективне управління відходами, що утворюються в субрегіоні, від збору до відновлення ресурсів та безпечної утилізації залишків відходів.

Дана субрегіональна стратегія покладена в основу розробки загальної стратегії поводження з ТПВ в Полтавській області, що розрахована на період до 2040 року. Початковим етапом реалізації загальної стратегії поводження з ТПВ в Полтавській області є період 2017–2021 роки, відповідно до яких Програма передбачає розробку організаційно-технічних заходів у сфері поводження з ТПВ й формування в Полтавській області п'яти окремих субрегіонів.

УДК 622.691.4.052

## ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ ОТРИМАНОГО ЗІ ЗВАЛИЩ

Дем'янчук Я.М.

*ІФНТУНГ, Івано-Франківськ вул. Карпатська 15, slavdem@mail.ru*

В Україні в якості альтернативного палива для прямого спалювання в тепловиготовляючих установках використовується рослинна та деревна біомаса. Разом з тим у багатьох країнах широко використовується переробка біомаси в біогаз з використанням анаеробних процесів її розкладу без доступу кисню. Річні ресурси біомаси рослинного походження, відходів тваринництва, побутових відходів, фекальних вод і ін. для виробництва біогазу в Україні оцінюються в 12-13 млн.т. умовного палива, що відповідає тепловому еквіваленту половини природного газу власного видобутку. Теплова енергія біогазу досягає 60-90 % від теплотворної здатності природного газу.

Одним з важливих джерел біогазу є полігони твердих побутових відходів. Об'єми поступлення твердих побутових відходів на полігони України складає до 12 млн.т щорічно [1]. Генерація газу проходить протягом до 50 років. На третій-четвертий роки після захоронення відходів можна на протязі 12-15 років отримувати продуктивності до 6 м<sup>3</sup>/рік біогазу з 1 тони при потенціальній продуктивності за весь період 120-220 м<sup>3</sup>/т. Звичайно біогаз з свердловин полігонів по газовідвідним трубопроводам збирається в колектор вакуумними газодувками. Далі – проходить найпростішу промислову підготовку, очищення, сепарацію і після цього направляється споживачу. В Україні зібраний біогаз, на жаль, спалюється на факельних установках.

У світі розроблено і використовуються більш ніж 50 технологій утилізації біогазу як альтернативного палива в соціальній сфері, теплових і електрогенеруючих установках, на транспорті і сільському господарстві.

У середньому склад біогазу можна приймати наступним, % об. : CH<sub>4</sub> – 50-25%; CO<sub>2</sub> – 25-50; O<sub>2</sub> – 0-2; N<sub>2</sub> – 0-10. Крім основних компонентів, в біогазі виявлені до 40 різних домішок. Наявність в складі біогазу CO<sub>2</sub> та інертних негорючих домішок зменшує його теплоту згоряння практично в два рази, а також зменшує нормальну швидкість розповсюдження полум'я в порівнянні з природним газом. В зв'язку з цим безпосереднє використання біогазу замість природного в теплових і силових установках потребує додаткових затрат на доопрацювання газопальникового і паливного обладнання.

Тому цілком оправдана організація переробки біогазу в збагачену метанову фракцію – біометан. Для цього слід з нього виділити діоксид вуглецю, який може бути достатньо ліквідним товарним продуктом. Біогаз може перероблятися в біометан безпосередньо на полігонах відходів [2], що буде сприяти зменшенню затрат на транзит палива далеким споживачам. Біометаном як моторним паливом можна забезпечувати транспорт перевізника відходів.

Для очищення газу від діоксиду вуглецю застосовують різноманітні методи, серед яких найбільше розповсюдження отримали абсорбційні процеси з використанням фізичних і хімічних абсорбентів і їх комбінації. В якості хемосорбентів в установках по очистці кислих газів широко застосовують водні розчини моноетаноламіну (МЕА) і диетаноламіну (ДЕА), а останнім часом спостерігається тенденція до використання більш ефективного абсорбенту на основі метилдиетаноламіну (МДЕА).

Дослідження показують [2], що для очищення біогазу від CO<sub>2</sub>, оптимальним є водний розчин з 40 % МДЕА, який містить у вигляді активуючої добавки 8-10 % МЕА.

Для абсорбера пропонується використання принципово нової технології, яка гарантує зменшення експлуатаційних затрат, запропоноване проф. Берго Б.Г. теплообмінно-колонне фракціонування (ТКФ) [3], яке базується на проведенні абсорбційного масообміну в умовах диференційного підведення чи відведення тепла в апаратурі нового типу. В цьому випадку апарат виконує функції як теплообмінника, так і масообмінної колони. Прикладом апарату, в якому реалізована вище наведена технологія, є вертикальний прямотрубний теплообмінник з насадкою [4], розміщеною або в трубах, або в міжтрубному просторі, або в обох порожнинах апарату (залежно від його функціонального призначення). Завдяки малій висоті одиниці переносу для трубно-насадки, абсорбційні апарати будуть

порівняно невеликих розмірів та металоємності, що дозволить створити компактні установки очистки біогазу – оптимальні для використання в умовах полігонів твердих побутових відходів.

*Перелік посилань на джерела*

1. Пятничко А.И., Жук Г.В., Баннов В.Е. Результаты обследования полигонов ТБО Украины для установления объемов добычи и состава биогаза // Технические газы. – 2010. – №2. – с. 63-66.
2. Крушневич Т.К., Пятничко А.И. Извлечение метана из биогаза полигонов и подача его в магистральный газопровод // Технические газы. – 2006. – №3. – с. 41-44.
3. Берго Б.Г., Клименко А.П., Пятничко А.И. Разделение изомеров бутана конденсационно-испарительным методом. // Химическая технология, – 1971, – №1, – С.92.
4. Пат. 30278 А України, МКИ 6 F 28D 1/04. Трубчастий тепломасообмінний елемент / Ф.В. Козак, Я.М. Дем'янчук – №98020798. Заявл. 17.02.1998; Опубл. 15.11.2000, Бюл. №6-П.

---

УДК629.083(075.8)

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТИ ОЛИВИ І ПАЛИВА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТЕХНІЧНОЇ НАНОДОБАВКИ ХАДО - 1 STAGE ДО ОЛИВИ В ДВИГУНАХ РУХОМОГО СКЛАДУ НАФТОГАЗОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО І АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

**Драганець П.О., Дмитренко В.С., Негрич В.В., Демянчук Я.М.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, trans@nung.edu.ua*

Мета роботи: дослідити витрату оливи і палива при експлуатації автомобіля на скрапленому газі пропан-бутан та на шумність роботи гідрокомпенсаторів двигуна при використанні технічної нанодобавки ХАДО - 1 Stage до оливи.

В Україні існує проблема зменшення витрати моторних оливи і палив при експлуатації рухомого складу нафтогазового технологічного та автомобільного транспорту. Вирішується ця проблема використанням різних технічних нанодобавок до моторних оливи, що забезпечує зменшення тертя і зносу, витрати оливи і палива та забруднення довілля при експлуатації автомобілів.

Так, нанодобавки Wagner Micro-Ceramic Oil до оливи дають зменшення тертя і зносу деталей двигуна і економію оливи та палива до 15 %, зниження шуму в двигуні і викидів СО і СН, дію протягом 60000 км пробігу або 1000 годин роботи [1].

Нанодобавка Nano Energizer, працюючи в моторній оливі на дизельному двигуні автомобіля Fiat Scudo на протязі 10 000 км пробігу скоротила витрату палива з 7л / 100 км до 5.5...6 л / 100 км пробігу та знизилася шумність двигуна у 5 разів і викидів СО і СН в 3...4 рази. Використовується в автомобілях з системою мащення ємністю 4...10 л і пробігом більше 3000 км, а заміна оливи здійснюється через 30000 км [2].

Алмазо-фулеренова нанодобавка «60000» компанії «Алмей» та технічна добавка на основі нанотехнологій «Мега Форс» зменшують витрату палива на 5 % [3].

Ревіталізатор ХАДО 1 Stage для двигуна є інноваційний продукт третього покоління ревіталізаторів для захисту і відновлення вузлів двигуна. Це є новий продукт з оптимальною розмірністю і концентрацією активованих наночастинок ревіталізатора. Завдяки новій технології активації наночастинок ревіталізатор ХАДО 1 Stage є каталізатором високошвидкісної модифікації і саморегульованого зростання зношеної поверхні. Ревіталізатор для двигуна дозволяє проводити обробку двигуна в один етап: є універсальний для бензинових, газових (LPG) і дизельних двигунів. Володіє захисними властивостями і здатністю до саморегенерації тривалий період. ХАДО 1 Stage відновлює поверхню тертя, захищає деталі двигуна; підвищує і вирівнює компресію в циліндрах двигуна; підвищує потужність і прийомистість двигуна; знижує витрату палива; підвищує тиск оливи в системі мащення, збільшує термін роботи вузлів в 2...3 рази; захищає від негативних наслідків холодного пуску; знижує рівень шуму і вібрацій та шкідливих викидів [4].

Постановка задачі. Таким чином, технічні нанодобавки до оливи забезпечують зменшення витрати палива і шкідливого впливу на довкілля рухомих складом нафтогазового технологічного та автомобільного транспорту. Але вплив технічних нанодобавок ХАДО 1 Stage на витрату оливи та моторних палив в двигуні з газобалонним обладнанням недостатньо досліджувався. Тому це питання є актуальним і вимагає відповідних досліджень.

Об'єкт досліджень: автомобіль Audi-100 з газобалонною установкою, двигуном робочим об'ємом циліндрів 2 л, літровою потужністю 41,5 кВт/л, олива напівсинтетична Леол SAE 10W-40 SG/CF, скраплений газ пропан – бутан ДСТУ 4047- 2001.

Устаткування і прилади: витратомір палива на газобалонній установці автомобіля, ємність для доливу оливи, компресометр Intertool AT-4001.

Метод дослідження: дорожній і експлуатаційні випробування двигуна у процесі експлуатації автомобіля на лінії за першої категорії умов експлуатації.

Методика дослідження: Перед дослідженням проводилось технічне обслуговування автомобіля. Потім двигун розігрівався до робочої температури; зливалася відпрацьована олива; промивною оливою ХАДО промивався двигун, замінювався оливний фільтр; заливали в двигун 4 літра свіжої оливи SAE 10W-40 API SJ/CG-4; заливалася нанодобавка Хадо-1 Stage у заправну місткість системи мащення двигуна Audi-100, рівню 4 л. При цьому одразу здійснювалася обробка всіх частин двигуна для підтримання робочої кондиціонованої поверхні деталей в оптимальному працездатному

стані. Оцінка витрати оливи і палива та шуму при роботі гідрокомпенсаторів здійснювалась в процесі експлуатації автомобіля пробігом 100 км за першої категорії умов експлуатації.

Результати дослідження: Під час дослідження в даному двигуні при заливанні нанодобавки ХАДО - 1 Stage зменшилася витрата оливи на вигорання у 2 рази і склала 105 г/1000 км, а компресія збільшилася на 0,05...0,07 МПа. Витрата палива пропан-бутан без використання нанодобавки склала 12,6 л/100 км, а при використанні нанодобавки витрата пропан-бутану зменшилася і склала 11,5 л/100 км. Тобто зменшення витрати палива при використанні нанодобавок склало 8,1%. Відмов двигуна автомобіля під час дослідження не виявлено. Безшумна робота гідрокомпенсаторів, яка не супроводжувалася стуком, відновилася через 300...500 км пробігу двигуна. Після проведення досліджень було виявлено, що, якщо витрата оливи на вигорання складає до 200 мл на 1000 км, це дорівнює зносу циліндро – поршневої групи двигуна на 20%, і дає ефект відновлення; якщо знос дорівнює 25% і більше, то результат від заливання нанодобавки не такий ефективний. Результати цього дослідження зменшення витрати палива шляхом використання технічної нанодобавки до оливи впроваджені на автомобілі Aud i-100.

*Перелік посилань на джерела*

1. Масла, смазки, ревиталізанти. Каталог [Текст]. – Харьков: Хадо, 2008 – 143 с.
2. Технічна нанодобавка Nano Wagner [Електронний ресурс] [www.nano.wagner.com](http://www.nano.wagner.com)
3. Тезнічна нанодобавка Nano Energiser [Електронний ресурс] [www.nano.energiser.com](http://www.nano.energiser.com)
4. Технічна нанодобавка Мегафорс Nano Energiser [Електронний ресурс] [www.megaforce.co](http://www.megaforce.co)
5. Технічна нанодобавка ХАДО-1Stage [Електронний ресурс] [www.xado-1stage.com](http://www.xado-1stage.com)

УДК 541.183 -542.81

## ВИКОРИСТАННЯ ЦЕОЛІТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ТА СТИЧНИХ ВОД

Полутренко М.С.<sup>1</sup>, Мандрик О.М.<sup>1</sup>, Засідко І.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

<sup>2</sup>Державне агентство водних ресурсів України

Актуальною проблемою сьогодення є проблема забруднення природних вод важкими металами. Найважливішою причиною цього є скид підприємствами-водокористувачами недостатньо-очищених зворотних (стічних) в результаті неефективної роботи очисних споруд комунальних підприємств. Це призводить до накопичення токсикантів в гідробіонтах, гідрофітах та донних відкладах, внаслідок чого виникає реальна загроза для питного та рибогосподарського водопостачання. В окремих річках Прикарпаття, що протікають в промислових зонах, спостерігається значний вміст купрум, а у підземній воді – значний вміст мангану.

В допустимих дозах купрум і манган є важливими елементами для людей та для всіх рослин і тварин. Проте, надлишкове надходження купрум в організм веде до відкладення його в тканинах і розвитку бронхіальної астми, захворювання нирок, захворювання печінки, а надлишок в організмі людини мангану викликає ураження нервових клітин, нирок, органів кровотворення, призводить до інтоксикації організму та органічних змін [1].

Для очищення зворотних вод від важких металів використовують різні йонообмінні матеріали і сорбенти. Значного поширення набули природні сорбенти – цеоліти, які мають високу адсорбційну здатність, обумовлену катіонообмінними властивостями [2].

Метою досліджень було встановлення можливості використання цеоліту Сокирницького родовища, розробкою якого займається ДП Закарпатський цеолітовий завод, для очищення зворотних (стічних) вод від йонів купрум і мангану для подальшої утилізації осадів стічних вод.

Адсорбційні та йонообмінні властивості цеоліт має внаслідок своєї унікальної мікро- і макрокаркасної наноструктури, яка наповнена в природі корисними йонами. Його можна представити як кристалічний алюмосилікатний аніон, заряд якого компенсується катіонами натрію, калію, кальцію та магнію [3]. В Сокирницькому родовищі цеоліт є мікропористим алюмосилікатним мінералом кліноптилолітового класу. вміст в ньому кліноптилоліту становить 92-94%. домішками є монтморилоніт, кварц, опал, вулканічне скло. Кліноптилоліт – високо кремнієвий цеоліт із співвідношенням кремнезему до глинозему від 3,5 до 10,5.

Визначення адсорбційної здатності цеоліту проводили на приготовлених із стандартних зразків розчинах купрум та мангану концентрації 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, 1 мг/дм<sup>3</sup>, 5 мг/дм<sup>3</sup>, оскільки такі значення концентрацій є граничнодопустимими і найбільш характерними для природних та стічних вод регіону. У конічну колбу поміщали 1 г адсорбенту і 250 см<sup>3</sup> розчину солі купрум або мангану. Отримані розчини перемішували і залишали в стані спокою, повторюючи такі операції через кожних 12 годин. Через 48 годин від початку дослідів проводили вимірювання концентрації досліджуваного елемента. Аналогічні дослідів проводили і з 2 г адсорбенту. Встановлено, що використання 2 г адсорбенту недоцільно, оскільки в досліджуваних розчинах утворюється незначна муть, яка заважає визначенню залишкової концентрації йонів купрум і мангану.

Результати одержаних даних показали, що 1г цеоліту за 48 годин повністю адсорбує йони купрум та мангану з розчинів концентрацією 0,05 мг/дм<sup>3</sup> та 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрація йонів купрум 1,0 мг/дм<sup>3</sup> через 48 годин зменшилася на 97,5 %. При збільшенні вмісту йонів купрум до 5,0 мг/дм<sup>3</sup>

ефективність сорбції зменшується і становить 50,8 %. У випадку більш концентрованих розчинів (1,0 та 5,0 мг/дм<sup>3</sup>) ефективність сорбції йонів мангану знаходилася в межах 59-28,4%. В порівняльних умовах за концентрацією йонів купруму та мангану, адсорбція йонів купруму є більш ефективною. Отримані результати мають практичну цінність, оскільки відкривають перспективу використання целіту Сокириницького родовища для очищення природних та стічних вод від йонів купруму та мангану з високою ефективністю.

*Перелік посилань на джерела*

1. Архіпова Г.І., Мудрак Т.О., Завертана Д.В. Вплив надлишкового вмісту важких металів у питній воді на організм людини./Г.І.Архіпова, Т.О.Мудрак, Д.В.Завертана//Вісник НАУ-2010, №1. с.232-235.
2. Цицишвили Г.В., Андроникашвили Т.Г., Киров Г.Н., Филизова Л.Д. Природные цеолиты, М., 1985.
3. Kuliyeva T.Z., Lebedeva N.N., Orbuh V.I., Sultanov C.A. Natural zeolite – klinoptilolite identification//Fizika. – 2009. –P. 43-45.

---

УДК 556.532 (477-924-52)

## ПЕРШИЙ ЕТАП ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА ДНІСТРОВСЬКОМУ ПРОТИПАВОДКОВОМУ ПОЛІГОНІ (2012-2016)

Зорін Д. О.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; E-mail: denzor2@mail.ru*

Дністровський науково-навчально-виробничий інженерно-екологічний протипаводковий полігон кафедри екології ІФНТУНГ з центром у с. Маріямпіль Галицького району Івано-Франківської області був створений у 2012 р. за рахунок фінансування (1 млн. грн.) Кабінету Міністрів України та обласного екологічного фонду для виконання проекту місцевого розвитку, підготовленого О. М. Адаменком та О. М. Мандриком. Передумовою створення полігону була катастрофічна повінь 23-26 липня 2008 р. у долині Дністра, яка наробила великого лиха на території Галицького, частково Тлумацького, Тисменицького, Калуського та Рогатинського районів Івано-Франківської області, а також суміжних областей – Львівської, Тернопільської, Чернівецької та Вінницької.

Метою створення Дністровського протипаводкового полігону є:

- науково-дослідницькі роботи з визначення причин, можливостей прогнозу та передбачення цих небезпечних явищ, виходячи з аналізу періодичності повторювання їх протягом геологічного, археологічного, історичного та інструментального періоду спостереження за розвитком Дністровської долини екосистеми;
- проведення навчальних, виробничих та переддипломних практик студентів спеціальностей «екологія», «технології захисту навколишнього середовища» та ін.;
- розробка та впровадження в практику водогосподарської та природоохоронної галузей рекомендацій зі спорудження та реконструкції захисних споруд у долині Дністра та його допливів (захисні дамби, днопоглиблювальні роботи, розчистка берегів, створення польдерів, нових гідропостів, метеоплощадок та ін.).

Дослідження на полігоні виконуються кафедрою екології (завідувач проф. Я. О. Адаменко) за сприяння ректора акад. Є. І. Крижанівського, проректора з науково-методичної роботи проф. О. М. Мандрика та директора Інженерно-екологічного інституту доц. М. П. Мазура. Науковий керівник – проф. О. М. Адаменко, відповідальний виконавець – кандидат геологічних наук, доцент Д. О. Зорін. У дослідженнях також беруть участь викладачі кафедри екології: канд. техн. наук – доктор філософії Ph. D. К. О. Радловська, старший викладач Н. О. Зоріна, завідувач науково-навчальної лабораторії М. М. Ногац, асистент В. М. Антонюк та студенти-магістри і спеціалісти.

За період з 2012 р. по 2016 рр. польові експедиційні дослідження виконувались Маріямпільською студентською екологічною експедицією на полігоні, що має площу 1540 км<sup>2</sup> і охоплює 73 планшети топографічної карти масштабу 1 : 10 000. Кожний планшет – це 4,5 x4,6 км<sup>2</sup>. із 73 планшетів досліджено 52. Кожний студент – учасник експедиції – працює 1-1,5 роки на «своєму» планшеті, а потім захищає магістерську роботу або дипломний проект. Всього за 5 польових сезонів у дослідженнях на полігоні взяли участь 52 студенти-магістри і спеціалісти.

За цей же період навчальну, виробничу та переддипломну практику на полігоні пройшли більше ста студентів після 2 і 4 курсів.

З виробничого напрямку робіт на полігоні: була розроблена та опублікована брошура з кольоровими ілюстраціями «Територіальним громадам – про захист від катастрофічних паводків» (автори О. М. Адаменко та О. М. Мандрик) тиражем 100 примірників, які були від імені ІФНТУНГ розіслані районним державним адміністраціям, районним радам, сільським головам Галицького, Городенківського, Тлумацького, Тисменицького, Калуського та Рогатинського районів, Державній службі з надзвичайних ситуацій в Івано-Франківській області, Департаменту екології та природних ресурсів ОДА, Державній екологічній інспекції та обласному управлінню водного господарства.

Якщо коротко сказати про основні наукові та виробничі результати досліджень кафедри екології на Дністровському протипаводковому полігоні, то це 3 детальні, масштабу 1 : 10 000, карти: геоморфологічна, четвертинних відкладів та ландшафтна, які є основою для розробки на наступному етапі прогнозу карти екологічного ризику затоплення територій та карти сучасної екологічної ситуації. На жаль, дослідження фінансувались тільки у 2012 р., коли створювався полігон за рахунок

гранту КМУ та обласного екологічного фонду. Подальші дослідження передбачались постановою КМУ та державними програмами захисту довкілля у басейнах Дністра, Прута і Серета, яле кошти не виділялись. Тому усі роботи на полігоні кафедра екології виконує за рахунок ентузіазму викладачів та студентів при моральній підтримці керівництва університету. У 2016 р. кафедрою екології розроблено і подано на внутріуніверситетський конкурс проект «Методологія підвищення екологічної безпеки територій з ризиком затоплення катастрофічними паводками», який поки що не знайшов підтримки у Міністерстві освіти і науки України, але проблема настільки важлива, що роботи на полігоні будуть продовжуватись.

УДК 550.42:546.216(282.247.2)

## КИСНЕВИЙ РЕЖИМ ВОД ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ Р. ЗАХІДНИЙ БУГ

Карабин В.В.

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності. М. Львів, вул. Клепарівська, 35,  
vasyl.karabyn@gmail.com*

Поверхневі води містять значну кількість водорозчинних газів. Одним з найважливіших для екосистеми газів є кисень. Основними джерелами надходження кисню у воду є атмосфера, де він міститься в значній кількості, а також фотосинтетична діяльність фітопланктону. Збагачення води киснем також може відбуватися внаслідок турбулентності потоку, випадіння дощу тощо [1].

Відхилення дійсної концентрації кисню від рівноважної спричиняється:

фізичними впливами, наприклад різким зміною барометричного тиску, зміною температури води, аерацією води в греблях тощо;

фізико-хімічними впливами, наприклад поглинанням кисню при електрохімічній корозії металів і споживанням його на хімічне окислення речовин, що містяться у воді або дотичних з нею;

біохімічними впливами, які в природних умовах переважають, як, наприклад, споживанням кисню при аеробному розкладанні органічних речовин або, навпаки, виділенням кисню при поглинанні CO<sub>2</sub> організмами [2].

Вміст кисню у великій мірі визначає якість води завдяки інтенсифікації процесів самоочищення, фізико-хімічної трансформації й гідробіологічного кругообігу речовин. Наявність кисню у воді також визначає можливість підтримання онтогенезу гідробіонтів. Для нормального розвитку риб необхідно мінімум 5 мг/дм<sup>3</sup> кисню, а зниження концентрації газу до 2 мг/дм<sup>3</sup> призводить до їх масової загибелі [3].

Відповідно до вимог до складу і властивостей води водойм у пунктах питного і санітарного водокористування вміст розчиненого кисню в пробі, відібраної до 12 годин дня, не повинно бути нижче 4 мг/дм<sup>3</sup> у будь-який період року; для водойм рибогосподарського призначення концентрація розчиненого у воді кисню не повинна бути нижче 4 мг/дм<sup>3</sup> у зимовий період (при льодоставі) і 6 мг/дм<sup>3</sup> – у літній.

Експериментальні роботи, виконані в нижній частині Дніпра, показали, що в умовах зарегульованого стоку в цілому за рік переважає інвазія кисню з атмосфери, кількісні характеристики якої переважають 100 г/м<sup>2</sup>×рік [4]. Окиснення речовин та дихання водних організмів – основні чинники витратної частини балансу кисню у водних об'єктах. Досить переконливими також є також твердження ряду дослідників про вплив характеру й типу живлення річок на рівень збагачення їх вод розчиненим киснем. Найбільша кількість кисню міститься у поверхнево-схилових водах, а найменша – у ґрунтових. Зменшення вмісту розчиненого кисню влітку, можливо, пов'язано з переходом річок на ґрунтове живлення [5].

Контроль вмісту розчиненого кисню особливо важливий у водах річки Західний Буг з огляду на її міждержавне значення, значне техногенне навантаження на територію басейну, наявність рибогосподарських підприємств тощо [6-8].

За результатами державного моніторингу р. Західний Буг у м. Кам'янка-Бузька встановлено, що концентрація розчиненого кисню коливається від 0,1 до 11,4 мг/дм<sup>3</sup>, за середнього арифметичного 7,56 мг/дм<sup>3</sup>, медіани 7,8, моди 6,4 та стандартного відхилення 2,1.

У порівнянні з ГДК (4,0 мг/л) 98,1 % проб води містять кисень у концентраціях нижче мінімального рівня. У пункті моніторингу м. Кам'янка-Бузька тричі зафіксовано катастрофічно низькі концентрації розчиненого кисню – менше 2 мг/дм<sup>3</sup>, які ймовірно призвели до загибелі риби. Усі три проби з аномально низьким вмістом кисню відібрано у 2011 році впродовж 2–4 кварталів. Найменша концентрація кисню 0,12 мг/дм<sup>3</sup> зафіксована у другому кварталі, у третьому кварталі вміст кисню становив 1,34 мг/дм<sup>3</sup> і у четвертому знов опустився до рівня 0,38 мг/дм<sup>3</sup>. У першому кварталі 2012 р. вміст кисню становив 8,64 мг/дм<sup>3</sup>, що вище за середнє значення. За даними [9] в 2011 р. у р. Західний Буг та її притоки потрапило 44,43 млн м<sup>3</sup> забруднених зворотних вод, що й спричинило аномально низький вміст розчиненого кисню.

Вміст розчиненого кисню у Добротвірському водосховищі змінюється від 4,7 до 12,3 мг/дм<sup>3</sup>, за середнього арифметичного і медіани 8,5 мг/дм<sup>3</sup>, моди 8,0 та стандартного відхилення 1,6. Усі проби води (100%) містять кисень у концентраціях нижче ГДК.

Більшість проб води (95,3%) містять меншу від рівноважної концентрації кількість розчиненого кисню. Лише 4 проби (4,7%) 3 з Добротвірського водосховища і 1 з м. Кам'янка-Бузька містять розчинений кисень у понаднормовій кількості. Стосовно проб води у яких встановлено перенасичення

киснем, слід відзначити, що 3 проби відібрані у Добротвірському водосховищі і 1 у м. Кам'янка Бузька (рис.)

Оскільки концентрація розчиненого кисню суттєво залежить від температури доцільно розглядати процент насичення води у річці від теоретичної рівноважної концентрації кисню. Відповідно до цього параметра лише 6 % проб води з обох пунктів моніторингу належить до 1 класу, 24 % – до другого, 46 % – до третього класу якості поверхневих вод.

Основними чинниками забруднення вод верхньої частини р. Західний Буг є скидання недостатньо очищених та неочищених стічних вод комунальними підприємствами Львівщини, ТЕС, іншими підприємствами: ЛМ КП "Львівводоканал" (КОС-1), ДКП "Кам'янка-Бузьке ВКГ", КП "Жовківське ВУВКГ", Буське ПВКГ, КП "Рава-Руське БУ № 2", Добротвірська ТЕС. Унаслідок неефективної роботи очисних споруд 2011 р., у р. Західний Буг та її притоки потрапило 44,43 млн м<sup>3</sup> забруднених зворотних вод, що відобразилося зокрема і на вмісті розчиненого кисню [9].

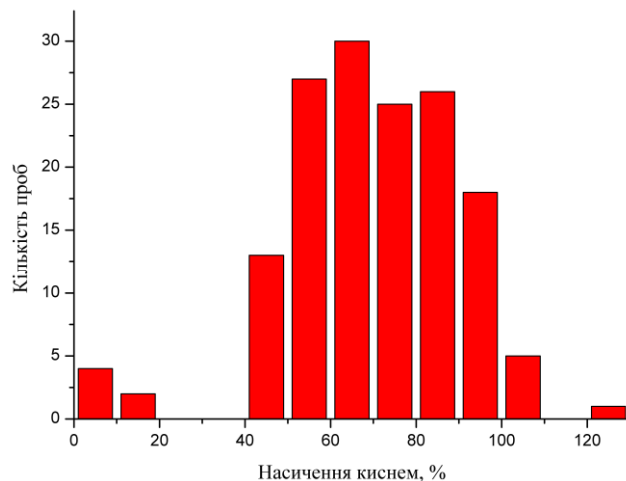


Рис. Гістограма насиченості киснем вод верхньої частини р. Західний Буг

Основними природоохоронними заходами, виконання яких дасть змогу зменшити рівень екологічної небезпеки у басейні верхньої частини р. Західний Буг є: каналізування міст і селищ, припинення скиду неочищених стоків у річки, модернізація існуючих і будівництво нових очисних споруд, облаштування прибережних захисних смуг водоєм і водозбірних територій; створення на окремих ділянках ріки штучних водоспадів з метою додаткової аерації води, вдосконалення системи управління водними ресурсами та подальше запровадження басейнового принципу управління [10] та Директиви Європейської Комісії про очищення побутових стічних вод [11].

#### Перелік посилань на джерела

1. Дубняк С.С. Вплив попусків ГЕС на кисневий режим мілководь річкових ділянок водосховищ / Дубняк С.С., Цапліна К.М., Кузько О.О. // *Наук. записки. – Серія: біологія. – 2001. – № 4 (15). Спец. вип. : Гідрокологія. – С. 211-212. 5.*
2. Унифицированные методы анализа вод. Под ред. Лурье Ю. Ю. – М.; Химия, 1973. – 376 с.
3. Зенин А.А. Гидрохимический словарь. / Зенин А.А., Белоусова Н.В. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 239 с.
4. Самойленко В.Н. Факторы, определяющие обмен кислородом между водоемами и атмосферой (на примере устьевой области Днепра) // *Гидробиол. журн. – 24, №4. – 1988. – С.101-104.*
5. Осадчий В.І., Осадча Н.М. Кисневий режим поверхневих вод України / В.І. Осадчий, Н.М. Осадча // *Наук. праці УкрНДГМІ. – 2007. – Вип. 256. – С.265 – 285.*
6. Starodub G. Assessment of anthropogenic changes natural hydrochemical pool Western Bug River G. Starodub / Georg Starodub, Vasył Karabyn, Pavlo Ursulyak, Sophia Pyroszok // *Studia regionalne i lokalne Polski Południowo-Wschodniej. Tom XI. Drogi wodne Europy Środkowo-Wschodniej. Dzierżowka – Krakow 2013. Str. 79 – 90.*
7. Interboundary natural state medium on the Baltic-Black sea waterways of Western Bug-Dnister segment / Y. Starodub, V. Karabyn, A. Havrys, I. Levyts'ka // *Drogi wodne Europy Środkowo – Wschodniej. Materiały konferencyjne. Warszawa - Sejm RP, 2016. P. 142-147.*
8. Карабин В.В. Сезонна мінливість вмісту головних іонів у водах р. Західний Буг / В.В. Карабин, С. Пиріжок // *Мат. І Міжнародної науково-практичної конф. [“Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства”] (29-30 листопада 2012 р.) – Львів : ЛДУ БЖД, 2012. С. 118-120.*
9. Екологічний паспорт Львівської області за 2012 р. – Режим доступу : <http://www.ekology.lviv.ua>.
10. Приходько М.М. Наукові основи басейнового управління природними ресурсами / М.М. Приходько, В.П. Пісоцький // *Львів: ЛьДУНТІ. – 2010. – №3. – С.56-59.*
11. European Commission. Directive 91/271/EEC concerning urban waste-water treatment, 1991. - Електронний ресурс [Режим доступу] [http://ec.europa.eu/environment/water/waterurbanwast/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/waterurbanwast/index_en.html).

УДК 550.83+550.837:550.82:551.244:551.495 (477.63)

## РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОЕЛЕКТРИЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ СПОСТЕРЕЖЕННЯХ ЗА СТАНОМ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЇ ПІВДЕННОГО КРИВБАСУ

П.Г. Пігулевський<sup>1,2</sup>, В.К. Свистун<sup>1</sup>, О.С. Кирилюк<sup>2</sup>, О.К. Тяпкін<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Дніпропетровська геофізична експедиція «Дніпрогеофізика» ДГП «Укргеофізика»,  
м. Дніпро, вул. Геофізична, [dpge@ukr.net](mailto:dpge@ukr.net)

<sup>2</sup>Інститут проблем природокористування та екології НАН України,  
Дніпро, вул. В. Мономаха, 6, [ipre-main@svitonline.com](mailto:ipre-main@svitonline.com)

**Вступ.** З метою виявлення ступеню і характеру техногенно обумовлених змін у стані гідрогеологічного середовища верхньої частини розрізу земної кори території південного Кривбасу було застосовано методіку порівняльного аналізу даних геоелектричних методів за минулі роки та сучасних досліджень. У якості вихідних даних були використані як результати геологорозвідувальних робіт, геологічних і гідрогеологічних зйомок, спеціальних гідрогеологічних, інженерно-геологічних та еколого-геологічних досліджень, що проводилися в південній частині Кривбасу до початку функціонування сучасних великих техногенних об'єктів гірничо – металургійного комплексу: ПАТ «ПВДГЗК», ПАТ «АМ КР» та ДП «КШЗ», так і дані моніторингових спостережень за режимом поверхневих і підземних вод в процесі їх використання [1,2].

**Короткий огляд досліджень.** Для вирішення задач екологічної безпеки та вивчення динаміки техногенно обумовлених гідрогеологічних змін в південній частині Криворіжжя були зібрані і систематизовані фактичні матеріали: звіти спеціальних наукових гідрогеологічних досліджень відповідної території та дані моніторингових спостережень за режимом підземних вод, що характеризують зміни компонентів гідрогеологічного середовища у часі.

За результатами проведених комплексних геофізичних досліджень, що супроводжувалися геолого-гідрогеологічними спостереженнями та бурінням завірочних свердловин, отримано геолого-геофізичні розрізи та дані про зміни геоелектричних параметрів середовища, побудовані 3D моделі зміни геоелектричних параметрів по латералі і глибині та отримано результативні карти зволоження («підтоплення») досліджуваної площі за чотирирічний період з 2008 по 2012 роки під впливом природних факторів та дії техногенних споруд. Ці матеріали у сукупності з результатами попередніх геолого-геофізичних досліджень дозволили отримати карту інженерно-геологічного стану південного Кривбасу та уточнити і конкретизувати його окремі особливості в залежності від антропогенного впливу на геоекологічний стан території південного Кривбасу.

**Оцінка зміни рівня зволоження осадового чохла («підтоплення») за геоелектричним опором.** Окрім класично побудованих карт в [1,2], результати повторних спостережень також були візуалізовані в вигляді 3D-зображення за допомогою програми Voxler. Одержані побудови свідчать про те, що зміни значень уявного опору геологічного розрізу проходять не рівномірно і не тільки по площі, але і по глибині. При цьому його зміни спостерігаються як у вище, так і нижче розміщених пластах за рахунок збільшення зволоження мінералізованими водами.

За результатами досліджень рівень зміни геоелектричного опору за чотири роки залежить від складу горизонтів, інженерно-геологічної будови території південної промзони м. Кривий Ріг, карстоутворення, новітніх неотектонічних рухів, що впливають на протікання сучасних гідрогеологічних процесів в напрямку від техногенних споруд на південь. В межах профілів також встановлено субвертикальні зони підвищеної проникливості і зони можливого зневоднювання порід, які характеризуються підвищеними значеннями уявного опору [2]. Слід також зазначити, що зміни в верхній частині геологічного середовища фіксуються змінами інтенсивності потенціальних  $V$  та градієнт-потенціальних  $\Delta V$  полів. Аномальні значення  $\Delta V$  та різкі перепади значень різниці потенціалів, свідчать про наявність активної фільтрації як у вертикальному, так і горизонтальному напрямках.

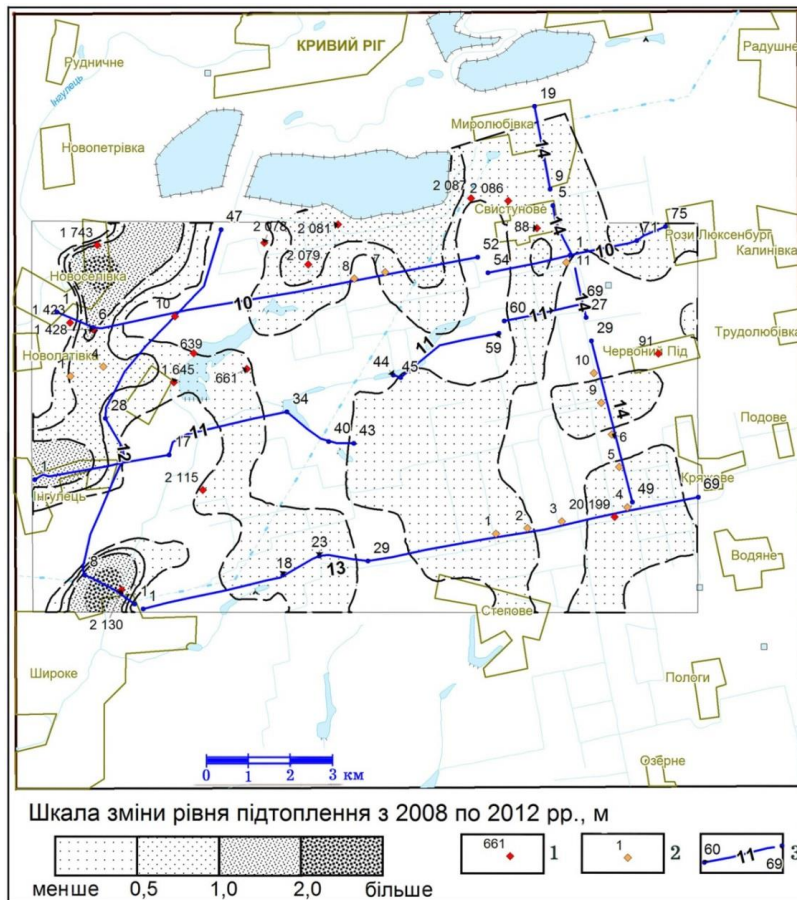
Одночасно з проведенням геоелектричних спостережень були виконані заміри на шістнадцяти гідрогеологічних пунктах, які представлені свердловинами та колодцями. У тринадцяти з них рівень води піднявся [1,2]. Аналіз зміни рівня води першого від поверхні водоносного горизонту в цих пунктах, показав його прямий зв'язок зі зміною різниці уявного опору за чотирирічний період.

За допомогою отриманого аналітичного рівняння було розраховано складову «підтоплення» в рівні першого від поверхні водоносного горизонту, яке відбулося за чотири роки з 2008 по 2012 рр. на площі досліджень (рис. 1). За рівнем зволоження площу можливо розбити на 4 таксони [2]. Перший – ділянки без ознак «підтоплення», другий – підняття рівня першого водоносного горизонту в межах перших десятиків сантиметрів, третій – від півметра до метра, четвертий – декілька метрів. За місцезнаходженням третього таксону (розташований на південь від хвостосховища) відмічається фільтрація води з нього в б. Свистунова. Наші дослідження показують необхідність укріплення основи південної частини дамби, тому що інфільтрація під статичним тиском технічних вод проходить як в межах першого від поверхні водоносного горизонту, так і проникає до нижче розташованих горизонтів, що підтверджується спостереженнями в спеціально обладнаних свердловинах.

Найбільший рівень і швидкість підняття першого водоносного горизонту з негативними техногенними явищами відмічається в західній частині площі (рис. 1) в вигляді провалів, зсувів,



активізації карстових процесів, місцевих підтоплень (сс. Новоселівка, Інгулець та в північній частині селища Широке), де попередніми комплексними геофізичними дослідженнями були виявлені численні пустоти карстового та техногенного походження.



**Рис. 1. Прогнозна карта складової «підтоплення» в рівні підземних вод за період 2008-2012 рр.:**

1 – точки, в яких визначались рівні підземних вод (номер свердловини, колодязя); 2 – свердловини інтерпретаційного буріння; 3 – профілі ВЕЗ та їх номер, номери кінцевих точок на профілі

**Висновки** Проведений комплекс геофізичних досліджень південної частини Кривбасу дозволив виявити основні риси її будови та окреслити певні перспективи розвитку сучасних інженерно-геологічних і гідрогеологічних процесів. Було визначено ділянки негативних інженерно-геологічних проявів (провали, зсуви, підтоплення) та здійснено прогноз їх подальшого розвитку, виведено аналітичну залежність зміни уявного опору досліджуваних територій від рівня зволоження («підтоплення»), що надало можливість його картування за площею поширення і отримати картину сучасної техногенної складової за проміжок часу з 2008 по 2012 рр. та показати, що вона проходила не рівномірно, а мозаїчно.

Результати досліджень свідчать про необхідність укріплення південних частин дамб хвостосховища «Войкове» та «Об'єднане» для попередження підтоплення розташованих на південь від них територій, не очікуючи прояву надзвичайних ситуацій.

#### *Перелік посилань на джерела*

1. Пігулевський П.Г. Дослідження геоелектричними методами інженерно-геологічного стану південно-західного Кривбасу. Частина 1. Фізико-геологічні передумови досліджень / П.Г. Пігулевський, В.К. Свистун, О.С. Кирилюк // Геоінформатика. – 2016. – №3 (59). – С. 25-31.

2. Пігулевський П.Г. Дослідження геоелектричними методами інженерно-геологічного стану південно-західного Кривбасу. Частина 2. Результати застосування геоелектричних методів при обстеженні ділянок підтоплення / П.Г. Пігулевський, В.К. Свистун, О.С. Кирилюк // Геоінформатика. – 2016. – №4 (60). – С. 62-74.

УДК 556.166

## ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕРХНЬОЇ ДІЛЯНКИ Р. ДНІСТЕР

Корбутяк В.М., Корбутяк М.В.

*Національний університет водного господарства та природокористування  
33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11, v.m.korbutiak@nuwm.edu.ua*

Потреба в оцінці умов формування стоку р. Дністер виникла через наміри використати річище Дністра з метою розвитку гідроенергетики та протипаводкового захисту. На сьогодні гідрологічний режим річки досить добре досліджено [1,2,3], результати досліджень опубліковано у загальновідомих серед фахівців-гідрологів виданнях. Результатом нашої роботи є створення цифрових моделей рельєфу та стоку, які наочно демонструють умови формування паводків на Дністрі.

На формування максимальних зливових витрат, крім метеорологічних факторів (інтенсивність, тривалість, шар зливових опадів, площа зрошення), як відомо, значно впливають місцеві особливості водозбору і річки (величина площі водозбору, його форма, довжина водотоку і його ухил, кількість наносів, характер долини, ступінь і характер залісненості, зарегульованості, та ін.). Внаслідок взаємодії згаданих факторів величини модулів максимальних зливових витрат для сусідніх річок і для різних створів однієї річки можуть значно різнитися між собою.

Через різні метеорологічні особливості, будову та рельєф Карпат, Прикарпаття та Волино-Подільської височини басейн Дністра характеризується значною нерівномірністю у формуванні стоку. Він утворюється талими та дощовими водами, однак, внаслідок підвищеної зливової активності на схилах Карпат, більшу питому вагу мають дощові води. Гірські та передгірські русла річок відзначаються великими ухілами (р. Свіча – хутір Мислівка 11 ‰) з кам'янистим ложем та слабо водопроникними підстильними ґрунтами. Це, разом із кліматичними особливостями, створює сприятливі умови для формування поверхневого стоку. Висоти гірської частини водозбору сягають 1000-1800 м. Середня висота до створу п. Стрілки -р. Дністер складає 620 м, середній похил території 160..180‰.

Перепад відміток початку річок-правих приток Дністра - Бистриця, Стрий, Свіча, Лімниця, Луква, Бистриця Солотвинська, Бистриця Надвірнянська та впадання їх гирла складає 700..1100 метрів. Ці притоки впадають перед Дністровським каньйоном.

Для порівняння – середні висоти водозборів лівих приток (Верещиця, Щерек, Зубра, Гнила Липа (впадають до Дністровського каньйону), Стрипа, Золота Липа, Серет, Збруч (впадають в межах каньйону)) близько 250..370 м, перепади відміток 150..250 м.

Річкова мережа практично вдвічі розвинутіша на Карпатській частині порівняно із лівобережжям – 1..1,5 проти 0,5..0,7 км/км.кв. Це є також одним із чинників різної швидкості підйому паводкових хвиль.

Вплив бокової приточності та умов проходження паводкової хвилі в межах Дністровського каньйону дозволяє оцінити порівняння даних водостів у с. Нижній (площа водозбору 20400 км<sup>2</sup>) та Залішки (24600 км<sup>2</sup>). Для пункту у с. Нижній за період спостережень 1895 по 1946 роки (всього 34 роки, без урахування паводку вересня 1941 року) середньо-максимальна витрата склала 1554,5 м<sup>3</sup>/с. Та ж витрата для пункту у м. Залішки - 1896,3 м<sup>3</sup>/с. У 7 випадках із 34 середньо-максимальна витрата для с. Нижній виявлялася більшою ніж у Залішках, у 4 випадках різниця в межах 10%. В інших випадках середньо-максимальна витрата вниз по течії зростає до 60%. Розподіл цієї різниці показує, що середньо-максимальні витрати води забезпеченістю 25% і менше переважно мають більше значення для с. Нижній. Тобто, простежуються трансформаційні властивості Дністровського каньйону, котрі дозволяються зрізати піки паводків для створів, розташованих нижче по течії.

Абсолютні максимуми витрат по водпоясах Дністра спостерігалися в різні роки. Це пояснюється тим, що ті максимуми переважно є дощові і паводки формувалися під дією злив, що охоплювали різні території – або увесь басейн, або покривали лише частину водозбору. Також однією з причин є різна тривалість рядів спостережень.

Карпатським притокам Дністра властива значна мінливість значень середніх багаторічних модулів стоку. Наприклад, для р. Стрий-с. Матків цей показник становить 27,8 л/сек км<sup>2</sup>, з відхиленням в окремі роки від 10,5 до 44,9 л/сек км<sup>2</sup>, для р. Свіча – хутір Мислівка – 26,4 л/сек км<sup>2</sup>, із коливаннями від 12,0 до 47,5 л/сек км<sup>2</sup>. Для лівобережньої частини водозбору середні багаторічні модулі стоку змінюються від 3,5 (р. Коропець - с. Підгайці) до 5,3 л/сек км<sup>2</sup> (р. Гнила Липа – м. Рогатин).

З огляду на умови формування максимального стоку, існуюче використання природних ресурсів, розподіл об'єктів, що потребують захисту від затоплення, паводки на Дністрі доцільно регулювати не за рахунок передгірських територій. Підвищення положення профіля вільної поверхні Дністра зменшить пропускну здатність водотоків, що в нього впадають- за рахунок зменшення похилів водної поверхні, а також за рахунок зміни умов транспорту наносів.

Тип руслового процесу, що сформувався під впливом природних факторів протягом багатовікового періоду є стабільним і не змінюється при різких відхиленнях водного режиму ріки, що носять короткотривалий характер. На річках Карпат чергування ділянок русел з різними типами руслового процесу в значній мірі визначається послідовною зміною по довжині річки характеру

транспортованих нею наносів. При цьому характерне розташування типів руслового процесу в гірській зоні Карпат наступне:

- стиснуті русла з обмеженим надходженням наносів, серед яких можна виділити всі три їх форми – нерозумивне (скельне) русло з нечітко визначеними берегами; стиснуте русло з обривистими берегами і каналізоване русло;

- стиснуті русла з необмеженим надходженням наносів;

- русла обмеженого меандрування;

- руслова багаторукавність (осередковий тип.)

Після виходу річок з гір спостерігається тенденція до послідовного зменшення витрати та крупності транспортованих наносів. Тут спостерігаються наступні типи руслових форм:

- руслова багаторукавність (осередковий тип);

- незавершене меандрування;

- вільне меандрування;

- каналізовані русла (різновид стиснутих русел з обмеженим надходженням наносів).

Різна інтенсивність транспорту донних наносів річковою системою знаходить своє відображення у різних типах русел. За дослідженнями І.В. Попова (1960), найбільші питомі витрати донних наносів спостерігаються на ділянках річок з русловою багаторукавністю (осередковий тип русла) і з боковиковим рельєфом дна, а найменші – у меандруючих річок. У такому ж напрямку зменшуються і швидкості течії. Тобто річка намагається текти з найменшою швидкістю, достатньою для транспорту наносів.

Умови статистичної стабільності річок у стані динамічної рівноваги, вважаючи потік та змінне русло двома частинами єдиної фізичної системи, розглядав К.В. Гришанин. За його висловом „річковий потік та його русло являють собою, можливо, найдосконалішу із систем неорганічного світу, які мають властивість самоуправління” [4, с. 10]. Коливання рівнів води, втрати енергії потоком, руслові деформації залежать від змінного стоку води, стоку неруслових (завислих) наносів, діяльності людини. На своєму шляху, до злиття із базисом ерозії, річковий потік має розсіяти свою потенціальну енергію так, щоб втрати енергії на тертя були рівними початковому запасу енергії, не виходячи при цьому за межі визначеного діапазону малих за абсолютною величиною швидкостей потоку. А оскільки запас потенціальної енергії може змінюватися у широких межах, і фізико-географічні умови басейнів різноманітні, то це зумовлює наявність різних випадків гасіння енергії, як створенням вторинної системи шорсткості, так і розвитком руслових форм різного порядку. Також збільшення довжини русла шляхом надання йому звивистої форми, поділ його на рукави і утворення крупних перешкод руху води в самому руслі (утворення ланцюжка боковиків чи осередків).

Тому, зміна (підняття) базису ерозії внаслідок заповнення водосховищ завжди викликає перебудову русел. Так і у випадку приток Дністра це спричинить розвиток багаторукавності, бокової ерозії на прилеглих ділянках протяжністю, яка буде достатня для компенсування змін руслового режиму. Відповідно, швидкість пропуску повеней та паводків зменшиться, що наочно обґрунтовано у роботі [5].

З метою оцінки впливу геоморфологічних, метеорологічних чинників нами створено набори геоданих, що дозволяють оцінити умови формування максимального стоку як у побутовому режимі, так і за умов наповнення запроєктованих водосховищ. Аналіз території здійснювався за даними радарного знімання SRTM, бібліотек ArcGIS online, оглядача супутникових знімків від EOS Data Analytics lv.eosda.com. Розподіл параметрів стоку будувалася за матеріалами [1,2,3].

*Перелік посилань на джерела*

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия / Главное управление гидрометеорологической службы при Совете министров СССР. – Л. : Гидрометеоиздат, 1969. – 884 с.

2. Лютик П. М. Максимальные расходы и слои паводочного стока рек Карпат по материалам гидрометрических наблюдений и экспедиционных исследований / П. М. Лютик // Труды УкрНИГМИ. – 1972. – Вып.119. – С. 3 – 18.

3. Лютик П. М. Расчеты паводочного стока на реках Украины и Молдавии / П. М. Лютик, Л.Д. Михальская, Л.Н. Коваленко // Труды УкрНИГМИ. – 1986. – Вып.217. – С. 52 – 91.

4. Гришанин К. В. Динамика русловых потоков / К. В. Гришанин. – Л. : Гидрометеоиздат, 1979. – 311с.

5. Корбутяк В.М. Гідроморфологічні аспекти пропуску паводкових витрат води гірськими руслами / В. М. Корбутяк // Вісник НУВГП. – Рівне. – 2007. – В.3(39), Ч.2.– С. 92–101.

---

УДК 504.6:534.322.3

## **ВИЗНАЧЕННЯ АКУСТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА НА ЗУПИНКАХ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ**

**Кундельська Т. В., Николин В. Р.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул.Карпатська, 15, Івано-Франківськ, Україна kundelskaT@gmail.com, viktorunk@list.ru*

Шум – одна з форм фізичного (хвильового) забруднення навколишнього середовища. Нині добре відомо, що шум шкідливо впливає на здоров'я людини, знижує працездатність, викликає захворювання органів слуху (глухоту), ендокринної, нервової, серцево-судинної систем (гіпертонія). Фізіолого-біологічна адаптація людини до шуму практично неможлива, тому необхідно регулювати чи обмежувати шумове навантаження [1].

Особливо важко переносяться раптові різкі височастотні звуки. При рівні шуму понад 80 дБА послаблюється слух, виникають нервово-психічні захворювання, гіпертонія, підвищується агресивність. Дуже сильний шум (понад 110 дБА) призводить до так званого шумового сп'яніння, а потім — до руйнування тканин тіла, перш за все — слухового апарату. Жінки більш чутливі до дії сильного шуму, і у них за умов звукового дискомфорту виникають ознаки неврастенії [2].

Не так давно в м. Івано-Франківську з'явилося «Вуличне радіо» — розміщення аудіо реклами на зупинках громадського транспорту. Зупинка міського транспорту — принципово нове місце для розміщення рекламної інформації, яке поєднує в собі всі «найкращі якості» як зовнішньої реклами, так і засобів масової інформації, адже звукова реклама — це єдина форма подачі реклами, яку не можна проігнорувати. Увага людей в ситуації очікування громадського транспорту, як правило, не зайнята — так характеризують свій проект засновники на офіційному сайті [3], не приховуючи того, що цю рекламу не можна уникнути, переключити, відімкнути, або відмовитись від користування транспортом.

Принцип роботи «Вуличного радіо»: на зупинках громадського транспорту встановлено аудіо бокси, за допомогою яких здійснюється трансляція аудіо повідомлень. Час роботи з 8.00 до 21.00. Кількість рекламних виходів впродовж години може бути від 1 до 8 і так щогодини на усіх станціях одночасно. При розміщенні реклами 1 раз на годину кількість трансляцій складає до 195 разів на день (це найменший пакет розміщення), що дозволяє не лише проінформувати клієнтів про товар, магазин, послугу чи бренд, але й закріпити цю інформацію в пам'яті [3].

На думку авторів така реклама чинить вплив на свідомість, що є фактично порушенням прав людини, посилює шумове забруднення на території зупинок громадського транспорту, створює психологічний дискомфорт для мешканців міста. Аудіо бокси встановлені на найбільш людних зупинках в місцях де перетинаються декілька маршрутів громадського транспорту, а також в центральній частині міста, де вже існує значне шумове забруднення. Така ситуація створює величезне навантаження на мешканців міста, адже перебуваючи в такій атмосфері в людини знижується увага, втрачається працездатність, знижуються звукові рефлекси, що може призвести до аварійних ситуацій, спричинити погіршення здоров'я в людей, які працюють поблизу таких шумоцентрів.

Автори мали на меті зробити заміри акустичного забруднення місць розташування інформаційних пунктів «Вуличного радіо» та виявити чи збільшується шумове навантаження на цих точках, враховуючи шум від транспортних засобів та масове скучення людей. Акустичне забруднення визначалось на зупинках громадського транспорту, місця розміщення якого наведені на рис. 1.



Рис.1. Схема розміщення «Вуличного радіо» у м. Івано-Франківськ

Заміри здійснювались тоді, коли руху транспорту практично не було (11.00–12.00), щоб визначити, яке навантаження здійснюють безпосередньо аудіо бокси, і у «годину пік» (8.00–10.00), коли транспортне навантаження збільшується, на зупинках скупчується значна кількість маршрутних автобусів. Результати проведених досліджень наведені у таблиці 1.

Результати досліджень порівнювали з нормативними показниками наведеними у Державних будівельних нормах України «Планування і забудова міських і сільських поселень» ДБН 360-92\*\*[4], де вказано, що для житлової забудови населених місць максимальний рівень шуму не повинен перевищувати 70 дБА з 7 до 23 години та 60 дБА з 23 до 7 ранку.

За результатами досліджень встановлено, що отримані результати перевищують допустимий максимальний рівень шуму, який передбачений нормативними документами України. Так, шумове навантаження від самого радіо, в період коли руху транспорту практично немає (можемо ним знехтувати) сягає в середньому від 75 дБА біля аудіо бокса і близько 70 дБА на відстані 10 м, що свідчить про великий радіус шумового забруднення. В «час пік», результати перевищують 85 дБА, що є грубим порушенням нормативних вимог. Найвищі результати в «годину пік» зафіксовані в точці №5 (готель «Надія»), це пов'язано з тим, що зупинка розташована біля магістральної дороги, яка веде на виїзд з міста, тому там завжди високий рівень транспортного навантаження, а через встановлення аудіобоксів ці показники сягають 92 дБА. Також, високий показник зафіксований у точці №3 (Залізничний вокзал), де значне скупчення транспорту, міських та міжміських автобусів, шум пов'язаний з рухом поїздів, а разом з навантаженням від «вуличного радіо» цей показник сягає 90 дБА. У точці №1 (Універмаг «Прикарпаття»), де значне скупчення маршрутних автобусів, автомобілів, людей. Навіть на точках, де показники найменші: точка №6(магазин «Бджілка»), точка №10 (автостанція №3), рівень акустичного навантаження значно перевищує дозволений норми.

Таблиця 1 – Результати замірів шумового забруднення в місцях розміщення «Вуличного радіо»

№ ч/ч	Назва точки, адреса	«Година пік» 8.00 -10.00 год		Шум від радіо 11.00-12.00 год	
		0,5 м від джерела шуму, L <sub>макс</sub> , дБА	10 м від джерела шуму, L <sub>макс</sub> , дБА	0,5 м від джерела шуму, L <sub>макс</sub> , дБА	10 м від джерела шуму, L <sub>макс</sub> , дБА
1	Універмаг «Прикарпаття» (вул.Галицька)	91	82	75	72
2	Військових ветеранів (вул.Галицька)	83	82	75	70
3	Залізничний вокзал (вул.Привокзальна)	90	87	76	71
4	Школа №18, (вул.Тролейбусна)	80	77	72	70
5	Готель «Надія» (вул..Незалежності)	92	85	85	80
6	Магазин «Бджілка» (вул.Стуса,17)	85	81	74	71
7	Кінотеатр «Космос» (вул.Незалежності)	86	80	75	70
8	Головна пошта (вул.Чорновола)	87	83	75	70
9	«Княгинин» (вул.Галицька)	86	81	74	71
10	Автостанція №3 (вул.Мазепи)	85	80	73	70
11	Музична школа №3 (вул.Галицька)	87	84	76	73
12	Прикарпатський національний університет (вул.Чорновола)	87	81	75	70

Якщо аналізувати, шум безпосередньо від «Вуличного радіо» (в період коли руху транспорту практично немає), то , в середньому, воно здійснює навантаження біля 74-75 дБА, що значно перевищує допустимі показники.

#### Висновки:

В центральній частині міста були проведено вимірювання акустичного навантаження на зупинках громадського транспорту, додатково був оцінений вплив від роботи аудіо боксів «Вуличного радіо».

Кількість опрацьованих точок – 12 (в кожній точці вимірювався максимальний показник в «годину пік» та в період коли шум був зумовлений виключно аудіо боксами).

Виявлені перевищення згідно ДБН 360-92\*\* в усіх точках, а на в точках №3, №1 і №5 перевищення сягало на 22, 21, 20 дБА відповідно.

Встановлено, що при збільшенні транспортного руху акустичне забруднення суттєво збільшується в середньому на 10 дБА.

Рекомендовано встановити звуковий рівень біля аудіобоксів, який би не перевищував еквівалентного рівня шуму – 55 дБА, можливо збільшення рівня звуку до максимально допустимого - 70 дБА.

На думку акторів, рекомендовано також обмежити тривалість трансляцій до 4 годин (з 11-13год, 15-17год) при умові дотримання вимог діючих нормативних документів.

#### Перелік посилань на джерела

1. Семашко П.В. Комбіновані еквівалентні рівні звуку як критерії гігієнічної оцінки акустичного стану території //Ловкілля та здоров'я. — 2015. — №1. — С. 4-7 <http://radio.profiart.com.ua> – офіційний сайт вуличного радіо

2. Зербіно Л.Л. Экологическая патология: проблема превентивной мелитины. Концепция первичной профилактики (шумовое забруднення) //Мистецтво лікування. Журнал сучасного лікаря. — 2013. — №6. — С. 35-40

3. <http://radio.profiart.com.ua> – офіційний сайт «Вуличного радіо»

4. Державні будівельні норми України «Планування і забудова міських і сільських поселень ДБН 360-92\*\*

УДК 502.174:663.551.7

## ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ СПИРТОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ У ЯКОСТІ ДОБАВОК ДО МОТОРНИХ ПАЛИВ

Козак Ф.В., Мельник В.М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна,  
melvasnik@yandex.ru*

Багато країн світу, в тому числі і Україна, відносяться до країн, власний паливно-енергетичний ресурс яких значно менший, ніж цього вимагає їх внутрішня потреба. Тому такі країни попадають в пряму залежність від країни постачальника енергоносіїв. А отже, в разі виникнення проблем з їх постачанням виникають складні проблеми в економіці країни, а в окремих випадках це становить серйозну загрозу національній безпеці держави.

Оскільки Україна власними енергетичними ресурсами забезпечена частково, то актуальною є проблема пошуків альтернативних палив.

Існує два напрямки вирішення даної проблеми, а саме:

- перший – це винайдення нових, більш дешевих палив, які можна ефективно використовувати у двигунах внутрішнього згоряння (ДВЗ);

- другий – це використання сумішей бензинів (Б) чи дизельних палив (ДП) з речовинами, які покращують їх експлуатаційні властивості, і зменшують потребу в них.

В Україні досить розвинута спиртова промисловість. При виготовленні спирту залишається велика кількість сивушних масел (СМ) – це в основному суміш етанолу, пропанолу, ізобутанолу та ізоамілового спирту, проблема утилізації яких в Україні не розв'язана.

СМ мають високе октанове число (ОЧ) більше 100 од., а тому при змішуванні СМ з бензином у досить малих пропорціях вони значно підвищують ОЧ.

Згідно проведених досліджень [1-5] при добавках до бензину А-80 10% СМ авторами одержано підвищення ОЧ від 80 до 92 одиниць за моторним методом, а також покращуються ряд експлуатаційних показників:

- знижується тиск насичених парів (ТНП) - що зменшує ймовірність утворення парових пробок у системі живлення ДВЗ і втрати бензину при зберіганні, транспортуванні і заправці автомобілів;

- збільшується густина паливної суміші від 710 до 727 кг/м<sup>3</sup>, що зменшить втрати палива через ущільнення, покращує сумішоутворення в циліндрах ДВЗ.

Згідно наших досліджень добавка СМ до товарних бензинів дозволяє скоротити на 10-12% потребу у останніх та одночасно вирішити проблему безпечної утилізації СМ без додаткових затрат енергоресурсів.

Отже, добавка до бензинів СМ дає можливість збільшити октанове число бензинів, покращити деякі їх експлуатаційні показники, і вирішити проблему утилізації СМ.

Як показали дослідження, добавка СМ до товарних бензинів дозволяє скоротити на 10-12% потребу у них з одночасним підвищенням їх ОЧ. Тому, виходячи з основних експлуатаційних показників бензинів та СМ можна рекомендувати:

- А-80+5% СМ – ОЧ збільшується до його значення для бензину А-92;

- А-80+8% СМ – ОЧ збільшується до його значення для бензину А-95;

- А-80+10% СМ – ОЧ збільшується до його значення для бензину А-96.

Використання добавок СМ до моторного палива не потребує ніяких змін у конструкції ДВЗ, не погіршує експлуатаційні властивості палив, і в кінцевому результаті дасть можливість:

- частково вирішити проблему з постачанням енергоносіїв;

- вирішити проблему утилізації СМ;

- забезпечити збут сільськогосподарської продукції для виробництва спирту.

*Перелік посилань на джерела*

1. Гаєва Л.І., Гордійчук М.В. Використання експлуатаційних матеріалів і економія паливно-енергетичних ресурсів: Навчальний посібник. – Івано-Франківськ: Факел, 2001. – 274 с.

2. ДСТУ 4839:2007 „Автомобільний бензин. Технічні умови”. Видання офіційне. – К.: Держстандарт України, 2007. – 11с.

3. В.М. Мельник. Альтернативні палива дизельних двигунів нафтогазової галузі. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2005. - №4(17). – с. 92-94.

4. ДСТУ 4840:2007. “Дизельне паливо. Технічні умови”. Видання офіційне. – К.: Держстандарт України, 2007. – 11с.

5. Мельник В.М. Утилізація сивушних масел у двигунах внутрішнього згоряння / В.М.Мельник, Ф.В.Козак, Л.І.Гаєва // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2009. – №3(32). – С. 93-97.

**ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ МАЛИХ РІЧОК З ВИСОКИМ РІВНЕМ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

Маджд С.М.

*Національний авіаційний університет (НАУ), пр. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, 03058, madzhd@i.ua*

В Україні якість вод більшості гідроекосистем не відповідає діючим нормативним показникам. В останні роки все більш інтенсивному техногенному впливу піддаються річкові екосистеми, в тому числі і малі ріки, що призводить до змін їх структурно-функціонального розвитку.

Для збереження еколого-збалансованого розвитку водних ресурсів розробляються водоохоронні заходи, які в основному спрямовані на попередження якісного виснаження вод великих і середніх рік, а малим рікам приділяється досить не значна увага, попри те, що вони, як правило, мають високий рівень антропогенного навантаження. І тому вкрай актуальним є розроблення природоохоронних технологій саме малих річок, що перебувають під інтенсивним техногенним впливом. При плануванні цих заходів слід враховувати, що переважна більшість цих річок є об'єктами рибогосподарського та рекреаційного призначення. І тому вкрай необхідним є те, щоб якість їх вод відповідала діючим нормативам та стандартам.

Однією із таких малих річок, що перебуває під постійним антропогенним впливом і потребує впровадження водоохоронних заходів є річка Нивка. Вона протікає по території м. Києва і є правою притокою р. Ірпінь, що несе свої води до Київського водосховища, розташованого вище питного водозабору м. Києва. Таким чином, всі мешканці міста є в певній мірі споживачами цієї води [1]. Тільки в межах Києва в басейні річки працює близько 60 підприємств. У неї з дев'яток колекторів скидаються неочищені зливові стоки [2].

Річка Нивка зарегульована, її „озерність” становить біля 2,2%, що є найвищим показником для всіх малих річок м. Києва, на ній побудовано систему ставків рибогосподарського призначення, які постачають рибу продукцію мешканцям міста [3]. У зв'язку з цим якість води р. Нивка повинна відповідати нормативам якості водойм рибогосподарського призначення [2, 3] і для очищених стічних вод, що скидаються до неї, встановлені більш жорсткі вимоги, ніж до стоків у водойми, які використовуються для господарсько-питних і культурно-побутових потреб населення. Порушення цих норм і правил може призводити до погіршення якості води і впливати на стан біоти [4].

Навіть незначне перевищення у воді малих річок речовин токсичної дії сприяє зміні її трофності, збільшенню водних об'єктів, відповідних статусу гіпертрофних. В цих водоймах спостерігається випадіння окремих ланок трофічного ланцюга, що призводить до його укорочення, зміни морфологічних і функціональних параметрів компонентів біоценозу, порушення взаємовідносин між організмами різних трофічних рівнів [5].

З метою еколого-токсикологічної оцінки стану р. Нивка, що є об'єктом з високим антропогенним навантаженням, були проведені гідрохімічні та токсикологічні дослідження води і донних відкладів. Результати досліджень встановили значні перевищення нормативних показників по багатьох забруднювачам характерних для урбоекосистем та вказали на необхідність розроблення водоохоронних заходів, спрямованих на попередження якісного виснаження вод цієї річки. Екологічна якість води р. Нивка є поліфакторною структурою і значною мірою залежить від маси антропогенних забруднень, що надходять до неї, а також витрат води у руслі і може бути регульована за рахунок зменшення маси забруднень та збільшення витрат води.

*Перелік посилань на джерела*

1. Маджд С.М. Оцінка техногенного впливу авіапідприємств на стан водойм / С.М. Маджд // Екологічна безпека та природокористування: зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору. – К., 2014. – Вип.14. – С.101–106.
2. Бойко О. В. Малі річки Києва / О. В. Бойко, В. К. Хільчевський, О. Г. Ободовський. // Краєзнавство. Географія. Туризм. – 2001. – №4 (201). – С. 4–10.
3. Арсан О. М. Еколого-токсикологічні дослідження внутрішніх водойм Києва / О. М. Арсан, Ю. М. Ситник, Т. М. Шаповал, О. О. Пасічна. // Наук. Зап. Тернопільського держ. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія, №3(14). – 2002 – С. 176–177.
4. Маджд С.М. Екологічна оцінка якості поверхневих і ґрунтових вод, в районі експлуатації та ремонту авіаційної техніки / С.М. Маджд, Г.М. Франчук, М.М. Тимошенко // Екологічна безпека та природокористування : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору. – К., 2012. – Вип.9. – С. 116–122.
5. Романенко В. Д., Крот Ю. Г., Киризі Т.Я., Коваль І.М., Кіпніс Л.С., Потрохов О.С., Зінковський О.Г., Леконцева Т.І. Природні і штучні біоплато Фундаментальні та практичні аспекти – К.: Наук. думка, 2012. – 110 с.

УДК 502.51(28) : 502.175] (477.73)

## МАЛІ РІЧКИ ЯК ІНДИКАТОР СТАНУ ПРИРОДНИХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

Мітрясова О.П., Бурякова А.Л.

*Чорноморський національний університет імені Петра Могили  
вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв, 54003, Україна, eco-terra@ukr.net*

**Актуальність.** Водні ресурси малих річок є складовою частиною загальних водних ресурсів та часто бувають основним, а інколи і єдиним джерелом місцевого водозабезпечення, що визначає розвиток та розміщення місцевих водокористувачів. Саме малі річки визначають загальну річкову мережу; у них формується 60% водних ресурсів України. Стан малих річок є індикатором стану природних поверхневих водних ресурсів [1; 2; 4].

**Мета** роботи полягала в аналізі екологічного стану малої річки (на прикладі р. Мертвовод Миколаївської області). Означена річка є типовою рівнинною для Північного Причорномор'я, а методи, використані для її оцінки можуть адаптовані для будь-якого природного водного об'єкту.

**Методи дослідження.** Для проведення дослідження використовувалися такі програми для розрахунків: Google Maps, програмне забезпечення Microsoft Excel, Origin. Origin використано для визначення нормального розподілу. Shapiro-Wilk test – для побудови трендових залежностей. Microsoft Excel – для виконання розрахунків та графічних зображень. Розрахунки виконано за допомогою формули 1 та формули множинної кореляції 2:

$$r = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

$r = -1; +1$

де  $x$ , – числові значення величин, між якими встановлюється кореляційний зв'язок;

де  $\bar{x}, \bar{y}$  – середні арифметичні значення цих величин.

$$R = \sqrt{1 - (1 - r_{yx1}^2)(1 - r_{yx2/k1}^2)} \quad (2)$$

$r = 0; +1$

де  $r_{yx1}$  – парний коефіцієнт кореляції;

$r_{yx2/k1}$  – частинний коефіцієнт кореляції.

Для опису використано градації коефіцієнта кореляції за шкалою Чеддока [3].

**Результати.** Моніторингові дослідження по річці Мертвовод проводяться Південно-Бузьким басейновим управлінням у Миколаївській області в точці моніторингу (м. Вознесенськ) щоквартально за гідрохімічними та радіологічними показниками [5]. По річці Мертвовод за період з 14 березня 2007 року до 14 листопада 2016 року відібрано 40 проб по кожному досліджуваному гідрохімічному показнику.

Визначення кореляційної залежності відбувалося за допомогою коефіцієнта множинної кореляції між трьома показниками (формула 2) та коефіцієнта кореляції між двома показниками (формула 1). Кореляційна залежність між ХСК, фосфатами та нітратами. Значення ХСК у всіх досліджуваних пробах перевищувало гранично допустиму концентрацію, мінімальне значення показника склало 15,24 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а максимальне – 68,6 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (при ГДК < 15 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). Перевищення гранично допустимих концентрацій по фосфатам та нітратам не спостерігалось. Перевищення гранично допустимої концентрації ХСК пов'язано з окисненням органічних речовин, які потрапляють у природні води з поверхневим стоком, скидами стічних вод.

Наведено період, протягом якого спостерігалася слабка кореляція між показниками (рис. 1). Так, зі збільшенням фосфатів у даний період ХСК навпаки зменшується, що є нетиповим для даних показників. Збільшення фосфатів зумовлено погіршенням якості води річки за рахунок надходження в неї стічних побутових вод.

Трендовий аналіз досліджуваних показників якості води проведено за середніми значеннями концентрацій кожного упродовж 2007–2016 рр. Встановлено суттєве збільшення фосфатів з роками, з коефіцієнтом кореляції  $R = 0,71$  (рис. 2). Пояснити це явище можна надходженням побутових стічних вод.



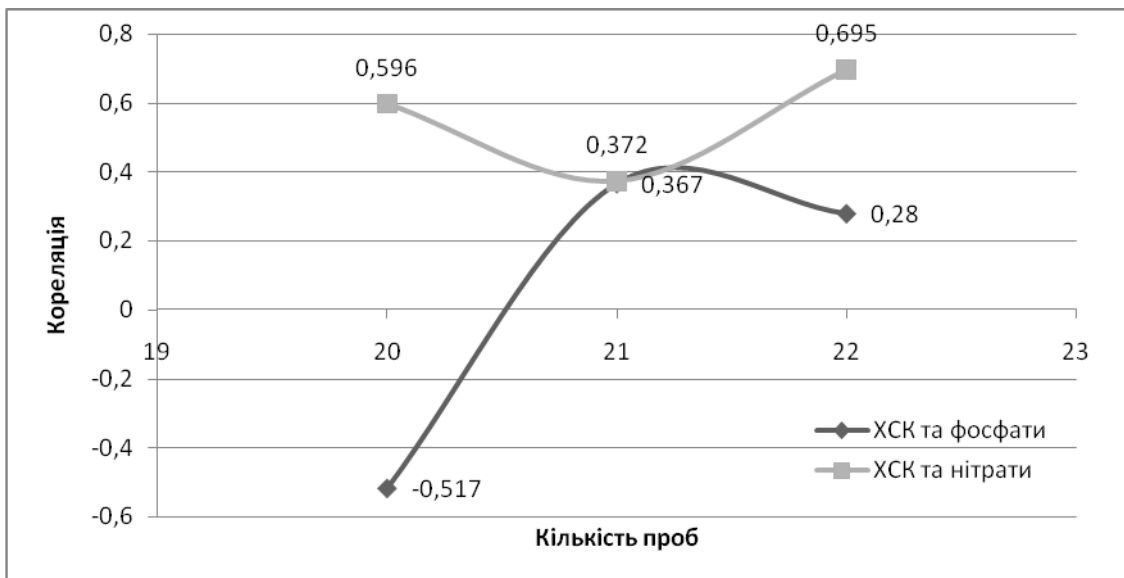


Рис. 1. Кореляційна залежність ХСК та фосфатів, ХСК та нітратів

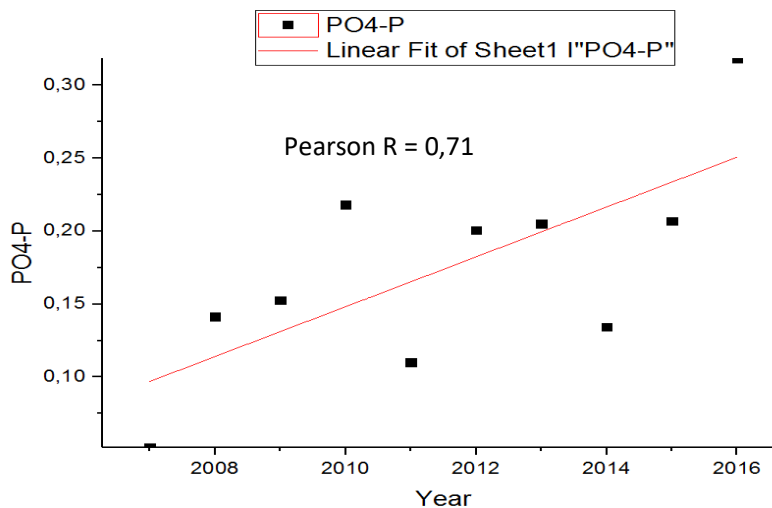


Рис. 2. Часова зміна концентрації фосфатів.

**Висновки.** У результаті аналізу екологічного стану малої річки визначено періоди з перевищеннями ГДК за гідрохімічними показниками, виявлено та проаналізовано джерела надходження забруднювачів. Кореляційний аналіз дозволив визначити причинно-наслідкові зв'язки між параметрами. Використання трендового аналізу дало чітке уявлення про зміну кожного показника у часі. Виявлено суттєве збільшення фосфатів, що пов'язано з надходженням побутових стічних вод, а також малою ефективністю очисних споруд. Неприятливими для малих річок є інтенсифікація аграрного виробництва, меліоративні роботи в їх басейнах. Має місце ерозія ґрунтів, змивання їх у річки, утворення ярів, у результаті чого відбувається замулення малих річок, їх зміління, перетворення на струмки та зовсім зникнення.

*Перелік посилань на джерела*

1. Зуб Л.М. Малі річки України: характеристика, сучасний стан, шляхи збереження / Зуб Л.М., Карпова Г.О. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lib.znate.ru/docs/index-269033.html>
2. Клименко В.Г. Гідрологія України/ Клименко В.Г.: Навчальний посібник для студентів-географів. – Харків:ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010. – 124 с.
3. Купалова Г. І. Теорія економічного аналізу: навчальний посібник / Г. І. Купалова. — К.: Знання, 2008. — 639 с.
4. Магась Н. І. Оцінка сучасного антропогенного навантаження на басейн річки Південний Буг / Н. І. Магась, А. Г. Трохименко // Екологічна безпека. – 2013. – №2. – С. 48-52.
5. Південно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів у Миколаївській області. Режим доступу: [http://www.vodhoz.com.ua/water\\_resources](http://www.vodhoz.com.ua/water_resources)

УДК 547-311

## ВДОСКОНАЛЕННЯ РОЗРАХУНКУ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ЄДИНОГО СТАЦІОНАРНОГО ДЖЕРЕЛА

Михайлюк Ю.Д., Онищак Т.І., Кушнірчук В.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Карпатська 15, Івано-Франківськ, Україна, julja-mihaylyuk@rambler.ru, tan1a1997@list.ru, vika.kushnirchuk.97@mail.ru*

Наслідки людської діяльності, природні явища і процеси призводять до істотних змін в довкіллі. Збереження навколишнього природного середовища є однією з найактуальніших проблем розвитку суспільства, особливе місце серед яких займає забруднення атмосферного повітря.

Забруднення атмосферного повітря – один з основних типів антропогенного забруднення. Полягає у зміні складу і властивостей атмосферного повітря у результаті надходження або утворення в ньому фізичних, біологічних факторів і хімічних сполук у концентраціях, які перевищують встановлені державою екологічні нормативи і можуть несприятливо впливати на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища.

Забруднення атмосферного повітря призводить до погіршення санітарно-гігієнічних показників: збільшується частота туманів, погіршуються санітарно-побутові умови життя населення, спостерігається негативний вплив на розвиток рослин та організм людини. Також до найважливіших екологічних наслідків глобального забруднення атмосфери відносяться «парниковий ефект», порушення озонового шару, випадання кислотних дощів.

Основним джерелом забруднення атмосферного повітря є стаціонарні джерела. Стаціонарне джерело забруднення атмосфери – підприємство, цех, агрегат, установка або інший нерухомий об'єкт, що зберігає свої просторові координати протягом певного часу і здійснює викиди забруднюючих речовин в атмосферу [1].

За даними Головного управління статистики в атмосферне повітря Івано-Франківської області у 2015 р. надійшло 266,4 тис.т. забруднюючих речовин. Від стаціонарних джерел забруднення – 223,9 тис.т забруднюючих речовин. Щільність викидів від стаціонарних джерел забруднення у розрахунку на квадратний кілометр території області склала 16,1 т. забруднюючих речовин, на одну особу – 162,0 кг проти 16,4 т. і 165,5 кг відповідно у 2014 році. Основними забруднювачами повітря й далі продовжують бути підприємства по виробництву й розподілу електроенергії, газу та води (90,5 %).

За даними головного управління статистики в Івано-Франківській області в структурі викидів забруднюючих речовин переважає діоксид та інші сполуки сірки – 160,1 тис.т, речовин у вигляді твердих суспендованих частинок було викинуто 32,9 тис.т, сполук азоту – 21,5 тис.т, оксиду вуглецю – 3,1 тис.т, неметанових летких органічних сполук – 4,2 тис.т та метану – 10,0 тис.т тощо

Основними забруднювачами повітря області у 2015 р. були відокремлений підрозділ «Бурштинська ТЕС» ПАТ «ДТЕК Західенерго», філія «Управління магістральних газопроводів «Прикарпаттрансгаз» ПАТ «Укртрансгаз», ВФ ДП «ЗЕД «Укрінтеренерго» «Калуська ТЕЦ», Приватно-орендне сільське підприємство «Долинський теплично-овочевий комбінат», Долинський газопереробний завод ПАТ «Укрнафта», нафтогазовидобувне управління «Долинафтогаз» ПАТ «Укрнафта» та ін. Від них у довкілля потрапило 226,1 тис.т забруднюючих речовин або 81,6 % загальнообласних викидів.

У територіальному розрізі найбільше у розрахунку на квадратний кілометр викинуто забруднюючих речовин в м.Бурштині – 418 тис.т та м.Калуші – 148 т, в м.Івано-Франківську, Долинському, Богородчанському, Надвірнянському районах обсяги викидів коливаються в межах 5,7–2,6 т на квадратний кілометр, в м.Коломиї, Галицькому, Тисменицькому, Калуському та Рожнятівському районах – 1,7–1 т, у Рогатинському, Косівському, Снятинському районах, м.Болехові та м.Яремче – 0,7–0,2 т; у Тлумацькому, Коломийському, Городенківському та Верховинському районах у розрахунку на квадратний кілометр викинуто менше 100 кг забруднюючих речовин [2].

У розрахунку на одну особу в області в атмосферне повітря потрапило 162 кг забруднюючих речовин (у 2014 р. – 165,5 кг). Найбільше забруднюючих речовин у розрахунку на одну особу викинуто підприємствами м.Бурштина – 12,6 т та м.Калуша – 142 кг, Долинського, Богородчанського, Надвірнянського та Галицького районів – від 60 до 26 кг, Рожнятівського, Тисменицького, Рогатинського та Калуського від 18 до 11 кг, підприємствами решти міст та районів – менше 10 кг забруднюючих речовин на одну особу.

Нами розроблена програма для розрахунку гранично допустимих викидів шкідливих речовин для підприємств.

Програма написана у VisualBasicforApplications (VBA) – засіб розробки програмного забезпечення, створений і підтримуваний корпорацією Microsoft, який складається з мови програмування і середовища розроблення. VBA вважається потужним засобом швидкої розробки прототипів програми, розробки додатків, що працюють з базами даних і взагалі для компонентного способу створення програм.

Розрахунок ГДВ і максимальної приземної концентрації проводяться у відповідності з «Методикою розрахунку концентрації в атмосферному повітрі шкідливих речовин, які містяться у викидах підприємств» (ОНД-86). В основу розрахунків покладено використання прикладних формул.

ГДВ для нагрітих викидів з одиночного джерела з круглим отвором або групи таких, які близько розташовані один біля одного, одиночних джерел у випадках, коли фонові концентрації сумішей Сф встановлені як незалежна від швидкості та напрямку вітру.

Основними нормативами є показники екологічної безпеки, ГДВ та рівні шкідливого впливу фізичних і біологічних факторів.

Для прикладу нами розроблено програмний продукт для розрахунку ГДВ шкідливих речовин від єдиного стаціонарного джерела у середовищі ВВА.

Рисунок 1– Інтерфейс програми для розрахунку ГДВ у середовищі ВВА

Це є демонстративна версія програми, в якій розраховуються показники для одного виду забруднюючої речовини (СО). За потреби її можна адаптувати для розрахунку інших шкідливих викидів. Дану програму можна використовувати в навчальному процесі, а також передати її підприємствам для проведення розрахунків.

Перелік посилань на джерела

1. Болбас М.М. Основи промислової екології. Київ: 1993.
2. Екологічний паспорт Івано-Франківської області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/protection/protection1/ivanofrankivska> (дата звернення 09.11.2016). – Назва з екрана.

УДК (556.33:543. 393):(551.781.4:551.79)](477.41)

## МОНІТОРИНГ ВМІСТУ АНТРОПОГЕННИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ У ВОДОНОСНИХ ГОРИЗОНТАХ ЧЕТВЕРТИННИХ І ЕОЦЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Осокіна Н.П.

Інститут геологічних наук НАН України, 01601 м. Київ вул. О. Гончара, 55"Б", E-mail: [N.Osokina@gmail.com](mailto:N.Osokina@gmail.com)

Проблема якості підземних вод була і залишається надзвичайно гострою і актуальною. В роботі розглянемо проблему: якість підземних вод і сільське господарство. Нами на території Київської області на протязі декількох років відібрано 109 проб води на вміст пестицидів. З них 55 проб води взято в колодязях (водоносний горизонт четвертинних відкладів) і 54 проби води з свердловин (водоносний горизонт еоценових відкладів). Газохроматографічний аналіз робили в лабораторії по визначенню пестицидів в підземних водах та ґрунтах при відділі гідрогеологічних проблем ІГН НАНУ. Визначали довгоживучі і активномігруючі в природних умовах хлороорганічні препарати: ДДТ і його метаболіти, ГХЦГ і його ізомери, а також альдрин, гептахлор. Вивчалися також широко застосовувані короткоживучі сполуки - фосфорорганічні пестициди (ФОП): фосфамид, карбофос, метафос і фторвміщуючий пестицид - трефлан.

Підземну воду відбирали з колодязів – водоносний горизонт четвертинних відкладів і з свердловин – водоносний горизонт еоценових відкладів с.с. Пухівка, Літки, Евмінка, Козин, Жуківка, Ст. Безрадичи, м. Бориспіль, м. Васильків, с.с. Баришівка, Веселинівка, Гоголів, Кийлів. Ковалин, Процев, Бортничі, Глеваха, Боровая, Шпитьки, Ситняки, Макарів, Вел. Димірка, Шевченково, Бровари, Калита, Ходосівка, Жуляни, Бортничі Київської області.

У водоносному горизонті четвертинних відкладів ΣДДТ виявлена у 89% проб води (крім с. Ковалин, с.Калита, с.Ходосівка) у кількості від  $1.5 \cdot 10^{-6}$  до  $6.4 \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup>. ΣГХЦГ знаходиться в 96% проб у кількості  $9 \cdot 10^{-7}$  -  $2 \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup>. Альдрин не виявлений, за винятком с. Евмінка –  $6.6 \cdot 10^{-6}$  мг/дм<sup>3</sup>. Гептахлор не виявлений. Трефлан виявлений у 61% проб у кількості від  $1 \cdot 10^{-8}$  до  $2.9 \cdot 10^{-6}$  мг/дм<sup>3</sup>.

У водоносному горизонті еоценових відкладів ΣДДТ є присутньою у 84% проб у кількості від  $2 \cdot 10^{-6}$  до  $6.7 \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup>. ΣГХЦГ міститься в 100% проб від  $8 \cdot 10^{-7}$  до  $1.3 \cdot 10^{-4}$  мг/дм<sup>3</sup>. Альдрин не виявлений. Гептахлор не виявлений. Трефлан міститься в 64% проб у кількості  $2 \cdot 10^{-8}$  -  $4 \cdot 10^{-6}$  мг/дм<sup>3</sup>.

Середній вміст пестицидів у воді водоносного горизонту четвертинних відкладів складає ΣДДТ  $2.5 \cdot 10^{-4}$ , ΣГХЦГ  $4.5 \cdot 10^{-5}$ , альдрин  $2.5 \cdot 10^{-7}$ , гептахлор не виявлений, трефлан  $4.5 \cdot 10^{-7}$ .

Середній вміст пестицидів у воді водоносного горизонту еоценових відкладів складає ΣДДТ  $8 \cdot 10^{-5}$ , ΣГХЦГ  $3 \cdot 10^{-5}$ , альдрин н.в., гептахлор н.в., трефлан  $6.2 \cdot 10^{-7}$ . Вода водоносного горизонту четвертинних відкладів (інтервал 1-5 м) у 2 рази більше забруднена, ніж вода в інтервалі 25-30 м.

У воді водоносного горизонту еоценових відкладів тенденція зменшення пестицидів з глибиною не виявлена.

Підраховане фактичне навантаження пестицидів (ФНП) на організм людини у питній воді водоносних горизонтів четвертинних і еоценових відкладів Київської області. Якщо ФНП  $\leq 1$  мг/дм<sup>3</sup>, то воду можна вважати задовільною по вмісту 9 - ти пестицидів. Але щоб відтворити реальну небезпеку пестицидів для здоров'я населення, необхідно підрахувати сумарну кількість пестицидів, поступаючих у організм людини не тільки з питною водою, але і з продуктами вживання і повітрям, а також з іншими групами хімічних сполук (ртутьвміщуючих, сим-триазинів та ін.), яких визначають в Україні 20-25 найменувань, а зареєстровано протягом 2005-2007 років 1112 пестицидів та агрохімікатів [1]. Дані проведеного обстеження вмісту пестицидів у водоносних горизонтах четвертинних і еоценових відкладів Київської області дозволяють вважати пріоритетними забруднювачами стійкі хлорорганічні сполуки ДДТ і його метаболіти, суму ізомерів ГХЦГ. Аналіз ситуації забруднення пестицидами підземних вод Київської області свідчить про початкові стадії зміни якості підземних вод, у результаті антропогенної діяльності людини, що надалі при безконтрольному відношенні можуть викликати необоротні негативні наслідки. Вміст пестицидів у водоносних горизонтах четвертинних і еоценових відкладів Київської області характеризується неоднорідністю поширення, що зв'язано з кількістю й асортиментом застосування пестицидів на сільськогосподарських угіддях і садових ділянках, неоднорідною проникністю зони аерації і фільтраційних властивостей водонасиченої зони, технічним станом свердловин і режимом їхньої експлуатації, проникністю навколо свердловинного простору, напірним чи безнапірним характером водоносного горизонту. Зіставляючи отримані результати з існуючими гігієнічними нормативами (ГДК, ОБУВ) шкідливих речовин водних об'єктів господарсько-питного і культурно-побутового водокористування, відзначаємо відсутність перевищення ГДК - ХОП на 2-5, фторвміщуючого пестициду трефлан на 2-4, ФОП на 1-3 порядки нижче ГДК. Одночасно у воді свердловин знайдено від 3 до 8 сільськогосподарських забруднювачів, сумарна дія яких на організм людини не вивчена.

За даними ВООЗ із забрудненою водою зв'язано до 80% захворювань. Хлорорганічні пестициди, що надходять в організм людини з питною водою в концентрації навіть нижче ГДК, на тлі радіоактивного пресингу можуть викликати негативні наслідки у вигляді різних захворювань хімічної етіології. Пестициди потенціюють дію антропогенних забруднювачів (радіонуклідів, важких металів і ін.), що в комплексі можуть руйнувати генетичну й імунну системи людини.

*Перелік посилань на джерела*

1. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2008 рік – К.: Юнівест Медіа, 2008. – 448 с.

**УДК 504.05**

## **ОЦІНКА РІВНЯ ПРОСІДАННЯ ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТІВ У ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНИХ РАЙОНАХ**

**Побережна Л.Я.**

*ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет»*

При збереженні існуючих тенденцій природокористування та розвитку економіки вже в недалекій перспективі Україна може безповоротно втратити, а в деяких регіонах уже втрачає потенціал збалансованого розвитку. Таким чином, техногенно перевантажені регіони України вимагають активніших заходів задля збереження природно-ресурсного потенціалу, ніж для по дальшого розвитку. Вважається, що лише 6 % території України є екологічно благополучними. Кричуще виглядає карта України, вкрита виразами екологічно небезпечних територій [1]. Одним із таких регіонів є м Калуш та прилеглі території, де раніше працював калійний комбінат.

Проаналізувавши причини уповільнення стоку та активності ґрунтових вод на згаданих об'єктах можна прийти до висновку, вилуговування розчинних солей значно порушує рівновагу напруженого стану гірських порід, просідаючої поверхні та є однією з основних причин виникнення руйнівних деформацій земної поверхні та споруджених на даних ділянках об'єктів промислового та цивільного будівництва. За даними моніторингу щорічно під впливом інфільтрації води виробляється до 300000 м<sup>3</sup>

розсолів із вмістом солі 127-240 г/дм<sup>3</sup> (вилуговування солей до 200 т/добу), які забруднюють джерела водопостачання м. Калуш.

Рудник «Калуш» є складним гірничим комплексом, який розроблявся впродовж 1867-1978 років зі значними змінами в технологіях та структурі видобутку. Він складається з Центрального, Хотінського, Північно-каїнітового та Північно-сильвінітового шахтних полів. Протягом 1975-2002 років в межах Центрального та Північно-каїнітового шахтних полів спостерігалось просідання земної поверхні. Заповнення отворів ненасиченими сольовими розчинами несе у собі загрозу руйнувань міжкамерних ціликів та подальше збільшення руйнівного осідання поверхні, переміщення і прискорення міграції розсолу в зоні активного водообміну водоносних горизонтів з подальшим витоком у річкову систему. Сучасне просідання земної поверхні в межах шахтних виробок становить від 0,5 до 5,1м, а за прогнозами досягне від 7,1 до 9,1м, що істотно погіршить інженерно-геологічні умови Калуського промислового району відносно у зв'язку з активізацією процесів карстової суфозії. Аналіз просторово-часової динаміки формуючих екологічних процесів показує, що основними небезпеками для здоров'я у м. Калуш є незворотне порушення стабільності геологічного середовища і трансформації екологічної і техногенної катастрофічної ситуації від національного до транскордонного рівня [2].

Метою роботи є розробка спрощеної математичної моделі просідання засоленних ґрунтів для прискореного оцінювання небезпек просідання засоленних ґрунтів в межах техногенно навантажених територій. Осідання поверхні над гірничими виробками, що затоплюються, у значній мірі пов'язані з погіршенням їх геомеханічної стійкості внаслідок поверхневого вилуговування ціликів та дифузійного зволоження порід у зоні контакту з недостатньо насиченими розчинами. У середині 80-х років у м. Калуш відселили цілий мікрорайон по вул. Вітовського. Близько 36 новобудов розібрали, а людей переселили в безпечніші райони міста. Останні провали в цьому районі фіксувалися у 2001 році. Досвід будівництва різних будівель і споруд довів, що всі вони тим чи іншим чином схильні до деформацій, які відбуваються внаслідок переміщення часточок ґрунту [3].

Основні причини деформації можна розділити на дві групи:

- загальні причини, пов'язані з особливостями фізико-механічних властивостей ґрунтів, які є основою фундаменту споруди;
- часткові причини, пов'язані з особливостями проведення будівельних робіт та режиму експлуатації.

Однією з найбільших небезпек є просідання ґрунтів основи під фундаментами об'єктів житлового та цивільного будівництва. Найважливішим чинником є тип ґрунту основи [7].

При розрахунку можливих просідань використовували методику, описану в ДБН В.2.1.-10-2009. Розглянемо можливі просідання споруд, які розташовані на засоленних ґрунтах.

Нехай маємо рівномірне дифузійне засолення в межах кожного шару ґрунту. Розглянемо ґрунтовий масив, поділений на  $i$  шарів з умовою ізотропії фізико-механічних властивостей кожного шару.

Тоді просідання за умови повного вилуговування становитиме:

**Випадок I** – засолення викликане однією хімічною сполукою (каїніт) - монозасолення. Тоді просідання за умови повного вилуговування та без урахування ущільнення ґрунту внаслідок обводнення становитиме:

$$H = \sum_{i=1}^n \frac{D_{sal_i} \cdot \rho_{\text{ґрунту}_i} \cdot h_i}{\rho_{sal}} \quad (1)$$

де:

$H$  - просідання при повному вилуговуванні солей без урахування обводнення;

$D_{sal_i}$  - концентрація солі в  $i$ -тому шарі ґрунту;  $\rho_{\text{ґрунту}_i}$  - густина  $i$ -го шару ґрунту;

$h_i$  - висота  $i$ -го шару ґрунту;  $\rho_{sal}$  - густина солі.

**Випадок II** - засолення викликане  $j$  хімічними сполуками - полізасолення. Тоді просідання за умови повного вилуговування та без урахування ущільнення ґрунту внаслідок обводнення становитиме для кожного шару ґрунту:

$$H = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m \frac{D_{sal_{ij}}}{\rho_{sal_j}} \right) \cdot \rho_{\text{ґрунту}_i} \cdot h_i \quad (2)$$

де:

$H$  - просідання при повному вилуговуванні солей без урахування обводнення;

$D_{sal_{ij}}$  - концентрація  $j$ -тої солі в  $i$ -тому шарі ґрунту;  $\rho_{\text{ґрунту}_i}$  - густина  $i$ -го шару ґрунту;

$h_i$  - висота  $i$ -го шару ґрунту;  $\rho_{sal_j}$  - густина  $j$ -тої солі.

Малорозчинними сполуками, а отже і малими деформаціями при вилуговуванні нехтуємо. На даний час відсутня строга математична постановка задачі напружено-деформованого стану масиву водонасиченого засоленого ґрунту, тому в подальшому необхідно удосконалити пропонувану модель шляхом урахування просідань в результаті обводнення та ущільнення частинок ґрунту.

**Висновки:**

Проаналізовано характер і причини просідань ґрунту в районі розробки родовищ калійних солей Івано-Франківської області.

Запропоновано спрощену математичну модель просідання засоленого ґрунту внаслідок вилугування для випадків моно- і полізасолення.

В подальшому необхідно, з урахуванням польових досліджень, провести уточнення математичної моделі та її адаптацію до реальних умов.

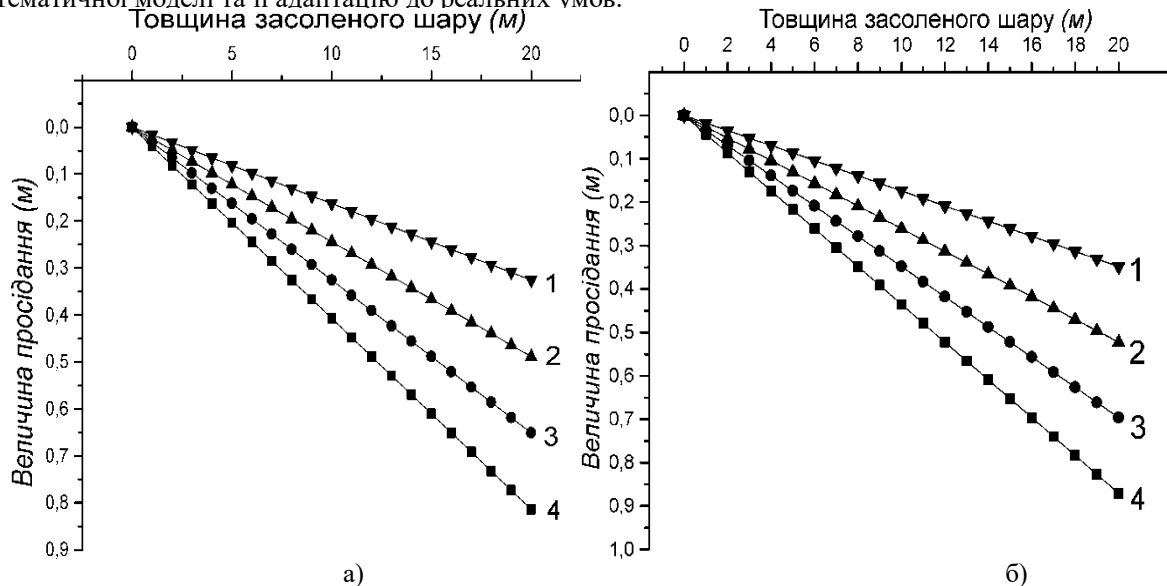


Рис. 1. Залежність глибини просідання від рівня та глибини засоленості у випадку монозасолення (а) та полізасолення (б): 1-  $D_{sal}=0,02$ , 2-  $D_{sal}=0,03$ , 3-  $D_{sal}=0,04$ , 4-  $D_{sal}=0,05$ .

Перелік посилань на джерела

1. Оцінка регіональних еколого-ресурсних та еколого-техногенних загроз національній безпеці України [Текст] : аналіт. огляд / [Яковлев Є. О. та ін.] ; Нац. ін-т стратег. дослідж. - Вид. 2-ге, допов. - К. : НІСД, 2011. - 32 с.
2. Аналіз та систематизація існуючих методів оцінювання ступеня екологічної небезпеки [Текст] / М. С. Мальований, В. М. Шмандій, О. В. Харламова, та ін. // Науковий журнал «Екологічна безпека». - 2013.- випуск 1/2013 (15). - с. 37-44.
3. Головчак В.Ф. Стан гірничопромислових геокомплексів Калуш-Голинського родовища калійних солей та заходи для їх екологічної оптимізації [Текст] / Головчак В.Ф. // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. - 2010.-№2. - с.4-13.

УДК 626/627 ; 504.05 ; 627.512

## ПРО ДЕЯКІ ПОБІЧНІ ЕФЕКТИ ГІДРОТЕХНІЧНОГО БУДІВНИЦТВА В БАСЕЙНІ Р. СЛУЧ

Стефанишин Д.В.

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,  
03186, м. Київ, Чоколівський бульвар, 13, d.v.stefanyshyn@gmail.com*

Під побічними ефектами (side effects в англійській термінології) гідротехнічного будівництва прийнято розуміти наслідки (соціальні, екологічні, економічні), зазвичай негативні, часто незаплановані, інколи важко прогнозовані, що проявляються з плином часу. Поява побічних ефектів є однією з характерних ознак розвитку процесів деградації (ріки, довкілля тощо) [1].

До необхідності аналізу побічних ефектів гідротехнічного будівництва в басейні р. Случ нас спонукали плани побудови за приватною ініціативою на р. Случ чергової міні гідроелектростанції (МГЕС), з водосховищем в межах регіонального ландшафтного парку (РЛП) «Надслучанський» у каньйоноподібній долині, відомій також як «Надслучанська Швейцарія» [2].

Ріка Случ, яка, згідно з класифікацією Водного кодексу України [3], відноситься до середніх річок, протікає в межах трьох областей: Хмельницької, Житомирської та Рівненської. Загальна її довжина становить 451 км. Це найдовша річка в Україні четвертого порядку (до Дніпра її води потрапляють спочатку в Горинь, а потім у Прип'ять).

На сьогодні, за даними [4], в басейні р. Случ налічується близько 240 водосховищ та ставків, переважна більшість з яких розміщуються поза Рівненською областю. Серед них численні ставки, які використовуються для риборозведення, а також кілька водосховищ, розташованих на Случі та її притоках, які було збудовано ще в 50-х роках минулого століття в Хмельницькій та в Житомирській областях, які, частково, використовуються і для водопостачання. Крім того, на ріці експлуатуються каскад з п'яти МГЕС: Миропільська (500 кВт) та Пединківська (600 кВт), які працюють більше 50 років, з 1957 і 1959 р. р., відповідно; Коржівська (320 кВт), яка була побудована в 1953 р., відновлена в

2004 р.; Любарська (200 кВт), побудована в 1950 р., відновлена в 2006 р. Остання – Чижівська МГЕС (600 кВт), яка розміщується вниз за течією за Новоград-Волинським, була побудована в 1951 р. і відновлена в 2015 р.

Всі МГЕС, побудовані на Случі, – низьконапірні. Гідроспоруди, водосховища і ставки розміщуються в руслах і на заплавах. Тим не менше будівництво численних штучних водойм в басейні ріки вплинуло на її гідрологію та викликали суттєві гідроморфологічні зміни, які з часом поширилися вниз за течією і набули екстериторіального характеру. З цими змінами пов'язана значна кількість негативних явищ, що розвиваються на Случі, зокрема, в каньйоноподібній долині в межах РЛП «Надслучанський» між селами Устя і Соснове в Рівненській області.

Вже в 70-х-80-х роках минулого століття, на цій ділянці в руслі ріки почали спостерігатися масові відкладення наносів в місцях, де вони раніше не спостерігалися. Спочатку ці відкладення з черговим паводком розмивалися, переміщуючись вниз за течією. Згодом, в руслі, на різних ділянках, почали закріплюватися острови, гряди наносів, обмілини тощо (рис. 1), які з часом зростали у розмірах, заростали травою і чагарниками.

Особливу небезпеку для деградації ріки серед численних гряд наносів, що накопичуються в руслі, представляють гряди, що примикають до берегів і відхиляються під гострим кутом вниз за течією. При паводках за такими утвореннями виникають турбулентні течії, направлені від берега, які його поступово руйнують (рис. 2). В результаті розширюється русло і змінюється його форма, збільшуються місцеві глибини біля берега, де, в межінь, відповідно, виникають застійні зони.



Рис. 1. Острови біля с. Маринин



Рис. 2. Гряда наносів біля хутора Майдан

Ці явища є свідченням того, що на р. Случ внаслідок гідротехнічного будівництва в її басейні протягом всього кількох десятків років відбулася значна трансформація русла [1, 5], яка вплинула на хід руслового процесу. Негативні зміни гідроморфологічних характеристик русла ріки все ще тривають і далекі до стабілізації. Якщо спочатку, в багатьох місцях (особливо за гідроспорудами, порогами тощо), через те, що у водосховищах і ставках затримувалась і осідала значна частина наносів, які переносяться водним потоком, і вниз за течією поступав «освітлений» потік, переважала донна ерозія, то надалі, внаслідок занесення ділянок нижче за течією продуктами донної ерозії активізувалася бічна ерозія з розширенням русла та розмивами берегів. В результаті, продуктами руслової і берегової ерозії стали заноситись пороги. Деякі порожисті ділянки ріки практично зникли і покриті водною рослинністю. Серед них – унікальний для р. Случ широкий поріг вниз за течією від с. Устя, ширина якого складала більше 100 м (рис. 3).

При цьому гідроморфологічні зміни мають місце на ділянці, де гідротехнічне будівництво чи інша подібна діяльність не велася і де ріка протікає в каньйоноподібній долині, в умовах природного стиснення, яке обмежує меандрування русла, утворення в ньому островів, окремих рукавів тощо. За відсутності гідротехнічного будівництва в басейні ріки вище за течією, те що сталося на цій ділянці з природних причин взагалі не могло відбутися. Подібні зміни, якщо і мають місце на ріках без втручання людини, зазвичай, розвиваються надзвичайно повільно, на протязі сотень і тисяч років, навіть в умовах, де природне стиснення ріки відсутнє.

Поряд з цим загострилися проблеми, пов'язані з маловоддям. Звичним явищем у маловодні роки став відчутний дефіцит стоку в межінь. В каньйоні, де раніше завдяки численным порогам підтримувалися достатньо високі швидкості течії, в маловодні періоди повсюдно спостерігаються застійні явища, швидкості течії в ріці на багатьох ділянках падають практично до нуля. На деяких порогах, що ще залишилися, водний потік в межінь займає лише незначну частину русла (рис. 4).

Пояснення загостренню водного дефіциту в межінь слід шукати в надлишковому випаровуванні води численними ставками і водосховищами в басейні ріки, яке з роками все збільшується внаслідок заростання водойм водною рослинністю. Більшість малих і середніх рік, в басейнах яких будуються МГЕС, ставки і водосховища, мають схожі проблеми. Водний дефіцит має вплив і на ефективність роботи МГЕС, які в межінь практично перестають працювати. Наслідком водного дефіциту на малих і середніх ріках в маловоддя є водний дефіцит на великих ріках. Таким чином, надмірне, необґрунтоване гідротехнічне будівництво на малих і середніх ріках неминуче призводить до їх деградації, до серйозних екстериторіальних наслідків, які, з часом, лише посилюються.



Рис. 3. Поріг біля с. Устя



Рис. 4. Поріг біля с. Маринин

#### Перелік посилань на джерела

1. Векслер А.Б. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений / А.Б. Векслер, Д.А. Ивашинцов, Д.В. Стефанишин. – СПб.: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 2002. – 591 с.
2. Грищенко Ю.М. та ін. Регіональні ландшафтні парки Рівненської області / Ю.М. Грищенко та ін. // Екологічний вісник. – 2003. – №9. – С. 26-30.
3. Водний Кодекс України. Введено в дію Постановою Верховної Ради України № 213/95 від 06.06.1995 / Відомості Верховної Ради України. – 1995. – № 24. – Ст. 189. В ред. від 19.01.2012 р.
4. Ромась І.М. Періоди мінімальної середньої добової водності в басейні Дніпра в межень / І.М. Ромась // Наукові праці УНДГМІ. – 2003. – Вип. 251. – С. 38-42.
5. Environmental experience gained from reservoirs in operation. Trans. of the 18-th Int. Cong. on Large Dams. – Vol. 2. – Q.69. Durban-South Africa, 1994. – 780 p.

УДК 622.85:502.74

## ОДИН З МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ – УТИЛІЗАЦІЯ ГОРІЛИХ ПОРІД ШАХТНИХ ТЕРИКОНІВ ТА ПОЛІСТИРОЛЬНОГО ПИЛУ

Повзун О.І., Подкопаєв С.В., Вірич С.О., Фролов О.В., Горячева Т.В.

Донецький національний технічний університет, пл. Шибанкова, 2, м. Покровськ, Донецька обл., 85302, Україна. E-mail: mail@donntu.edu.ua

Гірничодобувна та гірничо-переробна діяльність провокує розвиток негативних процесів у навколишньому середовищі, величина та тип яких є мірою шкідливості проведеної діяльності для всіх його складових. Наслідки можуть мати різний характер і розміри, від цілковитого руйнування компонента середовища до появи неприємних людських відчуттів [1].

За останні 50 років інтенсивного індустріального розвитку Україна нагромадила на своїй території понад 25 млрд. т [2] гірничопромислових відходів, які з одного боку є небезпечними для довкілля, а з іншого – це мінерально-сировинний резерв економіки на перспективу.

Обсяги використання відходів залишаються значно нижчими реальних можливостей і, незважаючи на зростання цих обсягів, на сьогоднішній день утилізація відходів в цілому складає від 10-20% від загальної кількості утворених відходів [3], тоді як у передових країнах світу – 65-80% [2]. Не вирішується головне завдання сучасності щодо зменшення використання природних ресурсів за рахунок максимального рециклінгу відходів (повторного використання в корисних цілях). Для цього необхідно закладати можливість утилізації матеріальних речей ще на стадії їх розроблення та проєктування відповідних виробництв [3].



Рис. Тліючі шахтні відвали

Отже, захист екосистем гірничопромислових комплексів від забруднення є актуальною науково-прикладною задачею.

Типовими крупно-тоннажними відвалами промислових відходів у Донецькому регіоні є терикони вуглевидобутку і вуглезбагачення; ними представлено 80% відвалів промислових відходів [4]. Кожний з них займає площу від 2 до 10 га, має висоту 50-100 м, кут укосу до 40°. Близько 30% шахтних териконів є палаючими, які сприяють

значній зміні складу атмосферного повітря й випаданню кислотних дощів.



Дослідженнями [5] встановлено, що при тривалому самонагріванні відвальної породи в ній утворюються сірчаноокислі зони, які містять відбілену безструктурну гірничу масу та сірчану кислоту, що димить на повітрі (рис.).

Крупнононнажна переробка шахтних териконів можлива лише в галузі дорожнього будівництва або виробництва будівельних матеріалів.

В основах дорожніх одягів відоме застосування неукріплених органічними в'язучими речовинами відвальних порід. Але такі конструктивні шари недовговічні через низький опір зсувові (пухкий незв'язний матеріал). Відоме також улаштування горілопородних щебеневих шарів, оброблених кам'яновугільними дьогтями, які за фізико-механічними властивостями суттєво поступаються нафтовим бітумам. Не останню роль відіграє більш висока летючість дьогтів і, як наслідок, більша токсичність і помітніше забруднення навколишнього середовища під час виробництва й використання дьогтебетонів.

Одним з ефективних способів поліпшення якості кам'яновугільних в'язучих є введення до їх складу полімерів, що суміщаються з ними.

Як об'єкти досліджень було прийнято:

1. Горіла порода згаслого терикону шахти № 6 «Червона Зірка» (м. Донецьк);
2. Середовище, що модифікується, — кам'яновугільні дьогті, складені зі середньотемпературного пеку і антраценового масла, які задовольняють вимогам ГОСТ 4641;
3. Полімер — відходи виробництва полістиролу — полістирольний пил (ПСП) — відхід хімічної промисловості; порошок білого кольору з розміром частинок менш за  $6,3 \cdot 10^{-5}$  м.

Відповідно до величини модуля активності  $M_a = \frac{Al_2O_3\%}{SiO_2\%} = 0,338$  горіла порода відноситься до II класу кислих шлаків ( $M_a \geq 0,33$ ).

Для реалізації відходів у виробництві будівельних матеріалів силікатний модуль  $M_c = \frac{SiO_2\%}{Al_2O_3\%}$  повинен мати оптимальні значення 1,7-3,5. В даному випадку  $M_c = 2,96$ . Отже, дану горілу породу можна застосовувати як будівельний матеріал.

За глинисто-залізистим модулем ( $M_{зл.з} = \frac{Al_2O_3\% + Fe_2O_3\%}{SiO_2\%}$ ) випробувана горіла порода відноситься до високоактивної:  $M_{зл.з} = 0,45$  ( $M_{зл.з} \text{ має бути } \geq 0,45$ ).

Ефективніше використовувати горілу породу після обробки її органічними в'язучими речовинами. В даній роботі розглянута можливість її застосування в основах дорожніх одягів з укріпленням дьогтеполістирольним в'язучим.

Кам'яновугільні дьогті виробляють в процесі деструктивної переробки кам'яного вугілля. Їх поділяють на марки Д-1–Д-6 в залежності від їхньої умовної в'язкості в секундах, яка позначається  $C_{30}^5$ ,  $C_{30}^{10}$  або  $C_{50}^{10}$

де 5 або 10 – діаметр стічного отвору приладу, мм;

30 або 50 – температура витікання 50 мл в'язучого на стандартному віскозиметрі, °С.

Необхідною умовою ефективного впливу полімеру на властивості органічних в'язучих є їхня суміщеність, яка полягає у здатності полімеру розчинюватись в них. Якщо компоненти суміщаються, то під час безпосереднього їхнього контакту вони довільно диспергуються одне в одному.

Показано, що кам'яновугільні дьогті та полістирольний пил є сумісними компонентами. Коефіцієнти водостійкості при тривалому водонасиченні органогорілопородного полістиролбетону відповідають ГОСТ 25877 для суміші II марки і майже задовольняють для суміші I марки. Коефіцієнти температурної чутливості бетонів на еквів'язких модифікованих відходами виробництва полістиролу кам'яновугільних в'язучих суттєво зменшуються.

Внаслідок розробки териконів горілих порід суттєво знижується екологічна напруга; звільняються значні території, які можна використовувати в різних галузях народного господарства або в цілях рекреації; зменшується соціально-економічна напруженість створенням робочих місць на підприємствах з виробництва дорожньо-будівельних матеріалів.

*Перелік посилань на джерела*

1. Шкіца Л. Є. Трансформація гірничих комплексів після завершення експлуатації // Вісн. КДПУ ім. Михайла Остроградського. Кременчук, 2006. Вип. 2(37). Част. 2. С. 113—115.
2. Сивий М. Я. До проблеми утилізації гірничопромислових відходів у Вінницькій області // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2012. № 2(6). С. 84—88.
3. Шаго Є. П., Крайнов І. П., Бондар О. І., Мальований М. С. Концепція вдосконалення сфери поводження з відходами в Україні на інноваційних засадах // Вісн. Вінницького політех. ін-ту, 2011, № 6. С. 17—19.
4. Воробйов С. Г. Захист ландшафтів від надходження забруднюючих речовин із відвалів крупнононнажних відходів // Екологічна безпека. Кременчук, 2010. Вип. 2(10). С. 57—61.
5. Зборщик М. П., Осокин В. В. Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений. Донецк, 1996. – 178 с.

УДК 550.348(477)

## ЗМІНИ ПРИРОДНОГО РЕЖИМУ ПІДЗЕМНИХ ВОД ПІД ВПЛИВОМ ФУНКЦІОНУВАННЯ КРУПНИХ ВОДОСХОВИЩ

Тяпкін О.К., Подрезенко І.М., Пігулевський П.Г., Бондаренко Л.В.

*Інститут проблем природокористування та екології НАН України, Дніпро, вул. В. Мономаха, 6,  
ippe-main@svitonline.com*

Незважаючи на багаторічну історію створення великих водосховищ, їх водний режим, баланс і вплив на навколишнє середовище вивчені все ще недостатньо. Про це свідчать прорахунки, що допускаються при їх проектуванні та створенні й нерідко призводять до погіршення екологічного стану на прилеглих територіях та відбиваються на екологічних показниках самого водного середовища. Якість води у водосховищах, а також у підземних водах внаслідок їх підпору в цілому погіршується з кожним роком. Корінна перебудова природного гідрологічного циклу в результаті створення великих водосховищ призводить до формування нових природно-техногенних систем: річковий басейн – водосховище, вивчення яких становить не тільки значний науковий інтерес, а й має важливе практичне значення для вирішення проблеми раціонального використання та охорони водних ресурсів. Особливо це важливо для великих водосховищ (об'ємом понад 1 км<sup>3</sup>), створення яких спричиняє найбільш відчутні зміни у різних компонентах природного середовища, у тому числі у процесах водообміну на навколишніх територіях. Найбільш повну інформацію про особливості водообміну великих водосховищ із навколишнім природним середовищем можна отримати при розгляді трьох аспектів такої взаємодії: особливостей водного балансу водосховищ, закономірностей формування та використання їх водних ресурсів та впливу водосховищ на річковий і підземний стік з урахуванням первісного природного стану. Ширина зон впливу підпору водосховищ на порядок і більше перевищує їх розміри.

Підземні компоненти водного балансу водойм підрозділяють на підземні припливи й відтоки, що представляють собою окремі компоненти, які характеризують зміну запасів підземних вод у береговій зоні за конкретний інтервал часу. Слід зазначити, що в багатьох публікаціях дані про ці компоненти наведені без визначення конкретних часових інтервалів, за які вони отримані. Це є суттєвою перешкодою дослідженням, тому що в різні роки підземний водообмін може мати різні знаки через зміну рівня (режиму) водойми. Для більшості озер, що мають досить стабільне положення рівня на протязі тривалого проміжку часу, режим підземних вод у береговій зоні мало змінюється з року в рік. Зовсім інше формування режиму підземних вод у районі водосховища. При його створенні на прилеглих територіях природні умови руху підземних вод змінюються. Під впливом підйому горизонту води при створенні водосховища природний потік підземних вод змінює свій напрямок, форму вільної поверхні, витрату, глибину й швидкість. Крім того, поблизу водосховища й греблі з'являються нові фільтраційні потоки. Під час наповнення водосховища в берегах річки й під її дном виникає область фільтрації з верхнього б'єфа в нижній. При заповненні водосховища область фільтрації з нього збільшується й через деякий проміжок часу після заповнення досягає максимальних розмірів. Природний підземний потік віджимастся фільтраційними течіями з водосховища у бік нижнього б'єфа.

Після заповнення водосховища рух підземних вод поблизу нього тривалий час має несталый характер. При сезонному «спрацюванні» й наступному наповненні водосховища загальна зона фільтрації й положення граничної лінії змінюються: при спрацюванні зона фільтрації зменшується, а при наповненні збільшується. Таким чином, при заповненні водосховища під впливом напору, що збільшується, у річці рівень підземних вод підіймається й відносно сухі породи зони аерації насичуються водою. Внаслідок цього в районі водосховища утворюється область підпору підземних вод і водонасичення сухих порід, яка захоплює зону берегової фільтрації і зони природного підземного потоку. Зона підпору й водонасичення являє собою свого роду «підземне водосховище», що оточує з усіх боків наземне. Характер водообміну між підземним і наземним водосховищами й буде визначати роль підземних компонентів у водному балансі останнього. При заповненні водосховища область підпору підземних вод поширюється досить швидко й доходить до зовнішніх границь підземного потоку. Однак відчутний підйом рівня підземних вод спостерігається не в усій області поширення підпору, а лише в тій її частині, що прилягає до водосховища. Питання про граничну межу поширення підпору досить важливе, тому що цей показник широко використовують при розрахунках характеристик водообміну підземних вод у береговій зоні водосховища. Для різних водосховищ ширина області підпору й водонасичення різна й може змінюватися від декількох метрів до десятків кілометрів. Зменшення підземного живлення річки й збільшення фільтрації з неї при створенні водосховища в сумі становлять втрати на фільтрацію. У перші роки роботи водосховища ці втрати можуть бути більше 50 % від річного стоку, особливо при створенні водосховищ на малих річках.

Для воднобалансових розрахунків важливо знати, які види фільтраційних втрат формуються протягом усього часу існування водосховища. У період заповнення водосховища втрати формуються за рахунок витрати води на насичення дна, берегів водосховища і внаслідок зменшення його живлення природним підземним потоком. Після закінчення заповнення водосховища сумарні втрати на

фільтрацію протягом тривалого проміжку часу зменшуються. Спочатку вони формуються в основному за рахунок витрат води на насичення берегів і витрати, що втрачаються внаслідок зменшення підземного живлення водосховища. Із часом все більшого значення починають набувати втрати на фільтрацію в тілі й основи греблі й в обхід її, а також – у сусідні річкові долини. Після стабілізації руху фільтраційних і підземних вод сумарні втрати формуються за рахунок зменшення підземного живлення і витрат води на фільтрацію в нижній б'єф і в сусідні річкові долини. Крім зазначених витрат при певних гідрометеорологічних і гідрогеологічних умовах мають місце витрати фільтраційних вод, які пов'язані зі збільшенням випару підземних вод при їх близькому заляганні до поверхні або зі збільшенням глибинного стоку підземних вод через ложе водопровідного шару, обумовленого підвищенням гідродинамічних напорів. Таким чином, елементи підземного водообміну водосховищ треба розраховувати з урахуванням конкретної стадії (періоду) розвитку процесу взаємодії потоку фільтруючих з водосховища вод із підземним потоком, що формується в його басейні, у т.ч.:

- заповнення водосховища, коли відбувається інтенсивна фільтрація в дно й береги водосховища;
- початок експлуатації водосховища, коли стабілізується рух фільтраційних і підземних вод;
- експлуатація водосховища в умовах сталого режиму підземних вод у його береговій зоні.

Конкретні розрахункові методики застосовують залежно від того, для якої із трьох зазначених вище стадій розвитку підземного водообміну здійснюють воднобалансові розрахунки. На жаль, наявні в теперішній час нечисленні дані про характеристики підземного водообміну водосховищ, отримані при виконанні воднобалансових розрахунків, – це здебільшого дані без урахування періоду розвитку водосховища. У період заповнення водосховища такі розрахунки пов'язані зі значними труднощами через неповну (недостатню) в більшості випадків вихідну інформацію. Існують аналітичні рішення такої задачі, однак для їх реалізації необхідні дані про коефіцієнт фільтрації ґрунту, п'єзопровідність шару, потужність підземного потоку, витрати підземних вод, які, як правило, відсутні. Тому часто в таких випадках використовують непрямі прийоми.

Як відомо, рівняння водного балансу водойми має наступний загальний вигляд:

$$I_{\text{П}} + I_{\text{Г}} + P - E_{\text{В}} - Q_{\text{П}} - Q_{\text{Г}} + \Delta W_{\text{П}} + s = 0, \quad (1)$$

де  $I_{\text{П}}$  – поверхневий приплив;  $I_{\text{Г}}$  – приплив підземних вод;  $P$  – опади на поверхню водойми;  $E_{\text{В}}$  – випар з водної поверхні;  $Q_{\text{П}}$  – поверхневий стік;  $Q_{\text{Г}}$  – підземний стік;  $\Delta W_{\text{П}}$  – зміна об'єму води у водоймі за розрахунковий інтервал часу;  $s$  – нев'язка рівняння водного балансу.

Розглядаючи структуру рівняння (1) стосовно водосховищ р. Дніпро, необхідно звернути увагу на наступну його особливість. Наявність складових  $I_{\text{Г}}$  і  $Q$  припускає існування односпрямованих потоків підземних вод до водойми, або від неї. На фоні загального напрямку руху підземних вод на південь уздовж р. Дніпро спостерігається багато найрізноманітніших течій, обумовлених дренавальним впливом малих річок і балок, які мають напрямок до Дніпра [1,2]. Отже, у районі розташування каскаду Дніпровських водосховищ напрямок руху підземних вод спрямований до р. Дніпро відповідно до напрямку малих річок і балок, які впадають у водосховища. Тоді підпір підземних вод водосховищами повинен зменшити градієнт напору цих вод по відношенню до їх природного стану, що у свою чергу призведе до зменшення їх припливу в річку в районах розташування водосховищ. Зменшення припливу підземних вод за рахунок підпору вод у порівнянні із їх природним режимом у р. Дніпро дотепер детально не розглядався. Також слід зауважити, що балансовим методом, який враховує прибуткову та витратну частини припливу води у водосховище, неможливо пояснити зменшення витрати р. Дніпро відносно природного стану, тому що цей метод розглядає вже сформовану рівновагу між припливом і стоком річки.

В проведених дослідженнях вперше було застосовано такий показник, як величина підпору підземних вод, для визначення границь техногенного впливу в динаміці на територіях, прилеглих до водосховищ Дніпровського каскаду, а також виконано прогнозні розрахунки характеристик впливу на стан природного середовища. Обґрунтовано, що надходження води у водосховища значно зменшується за рахунок зменшення градієнту напору підземних вод в районах, прилеглих до водосховищ Дніпровського каскаду, що в свою чергу викликає зменшення витрати річки. Зокрема показано фактичне зменшення через 10 років підтоку підземних вод у річку Дніпро в районі Каховського водосховища в 3,7 рази. Прогнозне зменшення підтоку цих вод у р. Дніпро при граничному підпорі досягає 2,2 рази [3].

#### *Перелік посилань на джерела*

1. Шестопапов В.М. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины // В.М. Шестопапов, В.И. Лялько, Н.С. Огняник. – К.: Наук. думка, 1989. – 288 с.
2. Яцик А.В. Водогосподарська екологія / А.В. Яцик. – К.: Генеза, 2003. – Т.1. – 400 с.
3. Оцінка змін природного режиму підземних вод під впливом функціонування крупних водосховищ (на прикладі Каховського водосховища на р. Дніпро) / П.Г. Пігулевський, І.М. Подрезенко, О.К. Тяпкін, І.М. Ярошевич // Екологія і природокористування: Зб. наук. праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип.18. – Дніпропетровськ, 2014. – С.65-83

УДК 504

## ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОГЕННИХ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ГІДРОГЕОХІМІЧНИЙ СТАН ПІВДНЯ КРИВБАСУ

Тяпкін О.К., Подрезенко І.М., Остапенко Н.С., Кириченко В.А., Крючкова С.В.

Інститут проблем природокористування та екології НАН України, Дніпро, вул. В. Мономаха, 6,  
ippe-main@svitonline.com

Гірничодобувна діяльність (в т.ч. залізородні підприємства) є одними з найбільших забруднювачів довкілля. У породах залізородних родовищ містяться такі елементи, як Ga, Ge, Be, Sn, V, Mn, Ca, Cu, Ti, Cr, Ni, Pb, Mg, Ba, Zn, Zr, Au та ін. Постійними мікроелементами-супутниками, з частотою наявності 80-100%, є Mn, Cu, Ti, Zn, Cr, Ni і Ge. Особливо це стосується Cr (4,7-78,7 мг/кг), Mn (1,9-198,34 мг/кг) і Ge (0,2-9 мг/кг). У той же час гірничодобувні підприємства часто межують із сільськогосподарськими угіддями, де в результаті внесення добрив і обробки рослин пестицидами в ґрунт потрапляють елементи різного ступеня небезпеки, які мігрують в підземні водоносні горизонти (в основному, в першій безнапірній водоносній горизонт), а потім в поверхневі води, що призводить до їх забруднення. Разом з цим в результаті змиву шкідливих компонентів з водозбірної площі забруднюючі речовини можуть потрапляти в поверхневі води безпосередньо. Дані про основні елементи-забруднювачі територій від залізородних підприємств (за даними [1]) і агропромислового комплексу наведені в табл.1. Основними джерелами забруднення територій сільськогосподарського використання є наступні токсини, що містяться в добривах – Cd, Mn, Cu, As, Cr, F, нітрати, нітрити і нітросо-сполуки; а в пестицидах – нітросо-сполуки, діоксини та їх похідні (ПХБ, As і Hg) [2]. Таким чином агропромисловий комплекс може значно збільшувати техногенне навантаження на територіях, прилеглих до гірничодобувних підприємств.

Таблиця 1 - Основні елементи-забруднювачі Кривбасу і прилеглих територій

Комплекси	Основні елементи-забруднювачі														
	P	Mn	Cu	Cr	Pb	Zn	Co	Ge	Ni	Ti	Sn	-	-	-	-
Гірничорудний	P	Mn	Cu	Cr	Pb	Zn	Co	Ge	Ni	Ti	Sn	-	-	-	-
Агропромисловий	P	Mn	Cu	Cr	Pb	Zn	-	-	-	-	-	Cd	As	F	Hg

На прикладі території Новолатовської сільради (яка на півночі межує з проммайданчиками ПАТ «Південний ГЗК» і ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг») показано, що в конкретних точках дослідження валовий вміст P, Pb, Zn, Co, Ni, Cu, Cr, V і Mn в чорноземному ґрунті за 2010-2016 рр. залишається практично незмінним. Низькі значення вмісту рухомих форм елементів, а також сталість валового вмісту в ґрунті в точках випробування свідчать про практично повне насичення даними елементами ґрунтів. Валовий вміст перерахованих елементів на цій території біля об'єктів гірничодобувних підприємств (в т.ч. хвостосховищ і відвалів) і на значній відстані від них мають одні і ті ж межі зміни вмісту цих елементів. Це свідчить про спільне забруднення цієї території гірничорудним і агропромисловим комплексами. Останній збільшує техногенне навантаження за рахунок того, що добрива, які вносяться в ґрунт, тільки на 30-60% використовуються рослинами, а до 40-70% їх надходить в навколишнє середовище, посилюючи його забруднення (з них 20-30% залишається в ґрунті, в т.ч. 10-15% зв'язується ґрунтовою вологою; 28-40% в газоподібному стані потрапляє з ґрунту в приземні шари атмосфери; з вологою об'ємом 100 м<sup>3</sup>, що випаровується, ґрунт втрачає до 23,3 кг N (або 30 кг NH<sub>3</sub>), внесеного на поля з мінеральними добривами; ~1,8% мінеральних добрив виноситься з полів на суміжні території). Також слід зазначити, що при зрошенні схилених земель з них вимивається в водойми N – до 20%, P – 2-5% і K – 10-17% від внесеної кількості мінеральних добрив, а також те, що засолення ґрунтів посилює вихід в атмосферу нітратного азоту (одного з головних «винуватців» руйнування озонового шару).

Практично повне насичення даними елементами ґрунтів призводить до того, що отримана з добривами нова порція шкідливих елементів може безперешкодно мігрувати в перший водоносний горизонт і в результаті змиву з водозбірної площі, в кінцевому рахунку, потрапляти в поверхневі водотоки. Так на площі досліджень елементи (P, Pb, Zn, Co, Ni, Cu, Cr, V і Mn) з хвостосховищ «Войкове» і «Об'єднане» ПАТ «Південний ГЗК» і ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» можуть мігрувати в р. Інгулець, об'єднуючись із забрудненням від діяльності агропромислового комплексу. Це підтверджується результатами дослідження вмісту елементів P, Cr, Mn і Cu (які є «загальними» забруднювачами гірничорудного і агропромислового комплексів – табл.1) в цій річці вище і нижче скиду вод із цих хвостосховищ в балку Грушевату. Ніяких відмінностей за вмістом цих елементів в р. Інгулець вище і нижче зазначеної балки не спостерігається. На тлі зменшення мінералізації води в цілому у р. Інгулець з 2007 р. фіксуються однакові межі змін мінералізації води цієї річки вище та нижче балки Грушеваті за останні 4 роки.

Мають певний інтерес результати досліджень варіацій вмісту миш'яку, який має широке поширення в басейні р. Інгулець. Цей елемент не відноситься до основних елементів-забруднювачів гірничорудної промисловості – основним джерелом його надходження є добрива, що вносяться у вегетативний період до ґрунту. Це підтверджується перевищенням вмісту миш'яку над ГДК в 2,7-3,5

рази в літній вегетаційний період, на відміну від зимового, а також і перевищенням ГДК в донних відкладах за вмістом миш'яку в р. Бокова (с. Валове, 7,5-кратне перевищення ГДК) і р. Боковенька (с. Великофедорівка, 6,5-кратне перевищення ГДК). Зазначені населені пункти знаходяться поза зоною істотного впливу гірничорудної промисловості, а води р. Боковенька відносяться до дуже чистих і р. Бокова – до слабо забруднених [3]. У р. Інгулець в районі с. Латівка зазначається 4-кратне перевищення ГДК по вмісту миш'яку у донних відкладах та перевищення своїх фонових значень для вмісту Zn, Mo та Vt, відповідно – 2,9, 2,2 і 2,0 рази. Також можна відзначити, що Mo (який в асоціації з залізною рудою не зустрічається), як і As, повсюдно поширений в донних відкладах всього басейну р. Інгулець з перевищенням фонових значень до 5 разів. Його надходження в ґрунт з фосфатними добривами становить 0,1-60 мг/кг сухого ґрунту, з азотними добривами – 1-7 мг/кг сухого ґрунту, з вапняком – 0,1-15 мг/кг сухого ґрунту.

Внаслідок спільної дії факторів індустріальної (в т.ч. гірничодобувної) і сільськогосподарської діяльності у всьому Кривбасі вже давно сформувалися нові стійкі природно-техногенні геосистеми, в яких найбільш уразливими елементами є поверхневі та підземні води і зона аерації. Але необхідно зауважити, що в умовах значного зменшення кількості стічних вод, пов'язаного з падінням промислового виробництва в Україні в останні десятиліття, зменшилася мінералізація поверхневих вод р. Дніпро та інших річок його басейну, що сприяє їх оздоровленню. Зокрема, на півдні Кривбасу для р. Інгулець це сприятиме відтворенню річкової фауни. Так, в Карачунівському водосховищі (м. Кривий Ріг) з'явилися раки, а в самій р. Інгулець збільшився вилов щуки, яка відноситься до хижих риб і збільшення її кількості свідчить про зростання кормової бази в цій річці. На її берегах значно збільшилася кількість змій, що також свідчить про поліпшення екологічного стану цього регіону. Але саме в цих умовах зменшення негативного впливу промислового (в т.ч. гірничого) виробництва – все більш актуальним стає питання дослідження негативного впливу на довкілля діяльності агропромислового комплексу та визначення його частки (не тільки результатів сучасної, а й наслідків минулої інтенсивної діяльності) у загальному техногенному навантаженні півдня Кривбасу. До основних забруднювачів ґрунту і підземних вод (а в подальшому поверхневих вод і донних осадових порід) даного регіону, разом з відходами гірничодобувного виробництва, можна віднести добрива і пестициди, які можуть надмірно вноситися до ґрунту (особливо в минулому). Тому питання про забруднення сільгоспугідь, що межують з об'єктами гірничого виробництва, вимагає подальшого детального комплексного вивчення, в т.ч. розробки методики розмежування впливу (вкладу) гірничопромислового і аграрного комплексів у забруднення конкретної території.

*Перелік посилань на джерела*

1. Губіна В.Г. Залізновмісні відходи України: стан та перспективи використання / В.Г. Губіна, Б.О. Горлицький. – К.: Логос, 2010. – 127 с.
2. Кораблева А.И. Введение в экологическую токсикологию / А.И. Кораблева, Л.Г. Чесанов, А.Г. Шапарь. – Днепропетровск: «Центр экономического образования», 2001. – 308 с.
3. Гідроекосистема Криворізького басейну – стан і напрямки поліпшення / І.Д. Багрій, П.Ф. Гожик, Є.В. Самоггал [та ін.]. – К.: Феннікс, 2005. – 216 с.

---

УДК 532:504.45

## ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РУСЛОВОГО ПОТОКУ ЗА ДОПОМОГОЮ НАПІВЗАГАТ

ХОДНЕВИЧ Я.В.<sup>1</sup>, ЩОДРО О.Є.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Україна, 03186, Київ 186, Чоколівський бульвар, 13, itelua@kv.ukrtel.net*

<sup>2</sup>*Національний університет водного господарства та природокористування, Україна, 33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11, mail@niwtm.edu.ua*

Для захисту берегів річок від розмиву в практиці гідротехнічного будівництва часто застосовуються низькі затоплювані напівзагати [1]. При цьому такі споруди розташовують на зустріч до транзитної течії та у напрямку за течією. У першому випадку напівзагати викликають рух придонних струмин до берега, а поверхневих – в протилежний бік, до основного потоку. У зв'язку з цим за такою спорудою утворюється циркуляція, яка направляє донні струмини та наноси до берега, укріплюючи його. А низькі напівзагати, які направлені за течією, вважаються більш ефективними для активізації масообміну у водному потоці.

В задачах гідротехніки суттєвий інтерес для оцінки ефективності таких споруд представляють поверхневі швидкості у русловому потоці. У обох зазначених випадках розташування напівзагат поверхневі швидкості виявляються збільшеними у порівнянні із швидкостями нерегульованого потоку. Відомо, що кількість кисню прямо пропорційна до поверхневої швидкості потоку приблизно в другій степені [2]. Це дозволяє встановити кількість кисню, який буде захоплюватись у русловий потік.

Нашою метою було оцінити поверхневі швидкості руслового потоку при наявності регуляційних споруд, які розташовані на зустріч до транзитної течії і у напрямку за течією, та встановити відповідні значення величини захоплення кисню. Значення поверхневих швидкостей приймалися згідно із розрахунками в [3]. Запропонований обчислювальний алгоритм дозволяє визначати кінематичні характеристики потоку у області за донною спорудою, в місці виникнення розвинутої турбулентної течії. Він є реалізацією математичної моделі турбулентного водного потоку за затопленою донною перешкодою у області нижче неї за течією, яка ґрунтується на системі рівнянь Рейнольдса для

квазіламінарного потоку. В цьому випадку рівняння Рейнольдса замикаються за допомогою моделі турбулентності, яка враховує висоту донної споруди.

Було виконано розрахунки розподілів на різних вертикалях поздовжньої швидкості водного потоку за напівзагатою [4]. Показано, що поверхневі швидкості збільшилися на 22% у випадку розташування напівзагат проти течії, а у протилежному випадку, коли напівзагати розташовані за рекомендаціями [5], – на 25%. Таке зростання швидкостей призводить до збільшення захоплення кисню відповідно на 35-40% та 40-45%. Крім підвищення захоплення кисню косо розташовані напівзагати сприяють рівномірному розподілу домішок у потоці, промиванню узбережної зони і загальному покращенню масообмінних характеристик потоку [1, 5].

Описані напівзагати реалізують принцип використання внутрішньої енергії водного потоку для ініціації вторинних течій, які накладаються на основний потік, насичуючи русловий потік киснем, збільшуючи його стабільність і забезпечуючи умови для існування та відтворення іхтіофауни [2, 5].

#### Перелік посилань на джерела

1. Кириенко И.И. Исследование работы низких затопляемых полузапруд при регулировании горных рек Карпат / И.И. Кириенко, А.Е. Щодро и др. // Научные исследования по гидротехнике. – Л.: ВНИИГ, 1976. – С. 136-137
2. Зак Г.Л. Самоочищение водоемов (Основы рационализации гидрологических и санитарно-технических расчетов). – М. 1960.
3. Ходневич Я. В. Моделивання кінематичних характеристик руслового потоку та аналіз факторів руслових деформацій / Я.В. Ходневич // Збірник наукових праць „Вісник Національного університету водного господарства та природокористування”. – Рівне: НУВГП, 2009. – Вип. 3(47), ч. 1. – С. 551-556.
4. Щодро О.Є. Використання напівзагат як засобів для ініціації вторинних течій у русловому потоці та покращення його екологічного стану / О.Є. Щодро, М.М. Мокляк, Я.В. Ходневич // V-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/ECOLOGU – 2015), 23-26 вересня, 2015. Збірник наукових праць. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – С. 90
5. Shchodro A. E. Low Flooded (submerged) Groins as Constructions Activating Mass Transfer in River Flows/ Alexey E. Shchodro, Mykola M. Moklyak // Zeszyty Naukowe Inzynieria Ładowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska. Nr 11. – Kalisz, 2014. – S. 18-29.

УДК 502.5:661.21

## ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ВАПНА ТА СОЛІ МАНГАН СУЛЬФАТУ НА БІОХІМІЧНУ АКТИВНІСТЬ МОДИФІКОВАНИХ ГРАНУЛ ФОСФОГІПСУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЇХ В ЯКОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО НОСІЯ В БІОФІЛЬТРАХ

Черниш Є. Ю., Яхненко О. М.

Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми,  
o.jakhnenko@ecolog.sumdu.edu.ua

Фосфогіпс є багатотоннажним відходом хімічної промисловості, його відвали стають причиною відчуження значних по площі територій та джерелом підвищеного техногенного навантаження в регіоні. Розроблення технології утилізації фосфогіпсу в якості мінерального носія для мікроорганізмів в біофільтрах для очищення газових потоків дозволить знизити техногенне навантаження як від об'єктів накопичення цих відходів, так і від викидів сірководмісних сполук до атмосфери.

В процесі отримання модифікованих гранул фосфогіпсу для набування ними гідрофобних властивостей та для можливості оптимального рівня розвитку потрібних еколого-трофічних груп бактерій фосфогіпс обробляли додатково вапном та розчином біоактивної солі манган сульфату.

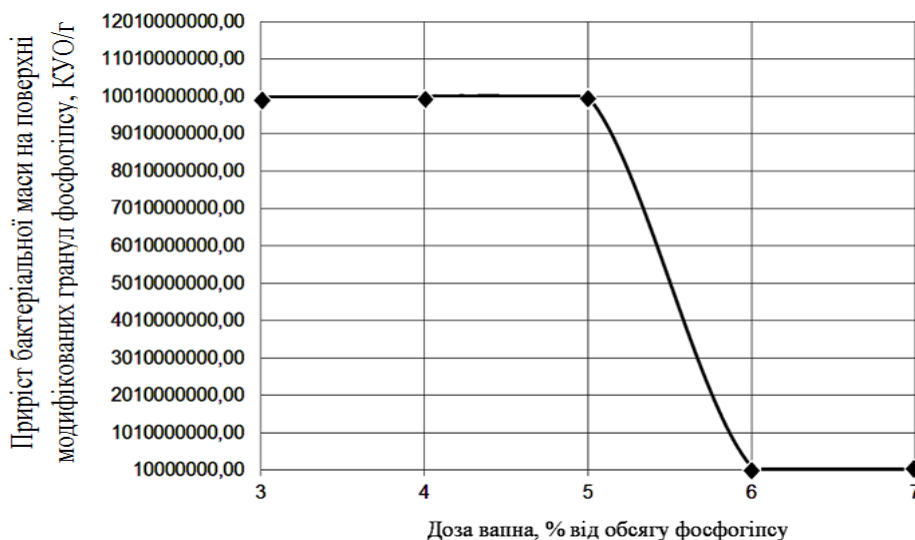
На рис. 1 наведена залежність між приростом бактеріальної маси та дозою добавки вапна при отриманні модифікованих гранул фосфогіпсу.

При цьому не спостерігалось інгібування розвитку мікроорганізмів при дозі вапна в межах від 3% до 5% від обсягу фосфогіпсу, а збільшення вмісту вапна до 6 % і більше спричиняло зменшення рівня розвитку сіркоокислюючих бактерій на поверхні фосфогіпсових гранул на  $10^2$  КУО/г від оптимального значення. Можливо це пов'язано з утворення карбонатної плівки на поверхні гранул внаслідок процесу карбонізації гідроксиду кальцію.

За отриманими результатами (рис. 1) вплив дози вапна ( $X_1$ ), що вводиться на стадії формування гранул, на біохімічну активність (БЮ<sub>x</sub>), яка відповідає приросту бактеріального матриксу (КУО/г) на поверхні гранул, апроксимується рівнянням регресії:

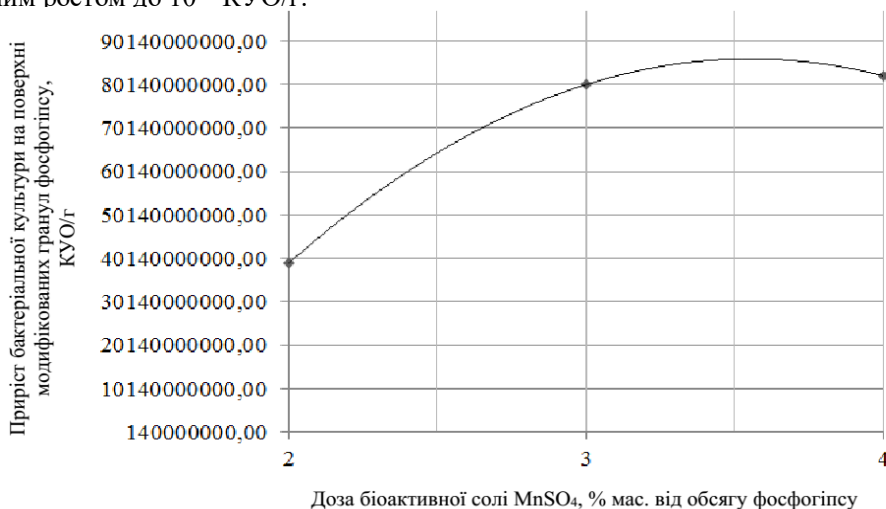
$$БЮ_x = - 7,0 \cdot 10^8 \cdot X_1^2 + 4,0 \cdot 10^9 \cdot X_1 + 4,0 \cdot 10^9 \quad (R^2 = 0,8234)$$

Механізм взаємодії вапна і фосфогіпсу полягає в підвищенні гідрофобних властивостей гранул. В процесі отримання гранул відбувається ущільнення агрегатів фосфогіпсу під дією внутрішнього агрегатного кристалізаційного тиску та утворення з напівводного і одноводного гіпсу, що містяться в фосфогіпсі, кристалів дигідратного гіпсу, якими заростають пори і частково цементуються вже наявні в фосфогіпсі агрегати дигідрату кальцій сульфату. Нижчий вміст вапна на рівні 3-4% не дозволяє досягти необхідних фізико-хімічних процесів, описаних вище.



**Рисунок 1 – Залежність приросту бактеріальної маси від дози добавки вапна при отриманні модифікованих гранул фосфогіпсу**

Манган сірчаноокислий дисоціює у розчині на іони марганцю  $Mn^{2+}$  і  $SO_4^{2-}$ . Катион марганцю поглинається бактеріальним матриксом у результаті метаболічних процесів. Також має місце пасивна адсорбція магнію на поверхні протогранул фосфогіпсу. При цьому манган утворює ряд простих і комплексних іонів, а також кілька оксидів різного складу. Іон  $SO_4^{2-}$  є мінеральною формою сірки і легко поглинається бактеріальним матриксом. На рис. 2 наведена залежність між приростом бактеріальної маси та дозою добавки  $MnSO_4$  при окатуванні фосфогіпсу. Відбувається стимулювання розвитку необхідних еколого - трофічних груп мікроорганізмів починаючи із 2%  $MnSO_4$  від обсягу фосфогіпсу. Зі збільшенням дози добавки біоактивної солі досягається стабільний розвиток тіобактерій на рівні  $10^{10}$  з максимальним ростом до  $10^{11}$  КУО/г.



**Рисунок 2 – Залежність приросту бактеріальної маси від дози добавки  $MnSO_4$  при обробці**

За отриманими результатами (рис. 2) вплив дози біоактивної солі ( $X_2$ ), що вводиться на стадії формування модифікованих гранул фосфогіпсу, на біохімічну активність ( $BIO_x$ ), яка відповідає приросту бактеріального матриксу (КУО/г) на поверхні гранул, апроксимується рівнянням регресії:

$$BIO_x = 2,0 \cdot 10^{10} X_2^2 + 1,0 \cdot 10^{11} X_2 - 2,0 \cdot 10^{11} \quad (R^2 = 0,9987)$$

При цьому було визначено, що оптимальним є внесення у водний розчин 3 мас. % мангану сульфату, що дозволить забезпечити додаткове надходження поживних речовин для бактеріальної культури та незначно вплине на тривалість зміцнення гранул. При збільшенні масової частки цієї солі відбувалось зниження швидкості зміцнення модифікованих гранул фосфогіпсу в ексикаторі.

Таким чином, визначено, що найбільш оптимальний для розвитку бактеріального матриксу варіант модифікованих гранул фосфогіпсу спостерігався при додаванні вапна 5% від обсягу фосфогіпсу та 3 мас. % біоактивної солі мангану сульфату, при цьому здійснювали обробку фосфогіпсу для отримання гранул розміром 4 – 5 мм, при вологості 32% й часі окатування 15 хвилин.

Використання модифікованих гранул фосфогіпсу сприяє стабільній роботі біореактора в процесі очищення сірковмісних газів та нівелює необхідність введення до системи додаткових доз поживних речовин, що дозволить підвищити ефективність роботи біотехнологічних систем захисту атмосферного повітря.

УДК 502.7

## ВТОРИННІ РЕСУРСИ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Орфанова М.М., Яцишин Т.М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (ІФНТУНГ),  
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, m.orfanova@gmail.com, yatsyshyn.t@gmail.com*

У сучасних умовах технічного прогресу та пов'язаного з цим загострення екологічної ситуації в світі пріоритетом у поводженні з відходами має стати політика регулювання, спрямована на те, щоб зменшувати утворення та накопичення відходів, стимулювати залучення відходів у господарський обіг як техногенних ресурсів, сировини та енергії, забезпечувати екологічно прийнятні умови поводження з відходами на всіх стадіях.

Щороку на території області утворюється 15,5 тис.т відходів 2-3 класів небезпеки, а також малонебезпечних відходів (4-й клас): 700 тис.т (зола, шлак), 120 тис.т. твердих побутових відходів, 40 тис.м3 тирси. Промислові відходи накопичуються у 59 накопичувачах, які займають загальну площу 500 га, побутові – на 27 полігонах твердих побутових відходів (ТПВ) у містах та селищах. На сьогодні проблема промислових відходів є надзвичайно актуальною.

Особливої уваги необхідно приділити вирішенню питання золошлакових відходів Бурштинської ТЕС як найбільших за об'ємом утворення та нагромадження. Об'єми щорічного утворення золошлакових відходів на Бурштинській ТЕС на даний час складають 700 тис.т. Підприємствам будівельної індустрії відвантажено близько 100 тис.т золошлакових відходів, тобто відбувається постійне їх нагромадження. Високий вміст мінеральної частини у золошлакових відходах дозволяє розглядати їх як вторинні ресурси для виробництва головним чином будівельних матеріалів. Паливні золи та шлаки мають багатий макроелементний склад, але концентрація елементів є значно нижчою ніж у рудах, тому поелементне їх вилучення буде нерентабельним, але при комплексному вилученні слід очікувати економічного ефекту, який при переробці 1 т золошлакової сировини може перевищувати 400 доларів США. Ефективність застосування технологій залежить від багатьох факторів. Слід враховувати склад золи і шлаку, гранулометричний (фракційний), хімічний, мінеральний, макроелементний та інші показники. Тільки після повного аналізу можна приймати рішення по вибору методу з утилізації відходів. Шлак Бурштинської ТЕС є вторинною сировиною. Частина шлаку відвантажують споживачам – підприємствам будівельної галузі. Також його використовують для будівництва дамб золівідвалів. Частина шлаку використовується на заводі шлакового гравію, який знаходиться на території Бурштинської ТЕС. Проте відбір шлаку проводиться не в повному об'ємі. Саме тому було розроблено нову технологію з одержанням вуглецево-мінерального матеріалу, що складається з певних стадій, які відбуваються при використанні технологічного обладнання цеху переробки шлаку на керамічній гравій.

Розвиток деревообробної промисловості є традиційним і пріоритетним напрямком промислового виробництва в Івано-Франківській області. Серед найменувань основних видів продукції галузі - деревостружкові та деревоволокнисті плити, фанера клеєна, пиломатеріали, дерев'яна тара, столярні вироби, паркет, шпон та ін. Обробкою деревини та виробництвом виробів з неї займається 90 великих та середніх підприємств області та більше 300 малих підприємств, які знаходяться в основному у Надвірній, Вигоді, Брошневі, Верховині, Івано-Франківську. Як показують дослідження, кількість відходів деревини на підприємствах по виробництву меблів становить 45-60 % у вигляді рейок, горбилів та стружки, особливо великої кількості тирси В процесі лісозаготівлі відходи утворюються у вигляді сучків, верхівок, гілок та некондиційної деревини. Всі ці відходи в більшості не використовуються, а складаються, спалюються, або просто залишаються на місцях вирубки, що, безумовно, негативно впливає на екологічний стан довкілля. Утилізація відходів лісопилно-деревообробних виробництв є проблемним питанням насамперед у гірських районах (Косівському, Верховинському, Яремчанській міській раді). Більшість з них складають відходи на своїй території, а іноді і в руслах річок. При раціональному підході до проблеми ресурсозбереження, захисту навколишнього середовища всі ці відходи можуть бути джерелом прибутку для підприємств за рахунок розширення асортименту продукції. Для Івано-Франківської області ефективними шляхами використання відходів деревини можуть бути у напрямках налагодження виробництва: 1) біостанолу, 2) арболіту, 3) бризоліту, 4) пеллет і 5) біогазу, 6) використання в якості котельного палива. Деякі приклади раціонального використання вторинних ресурсів деревини в області є.

Також існує проблема поводження з гальваношлаками. На даний час нагромаджені великі об'єми відходів гальванічного виробництва. Не зважаючи на суттєве зменшення об'ємів виробництва, проблема утилізації або знешкодження гальванічних шлаків та стічних вод гальванічного виробництва лишається однією з найбільш важливих. На більшості підприємств, де об'єми утворення осадів очисних споруд гальванічного виробництва не такі значні, зберігають відходи на своїх територіях, а складна економічна ситуація не дозволяє підтримувати місця зберігання на належному рівні у відповідності до вимог зберігання токсичних відходів. Таким чином, на території міста є декілька локалізованих площ з потенційною і реальною загрозою забруднення.

За даним тільки в місті Івано-Франківську утворюється близько 70 тис.т. Полігони області займають площу близько 100га і 40% сільських населених пунктів не мають відведених ділянок для вивезення твердих побутових відходів. Проблеми зберігання та утилізації побутових відходів викликані відсутністю налагодженої системи роздільного збирання відходів, вилучення з них ресурсноцінних



компонентів та їх використання в якості вторинної сировини. Відсутність системи роздільного збору твердих побутових відходів призводить до вивезення вторинних матеріальних ресурсів (поліетилен, ПЕТ пляшки, складська тара, папір) на звалища.

Незважаючи на те, що було здійснено низку заходів, спрямованих на впровадження роздільного збирання твердих побутових відходів і розвиток ринку вторинних ресурсів, докорінно змінити ситуацію не вдалося.

Висока концентрація об'єктів видобутку, переробки, зберігання та транспортування нафти та газу на території Івано-Франківської області призводить до значного техногенного навантаження на навколишнє природне середовище. Майже всі виробничі об'єкти нафтогазової промисловості у відповідних умовах забруднюють всі компоненти природного середовища різноманітними шкідливими речовинами. Крім власних природних вуглеводнів та їх супутників, продуктів переробки нафти та газу до складу забруднюючих речовин входять численні реагенти, каталізatori, ПАВ, інгібітори, луѓи, кислоти, які обов'язково використовуються у технологічних процесах і після їх використання переходять в одну із складових відходів. Також відходи нафтогазової галузі утворюються в значних об'ємах, вони є досить різноманітними та значно відрізняються один від одного за своїм складом і фізико-хімічними властивостями Тому нафтогазові підприємства за рівнем шкідливої дії на природне середовище вважаються об'єктами підвищеного екологічного ризику.

На території Івано-Франківської області основними нафтогазовими підприємства є Долинський газопереробний завод, нафтопереробний завод "Нафтохімік Прикарпаття", управління бурових робіт, нафтогазовидобувні управління, тампонажне управління і підземне сховище газу. Видобуток нафти і газу проводять на території Долинського, Рожнятівського і Надвірнянського районів. Через територію області проходить магістральний газопровід та продуктопроводи. До того ж, в області знаходиться сім нафтобаз: Долинська, Калуська, Надвірнянська, Городенківська, Рогатинська, Івано-Франківська, Снятинська. Наявність цих підприємств в області безумовно впливає на її екологічний стан, особливо в районах нафтогазовидобутку та нафтогазопереробки, де висока концентрація об'єктів видобутку, переробки, зберігання та транспортування вуглеводневої сировини. Існуючі технологічні процеси характеризуються високою ймовірністю виникнення аварійних ситуацій. У технологічних процесах кожного з цих підприємств утворюються різноманітні за своїм хімічним складом відходи. Всі зазначені об'єкти: нафтопроводи, нафтопродуктопроводи, переробні заводи, нафтобази, склади паливно-мастильних матеріалів тощо, які є потенційними джерелами надходження забруднень нафтохімічної природи у навколишнє середовище, повинні бути на обліку у державних служб. За умов процесу приватизації в державі цей перелік слід доповнити приватними автозаправками.

Аналіз сучасного стану вирішення проблеми мінімізації відходів нафтогазової галузі показує, що основні питання поводження з відходами направлені на удосконалення існуючих технологічних процесів для мінімізації об'ємів утворення відходів. В області стан екологічної безпеки функціонування нафтогазових підприємств сьогодні такий, що потребує негайної всебічної ревізії об'єктів підвищеної екологічної небезпеки – джерел нафтохімічного забруднення. Найбільш актуальною проблемою є проблема утилізації та переробки нафтошламів та кислих гудронів у безпечні та корисні продукти є актуальною, і за визнанням вчених вони можуть бути цінною вуглеводневою сировиною як для подальшої переробки, так і для використання в якості палива.

Аналізуючи сучасний стан поводження з промисловими та побутовими відходами області, можна визначити основні напрямки підвищення рівня залучення та використання відходів як вторинної сировини:

- розширення напрямків утилізації золошлакових відвалів Бурштинської ТЕС;
- будівництво лінії переробки мулу з отриманням біогазу на КП "Івано-Франківськводокотехпром";
- удосконалення систему утилізації нафтошламів;
- впровадження системи переробки відходів деревини;
- подальше впровадження системи роздільного збору ТПВ в усіх населених пунктах області;
- будівництво сміттєпереробного заводу;
- збільшення кількості та організація системи пересувних заготівельних пунктів вторинної сировини від населення.

Покращення якості навколишнього середовища передбачає охорону навколишнього середовища, стале використання та управління природними ресурсами.

---

УДК 504.05(477.82)

## **ЗМІНА ПАРАМЕТРІВ РОДЮЧОСТІ У ҐРУНТАХ БАСЕЙНУ РІЧКИ ВИЖІВКА ЯК РЕЗУЛЬТАТ АНТРОПОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Чир Н.В.

*Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», 88000, Закарпатська область, м. Ужгород, вул. Українська, 19, nadiia.chyr@uzhnu.edu.ua*

У басейнах малих річок ґрунтовий покрив утворює складну мозаїку, що характеризується високим ступенем диференціації площ і значною контрастністю ґрунтів. Але саме він є найбільш динамічним компонентом ландшафтних систем і зазнає найбільшого антропогенного впливу.

Сільськогосподарська освоєність басейну річки Вижівка низька і складає усього 50,7%, що на 15,3% нижче показника освоєності України в цілому. Експлуатація земель в межах басейну річки Вижівка характеризується наступними показниками: орні землі – 33073 га, що становить 26,6%, сади –

122 га або 0,1%, пасовища – 15937 га (12,8%), сіножаті і присадибні землі відповідно 14005 га (11,2%) та 4771 га (3,8%), ліси – 23580 га (18,8%) та інші вгіддя – 33212 га, що становить 26,7%.

Разом з тим, інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, нераціональне застосування засобів хімізації, меліорація в радянські роки, забруднення пестицидами, важкими металами, зумовлюють зміни параметрів ґрунтової родючості ґрунтів, погіршення їх якості та агроекологічного стану.

Динаміка ґрунтів за вмістом рухомого фосфору та рухомого калію, починаючи з 1960 по 1995 рр. показує збільшення площ з підвищеним їх вмістом, що проявляється у результаті застосування органічних і мінеральних добрив. Якщо у 60-х роках середньозважений показник вмісту рухомого фосфору в ґрунтах становив 6,85 мг/100 г ґрунту, то у 90-х роках він зріс більш, ніж у 2 рази і досягнув 16,20 мг/100 г ґрунту [2]. Вміст рухомого калію теж збільшився у 2 рази.

Однак, матеріали агрохімічного обстеження у 2000-х роках свідчать про зниження вмісту фосфору і калію на 2-3 мг/100 г ґрунту. Це пояснюється різким зменшенням внесення органічних та мінеральних добрив під час ведення сільського господарства як наслідок прояву кризових явищ в економіці держави. За результатами агрохімічного обстеження 2009-2013 років (останнього станом на 2017 року) середньозважений показник вмісту рухомого фосфору в ґрунтах зменшився на 8,3 мг/кг ґрунту, і становить 6,7% від значень попереднього туру, що відповідає оптимальному рівню забезпеченості для більшості сільськогосподарських культур [1].

Середньозважений вміст обмінного калію в ґрунтах басейну знаходиться в межах 57-117 мг/кг ґрунту. Порівняльний аналіз за результатами попередніх турів обстеження вказує на тенденцію до призупинення зниження вмісту обмінного калію в ґрунтах.

У 60-х роках ґрунти басейну належали до слабокислих з реакцією ґрунтового розчину Ph 5,3. Поступово реакція ґрунтового розчину наближалась до нейтральної і вже у 90-х рр. Ph ґрунтів басейну зріс до 6,3. Нині ґрунти басейну річки Вижівка за реакцією ґрунтового розчину є в основному нейтральними [3]. Але варто зазначити, що в межах Ратнівського району басейну річки Вижівка за останні п'ять років спостерігається тенденція до збільшення площі кислих ґрунтів (на 0,51%).

Розрахунки балансу гумусу в ґрунтах басейну показують, що в останні роки, в результаті різкого зменшення внесення органічних і мінеральних добрив, порушенням оптимальної структури посівних площ, нехтуванням науково-обґрунтованими системами сівозмін, вміст гумусу почав знижуватись і створився його від'ємний баланс. Якщо за 1986-1990 р. баланс гумусу був додатний і становив у різних районах басейну від +0,9 ц/га до +3,0 ц/га, то у 1995 р. – у середньому цей показник дорівнював –0,83 ц/га [2]. За результатами агрохімічного обстеження за 2009-2013 рр. балансу гумусу склав 3,3 ц/га.

Тенденції подальшого поступового зниження вмісту гумусу зберігаються і сьогодні. Так, середньозважений вміст гумусу в ґрунтах сільськогосподарських угідь басейну становить 1,56% та коливається в межах 1,4-1,76% у різних його частинах. За рахунок внесених органічних добрив (згідно статистики в середньому 2,2 т/га ріллі) утворилось лише 0,08 т/га гумусу, рослинні і кореневі залишки забезпечили надходження 0,46 т/га, або всього утворилося 0,52 т/га гумусу, а втрати внаслідок мінералізації в середньому склали 0,93 т/га.

Особливо хвилює стан родючості ґрунтів у фермерських господарствах і господарствах, що мають значні площі землекористування та вносять надзвичайно мало органічних, а через високу вартість – і мінеральних добрив, не використовують посіву сидератів на добриво, не проводять вапнування кислих ґрунтів. Як наслідок, йде процес виснаження ґрунтів, зниження потенційної їх родючості, деградація.

За даними Волинської ОІПРСХ вміст важких металів у ґрунтах досліджуваного басейну не перевищує гранично допустимих концентрацій у жодному з районів. Станом на 2000 рік середня концентрація ртуті у ґрунтах досліджуваного регіону не перевищувала 0,009-0,025 мг/кг, що у 84 рази менше гранично допустимих концентрацій. У 2004 році вона зменшилась ще на 0,003 мг/кг, а подекуди навіть на 0,013 мг/кг. Знизився і вміст цинку. За останні роки це зниження фіксується в середньому на рівні 1,7 мг/кг. У 2004 році концентрація цинку в ґрунтах становила 0,3-0,5 мг/кг. Аналогічна ситуація прослідковується і з концентраціями свинцю та міді. Концентрація кадмію у ґрунтах басейну залишилась на рівні 0,04 мг/кг, що лише на 0,02 мг/кг менше за попередні роки [3]. Усі інші види важких металів у ґрунтах досліджуваного регіону або відсутні взагалі, або їх концентрація настільки незначна, що вони не являють жодної небезпеки для навколишнього середовища і тому детально не вивчаються.

Проведення суцільної паспортизації ґрунтів у Волинській області показало, що основними забруднювачами ґрунтового покриву досліджуваного регіону є ДДТ, ГХЦГ та 2,4Д. По інших групах пестицидів забруднення є незначним і виявлено на незначних площах [1, 3]. Дослідження постійних точок токсикологічного контролю на забруднення пестицидами дозволяє констатувати тенденцію до зменшення їх вмісту. Станом на 2004 рік вміст залишкових кількостей пестицидів у басейні річки Вижівка не перевищує гранично допустимі концентрації (табл.). Точні сучасні дані по досліджуваній території на предмет вмісту залишкових кількостей пестицидів та важких металів відсутні, оскільки системного детального обстеження в останні роки не проводилось.

Таблиця – Вміст залишкових кількостей пестицидів у ґрунтах басейну річки Вижівка

Район басейну	Групи пестицидів	Кількість проб	Вміст залишкових кількостей пестицидів, мг/кг			ГДК, мг/кг
			середній	мінімальний	максимальний	
Любомльський	ДДТ	20	0,004	-	0,011	0,1
	ГХЦГ		0,0007	-	0,006	0,1
	2,4Д		0	-	0	0,25
Турійський	ДДТ	28	0,009	0,001	0,016	0,1
	ГХЦГ		0,0007	0	0,004	0,1
	2,4Д		0,0002	0	0,002	0,25

Згідно наведених даних, можна стверджувати, що ґрунти досліджуваного басейну практично не забруднені пестицидами та важкими металами, що в свою чергу, підвищує їх сільськогосподарську цінність та значимість.

Пріоритетним напрямком з відтворення родючості ґрунтів досліджуваного басейну залишається забезпечення повернення у ґрунт органічної речовини (органічні добрива, сидерати, пожнивні рештки, побічна продукція, органічні відходи, відновлення та оптимізація сівозмін) з розрахунку не менше 8 т/га.

З метою підвищення ефективної родючості сільськогосподарських угідь, першочергова увага повинна бути зосереджена на калійних добривах, вапнуванні ґрунтів вапняками місцевих кар'єрів. При цьому, слід забезпечити науково-обґрунтований баланс та співвідношення видів мінеральних добрив, які застосовуються в агропромисловості.

*Перелік посилань на джерела*

1. Ґрунти Волинської області [Текст] / за ред. М.Й. Шевчука – Луцьк : Вежа, – 1999. – 160 с.
2. Паспорт річки Вижівка / Ін-т «Волиньводпроект». – Луцьк : [б.в.], 1999. – 72 с.
3. Стратегія розвитку Волинської області на період до 2020 року / Волинська обласна державна адміністрація. – Луцьк, 2015. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://voladm.gov.ua>.

**УДК 622.85+504.062**

## **ТЕХНОЛОГІЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ ЗЕМЕЛЬ В КОНТЕКСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ**

**Шапар А.Г., Скрипник О.О.**

*Інститут проблем природокористування та екології НАН України, м. Дніпро 49000, вул. Володимира Мономаха, 6. E-mail: [skrypnyk.oleg@gmail.com](mailto:skrypnyk.oleg@gmail.com)*

В результаті руйнування живої природи людство несе конкретні збитки у зв'язку з необхідністю підтримки функцій з очищення повітря, води, ґрунтів, відтворення біологічних ресурсів, стабілізації клімату. Крім того, активізуються небезпечні процеси ерозії, абразії, зсувоутворення, які завдають величезної шкоди господарського комплексу. Криза та трансформація екосистем супроводжується спустеленням, зниженням продуктивності сільського, лісового, рибного господарства, технології яких мають у своїй основі функціонування живих систем [1].

Якщо раніше основні зусилля направлялися на експлуатацію екосистем для отримання прибутків, то сьогодні стала очевидною необхідність збереження природи, особливо, екосистем, як джерела та умови отримання матеріальних благ. Формується необхідність розвитку діяльності збереження, котра не тільки описує процеси, а і розробляє заходи з підтримки функціонування екосистем шляхом відтворення взаємодії їх компонентів. Ефективність здійснення рекомендацій діяльності збереження залежить від досконалості технологій, які застосовуються [2].

Розробка сучасних гірничих технологій потребує вирішення низки екологічних проблем. Технології реабілітації порушених гірничими роботами земель взагалі мають на меті подолати негативні екологічні наслідки виробництва та застарілих технологій. Тому залучення природних процесів до вирішення технологічних завдань, особливо пов'язаних зі збереженням та відновленням навколишнього середовища, є найбільш перспективним напрямком його поліпшення. Аналіз сучасних технологій дозволив створити класифікацію технологій ревіталізації (повернення «життя») за критерієм участі природних процесів з виділенням класів меліорації (< 25%), рекультиватії (25-50%), реабілітації (> 50%)

Найбільшого поширення серед них сьогодні отримують технології реабілітації, які, відповідно до Конвенція ООН з боротьби з опустеленням, спрямовані на відновлення здатності земель до виконання екосистемних та господарських функцій.

Основними критеріями стабільного розвитку, визначеними в міжнародних документах, і в концепції сталого розвитку України є якість життя та якість довкілля. Їх визначають, перш за все, параметри енергоємності та відходності. Відомо, що в енерго- й ресурсозбереженні провідні позиції посідають живі системи.

Наші розрахунки свідчать, що технологія формування вторинних екосистем як технологія реабілітації, в основі якої сприяння розвитку біоти, потребує у 16 разів менше ресурсних витрат і спричиняє у 20 разів менший негативний вплив на довкілля, ніж традиційні технології рекультиватії (табл.).

Разом з тим, навіть піонерна рослинність здатна не тільки забезпечувати розвиток продукційного компонента екосистем, а й суттєво зменшувати негативні процеси водної та вітрової ерозії, запилення атмосфери, забруднення гідросфери. Наші спостереження на дослідній ділянці відвалу № 3

Інгулецького ГЗК свідчать про зменшення пиління його поверхні у 25 разів при формуванні буркунових, та у 45 разів – деревних (з переважанням акації білої та карагачу) угруповань.

Сучасні уявлення про екологічну безпеку розвиваються на основі концепції сукупності. Для формування таких категорій використовуються сукупності умов, станів, соціальних, правових механізмів та інших. Одним з основних показників оцінки екологічної безпеки є розмір екологічних збитків. Збитками вважаються втрати від впливу шкідливих процесів. У межах концепції природокористування за М.Ф. Реймерсом екологічними вважаються збитки, завдані господарству (техносистемі). У межах медичної концепції екологічними вважаються збитки для здоров'я людини. У відповідності до концепції сталого розвитку екологічними збитками вважають втрати компонентів природних екосистем (ґрунтів, рослинності, біорізноманіття та інших) або механізмів їх взаємодії внаслідок техногенної діяльності. Численними дослідженнями, прийнятими міжнародними документами з охорони навколишнього середовища доведено, що завдання збитків екосистемам є джерелом усіх похідних від цього екологічних збитків: для здоров'я людини, ресурсної бази господарства, змін клімату, втрати біорізноманіття та інших.

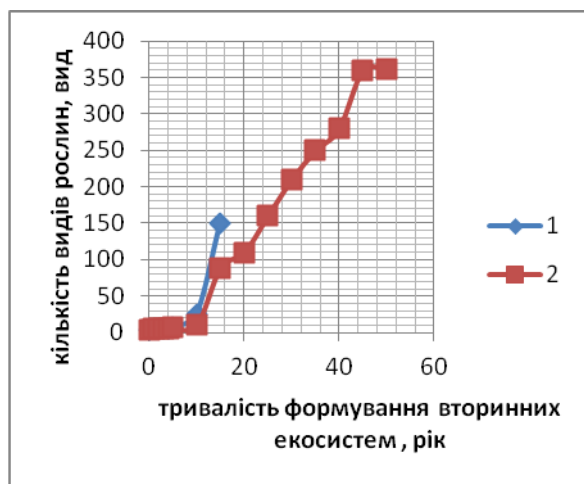
Таблиця – Енергоємність та відходність технологій реабілітації

Технологія реабілітації	Енергоємність, ГДж/га	Відходність, кг/га
Сільськогосподарська рекультивация	47	8063,4
Лісогосподарська рекультивация	30	5108,8
Рекреаційна рекультивация	16	2176,4
Реабілітація	3	390,5

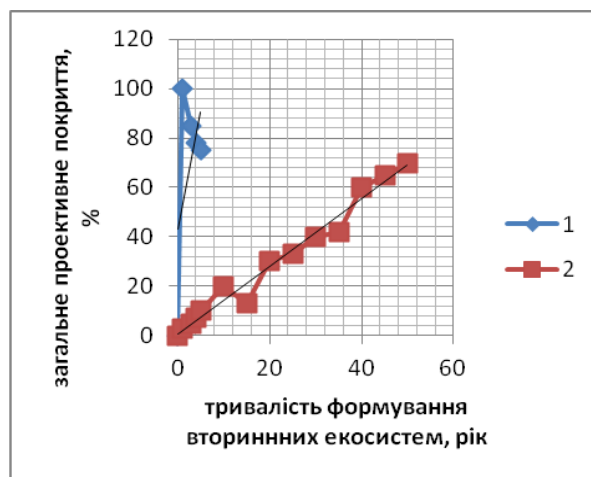
Дослідження екосистем порушених гірничими роботами земель у техногенних ландшафтних заказниках «Візерка», «Богданівський», «Вершина», «Грушівка», створених за рекомендаціями інституту, що увійшли до природно-заповідного фонду Дніпропетровської області, дозволили довести ефект компенсації екологічних збитків через формування вторинних екосистем.

Зміни екосистем та компенсація екологічних збитків відбуваються у природі впродовж десятиків, іноді сотень років. Для зменшення екологічних збитків необхідно вживати технологічних заходів прискорення через внесення дефіцитних елементів мінерального живлення, покращення режиму зволоження тощо. Наші дослідження з внесенням органічної речовини осадів стічних вод на експериментальній ділянці відвалу №3 Інгулецького ГЗК свідчать про можливість прискорення формування екосистем за параметрами загального проективного покриття рослинності (рис. А) та біорізноманіття (рис. В).

Спеціальні дослідження були присвячені відтворенню аборигенних видів рослин, що занесені до Червоної Книги України та регіональних червоних списків. Для прискорення відновлення популяцій рідкісних і зникаючих видів можуть бути використані методи реінтродукції.



А



В

Рис. Динаміка параметрів стану вторинних екосистем: А - загального проективного покриття; В – рослинного біорізноманіття; 1 – технологічна активізація; 2 – природний процес.

Успішним виявилось застосування методів реінтродукції ковили волосистої шматками дернини із застосуванням осадів стічних вод. Шматки дернини розмірами 10x10x10 см ковили волосистої були відібрані на змитому схилі на території Кільченського заказника Дніпропетровського району Дніпропетровської області. На дно посадкової ями глибиною 20 см шаром 10 см була внесена поживна суміш із застосуванням осадів стічних вод, на них встановлено шматок дернини. Посадка здійснена навесні на дослідній ділянці відвалу №3 Інгулецького ГЗК і восени 2008 року на території заказника «Візерка» Інгулецького ГЗК.

Розвиток популяції ковили волосистої на дослідній ділянці відбувалося відповідно до моделі «хвилі життя» з постійним зростанням задернованої ділянки за площею. У 2015 році площа дернини ковили досягла 10 м<sup>2</sup> із загальним проективним покриттям 80%. Середня висота рослин досягла 1,1 м. При нормальній (повній) життєвості більшості особин популяція добре розвивається і рясно плодоносить. Дернинна частина популяції ковили волосистої слугує джерелом поширення виду на порушених землях гірничого підприємства. Вона сприяла точковому природному насіннєвому поновленню на відстані більше 20 м.

Таким чином, нами доведено, що стартове стимулювання природних процесів самовідновлення дозволяє підвищити ефективність технологій реабілітації порушених гірничими роботами земель, що сприяє вирішенню глобальних проблем, зокрема, збереження біорізноманіття.

*Перелік посилань на джерела*

1. Примак Р. Основы сохранения биоразнообразия / Р. Примак – М.: Изд-во научного и учебно-методического центра, 2006. – 256 с.

2. Сохранение и восстановление биоразнообразия / [Флинт В.Е., Смирнова О.В., Ханина Л.Г., Бобровский М.В. и др.] – М.: Изд-во научного и учебно-методического центра, 2002. – 286 с.

---

УДК 338.484:502.174

## **ПРОБЛЕМА ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТУРИСТИЧНИХ ДЕСТИНАЦІЙ (НА ПРИКЛАДІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

**Юрас Ю.І., Коробейникова Я.С.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, iuliia.murava@urk.net, yaroslava.korob@gmail.com*

На даний час сформовано науковий напрям щодо екологічної безпеки природних та природно-техногенних систем різного рівня. В працях Білявського Г.О., Рудька Г.І., Адаменка О.М., Шмандія В.М., Руденко С.В., Шкіци Л.Є., Лисиченка Г., Данилишина Б.М., Шапаря А.Г., Яковлева С.О., Шестопалова В.М., Мальваного М.С. та ін. викладено науково-методичні підходи щодо забезпечення екологічної безпеки в природних та техногенно-природних системах, а також прикладні аспекти забезпечення екологічної безпеки. Менш вивченими є питання дослідження екологічної безпеки та управління в умовах техногенного навантаження, яке не носить вираженого критичного характеру, наприклад в межах туристичних дестинацій.

Традиційно, туристична галузь розглядається як екологічно безпечна галузь господарювання. Однак, зростання туристичних потоків, розвиток та розбудова об'єктів туристичної інфраструктури створюють значні екологічні загрози довкіллу. Тому традиційні уявлення про те, що туризм є відносно екологічно безпечною галуззю господарства заперечені зараз працями вітчизняних і зарубіжних авторів. Основні напрями забезпечення екологічної безпеки у розвитку туристської індустрії, як складової її збалансованого розвитку, викладені у працях О.А. Воробйова, А.П. Голод, Н.В. Корж, В.І. Куценко, Т.Л. Миронова, В.В. Шарко тощо. Актуальною залишається наукова проблема практичної реалізації забезпечення екологічної безпеки в межах територій туристичних дестинацій, так як більшість опублікованих праць мають загальний теоретичний характер.

Івано-Франківська та Львівська області є ключовими туристичними дестинаціями Карпатського регіону, так як вони мають значний рекреаційний потенціал, є достатньо забезпечені необхідною туристичною інфраструктурою та мають найвищі показники туристичних потоків. Також вони мають найвищі показники рекреаційної місткості.

Однак, слід не забувати, що нехтування екологічних проблем територій розвитку туризму може спричинити погіршення атрактивності туристичної дестинації. А. Голден зазначає, що основними областями впливу на навколишнє середовище з боку туризму є енергія, вода та відходи. Однак, саме відходи є найменш дослідженою областю впливу. У працях О.І. Федоренко, М.М. Орфанової, О.С. Ісаєва, І.С. Скороход, Г.С. Білик, Т.М. Пушкарьова-Безділь та ін. висвітлені проблеми відходів та функціонування сміттєзвалищ, проте практично не дослідженими залишають проблеми відходів у межах туристичних дестинацій. Тому актуальним завданням екологічних досліджень в межах територій туристичних дестинацій є ідентифікація та дослідження поняття відходів, їх класифікація, удосконалення і розробка ефективних методів поводження з ними.

З розглянутих літературних джерел виявлено, що поняття відходів у межах туристичних дестинацій, а саме твердих побутових відходів, та відповідно і їх класифікації не має в українському законодавстві та науковій літературі. З усіх розглянутих, лише у класифікації Т.М. Довгої виділяються окремо відходи від готельно-ресторанного бізнесу, але цього недостатньо.

З метою ефективного поводження з відходами, зменшення навантаження на полігони побутових відходів, покращення екологічної ситуації, пропонуємо класифікувати тверді побутові відходи туристичних дестинацій наступним чином: у залежності від сфери утворення (готельного господарства, ресторанного господарства, відкритих територій, офісних приміщень); у залежності від походження (органічні (харчові відходи, рослинні відходи), неорганічні (пластик, папір, пластмаса, поліетилен)); за ступенем небезпеки (високонебезпечені, малонебезпечні); за морфологічним складом (харчові відходи, паперові відходи, скло, пластмаса, інші).

Обсяг утворених відходів у межах туристичних дестинацій формується під впливом багатьох факторів. На основі проаналізованої інформації факторами, що впливають на обсяг відходів у межах таких туристичних дестинацій були обрані [1]: кількість туристів та екскурсантів (так як у піки

туристичних сезонів кількість туристів може значно перевищувати кількість місцевого населення, а відповідно в разі зростає обсяг відходів); курс валют (так як це фактор купівельної спроможності туристів, що впливає на обсяг відходів); чисельність населення (так як дані щодо обсягів відходів включають відходи, створені як туристами та екскурсантами так і місцевим населенням).

Ступінь їх впливу яких можна оцінити за допомогою статистичних методів обробки даних програми MS Excel. Так, як найбільш поширеними у межах туристичних дестинацій відходами є тверді побутові відходи нами був здійснений регресійний аналіз для такого виду відходів у Івано-Франківській області. Отриманий коефіцієнт множинної регресії  $R = 0,779$  вказує на щільний зв'язок між результативним показником та факторними величинами. Щодо значення коефіцієнту детермінації  $R^2$  отриманої кореляційно-регресійної моделі  $R^2 = 0,607$ , то залежність обсягу утворених відходів на 60,8% обумовлена обраними факторними величинами. У результаті розв'язання поставленої мети три факторного кореляційно-регресійного аналізу, було побудовано економіко-математична модель, яка має наступний вигляд (1):

$$Y = -30,75 - 0,02 \cdot X_1 - 0,29 \cdot X_2 + 31,86 \cdot X_3 \quad (1)$$

Аналіз статистичних показників утворення відходів в Івано-Франківській області у 2000-2015 рр., показав, що їх кількість практично постійно зростала та у 2015 році сягнула 2123,8 тис. т [2].

Для туризму більш актуальними є тверді побутові відходи. Відповідно до даних Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства та даних Івано-Франківської обласної державної адміністрації кількість таких відходів з 2010 по 2014 роки майже постійно збільшувалась та в середньому на рік становила 207,7 тис. т [2]. На фоні загального падіння виробництва, очевидно таке збільшення пов'язано також і з туристичною діяльністю, яка на фоні інших галузей господарства показує стабільне зростання.

У рамковій директиві 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року наведена піраміда від найбільш до найменш прийнятних методів поводження з відходами. Серед існуючих методів управління відходами, таких як попередження, мінімізація, повторне використання, перероблення, утилізація, найбільш прийнятним вважається метод попередження відходів.

О. Сігал вказав, що країни з низьким рівнем доходів (менше 500\$/особа), наприклад Україна, практикують такі методи поводження з відходами як їх видалення на звалища і компостування.

Цю тезу підтверджує аналіз статистичних даних щодо відходів. Так, протягом 2010-2015 рр. у Івано-Франківській області обсяг відходів, видалених на звалища, зріс майже у 10 разів і з усього обсягу відходів склав майже 50 %. Більше того у зв'язку з неефективним поводження з цими відходами, відсутністю сучасних методів переробки та пресування їх обсяг у спеціально відведених місцях постійно збільшується, а з 2010 року зріс майже на 25% і зараз становить 42644 тис. т [2].

Туризм досить стрімко розвивається в Івано-Франківській області, а туристи є значним джерелом відходів. Так як практично кожного року зростала кількість туристів та екскурсантів (у 2016 року ця цифра сягнула майже 2 млн осіб), то можна стверджувати, що кількість згенерованих ними відходів також зростала відповідно і до цих значень.

За даними Всесвітньої туристичної організації, кожен турист в Європі створює принаймні 1 кг твердих відходів в день. Якщо прийняти, що середня тривалість перебування туристів в Карпатському регіоні 5,56 дні і екскурсантів 1 день, можемо розрахувати потенційно можливу кількість утворених твердих відходів у Івано-Франківській області. Так як у 2015 році область відвідали 59032 туристів та 1787948 екскурсантів, то обсяг відходів отриманих у результаті туристичної діяльності, що становить 2116,2 т.

Хоча доля розрахованих туристичних відходів є незначною (лише 1%), вони утворюються, головним чином, в туристичних гірських районах, де проблема полігонів залишається актуальною. Проблема захоронення відходів стоїть гостро практично у всіх туристичних дестинаціях області, але особливо, у Яремчанській міській раді, Верховинському, Надвірнянському районах тощо. Значна кількість твердих відходів збирається на несанкціонованих звалищах. Окрім того, зважаючи на недосконалість системи збору статистичних даних щодо туристичних потоків в Україні та на те, що реально туристи генерують більше як 1 кг відходів на день, можемо стверджувати, що ці дані є лише орієнтовними та підтверджують наявність такої проблеми.

Зараз актуальним в Україні стає питання удосконалення існуючих та впровадження нових методів поводження з відходами, як наприклад, пресування відходів та їх переробка. З метою економії, зручності при транспортуванні та подальшому складуванні чи переробці нами розроблений пристрій для пресування пластикової тари в місцях збирання використаної тари. Для часткового розділення відходів у закладах гостинності нами розроблено пристрій для збору та часткового розділення побутових відходів, а для збільшення інтенсивності вентиляції сухих компостуючи екотуалетів – пристрій примусової витяжної вентиляції.

Отже, на даний час туризм як галузь господарювання уже не можна вважати екологічно безпечним. Ідентифіковано основні екологічні наслідки функціонування туристичної сфери. Проблеми управління твердими побутовими відходами у межах туристичних дестинацій є одними з основних недосліджених та не вирішених екологічних проблем в туристично-рекреаційній сфері України, а особливо в гірській Івано-Франківській області, що є дуже вразливою до антропогенного впливу. 3

метою ефективного поводження з відходами була розроблена класифікація твердих побутових відходів туристичних дестинацій, визначено фактори впливу на обсяг їх утворення, розроблено напрями оптимізації поводження з відходами.

*Перелік посилань на джерела*

1. Коробейникова Я.С. Study of ecological changes factors of the tourist destinations environment/ Я.С. Коробейникова, Ю.І. Юрас, П.М. Райтер//Збірник VII Всесвітнього конгресу "Авіація у XXI столітті" – "Безпека в авіації та космічні технології"(19-21 вересня 2016 р.) – Київ, 2016. – с.99-102

2. Головне управління статистики Івано-Франківської області[Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ifstat.gov.ua

---

УДК 504.4(477.86)

## НЕБЕЗПЕКА ТИФУ НА ТЕРИТОРІЇ СЕЛА ДОВГЕ-КАЛУСЬКЕ КАЛУСЬКОГО РАЙОНУ ІВАНО-ФРАНКІВЩИНИ

Антонюк Н. В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, antoniuknataliia@gmail.com*

Стаття присвячена проблемі потрапляння інфекційного захворювання у річку Лімниця на території села Довге-Калуське Калуського району Івано-Франківської області.

Постановка проблеми. Можливість потрапляння інфекційного захворювання у річку Лімниця.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Скарга ГО "Залізний тризуб".

Постановка завдання. Терміни можливого потрапляння інфекційного захворювання у річку Лімниця.

Методи дослідження. Дослідження виконано за допомогою сучасного методу з використанням дрона.

Село Довге-Калуське розташоване між річками Чечва та Лімниця у Калуському районі Івано-Франківської області. Село входить до Пійлівської сільської ради.

Шість років тому після паводків на річці Чечві було споруджено пішохідний міст через річку яке будувало ТзОВ "СП Будучність". Саме ТзОВ "СП Будучність" причетна до масштабного видобування піщано-гравійної суміші на Чечві та Лімниці.

З використанням сучасної техніки, а саме дрона, було знято відео на якому чітко видно сліди від коліс вантажівок, що залишилися неподалік мосту, нижче по течії річки. Там же наміто невеличку піщано-гравійну дамбу, що майже по всій ширині загородила течію Чечви.

Раніше інтернет - видання про новини Львова і Львівщини «Варіанти» писали про небезпеки та наслідки видобування піщано-гравійної суміші на гірських річках. Дрон-зйомкою було зафіксовано місце "відбирання" рікою берегів Лімниці.

Розробка родовища піщано-гравійної суміші велась ще з часів СРСР. Голова сільської ради Микола Семанів розповів, що відтоді на березі залишилися штучні озера. Їх було передбачено як протипаводкові заходи, які бережуть село від затоплення.

Чотири роки тому річка змінила русло, наблизившись на 200 метрів до села. Ріка поступово "захоплює" сільське пасовище. Лімниця змінює берегову лінію з швидкістю близько 10-20 метрів на рік, зменшивши площу пасовища приблизно на 5 га.

Однак найбільша небезпека полягає в тому, що неподалік ріки розташоване діюче кладовище, землі якого може підмити Лімниця. Загрозливішою ситуація є через те, що у 1940-х роках на ньому хоронили людей, померлих від тифу.

Микола Семанів пригадує: "За останніх 25 років Лімницю не вирівнювали ні разу, навіть не намагалися. Шкода того ялівцю, який росте на пасовищі, шкода самого пасовища. Нічого не робиться. Основна проблема – виділення коштів, яке не відбувається".

Проаналізувавши фото та відео за допомогою дрона було зроблено **висновки**, що відстань між Лімницею та кладовищем трохи більше трьохсот метрів. Тобто за якихось 15 років ріка може впритул наблизитись до тифозного кладовища. І тут наслідки видобування піщано-гравійної суміші перегинаються з проблемою втрати основного джерела питної води калушан – колись найчистішої річки Європи – Лімниці.

Наразі єдиними, хто крім селян намагається контролювати видобування піщано-гравійної суміші на Лімниці, є ГО «Залізний тризуб», яка звернулася з відповідною скаргою до генпрокурора. Схоже, що остаточне рішення у екологічній біді села Довге-Калуське буде саме за київськими можновладцями.

*Літературні джерела*

1. Інформація інтернет - видання про новини Львова і Львівщини «Варіанти».

2. Скарга ГО "Залізний тризуб".

3. «Калуське межиріччя» у рамках проекту «Дрон-погляд на зони екологічного лиха Львівщини».

УДК 504.3.054 (477.83)

## АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВУГІЛЬНИХ ТЕС НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ (НА ПРИКЛАДІ ДТЕК БУРШТИНСЬКА ТЕС)

Чичул Х.-М. М., Лялюк-Вітер Г. Д.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу; 76019, м. Івано – Франківськ,  
вул. Карпатська, 15; e-mail: bzhd@nung.edu.ua

Найважливішою галуззю паливно-енергетичного комплексу України є електроенергетика. До суб'єктів електроенергетики відносяться енергогенеруючі потужності (атомні, теплові, гідроелектростанції, а також електростанції на поновлювальних джерелах енергії), магістральні лінії електропередачі напругою 220-750 кВ і розподільчі електромережі енергопостачальних компаній. Перераховані об'єкти, об'єднані у єдиному режимі роботи і утворюють Об'єднану енергосистему (ОЕС) України. У паралельному режимі, зокрема через електромережі "Острова ДТЕК Бурштинської ТЕС", ОЕС співпрацює з європейським енергооб'єднанням ENTSO-E [1-2].

ДТЕК Бурштинська ТЕС для продукції електричної енергії використовує три види палива: тверде (кам'яне вугілля), рідке (мазут) і газове (природний газ).

Перетворення первинних носіїв енергії в енергію електричну характеризується позитивними і негативними рисами (рис. 1). Найбільший прямий вплив вугільні електростанції мають на атмосферне повітря, але й відбувається опосередкований вплив на інші компоненти довкілля.

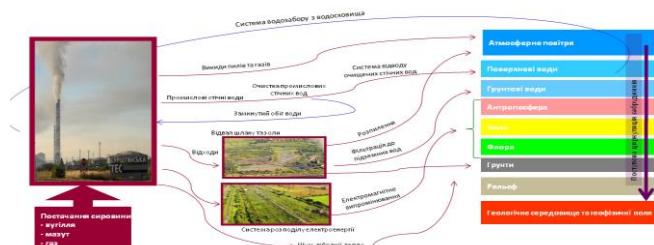


Рис. 1. Схема впливу діяльності ДТЕК Бурштинська ТЕС на навколишнє середовище

Теплова електростанція даного типу впливає на атмосферне повітря через викиди димових газів та пилу. Склад викидів залежить від виду палива, що застосовується, а також параметрів процесу спалювання. Процес спалювання обумовлений температурою, відношенням кількості повітря до кількості палива та конструкцією котла.

До складу викидів ТЕС входять 6 груп речовин: пил (різного класу дисперсії), діоксиди вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), оксиди вуглецю (CO), сірчистий газ (сірчистий ангідрид ( $\text{SO}_2$ )), три види оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ) і органічні сполуки.

Найбільша кількість пилу виникає в результаті спалювання твердого палива, а в разі спалювання рідкого і газоподібного палива спостерігаються тільки його сліди. Виникнення пилу пов'язане з вмістом у паливі баласту. Пилу властивий комплексний склад. Окрім сажі у ньому є важкі метали, які є дуже небезпечними для здоров'я людей та звірів і можуть мати канцерогенну дію. Важким металом характерна акумуляція в ґрунтах. Кількість пилу, що потрапляє до атмосферного повітря від діяльності ДТЕК Бурштинська ТЕС, визначається на підставі досліджень вмісту сухого залишку спалювання в спалюваному вугіллі [3]. Також при обрахуванні вмісту пилу у валових викидах береться до уваги його вміст у спалюваному вугіллі, ефективність встановлених електрофільтрів та об'єми складування відходів спалювання [3].

Оксид вуглецю виникає в результаті спалювання палив з невідповідною кількістю кисню і є токсичним газом для живих організмів, може призвести до смерті від задухи.

Діоксид вуглецю виникає в результаті згоряння вугілля, а також вуглецевмісних субстанцій, що містяться в паливах. Вплив діоксиду вуглецю на довкілля є комплексним. З одного боку, такий газ необхідний для процесів фотосинтезу, а з іншого впливає на парниковий ефект (парниковий газ) [4].

Сірчистий газ виникає в діапазоні полум'я. Кількість його прямо пропорційно залежить від вмісту сірки в паливі. Найбільша кількість  $\text{SO}_2$  виникає при спалюванні твердого палива, в разі спалювання природного газу є тільки сліди. Сірчистий газ є токсичним газом з вираженим запахом. Перевищення встановлених норм концентрації шкідливо впливає на дихальні шляхи людського організму, а у рослин спричиняє відмирання листків. Сірчистий при наявності озону перетворюється в дуже небезпечний для навколишнього середовища  $\text{SO}_3$  – ангідрид сірчаної кислоти ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), що поєднується в хмарах з водяною паром і випадає на Землю у вигляді кислотних дощів [4].

В процесі спалювання палива виникає три типи оксидів азоту в результаті трьох різних механізмів: термічні оксиди, оксиди палива та швидкі оксиди. Термічні оксиди  $\text{NO}_x$  виникають при високих температурах спалювання. Їх джерелом є азот, що міститься в повітрі. Оксиди палива виникають в результаті спалення азоту та його сполук, що містяться у паливі. Швидкі оксиди є ефектом дуже швидких радикальних реакцій, що відбуваються при високих температурах. У випадку



спалювання вугілля домінуючим є механізм утворення оксидів палива, а при спалюванні рідкого палива (мазуту) механізм утворення термічних та швидких оксидів. Кількість оксидів азоту обумовлюється температурою спалювання [5]. Оксиди азоту подразливо впливають на органи дихання, долучаються до виникнення смогу, зменшують видимість, обмежують нагрівання поверхні Землі сонячним теплом, нищать озоновий шар.

До складу викидів ТЕС входять і органічні сполуки: аліфатичні вуглеводні, поліциклічні ароматичні вуглеводні.

Оскільки в балансі сировини, що використовується домінуючим є вугілля, саме й тому його параметри визначають склад димових газів та твердих відходів спалювання.

Кількісний склад і пропорційний вміст зазначених вище речовин в загальному об'ємі викидів можна визначити трьома способами:

- хроматографічний аналіз пилогазоповітряної суміші, що викидається;
- визначення валових викидів забруднюючих речовин викинутих в атмосферне повітря за методикою ГДК на підставі параметрів спалюваної сировини та параметрів її спалювання.
- стехіометричні розрахунки на підставі параметрів спалюваної сировини та параметрів її спалювання, параметрів твердих відходів спалювання (золи та шлаків).

Для реалізації останнього способу, до уваги беруться такі параметри: вміст у вугіллі твердого залишку спалювання, вміст карбону та вміст сірки, а також відношення вуглецю і сірки до їх вмісту в твердих відходах спалювання і параметри процесу спалювання сировини у котлі [3].

Отже, ДТЕК Бурштинська ТЕС, як вугільна електростанція, впливає безпосередньо на атмосферне повітря, а значить і на інші компоненти навколишнього природного середовища регіону.

#### *Літературні джерела*

1. [Електронний ресурс]. - Режим доступу до док.: <http://mpe.kmu.gov.ua>
2. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. МЕНП, 2013 [Електронний ресурс]. - Режим доступу до док.: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>
3. Чичул Х.-М. М. Екологічна оцінка вугільного палива ДТЕК Бурштинської ТЕС та проект додаткових природоохоронних заходів. Магістерська робота, м. Івано-Франківськ, 2017-147 с.
4. Michalak J., 2014. Wybrane aspekty oddziaływania elektrowni na środowisko. Przegląd elektrotechniczny, SIGMA-NOT, 90, 152-156.
5. Lorenz U., 2005. Skutki spalania węgla kamiennego dla środowiska przyrodniczego i możliwości ich ograniczenia. Mat. Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Sympozja i Konferencje, 64. Wyd. Instytut GSMiE PAN, Kraków, 97-112.

---

УДК [504.5:546.561]:622.333

## **ВПЛИВ ВУГЛЕВИДОБУТКУ У ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОМУ КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОМУ БАСЕЙНІ НА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ МІДДЮ**

**Кочмар І.М., Карабин В.В.**

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, вул. Клепарівська, 35.  
vasyl.karabyn@gmail.com*

Вуглевидобуток в Україні представлений трьома басейнами: Донецьким, Львівсько-Волинським кам'яновугільними басейнами та Дніпровським буровугільним басейном.

У Львівсько-Волинському кам'яновугільному басейні знаходиться близько 70 вугільних пластів з максимальною потужністю 2 м, основна потужність 0,5-1,1 м. В басейні зосереджені поклади від довгополуменевого до газового та газОВО-жирного вугілля, яке використовується як енергетичне паливо. Значну частину вугілля басейну використовують Бурштинська та Добротвірська теплові електростанції.

Видобуток вугілля здійснюється підземним (шахтним) способом, оскільки глибина залягання вугільних пластів знаходить в межах від 300 до 1200 м. У середньому видобуток 1 млн. т вугілля шахтним способом супроводжується знищенням 5 га природних угідь [1]. На кожен тону вугілля, що видобувається підземним способом, на поверхню видається в середньому 0,25 т. породи, а при відкритому видобутку вугілля - 7,1 т [2].

Проблема нагромадження відвальної породи являється однією з основних проблем вуглевидобувних районів. Головним компонентом відходів у териконах є порожня порода, що утворюється під час видобування вугілля або вилучається внаслідок його збагачення.

Внаслідок зростання кількості териконів з відвальними породами вуглевидобутку вилучаються значні площі родючих земель, порушуються ландшафти, забруднюються ґрунти, поверхневі та підземні води, змінюють гідрогеологічний режим прилеглих територій; забруднюють атмосферу пилом і газами. Усі перераховані фактори стають причиною зміни та деградації природних екосистем, зміни умов проживання й стану здоров'я населення прилеглих до вуглевидобувних зон територій.

Значну небезпеку представляє собою забруднення вод та ґрунтів важкими металами. Одним із таких металів є мідь, яка часто зустрічається у відвальних породах шахт [3]. Розповсюдженість міді (у % ваг.) в літосфері  $4,7 \cdot 10^{-3}$ , в ґрунтах  $2 \cdot 10^{-3}$  та ростинах (в золі)  $2 \cdot 10^{-2}$  [4].

Валовий вміст міді у відвальних шахтних породах Західного Донбасу коливається від 20 до 50,0 мг/кг, а їх середнє значення становить 38,3 мг/кг. [5].

Породи териконів Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну містять мідь у концентраціях від 9,5 до 139,3 мг/кг табл.

Таблиця 1 – Вміст валових форм міді у породах териконів вугільних шахт Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну

Шахта	Концентрація міді, г/т				Джерело даних
	Аргіліт	Алевроліт	Пісковик	Суміш порід	
Візейська	128,4	136,7	27,02	65,53	[6]
Межирічанська	82,8	23,2	9,5	30,8	[7]
Червоноградська	75,4	139,3	17,1	67,5	[8]
Степова	-	-	-	6,5	[9]
Нововолинська 1	-	-	-	29,0	[10]
Нововолинська 2	-	-	-	35,0	[10]
Нововолинська 3	-	-	-	34,0	[10]
Нововолинська 4	-	-	-	24,0	[10]
Нововолинська 5	-	-	-	40,0	[10]
Нововолинська 6	-	-	-	32,0	[10]
Нововолинська 8	-	-	-	30,0	[10]

Гранично допустима концентрація (ГДК) рухомих форм міді в ґрунтах з урахуванням фону – 3,0 мг/кг, фонові 55 мг/кг [11].

Ґрунти у зоні техногенезу вугільних шахт часто містять підвищені кількості важких металів, зокрема міді. Дослідники [12] встановили, що вміст міді у ґрунті прилеглому до території терикону шахти Червоноградська (0 – 500 м) коливається в межах від 3 до 36 мг/кг. За даними [10] геохімічний фон ґрунтів по міді у Волинській області становить 15,1 мг/кг.

Підвищений вміст міді у ґрунтах небезпечний для рослин та інших живих організмів. Незважаючи на загальну толерантність рослинних видів і генотипів до міді, цей елемент все ж розглядається як сильно токсичний. Передбачити, при яких концентраціях міді в ґрунті виникнуть токсичні ефекти в рослинах, надзвичайно складно, надлишок Си в поверхневому шарі ґрантів пригнічує розвиток рослин, особливо уповільнює проростання зерен і розвиток кореневої системи.

Концентрація Си в тканинах рослин, мабуть, залежить від рівня її вмісту в живильних розчинах і ґрунтах, проте параметри цього зв'язку різні для різних видів рослин і їх частин. Вміст Си в рослинах з незабруднених регіонів різних країн коливається від 1 до 10 мг/кг сухої маси. У золі різноманітних рослинних видів міді міститься 5 - 1500 мг/кг. У ряду видів, які ростуть в широкому діапазоні природних умов, концентрації міді в пагонах рідко перевищують 20 мг/кг сухої маси, тому така величина часто розглядається як межа, що відокремлює область надлишкових змістів [13].

#### Літературні джерела

1. [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=REF&P21DBN=REF&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9B](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=REF&P21DBN=REF&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9B) Системі технологій: навч. посіб. / Л. П. Клименко, С. М. Соловійов, Г. Л. Норд; Миколаїв. держ. гуманіт. ун-т ім. П.Могили комплексу "Києво-Могилян. акад." - Миколаїв : МГДУ, 2007. - 599 с.
2. Крапчин И.П., Кудинов Ю.С. Угольсегодня, завтра. Технология. Экология. Экономика. М., «Новыйвек», 2001.-216 с.
3. Баранов В.І. Екологічний опис породного відвалу вугільних шахт ЦЗФ ЗАТ „Львівсистеменерго” як об'єкта для озеленення / В.І. Баранов // Вісник Львівського університету. Сер.: Біол., 2008. – Вип.46 – С. 172-178.
4. Краткий справочник по геохимии ; ред. Войткевич Г. В., Мирошников А. Е., Поваренных А. С., Прохоров В. Г. – М. : Недра, 1970. – 280 с.
5. Пат.55027 Україна МПК G01N 33/24 G01N 33/18. Спосіб визначення класу небезпеки твердих відходів гірничодобувної промисловості / Г. А. Кроїк, В. А. Білецька, Н. Є. Ядечко, В. І. Демура ; власник Дніпропетровський Національний університет імені Олеся Гончара. – № u200909965 ; заявл. 30.09.2009 ; опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23. – 3 с.
6. Книш І.Б. Геохімія мікроелементів у породах терикона шахти Візейська Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну // І.Б. Книш // Вісник Львівського університету. – Сер.: геологічна, 2008. – Вип 22. – С. 58–71.
7. Книш І.Б. Геохімія мікроелементів у породах терикону копальні Межирічанська Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну / І. Книш, В. Карабин // Геологія і геохімія горючих копалин. — 2010. — № 3-4 (152-153). — С. 85-101.
8. Knysh I., Karabyn V. Heavy metals distribution in the waste pile rocks of Chervonogradska mine of the Lviv-Volyn coal basin (Ukraine). Pollution Research Journal Papers. Vol 33, Issue 04, 2014. 663-670.
9. Книш І.Б. Розподіл вмісту хемічних елементів у породах териконів Червоноградського гірничо-промислового району. // І.Б. Книш, В.В. Харкевич // Вісник Львівського університету. – Сер.: геологічна, 2003. – Вип. 17. – С. 148-158.

10. Терешук О. Вплив відвалів гірничодобувної промисловості на навколишнє середовище Нововолинського гірничопромислового району // Вісник Львівського університету. – Сер.: Географічна, 2007. – Вип. 34. – С. 279-285.

11. Предельно допустиме концентрации химических веществ в почве (ПДК), утв. МЗ СССР от 01.02.85. – №3210.

12. Яцук О. М. Особливості територіального розподілу важких металів у зоні впливу відвалу Червоноградської шахти / О. М. Яцук, В. В. Снітинський // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького. – 2011. Т. 113, № 2(2). – С. 190-195.

13. Кабата-Пендиас А., Пендиас Микроэлементы в почвах и растениях: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 439 с.

---

УДК 553.98+504.064

## ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ МОНІТОРИНГУ ПІДЗЕМНИХ І ПОВЕРХНЕВИХ ВОД НА ОБ'ЄКТАХ НАФТОГАЗОВИДОБУВНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Дядін Д. В.

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова  
вул. Революції 12, 61002, м. Харків, e-mail: dmdyadin@gmail.com*

Чинне екологічне законодавство України відносить об'єкти нафтогазовидобувної галузі до екологічно небезпечних і зобов'язує видобувні підприємства здійснювати моніторинг стану підземних і поверхневих вод на території своєї діяльності та у зоні можливого шкідливого впливу на водні об'єкти [1, 2]. Регулярні спостереження повинні проводитися як безпосередньо на ділянках розміщення технологічних споруд (свердловин, установок переробки нафти і газу, накопичувачів нафтошламів тощо), так і на прилеглий території за напрямками поверхневого і підземного стоку.

Під час проектування моніторингу вод, напевно, одним із найскладніших питань є вибір комплексу гіdroхімічних показників, що могли б служити критеріями техногенного навантаження на підземні та поверхневі води [3]. Складність полягає в необхідності вибору з декількох десятків аналізованих компонентів у природних водах такої їхньої кількості, що дозволяло б проводити аналіз досить оперативно, і при мінімальній вартості робіт забезпечувало б високу надійність діагностики антропогенного забруднення вод.

Гіdroхімічні показники, що могли б характеризувати техногенне навантаження на підземні та поверхневі води, повинні відповідати таким вимогам:

- відповідати характерним викидам промислових підприємств;
- допускати транспортування проб і аналіз через 3–5 діб з моменту відбору та/або можливість консервації проб;
- методика визначення повинна бути загальноприйнятою і не вимагати унікального устаткування;
- обов'язковому визначенню підлягають рухливі компоненти, вміст яких у природних водах зафіксовано на рівні та вище гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Основними речовинами-забрудниками підземних і поверхневих вод на ділянках експлуатації нафтогазовидобувних об'єктів виступають нафтопродукти та компоненти супутніх пластових вод, які видобуваються у складі продукції з експлуатаційних свердловин. Наш досвід гіdroхімічного моніторингу на родовищах Дніпровсько-Донецького басейну показує, що нафтопродуктам при цьому належить підпорядкована роль у забрудненні водних об'єктів. Це обумовлено, по-перше, значно рідшими поривами на комунікаціях, що транспортують сировину від свердловин до об'єктів переробки вуглеводнів, а по-друге, низькою рухливістю вуглеводнів у поверхневому шарі ґрунтів і достатньо ефективними заходами ліквідації подібних аварій. На відміну від малорухливих нафтопродуктів, супутні пластові води (СПВ), які надходять із продуктивних горизонтів кам'яновугільних та пермських відкладів, є хлоридними кальцієво-натрієвими розсолами з мінералізацією 80–300 г/дм<sup>3</sup> і високими концентраціями таких рухомих і токсичних елементів як хлор, бром, натрій, стронцій та літій. Тому, навіть незначні обсяги втрат СПВ призводять до суттєвих змін у складі поверхневих вод і прісних підземних вод зони активного водообміну. Найбільшу небезпеку із макрокомпонентів у складі СПВ представляють: хлорид-іон – елемент-ідеальний мігрант, що практично не має геохімічних бар'єрів, окрім випарного, та натрій-іон, також дуже рухливий у зоні активного водообміну. Із мікрокомпонентів найбільшої уваги привертають літій та стронцій, які є також доволі рухливими компонентами, нехарактерними для фонового складу поверхневих і неглибоких підземних вод Дніпровсько-Донецької западини та чинять певний негативний вплив на біоту у разі високих концентрацій. Вміст всіх зазначених компонентів у складі СПВ перевищує гранично-допустимі концентрації (ГДК) для питних вод у десятки і сотні разів [4].

Окрім вище описаних специфічних компонентів-забрудників, набір гіdroхімічних показників моніторингу має включати всі макрокомпоненти, наявні у природних водах – гіdroкарбонати, сульфати, кальцій, магній, натрій – для визначення загального складу і типу вод, розрахунків загальної жорсткості та мінералізації. Другорядні компоненти – нітрати і калій – доповнюють загальний склад вод, а головне, свідчать про наявність сторонніх забруднень, що можуть впливати на якісні властивості води – від сільськогосподарської діяльності та неканалізованої житлової забудови. Останній тип забруднення є дуже характерним для сільської місцевості і виявляється майже скрізь, де порушуються санітарні та

технічні вимоги до улаштування колодязів і каптажів джерел, не витримуються належні відстані від джерел забруднення до водозабірних споруд тощо. Важливо також звернути увагу, що усі компоненти складу вод мають визначатися прямими методиками, що підвищує достовірність аналізу, дозволяючи оцінити його внутрішню погрішність за іонним балансом. Це, перш за все, стосується вмісту натрію та калію, сума яких зазвичай розраховується по різниці визначених у воді аніонів і катіонів.

Невід'ємною складовою гідрохімічного моніторингу є польові експрес-вимірювання фізико-хімічних параметрів води під час відбирання проб безпосередньо на місці відбору. Загальноприйнятими та найбільш корисними показниками є температура води, електропровідність, водневий показник (рН) та окислювально-відновний потенціал. З них найінформативнішим показником виступає електропровідність, величина якої прямо пропорційна мінералізації води, тобто загальній кількості розчинених у ній солей. Використовуючи встановлені коефіцієнти перерахунку, можна відразу отримати орієнтовне значення мінералізації води на місці та виявити, відповідно, її аномальні підвищення у порівнянні з попередніми етапи досліджень або з іншими точками моніторингу, які свідчать про наявність техногенного впливу. Даний набір експрес-показників дозволяє отримати уяву щодо гідрохімічної обстановки у водному об'єкті, яка визначає умови міграції речовин-забрудників, більшою мірою для металів зі змінною валентністю. Крім того, вимірювання даних показників під час прокачування спостережних свердловин дозволяє контролювати процес заміщення застійної води зі стовбуру свердловини на «свіжу» із пласта, і це забезпечує репрезентативність проби підземних вод, що відбирається [5].

Важливим завданням під час інтерпретації результатів моніторингу є визначення джерел надходження нафтопродуктів у воді, якщо вони виявлені в пробах. Вирішити це завдання можна за допомогою специфічних компонентів – поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), до яких належать антрацен, пірен, бензапірен та інші. Співвідношення певних ПАВ, наприклад, відношення вмісту антрацену до суми вмісту антрацену та фенантрону, відношення флюорантену до суми вмісту флюорантену і пірену, дозволяє розрізнити вуглеводні, що мають пірогенне походження, тобто є результатом спалювання нафтопродуктів і випадіння з атмосфери, або петрогенне походження, тобто потрапляння у навколишнє середовище із рідкими витоками [6].

З урахуванням вищевикладеного, у сучасних умовах розробки нафтогазових родовищ на території України, можна рекомендувати такий мінімальний набір показників, що характеризують техногенне навантаження на поверхневі та підземні води на ділянках експлуатації об'єктів нафтогазовидобувної інфраструктури: а) експрес-вимірювання фізико-хімічних параметрів води – температура, електропровідність, водневий показник (рН), окислювально-відновний потенціал; б) лабораторні вимірювання – макрокомпоненти ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ); мікрокомпоненти ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ), органічні речовини (нафтопродукти). У наведеному переліку специфічними показниками-індикаторами забруднення підземних і поверхневих вод від об'єктів нафтогазовидобування слід вважати нафтопродукти, а також хлориди, натрій, літій і стронцій, які мають аномально високі концентрації в супутніх пластових водах і високу рухливість у водному середовищі.

#### *Літературні джерела*

1. Водний Кодекс України, № 213/95-ВР від 06.06.1995: офіц. текст із змін. станом на 03.06.2008 / Верховна Рада України. Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>
2. Правила розробки нафтових і газонафтових родовищ, затвердж. 15.10.1984 № 44. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/v0044400-84>
3. Рекомендации по проведению гидрохимического опробования и физико-химических исследований для оценки загрязнения подземных вод. – М.: Стройиздат, 1986. – 58 с.
4. Васильев А.Н., Журавель Н.Е., Клочко П.В. Организация гидрохимического мониторинга в условиях нефтегазоносного северо-востока Украины – Харьков: Экограф, 2001. – 112 с.
5. ДСТУ ISO 5667-11:2005 Якість води. Відбирання проб. Частина 11. Настанови щодо відбирання проб підземних вод, 2006.
6. Uher E., Mirande-Bret C., Gourlay-Francé C. Assessing the relation between anthropogenic pressure and PAH concentrations in surface water in the Seine River basin using multivariate analysis / Science of the Total Environment 557–558 (2016). – p. 551–561

## ДОСЛІДЖЕННЯ СОЦІАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА У СКЛАДІ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ НА ТЕРИТОРІЇ ДІЯЛЬНОСТІ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Дядін Д. В.<sup>1</sup>, Клочко Т. А.<sup>2</sup>, Журавель М. Ю.<sup>3</sup>, Клочко П. В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 61002, м. Харків, вул. Революції 12, e-mail: dmdyadin@gmail.com

<sup>2</sup>Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 61070, м. Харків, вул. Чкалова 17, e-mail: klochko.ta@gmail.com

<sup>3</sup>ТОВ «СВНЦ Інтелект-сервіс ЛТД», 61068, м. Харків, вул. Академіка Павлова, 20, оф. 5, e-mail: scentris@ukr.net

Особливістю територій нафтогазовидобування у межах Східного нафтогазоносного басейну є розташування інфраструктури родовищ на сільськогосподарських землях та в безпосередній близькості до населених пунктів. Близьке сусідство технологічних об'єктів часто породжує занепокоєність населення прилеглих територій станом довкілля і можливим впливом на здоров'я людей. У цих умовах виникають підстави для конфліктів і непорозуміння між громадою та видобувним підприємством, при чому претензії громади до видобувного підприємства можуть мати широкий тематичний спектр і різний ступінь обґрунтованості. У будь-якому разі видобувне підприємство, як надкористувач, згідно чинного законодавства України, має здійснювати у зоні свого можливого впливу регулярний контроль за станом компонентів довкілля, куди входить і соціальне середовище.

Дослідження соціального середовища є обов'язковою складовою матеріалів оцінки впливу діяльності підприємства на навколишнє середовище (ОВНС), зміст яких визначається у ДБН А.2.2.1-2003 [1], та матеріалів техніко-економічного обґрунтування кондицій під час підрахунку запасів нафти і газу [2, 3, 4]. До переліку цих досліджень входять: 1) коротка сучасна і прогнозна характеристики основних соціально-побутових умов проживання місцевого населення в зоні впливів планованої діяльності; 2) характеристика населення, яка включає інформацію про його статеву-вікову структуру, зайнятість, міграцію, чисельність, захворюваність і потреби; 3) позитивні і негативні впливи планованої діяльності на соціальні умови життєдіяльності та задоволення потреб місцевого населення, в тому числі його зайнятості; 4) впливи планованої діяльності на зони рекреації та обґрунтування заходів щодо їх збереження і раціонального використання. У випадках проектування особливо небезпечних промислових об'єктів, що можуть несприятливо впливати на навколишнє середовище, до яких належать і промислові об'єкти нафтогазовидобування здійснюється оцінка прогнозного впливу проектного об'єкта на стан здоров'я населення, яке мешкає на прилеглий території [5].

Таким чином, результати досліджень соціального середовища виступають основою для розробки матеріалів ОВНС, які, згідно вимог ДБН А.2.2.1-2003, необхідно розробляти і затверджувати для кожного об'єкту будівництва, включаючи свердловини, установки з підготовки і переробки вуглеводневої сировини тощо. Інший аспект необхідності проведення досліджень соціального середовища полягає у зобов'язаннях підприємства перед громадою та зацікавленості підприємства у доброзичливих відносинах із місцевими мешканцями. Від останніх залежать умови доступу підприємства до водних ресурсів, які використовуються для буріння свердловин, та земельних ресурсів, які беруться в оренду під майданчики свердловин, траси шлейфів і ділянки будівництва інших промислових об'єктів.

Об'єктом досліджень виступає, перш за все, населення, що мешкає у зоні можливого впливу нафтогазовидобувної діяльності, а також екологічні і соціально-економічні умови проживання людей, які визначають стан здоров'я та рівень життя. Метою досліджень є визначення й оцінка можливого впливу діяльності нафтогазовидобувного підприємства на здоров'я населення та умови його проживання, а також визначення потреб місцевої громади і, відповідно, пріоритетних напрямків благодійної допомоги.

Предметом досліджень є адміністративна одиниця – сільська рада, згода населення якої на громадських слуханнях є обов'язковою для розміщення об'єктів виробництва. Крім того, саме на рівні сільської ради, якій зазвичай підпорядковується декілька населених пунктів, узагальнюються офіційні статистичні дані щодо демографії, захворюваності та соціально-економічних показників, по яких проводять аналіз поточної ситуації та прогнозування її розвитку.

Серед соціально-економічних умов проживання одним із найважливіших факторів, що завжди викликає стурбованість сільського населення, є доступ до якісної питної води. Тому, пріоритет у дослідженнях соціально-економічних умов проживання на території родовища надається вивченню систем водопостачання – стану колодязів, водозабірних свердловин, водопровідних комунікацій та аналізу хімічного складу питних вод.

Визначальним критерієм вибору населених пунктів для досліджень є їхнє розташування на шляху розповсюдження речовин-забрудників від території нафтогазопромислу з поверхневим і підземним стоком, розсіювання шкідливих речовин у повітрі, шумового впливу та інших видів негативного впливу. Це означає, що на початковому етапі досліджень необхідно визначити напрямки можливих негативних впливів на основі відповідних карт у складі геоінформаційної системи. Взаємне розташування соціально значимих об'єктів та об'єктів нафтогазовидобувної інфраструктури на місцевості підлягає аналізу з позицій дотримання охоронних та захисних зон, що встановлюються згідно чинного законодавства.

Методи досліджень соціального середовища включають аналіз демографічної ситуації [6], стану захворюваності за даними медичної статистики [7, 8], соціально-економічних умов проживання, стану навколишнього середовища із виокремленням сторонніх факторів впливу, не пов'язаних із нафтогазовидобувною діяльністю, проведення соціологічних опитувань населення.

Соціологічні опитування населення, що мешкає у зоні можливого впливу від діяльності нафтогазовидобувного підприємства, проводяться серед дорослих (старше 18 років) мешканців населених пунктів. Метою опитувань є з'ясування декількох ключових питань, а саме: 1) ставлення місцевих мешканців до діяльності нафтогазовидобувної компанії; 2) обізнаність людей щодо проведених заходів із благодійної діяльності компанії; 3) виявлення нагальних екологічних, соціальних, економічних та інших проблем, що турбують населення і можуть вирішуватися за допомогою компанії. Основним методом збору соціологічної інформації доцільно використовувати напівстандартизоване інтерв'ю в техніці face-to-face за місцем проживання респондентів, що має на увазі безпосередню бесіду інтерв'юера з респондентом по питанням анкети, де заздалегідь визначені формулювання та послідовність, в якій вони задаються [9, 10].

Періодичність досліджень соціального середовища визначається, головним чином, змінами у технологічних процесах видобування та розвитком інфраструктури родовища, у тому числі на стадіях перерахунку запасів та під час доповнення технологічних схем розробки родовища. Тенденції змін демографічної ситуації, захворюваності та соціально-економічних умов проживання є достатньо тривалими у часі, не передбачають різких коливань за нормальних обставин, тому доцільним є проводити комплекс досліджень не рідше 1 разу на 5 років. Особливості збору та обробки офіційної медичної статистики дозволяють отримати найбільш достовірні дані в розрізі адміністративних районів.

Наш досвід моніторингу соціального середовища на окремих родовищах Полтавської області показує, що проведення цих досліджень є запорукою побудови гармонійних і продуктивних відносин нафтогазовидобувної компанії із місцевою громадою. На регіональному рівні, у разі систематичного проведення, комплекс досліджень екологічних та соціально-економічних умов проживання населення забезпечує визначення показників сталого розвитку регіону.

#### *Літературні джерела*

1. ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд»
2. Положення про порядок техніко-економічного обґрунтування кондицій для підрахунку запасів родовищ нафти і газу, затверджене наказом Державної комісії України по запасах корисних копалин від 27 листопада 2006 року №316
3. Інструкція про зміст, оформлення та порядок подання в ДКЗ України матеріалів геолого-економічної оцінки родовищ нафти і газу, затверджена наказом Державної комісії України по запасах корисних копалин від 18 жовтня 1999 р. № 120
4. Методичні рекомендації щодо структури і змісту розділів ТЕО з екологічного обґрунтування кондицій для підрахунку запасів нафти і газу, затверджені наказом Державної комісії України по запасах корисних копалин від 28.05.2009 р. №191
5. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів, затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996 р. №173
6. Методичні рекомендації з питань статистики населення. Затверджені наказом Держ-комстату України № 266 від 08.06.2001 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: // [http://www.ukrstat.gov.ua/metod\\_polog/snas/page\\_1.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/snas/page_1.htm)
7. Методические рекомендации «Унифицированные методы сбора данных, анализа и оценки заболеваемости населения с учетом комплексного действия факторов окружающей среды», утвержд. Госкомсанэпиднадзором РФ 26 февраля 1996 г. №01-19/12-17
8. Соціальна медицина та організація охорони здоров'я / Під заг. ред. Ю.В. Вороненка, В. Ф. Москаленка. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 680 с.
9. Бачинский Г. А. Социология: теоретические и прикладные аспекты / Г. А. Бачинский. – Киев: Наукова думка, 1991. – 152 с.
10. Ядов В. А. Стратегия социологического исследования: описание, объяснение, понимание социальной реальности / В. А. Ядов. – Москва: «Добросвет», 1999. – 596 с.

УДК 504.03+330.15

## **ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕННЯ СТРАТЕГІЧНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ**

**Радчук В.В., Новохацька Н.А.**

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ, Чоколівський б-р 13,  
м.Київ 186, 03150, valentyn.radchuk@gmail.com, Novohatska@nas.gov.ua*

Екологічні проблеми, які гостро постали перед суспільством та мають глобальний характер, потребують впровадження ефективних інструментів екологічної політики превентивного управління у галузі охорони довкілля. До таких інструментів відноситься стратегічна екологічна оцінка (СЕО), яка спрямована на реалізацію й охорону екологічних прав та інтересів суспільства, шляхом інтеграції екологічних пріоритетів у плани та програми соціально-економічного розвитку країни.

СЕО розглядають як системний та попереджувальний процес, що здійснюється з метою аналізу впливу на довкілля запропонованих проектів документів стратегічного характеру, а також з метою інтегрування результатів оцінки в процес прийняття рішень. Європейський досвід впровадження СЕО є найкращою альтернативою для України завдяки низці переваг, в тому числі не потребує розробки з «нуля», оскільки в ЄС прийнята відповідна нормативно-правова база і є відповідно підготовлені фахівці. Першочерговою та важливою гарантією належного застосування процедури СЕО в Україні, крім прийняття спеціального закону «Про стратегічну екологічну оцінку» є підготовка фахівців в даній галузі діяльності, які будуть в змозі визначати екологічну значимість стратегічних рішень, їх вплив на довкілля, що сприятиме економічному розвитку України.

Загалом СЕО організується й проводиться з метою виявлення й прийняття необхідних і достатніх заходів щодо попередження можливих неприйнятних для суспільства екологічних і пов'язаних з ними соціальних, економічних і інших наслідків реалізації намічуваних стратегічних рішень. СЕО є формою екологічної оцінки, здатної допомогти менеджерам і особам, що ухвалюють рішення, в ухваленні екологічно забезпечених, безпечних, комплексних і стійких стратегічних (політичних, планувальних і програмних) рішень [1].

СЕО покликана гарантувати, що ініціатор, який приймає стратегічне рішення з об'єкту СЕО, обізнаний про екологічні й пов'язані з ними соціальні, економічні і інші наслідки його реалізації; підтвердити екологічну ефективність стратегічного рішення, пов'язану із забезпеченням екологічної безпеки й охорони навколишнього середовища; не допускати виникнення екологічних ризиків, що загрожують успіху реалізації стратегічного рішення.

У структурі формалізованої методики для стандартизації процедур проведення СЕО передбачаються такі обов'язкові етапи (відповідно до аналогічних критеріїв в країнах ЄС):

Етап 1. Формування технічного завдання (ТЗ) на виконання СЕО.

Етап 2. Дослідження екологічної ситуації по сфері можливого впливу. Виявлення й оцінка впливів на навколишнє середовище альтернативних стратегічних рішень.

Етап 3. Виявлення екологічних і пов'язаних з ними соціальних, економічних й інших наслідків реалізації намічovanого стратегічного рішення.

Етап 4. Проведення громадських слухань з проекту намічovanого стратегічного рішення й попередніх результатів СЕО [2].

Технічне завдання (ТЗ) на виконання СЕО формується з метою оповіщення про початок розробки документа стратегічного рівня (ДСР), виявлення кола зацікавлених сторін, їхніх інтересів і можливостей, визначення масштабу робіт та вибір виконавців. ТЗ містить опис цілей, завдань, загальних підходів до виконання передбачуваних робіт, очікуваних результатів, термінів проведення СЕО, умов фінансування й ін. Проект ТЗ публікується в ЗМІ для громадського обговорення проекту ТЗ на виконання СЕО і тільки після цього затверджується ініціатором.

Наступним етапом процедури проведення СЕО є виявлення й оцінка впливів на навколишнє середовище альтернативних стратегічних рішень, що складається з 5 операцій: 1) оцінка правильності постановки обраної проблеми й цілей стратегічного рішення; 2) аналіз сучасного стану навколишнього середовища й екологічних проблем досліджуваної території; 3) аналіз міжнародних зобов'язань України, природоохоронних вимог законодавства, інших нормативних вимог, у рамках яких розробляється стратегічне рішення; 4) виявлення і оцінка впливів на навколишнє середовище альтернативних стратегічних рішень; 5) опис виявлених впливів на навколишнє середовище альтернативних стратегічних рішень, які виникнуть у результаті реалізації кожної з розглянутих альтернатив.

Також проводяться експертні оцінки (або прогноз) змін навколишнього середовища на території, що може бути порушена в процесі реалізації стратегічного рішення, та формується перелік екологічних обмежень для обліку в процесі вироблення стратегічного рішення.

На третьому етапі проводять виявлення екологічних і пов'язаних з ними соціальних, економічних і інших наслідків реалізації намічovanого стратегічного рішення, що передбачає:

- виявлення й оцінку значимості можливих проблемних екологічних ситуацій;
- виявлення екологічних і пов'язаних з ними соціальних, економічних і інших наслідків здійснення кожного альтернативного стратегічного рішення;
- обґрунтування вибору найбільш прийнятної альтернативи реалізації стратегічного рішення;
- формування пропозицій щодо здійснення заходів, спрямованих на попередження виникнення екологічних і пов'язаних з ними соціальних, економічних і інших наслідків і проблемних ситуацій.

Четвертий етап передбачає проведення громадських слухань з проекту намічovanого стратегічного рішення й попередніх результатів СЕО. Це забезпечить:

- визначення сторін, чий інтерес зачіпаються в результаті реалізації стратегічного рішення;
- організацію й проведення громадських обговорень із зацікавленими сторонами з метою виявлення додаткових екологічних і інших наслідків реалізації прийнятного стратегічного рішення;
- формування Аркуша зауважень і пропозицій до стратегічних рішень і здійснення заходів, спрямованих на попередження виникнення проблемних екологічних ситуацій і неприйнятних наслідків;
- вироблення рекомендацій для вибору найбільше екологічно забезпеченого альтернативного рішення.

Якщо метою СЕО є сприяння процесу прийняття рішень, то процес проведення СЕО необхідно забезпечити всією доступною інформацією, використовуваною при формуванні стратегічного рішення. Для аналізу сучасного стану навколишнього середовища необхідна інформація про стан навколишнього середовища і її компонентів на досліджуваній території; наявні екологічні проблеми; тенденції і специфіку розвитку промисловості, характер техногенного навантаження на навколишнє середовище й ін. Важливим завданням СЕО на даному етапі є обґрунтування меж території, що буде порушена

(змінена) в процесі реалізації стратегічного рішення. Для створення такої моделі необхідно опрацювати великий обсяг інформації, мати якісний картографічний продукт. Тому необхідним є розробка програмного забезпечення функціонування бази даних (реєстру) документів з оцінки наслідків окремих планів та програм в сфері екологічної безпеки для охорони навколишнього природного середовища, здоров'я населення та раціонального використання природних ресурсів, а також розробка (вдосконалення) веб-сторінок відповідних урядових організацій з метою інформування у процесі СЕО та забезпечення доступу до інформації, пов'язаної з СЕО, а також інформування про прийняття остаточних рішень.

Наразі в Україні розглядаються два проекти по будівництву 6-ти ГЕС на р. Дністер і підняття рівня води р. Південний Буг в районі Бузького Гарду, що призведе до затоплення значних площ в цих регіонах. Тому, на думку авторів ці проекти потребують детального вивчення та проведення стратегічної екологічної оцінки за відповідною процедурою.

#### *Літературні джерела*

1. ГІС-технології при проведенні процедури стратегічної екологічної оцінки / С. О. Довгий, О. М. Трофимчук, В. В. Радчук, Н. А. Шевякіна // Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами з надзвичайних ситуацій»: збірник наукових праць. - Київ – Харків – АР Крим, 2009. – С. 25-29.

2. Партидариу М.Р. Стратегическая экологическая оценка (СЭО) // Предварительный обучающий курс ІАІА'04.

УДК 338.24:504.06

## **ІНТЕГРОВАНІЙ МЕТОД УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Подольчак І.І., Погребенник В.Д.**

*Національний університет "Львівська політехніка", вул. Ген. Чупринки, 130, м. Львів, Україна,  
79057,  
e-mail: vpohreb@gmail.com*

**Вступ.** Проблема накопичення і захоронення відходів є не вирішеною у багатьох країнах світу, зокрема й в Україні. Нині на території України щорічно утворюється близько 1,5 млрд. м<sup>3</sup> (650 млн. т) відходів споживання. Різниця між обсягом накопичення відходів та обсягом їх утилізації зумовлена низьким технологічним рівнем виробництва [1].

Основними технологіями поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) в нашій країні залишаються захоронення на полігонах і сміттєспалювання. Про перероблення побутових відходів взагалі не йдеться, а сміттєспалювальний завод має поки що лише Київ.

Завантаженість потужностей українських підприємств-переробників втор сировини складає 35% порівняно з 95% в Європі. За рівнем накопичення типу ТПВ, пакувальні відходи становлять від 15 до 50 % загальної маси побутових відходів.

Пакувальні матеріали класифікують за такими ознаками: призначенням, походженням, станом та конфігурацією матеріалу, технологією виробництва, декором матеріалу.

*За призначенням* виокремлюють: тароматеріали, основні й допоміжні пакувальні матеріали (ДМП).

*За походженням* – природні (дерев'яні, металеві, паперові та ін.), синтетичні (полімери, синтетичні смоли та ін.).

*За станом та конфігурацією матеріалу* – порошкоподібні, пастоподібні, гранульовані, рідкі, метали з певною конфігурацією та ін.

*За технологією виробництва* – пилині, стругані, вилиті, екструдовані, пресовані, прокатні.

*За декором матеріалу* – колір, текстура, фактура, оформлення.

Основним законодавчим документом у сфері поводження з упакованням є Директива ЄС "Про упаковання та відходи упаковання" (94/62/ЄС і 2004/12/ЄС). Згідно з цією директивою в кожній розвиненій країні виробники та споживачі тари й пакувальних матеріалів несуть відповідальність за забруднення території відходами тари та упаковки, відшкодовують витрати на збір, сортування, переробку та утилізацію цих відходів. Впровадивши положення Директиви ЄС, Україна стане на європейський шлях розвитку законодавства.

Асоціація між Україною та ЄС передбачає реформування сфери поводження з відходами упаковання.

Наразі в Україні ринок тари і упаковання фактично монополізовано державними підприємствами, які виконують свої функції та зобов'язання щодо утилізації.

Лідерами з перероблення та вторинного використання відходів упаковання є Німеччина (переробляється більше 70 % відходів), Нідерланди (65 %), Австрія (60 %). Розв'язання цієї проблеми у Німеччині виглядає так: обов'язковий збір, сортування та утилізація використаної тари й упаковки, обов'язкова сплата послуг усіма суб'єктами за збір й переробку упаковки; високий рівень технології та утилізації. Якщо продукція не виробляється в Німеччині, а завозиться на її територію, то плату за



ліцензію сплачує компанія, яка завозить продукцію. Тому, коли в Україну у великих обсягах завозять тару, пакувальні матеріали та продукцію в упаковці, то іноземний виробник має подвійну користь. По-перше, він не сплачує за послуги з утилізації у своїй країні, що досягає великих розмірів. По-друге, він не сплачує кошти за утилізацію і в нашій країні.

Швидкий розвиток пакувальної індустрії, прагнення виробників виготовляти конкурентноспроможну продукцію в сучасній упаковці, масовий ввіз упакованої продукції і таропакувальних матеріалів із-за кордону, відсутність в Україні єдиного, комплексного відпрацьованого механізму збирання, утилізації та переробки використаних таропакувальних матеріалів створюють загрозу для екологічної безпеки нашої держави.

**Мета роботи** полягає в обґрунтуванні інтегрованих методів управління відходами пакувальних матеріалів.

**Основна частина.** Проблема у сфері управління відходами пакувальних матеріалів потребує нових інтегрованих методів управління. В цьому сенсі інтеграція означає організаційне поєднання технологічно пов'язаних між собою різнорідних видів діяльності з притаманними їм функціями [2, 3]. Тому, щоб створити свій ефективний і системний механізм управління, необхідно адаптувати інтеграційні процеси до місцевих умов.

Приклад поділу завдань з метою обмеження пакувальних відходів серед учасників “товарно-виробничого ланцюга” показано в таблиці.

Отже, за виконання всіх заходів, що мають на меті попередження виникнення відходів, несуть відповідальність всі учасники “товарно-виробничого ланцюга”.

Таблиця 1.1 – Відповідальність окремих ланок, що беруть участь у ринковому обігу відходів пакування та процесі утилізації відходів

Ланки товарно-виробничого “ланцюга”	Заходи, що скеровані на попередження виникнення відходів
1. Виробники пакувальних матеріалів та упакування	1.1. Розроблення та впровадження матеріалозберігаючих технологій у виробництві упакування. 1.2. Розроблення технологій виробництва зворотного упакування. 1.3. Застосування матеріалів, що придатні до повторної переробки або інших форм утилізації. 1.4. Позначення упакування символами, що вказують вид матеріалу та можливість різних методів утилізації упакування.
2. Виробники товарів, до яких використовується упакування	2.1. Вибір матеріалів, виду та системи упакування. 2.2. Впровадження до обігу зворотного упакування та організація системи його приймання 2.3. Участь (у т.ч. фінансова) в організації системи збирання використаного упакування. 2.4. Застосування додаткових елементів упакування (наклейки, закривачки тощо), що теж підлягають повторному переробленню.
3. Торгівля	3.1. Участь в організації системи повернення упакування багаторазового вжитку та системи збирання використаного упакування.
4. Споживачі	4.1. Початковий поділ (сортування) використаного упакування та його складання в спеціальні контейнери або доставка до збиральних пунктів.
5. Фірми, що займаються збиранням та вивезенням відходів	5.1. Збирання використаних промислових (виробничих) та споживчих відходів. 5.2. Приготування відходів до вивезення та подальшої переробки, в т.ч. сортування та очищення.
6. Заклади з перероблення відходів	6.1. Перероблення відходів на якісну вторинну сировину або використання їх як вихідної сировини до подальшого перероблення. 6.2. Виробництво продукції з вторинної сировини
7. Органи місцевої влади	7.1. Організація збирання та вивезення відходів упакування на муніципальній території.

Також пропонується впровадити модель розширеної відповідальності виробника упакувань, яка ґрунтується на таких положеннях:

- виробник несе відповідальність за перероблення та утилізацію упакувань своєї продукції;
- виробники/імпортери виконують свої зобов'язання самостійно або колективно (передавши свої зобов'язання уповноваженим організаціям);
- виконання норм перероблення та утилізації, що зростають, контролюється державою;
- уповноважена організація за кошти виробників забезпечує від їх імені виконання норм перероблення/утилізації, що включає, але не обмежується роздільним збиранням, транспортуванням, сортуванням та переробленням/утилізацією відходів упакувань, інформаційною компанією для населення;
- підтримується бізнесом.

**Висновки.** Подано особливості ефективного управління відходами пакувальних матеріалів на всіх етапах “товарно-виробничого ланцюга”. Встановлено відповідальність окремих ланок, що беруть участь у ринковому обігу відходів пакування та процесі утилізації відходів. Для зменшення кількості пакувальних відходів запропоновано запровадити в Україні модель розширеної відповідальності виробника, яка має забезпечити високий рівень екологічного захисту, запобігаючи чи зменшуючи вплив на довкілля.

*Літературні джерела*

1. Іщенко В.А. Способи поводження з твердими побутовими відходами у містах України / В.А. Іщенко // Екологічна безпека та природокористування, №2 (18), 2015. – С. 21-30.
2. Stypka Tomasz. Modelowanie systemów gospodarki odpadami komunalnymi / Tomasz Stypka. Kraków: Polytechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, 2014. – 184 p.
3. Міщенко Н.Г. Логістика як інструмент інтеграції підприємств України до системи транскордонного співробітництва // Н.Г. Міщенко, І.П. Міщук // Бюлетень Міжнародного Нобелівського економічного форуму, № 1 (5). Том 2. – 2012. – С. 234-242.

УДК 504.054 : 656.02

## ОЦІНКА НАДХОДЖЕННЯ У ДОВКІЛЛЯ ПРОДУКТІВ ЗНОШЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН (НА ПРИКЛАДІ ЛУЦЬКОГО РАЙОНУ)

Панькевич С.Г., Федонюк М.А., Федонюк В.В.

*Луцький національний технічний університет, м.Луцьк, Україна; ecolutsk@gmail.com*

Вплив автотранспорту на довкілля є значним і багатограним. У багатьох містах частка автотранспортного забруднення атмосферного повітря складає більше 50%, іноді сягаючи 80-90%. Водночас оцінка такого впливу найчастіше включає аналіз обсягів та структури викидів відпрацьованих газів, а чимало інших аспектів лишаються поза увагою. Одним із таких чинників є забруднення придорожніх ландшафтів продуктами зношення автомобільних шин. Окремі дослідження (Третьяков, 2006, Петрук та ін., 2009) стверджують, що надходження у середовище таких забрудників як сажа, пил, нітросоаміни, бенз(а)пірен на 30-60% зумовлені саме зношенням шиноматеріалів автотранспортних засобів.

Ми спробували оцінити масштаби такого забруднення на прикладі Луцького адміністративного району волинської області.

Для оцінки інтенсивності та структури транспортних потоків на основних магістралях в межах Луцького району нами були проведені відповідні спостереження. Оцінювалась загальна кількість авто за 1 годину в обох напрямках, визначалась їх середня швидкість, а також частка легкових, мікроавтобусів, автобусів та вантажних автомобілів. Потім дані усереднювались із врахуванням внутрішньодобової завантаженості дороги. На 6 основних досліджених ділянках автотрас середньодобова інтенсивність руху становила від 2850 до 16200 автомобілів на добу, з них частка легкових становила від 41 до 60%, мікроавтобусів – 18-33%, вантажних – від 8 до 36%, автобусів – 4-7%.

Наступним кроком ми вирішили провести спеціальні вимірювання втрати маси шинами різних типорозмірів, відібравши найпоширеніші з них. Для цього на станції шиномонтажу ми відбирали однотипні шини та почергово зважували нові та повністю зношені. Отримані дані порівнювали із встановленими нормативами зношення протектора на одиницю пробігу. Втрата маси зношених шин в середньому складає від майже 1,5кг для легкових авто із R14 до 9 кг для пасажирських автобусів (типу «Богдан», «Еталон») і до 20,0 кг для великогабаритних вантажівок.

Знаючи дані по середньостатистичному часу або пробігу до повного (до індикатора) зношення шин, можна визначити середню питому витрату шиноматеріалів на одиницю відстані. Таким чином, витрата на 1000 км в середньому становить: для легкових авто з R14 - 30 г, із R15 - 35 г, для мікроавтобусів (R16с) – біля 50 г, для автобусів (R19,5) 60 г, для вантажівок (R22,5) - 111 г.

Зауважимо, що це питомі витрати для шини одного колеса, а на весь автомобіль вони складуть 120-140г/1000км для легкових, 360г/1000км для автобусів, 888г/1000км для вантажівок.

Далі ми визначили протяжність основних доріг у Луцькому районі та спробували оцінити середню дальність поїздки основних типів автомобілів в межах цих ділянок (оскільки значна частка нетранзитних, місцевих автомобілів проїжджає не всю ділянку дороги, а до якогось визначеного населеного пункту).

Наприклад, для ділянки дороги з Луцька на Володимир-Волинський (в межах району) розрахунок виглядає так:

- довжина ділянки – 27,2км; середня дальність поїздки для легкових та бусів – 14,7 км, для автобусів – 21 км, для вантажних – 24 км; кількість авто за добу - легкових (R14+R15) 4365, мікроавтобусів (R16с) – 3201, вантажних (R22,5) – 1649, автобусів (R19,5) – 485. Кількість авто за рік: легкових (R14+R15) = 4365 \* 365 = 1593225, мікроавтобусів (R16с) = 3201 \* 365 = 1168365, вантажних (R22,5) = 1649 \* 365 = 601885, автобусів (R19,5) = 485 \* 365 = 177025. Загальна пройдена відстань по цій ділянці в середньому становить для легкових (R14+R15) = 1593225 \* 14,7 = 23 420 тис.км, мікроавтобусів (R16с) = 1168365 \* 14,7 = 17 175 тис.км, вантажних (R22,5) = 601885 \* 24 = 14 445 тис.км, автобусів (R19,5) = 177025 \* 21 = 3717,5 тис.км.

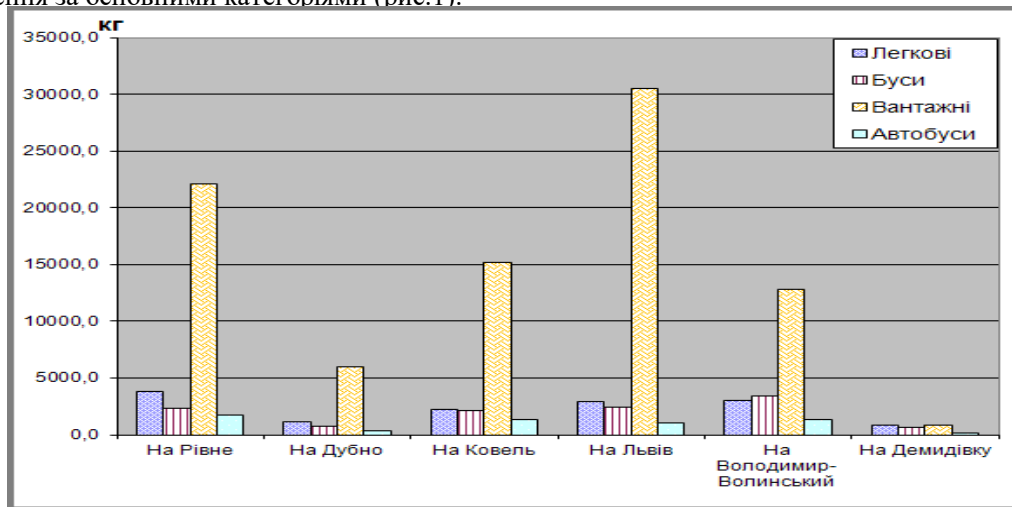
Сумарні втрати шиноматеріалів знаходимо як добуток загальних пройдених відстаней на питому витрату по основних типах автомобілів:

- легкових (R14+R15) = 23 420 \* 130 = 3044653 г
- мікроавтобусів (R16с) = 17 175 \* 200 = 3434993 г
- вантажних (R22,5) = 14 445 \* 888 = 12827373 г
- автобусів (R19,5) = 3717,5 \* 360 = 1338309 г

Підсумувавши результати по кожному типу авто, знаходимо сумарне надходження на цій дорозі за рік:

$$3044,7\text{кг} + 3435,0\text{кг} + 12827,4\text{ кг} + 1338,3\text{кг} = 20645,33\text{ кг.}$$

Провівши ці розрахунки для кожної з 6 основних ділянок, отримуємо результати сумарного надходження за основними категоріями (рис.1).



**Рис.1. Співвідношення надходження використаних шинматеріалів по дорогах Луцького району у розрізі основних типів транспорту**

Як бачимо, практично для всіх ділянок основна частка приходить на великогабаритні вантажні автомобілі (за винятком дороги на Демидівку, де їхня частка у загальному потоці відносно мала).

Сумарне навантаження на основних дорогах – 119 тон на рік, найбільше на ділянках шосе на Рівне та Львів, найменше – на Демидівку та Дубно. Володимирська та Ковельська траси приблизно однакові за сумарним навантаженням.

Звичайно, такі оцінки потребують значних уточнень із врахуванням сезонних особливостей, стану доріг, погодних умов та інших чинників, але все ж дозволяють усереднено зрозуміти масштаби та розподіл такого впливу. Вивчення отриманих показників у співставленні із конкретними ландшафтними умовами дозволить виявити найбільш уразливі придорожні ландшафти та розробляти обґрунтовані заходи із мінімізації негативного впливу на них.

УДК 622.279.5

## ПРО РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ ДОСЛІДЖЕНЬ ГАЗОВИХ ТА ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ СВЕРДЛОВИН НА СТАЦІОНАРНОМУ ТА НЕСТАЦІОНАРНОМУ РЕЖИМАХ ФІЛЬТРАЦІЇ

Акульшин О.О.<sup>1</sup>, Рой М. М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ПАТ УкрНГІ, Кудрявський узвіз, 7, м. Київ, 04053, Україна.

<sup>2</sup>Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, пр-т Першотравневий, 24, м. Полтава, 36011, Україна, ongp1@ukr.net.

Для вивчення геометричних характеристик покладу (розміри резервуарів продукції, зміна загальної та ефективної потужності пласта), колекторських і фільтраційних властивостей пласта (пористість, проникність, газопровідність, п'єзопровідність, стискання, пластові, вибійні, устьові тиски, і температури), фізико-хімічних властивостей газу і газоконденсату (в'язкість, густина, коефіцієнт стискання, газонасиченість, вологість), гідрогазодинамічних і термодинамічних умов у стовбурі свердловини у процесі експлуатації, технологічного режиму роботи свердловини при наявності різних факторів, таких, як руйнування привибійної зони, наявності підшовної води, конструкцій і властивостей використовуваного обладнання та наземних комунікацій – застосовуються газогідродинамічні, геофізичні та лабораторні дослідження.

Лабораторні зводяться головним чином до вивчення фізико-хімічних властивостей газовмісних об'єктів та газу і рідини, що в них знаходяться. Умови отримання параметрів пласта, наприклад, пористості, проникності, газонасиченості за невеликими зразками в лабораторіях у більшості випадків суттєво відрізняються від тих же параметрів, отриманих в природних умовах. Крім того вони носять точковий характер і тому некоректно розповсюджувати їх на все родовище.

Геофізичні методи характеризують ділянки, наближені до стінок стовбура свердловини. До них належать каротаж, ядерний магнітний резонанс, термометрія та дебітометрія. З їх допомогою можна визначити вимірюванням працюючі продуктивні інтервали чи пропластки, дебіти окремих пропластків, коефіцієнти фільтраційних опорів, проникність, п'єзопровідність.

Газодинамічні методи дослідження включають зняття КВТ після зупинки свердловини, зняття кривих стабілізації тиску і дебіту при пуску свердловини в роботу на конкретному режимі (шайбі, штуцері, діафрагмі) та зняття індикаторної кривої, що відображає зв'язок між вибійним тиском і дебітом при роботі свердловини на різних режимах. Ці дослідження дають фактичні дані для проведення їх

інтерпретації з метою отримання достовірної інформації про досліджувані пласти. Причому, дослідження в умовах стаціонарної фільтрації описуються різними способами, а дослідження при нестационарному режимі мають проблему, яка полягає у відсутності способу дослідження на одному нестационарному режимі.

Аналіз сучасного стану досліджень

Газогідродинамічні методи досліджень свердловин висвітлювались в наукових працях Ю.П. Коротчаєва, А.П. Полянського, Е.Б. Чекалюка, І.А. Чарного, Г.О. Зтова, С.М. Тверковкіна, А.П. Канюги, А.І. Ширковського, А.С. Величковського і ін. В інструкціях з комплексного дослідження газових та газоконденсатних свердловин описані технології та технічні засоби для проведення робіт з дослідження для стаціонарного режиму фільтрації. В той же час ні у вітчизняній, ні в закордонній науково-технічній літературі не висвітлені технології та технічні засоби для здійснення дослідження газових та газоконденсатних свердловин в складних гірничо-геологічних умовах, тобто в умовах нестационарної фільтрації продукції до вибою свердловини. І ця проблема залишається невирішеною протягом кількох десятиліть. Вирішення цієї проблеми дозволило б підняти дослідження газових та газоконденсатних свердловин на якісно новий рівень.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

Зараз нестационарні режими фільтрації вивчаються на певному рівні, що дає можливість отримати невеликий обсяг інформації про досліджувані продуктивні пласти на основі використання даних, отриманих при обробленні кривих відновлення тиску. Ці дані не є вичерпними і точність їх визначення не є достатньою, оскільки отримують їх в результаті комплексного підходу – лабораторними, геофізичними чи гідродинамічними методами. Відсутня технологія дослідження у випадку нестационарної фільтрації, яка б давала можливість розраховувати значно більшу кількість даних про систему свердловина-пласт та насичуючий його флюїд.

Формулювання цілей статті

В публікації висвітлюється рівень газогідродинамічних досліджень для обох випадків фільтрації газу та газоконденсату до вибою свердловини – стаціонарної та нестационарної.

Пропонуються аналітичне визначення кількох найважливіших параметрів досліджуваних газових та газоконденсатних свердловин, незалежно від того, чи є режим дослідження стаціонарним або нестационарним.

Висвітлення основного матеріалу дослідження

Вивчення фактичного матеріалу з досліджень свердловин в умовах стаціонарної та нестационарної фільтрації виявило позитивні сторони і недоліки [1]. Позитивним є те, що є можливість визначати певну кількість параметрів досліджуваних пластів незалежно від тривалості дослідження, а негативним – недостатня точність отримуваних параметрів і значні затрати часу, а отже і коштів, на дослідження.

Абсолютно стаціонарних режимів у природі не існує, оскільки об'єми газових та газоконденсатних родовищ зрештою мають обмежені розміри. Однак при певній умовності можна назвати стаціонарним режимом такий нестационарний режим, при якому зміна тиску і дебіту протягом певного часу існуючими найбільш точними приладами не фіксується. Звісно, проміжок часу, протягом якого вимірюється необхідний параметр, повинен бути значно меншим, ніж час вичерпання покладу. Стаціонарні режими добре вивчені і їх досліджують відомими способами: сталих відборів, ізохронним, монотонно-ступінчастого пониження тиску, експрес-методом. Для цього свердловину досліджують на 5-8 режимах прямого ходу, починаючи з найменшого дебіту, та на кількох режимах зворотного ходу. Кожен режим дослідження складається з двох процесів, що протікають в часі: процес відкритого періоду, коли свердловина відкрита і працює на режимі (для зняття кривої стабілізації тиску і дебіту), і закритого періоду, коли свердловина закрита і знімається КВТ. Тобто, в результаті дослідження отримують 5-8 кривих припливу, 5-8 кривих відновлення тиску і кілька кривих при зворотному ході дослідження. Це займає певний час, залежно від продуктивності свердловини (один лише режим може тривати від години до місяця). Тобто можна уявити скільки часу будуть відпрацьовуватись 5-8 режимів при несприятливих для цього умовах через невисоку продуктивність свердловини.

Інтерпретуючи отримані при дослідження фактичні дані дослідження з використанням відомих методик отримують від 5 до 8 параметрів досліджуваних пластів. Але існує спосіб дослідження та методика оброблення даних, які використовують дані лише одного фактично відпрацьованого режиму дослідження і дозволяє отримати аналітично, не опираючись на лабораторні чи геофізичні дані досліджень, не менше 20 параметрів продуктивних досліджуваних пластів [2, 3].

Що стосується свердловин, для яких характерна нестационарна фільтрація, то способів їх дослідження не існує ні у вітчизняній, ні у світовій практиці. Існують різні підходи, які не є коректними, як наприклад, штучне сповільнення процесу припливу або відновлення тиску. Такі свердловини характеризуються високою продуктивністю і при відкритті таких свердловин для зняття кривих припливу чи закритті для зняття КВТ процеси протікають настільки швидко, що оператори не завжди можуть зафіксувати одночасно два параметри - тиск і час або ж дебіт і час. Для вирішення цієї проблеми, необхідно створити спосіб дослідження свердловин в умовах нестационарної фільтрації та створити методику розрахунку не менше 20 газогідродинамічних параметрів досліджуваних пластів у газових та г-к свердловинах. Причому, для збільшення точності отриманої інформації, її теж бажано отримувати аналітично, не користуючись наближеними лабораторними чи геофізичними методами. В даний час в повному об'ємі методика інтерпретації теж розробляється, але це потребує часу, бо існує необхідність опрацювання значного за обсягом масиву промислових даних.

На теперішній час деякі фрагменти методики, які є універсальними з точки зору їх прикладного використання для обох способів дослідження (стаціонарного і нестаціонарного), можна запропонувати вже зараз.

Завдяки новій методиці розрахунку гідрогазодинамічних характеристик пласта у випадку їх стаціонарної фільтрації [2-5] стало можливим розрахувати значно більшу їх кількість та підвищивши їх точність.

Як відомо, особливо суттєве значення при підрахунку підземних запасів газоконденсатної суміші і підготовці проекту розробки родовища відіграють такі параметри газоконденсатного пласта, як його ефективна потужність, пористість та проникність. Тому вимоги до точності знаходження цих показників мають бути найвищими.

При проведенні аналізу результатів інтерпретації газоконденсатних свердловин за фактичними даними, отриманими в результаті відпрацювання їх на 6-7 режимах згідно з діючими інструкціями з дослідження свердловин [7 - 12], видно, що для визначення гідродинамічних параметрів пластів у розрахункові формули підставляють ніби - то заздалегідь відомі значення ефективної потужності пласта  $h$  та пористості  $m$ , тобто як такі, що попередньо, до проведення самого дослідження, були визначені лабораторними чи геофізичними методами. Такий підхід викликає сумнів у достатній точності розрахунків. Тому була зроблена спроба отримати вказані параметри з більшою точністю, застосувавши аналітичні методи.

В публікації пропонується новий методичний підхід до визначення ефективної потужності газоконденсатного пласта  $h$  та пористості  $m$  за рахунок того, що для цього використовується найбільш точний метод - аналітичний. Цінність методу не лише в підвищенні точності, а і в тому, що завдяки такому методичному підходу стало можливим дослідження свердловин проводити лише на одному фактично відпрацьованому режимі замість декількох, як цього вимагають діючі інструкції з дослідження свердловин, і відпрацьовувати лише один режим дослідження свердловини навіть у випадку нестаціонарної фільтрації припливу газу та газоконденсату до вибою свердловини.

Результатом численних спроб аналітичного визначення вказаних параметрів продуктивного пласта для газонасичених пластів є функція, яку можна умовно позначити як  $F$  [5, 6], яка є добутком ємності і провідності пласта. Аналогічно для газоконденсатних систем такою функцією є функція  $f$ , яка пов'язує ємність пласта  $mh$  та проникність  $k$  і дорівнює їх добутку:

$$f = mh \cdot k \quad (1)$$

Якщо проаналізувати отриману функцію, то з урахуванням того, що ємність пласта дорівнює подвоєному значенню величини  $x_0^*$  [7], можна записати її інакше:

$$f = mh \cdot k = 2x_0^* \cdot k = \frac{2x_0^*}{m} \cdot km = \left[ \frac{2x_0^*}{m} \right] \cdot mk \quad (2)$$

Якщо вести позначення:  $mk = x$  та врахувати, що  $\psi = \frac{k}{m}$ , то рівняння (2) трансформується в наступне:

$$2x_0^* \cdot k = 2x_0^* \cdot \psi m = \left[ \frac{2x_0^*}{m} \right] \cdot x \quad (3)$$

Вирішивши його відносно  $m$ , отримуємо  $2x_0^* \psi m^2 = 2x_0^* \cdot x$ , звідки маємо:  $m = \sqrt{\frac{x}{\psi}} = \frac{\sqrt{x}}{\sqrt{\psi}}$ .

$$f = \frac{2x_0^* x \sqrt{\psi}}{\sqrt{x}} \quad \text{або:}$$

Підставивши отриманий вираз для пористості в формулу (2), отримаємо:

$$f = 2x_0^* \sqrt{x\psi} \quad (4)$$

Щоб позбавитися від радикала, піднесемо обидві частини рівності до квадрату і отримаємо:

$$f^2 = 4x_0^{*2} x\psi = 4(x_0^*)^2 x\psi = 2 \left[ 2(x_0^*)^2 \psi \right] \cdot x \quad (5)$$

Видно, що це є парабола з фокальним параметром  $p_f = 2x_0^* \psi$ . Тоді, половина величини фокального параметра дорівнює відстані від початку координат до фокуса параболи (абсциса фокуса):

$\frac{p_f}{2} = x_0^* \psi$ . Звідси випливає, що  $p_f = 2x_0^* \psi$ , а отже, можна знайти величину  $x_0^*$ :

$$x_0^* = \sqrt{\frac{p_f}{2\psi}} = \sqrt{\frac{p_f m}{2k}} \quad (6)$$

Графік функції  $f$  добутку ємності і проникності продуктивного пласта  $f = 2x_0^*k$  в координатах  $y = f = 2x_0^*k$ ,  $x = mk$  приведений на рис. 1. Перша похідна від функції  $f$  по  $mk$  (параболи ОАВ) на інформативній ділянці аб дорівнює половині ефективної товщини пласта:

$$\frac{df}{d(mk)} = \frac{1}{2}h \quad (7)$$

де  $h$  - ефективна товщина продуктивного пласта, м;  
 $m$  - коефіцієнт пористості продуктивного пласта, частка одиниці;  
 $k$  - коефіцієнт проникності продуктивного пласта, м<sup>2</sup>;  
Із рис. 1 видно, що

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2}{h} \quad (8)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{df}{d(mk)} = \frac{1}{2}h \quad (9)$$

$$\operatorname{tg} \gamma = h \quad (10)$$

Ордината точок А і Д на рис. 1 чисельно дорівнює добутку ємності і проникності пласта. Абсциса точки Е дорівнює добутку реальних значень коефіцієнтів пористості та проникності даного продуктивного пласта. Дотична ВАГ до параболи в точці А нахилена під кутом  $\beta$ , тангенс якого, як показано в формулі (9), чисельно дорівнює  $\frac{1}{2}h$ . Ордината точки Є завжди дорівнює половині добутку ємності і проникності продуктивного пласта.

Практично для розрахунку ефективної товщини пласта  $h$  необхідно спочатку виділити інформативну ділянку параболи аб (рис. 1). Абсцису точки а можна розрахувати, якщо умовно прийняти, що інтервал перфорації (або відкритий стовбур свердловини) дорівнює ефективній товщині продуктивного пласта. Абсцису точки б можна визначити із верхньої обвідної масиву значень  $k = f(\psi, m)$  при фіксованому (реальному для даного продуктивного пласта) значенні  $\psi = \frac{k}{m}$ .

Величину  $\frac{k}{m}$  визначають за формулою  $\psi = \frac{k}{m} = \frac{\alpha \cdot \mu}{P_{пл}}$  [14]. Ділянку параболи вирівнюють, обробляючи математично, наприклад, методом найменших квадратів. В результаті отримують величину  $\operatorname{tg} \beta$ , тобто величину  $\frac{1}{2}h$ .

За відомою величиною ефективної товщини продуктивного газоконденсатного пласта не складно знайти величини коефіцієнтів проникності  $k$  та пористості  $m$ , використавши вже визначені раніше комплексні параметри провідності  $kh$  та ємності  $mh$ . Слід відмітити, що комплексний параметр провідності  $kh$  легко визначається з комплексного параметра гідрогазопровідності віддаленої зони продуктивного пласта  $\mu$ , отриманого при обробленні віддаленої зони кривої відновлення пластового тиску (КВТ) методом Е.Б. Чекалюка [8], просто помноживши його на динамічну в'язкість флюїду в пластових умовах  $\mu$ . Відповідно комплексний параметр ємності провідного пласта визначається із вже

визначеної раніше величини  $\frac{k}{m} = \frac{kh}{mh}$  та відомого значення комплексного параметру  $kh$ . Таким чином, визначивши комплексні параметри провідності  $kh$  і ємності  $mh$ , можна легко визначити проникність  $k$  та пористість  $m$  просто поділивши їх на вже винайдену величину ефективної товщини продуктивного пласта  $h$ .

Вказаним методом практично були розраховані газогідродинамічні характеристики продуктивного пласта св. №2 Кавердинського газоконденсатного родовища. Свердловина була досліджена на 7 режимах звичайним способом. Потім, на основі нової методики розрахунку газогідродинамічних параметрів [1, 2], була виконана переінтерпретація матеріалів дослідження за даними лише одного з семи режимів дослідження (а саме – першого режиму, оскільки він відпрацьований найбільш коректно з точки зору технології і свердловина запущена в роботу на режимі із статичного стану), а всі решта режимів дослідження були розраховані аналітично. Це дало

можливість отримати значно більшу кількість параметрів пласта та порівняти їх з тими, що можливо було отримати за результатами досліджень на 7 режимах. Порівняння параметрів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунку гідрогазодинамічних параметрів продуктивного пласта свердловини №2 Кавердинського газоконденсатного родовища (інтервал перфорації 5062 - 5075м)

Найменування параметрів	Параметри, отримані при дослідженні на 7 режимах	Параметри, розраховані за новою методикою (на 1 режимі дослідження)
Пластовий тиск $P_{пл}$ , Па	$40,972 \cdot 10^9$	$40,972 \cdot 10^9$
Пластова термодинамічна температура, К	395	395
Газопровідність $\frac{kh}{\mu}$ , $\frac{м^3}{Па \cdot с}$ - присвердловинної зони - віддаленої зони	$1,536 \cdot 10^{-10}$	$1,98 \cdot 10^{-10}$ $2,9 \cdot 10^{-10}$
Коефіцієнти лінійного та інерційного опорів рівняння припливу г-к суміші до вибою свердловини $A, \frac{Па}{м^3/с}$ $B, \frac{Па}{(м^3/с)^2}$	$1138,409 \cdot 10^6$ $384,024 \cdot 10^6$	$612,310^6$ $628,7 \cdot 10^6$
Абсолютно вільний дебіт газоконденсатної суміші $Q_{a.в.}$ , $м^3/с$	3,394	3,177
Коефіцієнт продуктивності $K, \frac{м^3}{Па \cdot с}$	$0,8784 \cdot 10^9$	$1,615 \cdot 10^9$
Коефіцієнт привибійної закупорки пласта $\Pi_3$ , безрозмірний	-	1,463
Зведений радіус $r_n$ , м	0,0169	0,0096
Параметр п'єзопровідності $\frac{\alpha}{r_{np}^2}$ , $с^{-1}$	-	$1,109 \cdot 10^3$
Коефіцієнт п'єзопровідності $\alpha, \frac{м^2}{с}$	-	0,103
Скін-ефект $S$ , безрозм.	1,85	2,409
Відношення проникності до пористості $\psi = \frac{k}{m}$ , $м^2$	-	$6,321 \cdot 10^{-14}$
Комплексний параметр $\frac{\alpha}{R_k^2}$ , $с^{-1}$	-	$2,691 \cdot 10^{-4}$
Радіус контуру дренування $R_k$ , м	-	150,596
Функція добутку ємності і проникності пласта $f=2X_0^* k$ , $м^3$	-	$6,293 \cdot 10^{-13}$
Інформативний параметр $X_0^*$ , м	-	0,394
Товщина продуктивного пласта, $h$ м	9,15	8,289
Провідність пласта $kh$ , $м^3$	-	$7,296 \cdot 10^{-13}$
Ємність пласта $mh$ , м	-	0,168
Коефіцієнт проникності $k$ , $м^2$	$4,224 \cdot 10^{-13}$	$6,01 \cdot 10^{-13}$
Коефіцієнт пористості $m$	0,0973	0,095
Конденсатний фактор КФ, $\frac{М^3_{стаб.контд.}}{М^3_{газу}}$	$93,239 \cdot 10^9$	$93,239 \cdot 10^9$
Товщина непроникної частини інтервалу перфорації, м	3,85	4,71

Питома стала газоконденсатної суміші $R_{\text{сум}}$ , $\frac{Дж}{кг \cdot К}$	-	342,919
Газодинамічний потенціал енергії одиниці маси газоконденсату в пластових умовах $G$ , $\frac{Дж}{кг}$	-	$1,686 \cdot 10^9$

Похибка при визначенні ефективної потужності пласта та пористості не перевищує 2%.

З наведеної порівняльної таблиці можна робити висновки про ефективність нової методики розрахунку газогідродинамічних параметрів газоконденсатного пласта, яка базується на фактичних даних дослідження свердловини лише на одному фактично відпрацьованому режимі.

Спосіб і методика інтерпретації для умов нестационарної фільтрації газу чи газоконденсату апробовані у виробничих умовах на св. №6 Мар'їнська і теж показали добрий результат. Звичайно, потрібні напрацювання результатів на багатьох свердловинах, щоб впевнено рекомендувати нові способи дослідження, але опрацювання промислових даних може дати відповідь про ефективність чи помилковість запропонованого способу.

Завдяки новому способу дослідження газових та газоконденсатних свердловин лише на одному стаціонарному або нестационарному режимі дослідження складовими економічного ефекту можна вважати:

- визначення 20 газогідродинамічних параметрів досліджуваних свердловин з підвищеною точністю (аналітично);
- економію часу на відпрацювання 1 режиму дослідження порівняно з часом на відпрацювання декількох режимів;
- економію газу, якщо свердловина працювала не в газопровід, а на викид в атмосферу, та збереження екології навколишнього середовища;
- економію часу на виконання математичної інтерпретації результатів дослідження завдяки створеній математичній моделі для розрахунків.

Говорити ж про конкретний економічний ефект у абсолютному вираженні взагалі було б некоректно поставленою задачею. Тому що вартість дослідження свердловин при стаціонарному чи нестационарному режимі фільтрації для різних свердловин буде різною. Конкретна свердловина потребує конкретних індивідуальних витрат. Але, зрозуміло, що можна говорити про економічний ефект у відносному вираженні. Загальні економічні витрати в кілька разів будуть меншими від вартості аналогічних робіт, виконаних іншими можливими підходами і способами, оскільки в разі зменшується кількість режимів досліджень. Тобто вартість робіт з дослідження конкретної свердловини будь-яким традиційним способом необхідно зменшити в 5 разів, і це можна вважати вартістю дослідження за технологією, яка розроблена.

### Висновки

Виходячи з того, що застосування способів досліджень газових чи газоконденсатних свердловин для стаціонарної чи нестационарної фільтрації продукції до вибою свердловин лише на одному режимі дають вагомі переваги перед традиційними способами дослідження, було б доцільним більш сміливо робити спроби їх практичного застосування у промисловій практиці. Це б дозволило зекономити час на дослідження, зменшило б кошти на проведення робіт і найголовніше - підвищило б достовірність отримуваної при цьому інформації про досліджувані пласти.

### Літературні джерела

1. Моніторинг промислових даних при дослідженні газових та газоконденсатних свердловин при нестационарному режимі фільтрації: матеріали наук.-техн. конф. [«Нафтогазова енергетика 2013»], (Івано-Франківськ, 7 - 11 жовт. 2013 р.) / М-во освіти та науки України, Івано-Франківський нац. техн. ун-т нафти і газу. – І-Ф.: Івано-Франківський нац. техн. ун-т нафти і газу, 2013. – С. 507 - 512.
2. Матус Б.А., Рой М.М., Ластовка Ю.В., Ластовка В.Г., Попенко С.В. Про можливість дослідження свердловин на одному стаціонарному режимі //Збірник наукових праць УкрДГРІ – Київ. - 2005. №2. – С. 210-211.
3. Пат. 51729 Україна, МПКЗ E21B 47/06. Спосіб дослідження газових свердловин / Матус Б.А., Курилюк Л.В., Славін В.І., Горлачова Л.Ф., Токарев В.П., Клименко Ю.О.; заявник і патентовласник Матус Б.А. – № U 200601237; заявл. 01.04.99; опубл. 16.12.02, Бюл. №12.
4. Акульшин О.О., Рой М.М. «Підвищення ефективності дослідження газових та газоконденсатних свердловин» // Проблеми нафтогазової промисловості. – 2011 р., №9. – С. 227-234.
5. Акульшин О.О., Рой М.М. Використання розрахункових і аналітичних методів під час дослідження газоконденсатних свердловин // Нафтова і газова промисловість. – 2008р., №4. – С. 40-41.
6. Инструкция по исследованию газовых скважин. – М.: Гостоптехиздат, 1961. 110 с.
7. Зотов Г.А. Газогидродинамические методы исследования газовых скважин / Г.А. Зотов., С.М. Тверковкин – М.: Недра, 1970. – 192 с.
8. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных скважин. – М.: Недра, 1971. – 208 с.
9. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных скважин. – М.: Недра, 1971.- 208с.



10. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин: [під ред. Г.А. Зотова, З.С. Алиева]. – М.: Недра, 1980. – 301 с.

11. Руководство по исследованию скважин / [ Гриценко А.И., Алиев З.С., Ермилов О.М., и др. ] . – М.: Наука, 1995. – 523 с.

12. Чекалюк Э.Б. Основы пьезометрии залежей нефти и газа / Э. Б. Чекалюк. – К.: Государственное издательство технической литературы УССР, 1961. – 286 с.

УДК 504.05:656.064

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПАЛИВОЗАПРАВНИХ ОБ'ЄКТІВ НА СТАН ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ

Радомська М.М., Юрків М.В., Горобцов І.В.

*Національний авіаційний університет, м. Київ, прос. Космонавта комарова, 1, m\_radomskaia@mail*

Основною причиною зниження якості умов проживання в населених пунктах є вплив транспорту. У зв'язку із постійним зростанням потоків автомобілів на автодорогах збільшується техногенне навантаження на навколишнє середовище, пов'язане не лише з безпосереднім впливом транспортних засобів, які перебувають в русі, а і з системою їх обслуговування. Наймасовішим видом обслуговування автомобільного транспорту є автозаправні станції загального користування. Зростання попиту на послуги АЗС та жорстка конкуренція серед нафтотрейдерів призводить до нарощування мережі АЗС, їх максимального наближення до споживачів, забезпечення цілодобової роботи та збільшення об'єму послуг. Все це збільшує техногенне навантаження у містах і розширює діапазон негативних впливів на навколишнє середовище.

Невідповідне проектування і будівництво комунікаційних систем і об'єктів, недосконала ізоляція резервуарів, аварійні ситуації, порушення правил виконання технологічних процесів призводить до надходження в навколишнє середовище токсичних речовин, небезпечних для працівників АЗС та жителів прилеглих територій.

У великих містах налічується по кілька сотень АЗС, а це значить, що, разом з площею СЗЗ, 4-5 км<sup>2</sup> території міст зазнає негативного впливу. На ділянці знімається родючий шар ґрунту та зростають статичні і динамічні навантаження, що призводить до ущільнення порід і погіршення їх водопроникних властивостей, а також формується стійке хімічне забруднення відповідних територій нафтопродуктами.

Зважаючи на це, виникає необхідність оцінити вплив АЗС на стан ґрунтового покриття, прогнозувати поширення даного забруднення у просторі та оцінити ризики, пов'язані з діяльністю даних об'єктів, та науково обґрунтована необхідність запровадження додаткових заходів для підвищення рівня екологічної безпеки АЗС.

Для дослідження були обрані АЗС Деснянського та Дніпровського районів міста Києва, які розміщуються вздовж основних автошляхів з інтенсивним рухом протягом дня. Всі АЗС розміщені в однакових кліматичних умовах, працюють 4-16 років, тобто за своїми параметрами відповідають найновішим вимогам до об'єктів такого типу, а процеси негативних змін технічного стану обладнання на них, за умови правильної експлуатації, ще не набули визначального щодо стану навколишнього середовища значення.

Аналіз рівня забруднення ґрунтів АЗС виконувався гравіметричним методом, який вимагає найменшого перетворення відібраних проб ґрунту та не потребує використанні специфічного обладнання. Проби ґрунтів відбирали за конвертом (1 м на 1 м) масою 1 кг з кожної ділянки. Відбір проб ґрунту проводився одноразово, зважаючи на інертність даного середовища і повільну зміну його стану. Точки відбору проб були орієнтовані відносно плану АЗС по-різному: у зв'язку з архітектурними ускладненнями (частина об'єктів прилягає до суміжних споруд, не залишаючи необроблених ділянок), а також відсутністю вільних ділянок (вони замінені штучними зеленими острівцями, які виключені з дослідження), переважну частину проб було відібрано на бічних ділянках або позаду АЗС. Для забезпечення достовірності виконаних досліджень обов'язковим є врахування інформації про фонове забруднення територій нафтопродуктами. Тому поблизу досліджуваних АЗС на відстані 50–100 м було відібрано фонові проби.

Основною проблемою аналізу рівня забрудненості ґрунтів нафтопродуктами є відсутність загально прийнятних нормативів немає. Небезпечним вважається рівень забруднення ґрунту, який перевищує межу потенціалу самоочищення. Інакше кажучи, ґрунти вважаються забрудненими, коли в їх стані починаються негативні зміни: порушується екологічна рівновага в ґрунтовій екосистемі, гине ґрунтова біота, падає продуктивність або гинуть рослини, відбувається зміна морфології, водно-фізичних властивостей ґрунтів, знижується їх родючість, створюється небезпека забруднення підземних і поверхневих вод у результаті вимивання нафтопродуктів з ґрунту і їх розчинення у воді.

Враховуючи фізико-географічні умови України, Соловйов В.І. пропонує прийняти такі ступені градації забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами (з урахуванням кларку): незабруднені – до 1,5 г/кг; слабкозабруднені – від 1,5 до 5,0 г/кг; середньозабруднені – від 5,0 до 13,0 г/кг; сильнозабруднені – від 13,0 до 25,0 г/кг; дуже сильнозабруднені – більше 25,0 г/кг. Результати відповідного дослідження свідчать, що слабе забруднення може бути ліквідоване у процесі самоочищення ґрунту протягом 2–3 років, середнє – протягом 4–5 років.

Отже, для отримання різнобічної оцінки рівня забруднення нафтопродуктами під впливом діяльності АЗС було прийняте рішення порівняти отримані результати з ОДК (0,2 г/кг), нормами Соловйова В.І. та показниками шкідливості (фітоаккумуляційним (1,5 г/кг) міграційним водним (13,1 г/кг) і повітряним (5 г/кг) і загальносанітарним (5 г/кг)).

Загалом, рівень забруднення ґрунтів на території АЗС досліджуваних районів коливається в широких межах: перевищує ОДК у 0,32-4,8 рази, що безумовно свідчить про високий рівень забруднення. Рівні забруднення щодо впливу на суміжні середовища також відображають значний рівень небезпеки. Так, співвідношення з фітоаккумуляційним показником шкідливості (співвідношення з фактичними даними перевищують даний показник у 0,85-12,8 рази), міграційним водним показником шкідливості (від 0,1 до 1,48), міграційним повітряним і загальносанітарним показником шкідливості (від 0,25 до 3,84) свідчать про небезпеку переходу забруднення у рослинний покрив, водне та повітряне середовище та погіршення загального стану цих середовищ.

Відповідно до рекомендацій В.І. Соловйова одна проаналізована проба є незабруднена, 5 – слабкозабруднені, 16 – середньозабруднені, а решта (6) – сильнозабруднені. Порівняння отриманих масових часток нафтопродуктів у ґрунті з фоновими рівнями свідчить про істотний внесок діяльності АЗС у формування забруднення: відмінність між фоновими значеннями і вмістом нафтопродуктів у просторово найближчій пробі становить від 11 до 58 %.

На досліджених об'єктах рівень забруднення ґрунтів помітно відрізняється. Відмінності у рівнях забруднення на сусідніх АЗС пояснюються їх належністю до різних компаній і, відповідно, різними підходами до господарювання. При цьому чітко вираженої залежності між рівнем сформованого забруднення та компанією, яка володіє АЗС, не виявлено. З іншого боку, простежується чітка закономірність між рівнями забруднення ґрунтів та терміном експлуатації АЗС, а також розташуванням на території допоміжних послуг, передусім мийок. Поряд з цим у 14 випадках було виявлено, що рівень забруднення ґрунтів нафтопродуктами підвищений на ділянках, які прилягають до зон розміщення резервуарних комплексів. Цей факт викликає занепокоєння, оскільки може свідчити про проблеми з дотриманням екологічної і технічної безпеки під час зливання з резервуарів і наливання в них нафтопродуктів (дані операції відбуваються дуже часто, оскільки у зв'язку з дефіцитом нафтопродуктів їх не зберігають на АЗС у значній кількості), або проблеми, пов'язані зі зберіганням нафтопродуктів, щільністю резервуарів та їх обв'язки (дана проблема за сучасних технологій теоретично виключається).

Серед обраних об'єктів було дві АЗС, які розміщувались на насипах, що дало змогу відібрати пробу ґрунту по вертикалі і дослідити вертикальний розподіл забруднювачів. У всіх випадках схили розміщувались в тильній частині АЗС, були незарегульовані і мали природне рослинне покриття, яке сформувалося за час існування АЗС. Аналіз вертикального розподілу забруднення свідчить про зменшення його інтенсивності з наближенням до підшови схилу. При цьому яскраво виражений вплив гранулометричного складу ґрунту на рівень забруднення.

Оцінювання стану ґрунтів чітко вказує на вплив діяльності АЗС на формування забруднення ґрунтів. Також виникає необхідність проведення заходів, спрямованих на ремедіацію ґрунтів від нафтопродуктів після певного терміну роботи АЗС. Для регулювання такої діяльності потрібно розробити загальні рекомендації щодо частоти, інтенсивності обробок, а також стосовно вибору методик і препаратів, які забезпечуватимуть досягнення оптимальних результатів.

За даними з відкритих джерел водоносні горизонти на даній території безнапірні, з вільною поверхнею, а тому не захищені від техногенного забруднення. Живлення цих горизонтів здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Підйом ґрунтових вод загрожує поширенням забруднення нафтопродуктами у зворотному напрямку, а також поширенням ореолу забруднення у плані на відстань до кількох кілометрів. Тому для гарантування захищеності ґрунтових вод від техногенного впливу АЗС необхідне ретельне періодичне обстеження стану обладнання, а у випадку виявлення нещільностей покриття – доцільно проводити моніторингове буріння, якщо в зоні впливу АЗС знаходяться ґрунтові та підземні води.

Для підвищення рівня екологічної безпеки АЗС та формування спеціальної системи ЕБО рекомендовано вдосконалити процедуру виконання ОВНС та ввести оцінку ризиків для нових об'єктів; сформувати спеціальну програму моніторингу; посилити вимоги до очисних та ресурсозберігаючих систем; вдосконалити нормативне забезпечення; проводити сертифікацію АЗС на основі їх екологічності.

#### *Літературні джерела*

1. Гигиеническая основа качества почвы населенных мест : МУ 2.1.7.730-99.– Офиц. изд. – М. : Минприроды РФ, 1999. – 38 с.
2. Соловьев В. И. Биоремедиация как основа восстановления нефтезагрязненных почв / В. И. Соловьев, Г. А. Кожанова // Мир экологии. – 2004. – №2. – С. 21–25.
3. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 04.04.2007 №149 „Про внесення змін до Методики визначення розмірів збитку, обумовленого забрудненням і засміченістю земельних ресурсів внаслідок порушення природоохоронного законодавства” зареєстровано в Міністерстві юстиції України 25.04.2007 за №422/13689. – Офіц. вид. – К. : Державна екологічна інспекція України, 2007. – 65 с.
4. Grathwohl P., Klenk Ingo D. Groundwater risk assessment at contaminated sites (GRACOS) // Proceedings of the 7th International FZK/TNO Conference on Contaminated Soil, (Leipzig, 18-22 of September, 2000), Vol. 2 / UFZ Centre for Environmental Research. – Leipzig : Thomas Telford Publishing, 2000. – P. 831–834.

## ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ДРІЖДЖОВІСНИХ СТІЧНИХ ВОД

Бернацька Н.Л., Типіло І.В.

Національний університет «Львівська політехніка»,  
79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12, maksymiv.natali@gmail.com

Очищення стічних вод є важливою екологічною проблемою народного господарства будь-якої країни, нехтування якою може призвести до значних негативних наслідків у вигляді екологічних катастроф національного масштабу [1]. Проблема очищення стічних вод особливо актуальною для України, де через застосування морально застарілих технологій більшість стоків характеризуються високим рівнем хімічного та біологічного забруднення. Одним з основних джерел забруднення водного середовища є підприємства харчової промисловості. Переважна більшість стічних вод скидається неочищеними у природні водойми, на поля фільтрації чи в каналізацію, створюючи відчутне екологічне навантаження на довкілля [2,3]. Альтернативою існуючим методам зниження величини забруднень стічних вод може стати застосування кавітаційних технологій. Екологічна безпечність, висока адаптивність до існуючих технологій та ефективність дає змогу застосовувати кавітаційні технології як основні, так і як допоміжні методи інтенсифікації процесів очищення стоків і суттєво зменшити техногенне забруднення гідросфери [3].

Результати проведених досліджень показують, що під час обробки ультразвуком (УЗ) забрудненої води швидкість зменшення показника хімічного споживання кисню (ХСК) води значно більша, ніж її аерація киснем. В той же час одночасна обробка води ультразвуком під час її аерації киснем збільшує швидкість процесу окиснення органічних сполук у воді. Проведення процесу згідно з останньою методикою дає змогу зменшити значення ХСК до прийнятих норм для води.

Під час обробки води ультразвуком в присутності кисню відбувається значне зменшення мікробного числа (МЧ) вже на перших хвилинах. Під час довготривалої обробки води ультразвуком з одночасною аерацією її киснем ступінь очищення води від біологічного забруднення може досягати 91 %. Це є значно вище, ніж вимагають нормативи для деяких видів мікроорганізмів.

Зменшення ХСК добре описується кінетичним рівнянням другого порядку, тоді як зменшення концентрації біологічного забруднення відбувається за рівнянням реакції першого порядку, причому в цьому випадку також спостерігається синергійний ефект дії кисню та ультразвукової кавітації. Висока ефективність зменшення показника ХСК під час обробки ультразвуком в атмосфері кисню пов'язана з тим, що в умовах кавітації утворюються пероксирадикали, пероксиди і оксорадикали, які беруть участь у радикально-ланцюговому окисненні органічних сполук і забезпечують високу швидкість процесу.

Під час великого забруднення води уже через 2 год. обробки ультразвуком в атмосфері кисню ефективність зменшення ХСК становить 75 %, а далі практично не змінюється. Це, очевидно, пов'язано з тим, що органічні домішки, які присутні в забрудненій воді, мають різну реакційну здатність до радикально-пероксидного окиснення і є певний тип речовин, які в даних умовах не окиснюються, що і спостерігається за зміни ХСК від часу.

Протягом двотижневого зберігання ХСК води практично не змінюється (в межах похибки експерименту), а мікробне число починає зростати, починаючи з другої доби зберігання і досягає початкового значення на кінець 7 дня.

Зростання МЧ води, яка початково містить біологічні забруднення і органічну складову, але яка не піддавалась ультразвуковій обробці, настає відразу. Пост-ефект дії ультразвуку є аналогічним для фотохімічної обробки води, однак для фотохімічного ініціювання він є значно нижчим (до 2 год).

Отже, встановлено, що після обробки забрудненої води ультразвуком відбулось зменшення величини хімічного та біологічного забруднення води. Окиснення водорозчинних органічних сполук протягом озвучування відбувається за реакцією першого порядку. Дисперсія мікроорганізмів є гетерогенною системою і окиснення відбувається за реакцією псевдо другого порядку. Після ультразвукової обробки забрудненої води спостерігається пост-ефект дії акустичної кавітації, який полягає в зменшенні кількості мікроорганізмів в одиниці об'єму та ХСК. В обробленій УЗ воді ріст мікроорганізмів починається тільки через 24 години. Отримані результати дають змогу вибрати оптимальні умови проведення процесу очищення води і використовувати ультразвукові установки для очищення стічних вод підприємств харчової промисловості

### Літературні джерела

1. Gogate P., Tayal R., Pandit A.: *Current science*, 2002, 1, 35-43.
2. Blume T., Neis U.: *Ultrasonics Sonochemistry*, 2004, 11, 333-336.
3. Neis U., Blume T.: *Water Supply*, 2003, 4, 261-267.

УДК 504.3.054

## ВПЛИВ ЗАБРУДНЮЮЧОГО АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ДИХАЛЬНУ СИСТЕМУ ДІТЕЙ

САВЧУК Л. Я.

*ІФНТУНГ, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, bzhd@nung.edu.ua*

В сучасних умовах глобальної урбанізації, техногенних революцій, екологічних катастроф, коли вплив шкідливих чинників на організм людини є дуже сильним, надзвичайно велике значення надається вивченню впливу небезпечних факторів атмосфери на органи дихання людини, особливо у дітей. Бронхіальна астма – екологічно залежне захворювання так як фенотипічна реалізація спадкової схильності до неї здійснюється при дії факторів зовнішнього середовища. Як показує статистика кожен рік список нових шкідливих хімічних речовин поповнюється на 250 одиниць, тому щорічно в 1,5 рази зростає кількість хворих дітей на обструктивний бронхіт та атопічну форму бронхіальної астми.

Івано-Франківськ є значним центром деревообробної, металообробної хімічної та харчової промисловості. На території міста та приміських сіл розташовані: ВАТ «Полімер», ВАТ «Залізобетон», ДП СКБ «Орізон», «Івано-Франківський цементний завод», теплоелектростанції. У місті спостерігаються також масивні викиди в атмосферу від автотранспорту: продуктів неповного згорання бензину (особливо формальдегідів).

Відомо, що забруднене атмосферне повітря впливає на розвиток багатьох хвороб серед населення, особливо дітей. Шкідливі фактори навколишнього середовища поряд з усіма системами організму впливають також на імунну систему і сприяють збільшенню захворюваності. Вчені усіх країн світу також занепокоєні зростанням таких захворювань органів дихання у дітей як: пневмоній, бронхітів і астми. Причиною їх виникнення є насамперед генетична схильність, інфекційні та токсичні фактори [1].

Деякі вчені вважають, що промислові поллютанти виступають в ролі ад'ювантів - речовин, які неспецифічно посилюють імунну відповідь на конкретний антиген. Це відбувається так: антиген (вірус, бактерія) з'єднуються з шкідливою речовиною (наприклад, хлором), відбувається подразнення слизових оболонок носа чи бронхів, руйнується їх епітелій і вірус чи бактерія швидше попадає всередину органів дихання і з'єднуючись з макрофагом (АПК - антигенпрезентуючою клітиною), запускає імунологічну відповідь.

Існує ще одна теорія стосовно того, як діють на організм дітей шкідливі екофактори атмосфери. Так, одні вчені вважають, що промислові алергени - це частіше гаптени, які тільки при з'єднанні з певними білками стають повноцінними антигенами. Така думка існує тому, що повітряні поллютанти мають низьку молекулярну масу і не можуть розпізнаватись до того часу, поки не кон'югують з молекулою носія (альбуміном, глобуліном чи синтетичним поліпептидом), утворюючи повноцінний антиген, який вже розпізнається Т - лімфоцитами (АПК), і тільки тоді вони включаються в імунну відповідь [2]. Хронічна дія шкідливих екологічних факторів призводить до зниження або підвищення рівня гуморального імунітету, а в нашому випадку сироваткових імуноглобулінів G, A, M, тому проведене щорічне статистичне дослідження за цими показниками протягом 2005-2015 років серед 200-т дітей з хворобами органів дихання.

Дослідження хворих дітей, які поступили на стаціонарне лікування, проводилося до початку прийому медикаментів, особливо до антибактеріальної терапії. Хворих дітей обстежували не протягом цілого року, а тільки весною і восени, оскільки встановлено, що загострення захворювань органів дихання, особливо бронхіальної астми, у 96,9% хворих дітей припадає на ці пори року. Це пояснюється станом атмосфери, особливо його нижнього шару, в якому містяться шкідливо - небезпечні речовини, в нашому випадку хлор, вуглекислий газ та високою вологістю, яка викликається в цей період туманами і дощами. А також періодом цвітіння дерев і трав'янистих рослин (весною) та розсіюванням пилку і насіння злакових рослин (восени)

Найбільш шкідливі речовини атмосфери, які впливають на здоров'я дітей: оксид карбону (CO) – агресивний газ, що складає до 80% від усіх викидів, який може призвести до змін в легенях у дітей і порушення функції дихання; оксиди сульфуру (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>) - подразнюють слизові оболонки носоглотки та бронхів, що викликає кашель, ядуху та приступи бронхіальної астми; оксиди нітрогену (NO, NO<sub>2</sub>) – спричиняють ядуху, обструктивні бронхіти; формальдегіди – підвищують проникливість слизових оболонок, що дає можливість алергенам, бактеріям і вірусам швидше проникати в дихальну систему дітей [3].

Проведено дослідження сироватки крові у підлітків на вміст імуноглобуліну Е, який є маркером для діагностики атопічної форми бронхіальної астми. Тестування крові проводилось для двох груп по 50-ть чоловік: здорових дітей і хворих дітей. Результати досліджень показали, що у здорових підлітків рівень сироваткового імуноглобуліну Е (при нормі до 100 МОд/дл) був у межах: від 14 МОд/дл до 95 МОд/дл, а у хворих 45-ти дітей: від 110 МОд/дл до 1030 МОд/дл. Наше тестування є підтвердженням того, що атопія виявляється як здатність організму до вироблення підвищеного рівня імуноглобуліну Е в відповідь на дію небезпечних чинників атмосфери і виявляється у 90% підлітків, які хворіють на обструктивний бронхіт та бронхіальну астму.

*Літературні джерела*

1. Цимбалиста О. Л. Особенности иммунного ответа у детей, больных бронхиальной астмой / О. Л. Цимбалиста, В. Б. Дегтяр, Л. Я. Савчук // Аллергология и иммунология. – И. : Медицина и здоровье. – 2006. – № 3. – Т. 7. – С. 140 – 143.

2. Чернишова Л. І. Первинні комбіновані імунодефіцити у дітей (діагностика і тактика ведення) : навч. посіб. / Л. І. Чернишова, Д. В. Самарін. – Київ, 2004. – 50 с.

3. Нейко Є. М. Медико-геоекологічний аналіз стану довкілля як інструмент оцінки та контролю здоров'я населення / Є. М. Нейко Г. І. Рудько, Н. І. Смоляр – Івано-Франківськ. – Львів : ЕКОР, 2001. – 350 с.

УДК 66.047.45

## ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ УРБАНІЗОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ

Чайка О.Г., Мацьків О.О.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, вул. Генерала Чупринки 130, кім. 217, E-mail: iep@lp.edu.ua

На території міст ґрунти піддаються забрудненню, яке можна розділити на механічне, хімічне і біологічне. Хімічне забруднення пов'язане з проникненням у них речовин, що змінюють їх природну концентрацію до рівня, що перевищує норму, наслідком чого є зміна фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Цей вид забруднення є найбільш розповсюдженим, тривалим і небезпечним. Хімічні елементи, зокрема свинець, цинк, мідь, кадмій, ванадій та інші не тільки є небезпечними для здоров'я людини, але і служать індикаторами присутності більш широкого спектра забруднюючих речовин (газів, органічних сполук). Загалом, за даними Національного центру Інституту ґрунтознавства та агрохімії [1], нині близько 20% території України забруднено важкими металами. Забруднення ґрунтів цими небезпечними елементами та їх сполуками призводить до утворення кислої або лужної реакції ґрунтового середовища, зниження обмінної ємності катіонів, втрати поживних речовин, до зміни щільності, пористості, відбивної здатності, до розвитку ерозії, дефляції, до скорочення видового складу рослинності, її пригнічення або повної загибелі.

Ділянка території, у межах якої статистичні параметри розподілу хімічного елемента вірогідно відрізняються від геохімічного фону, називається геохімічною аномалією. Геохімічні аномалії, у межах яких вміст забруднюючих речовин досягає концентрацій, що чинять несприятливий вплив на здоров'я людини, називають зонами забруднення.

Наприклад, структура негативного впливу залізничного транспорту на довкілля викликає порушення стійкості ландшафтів транспортної інфраструктури шляхом розвитку ерозії та зсувів, забруднення атмосфери відпрацьованими газами, постійний ріст рівня забруднення ґрунту нафтопродуктами, свинцем та іншими важкими металами, продуктами видування та падіння сипучих вантажів (вугілля, цемент).

Геохімічна оцінка ґрунту за вмістом важких металів переважно виконується через порівняння їх фактичного вмісту з певними показниками, зокрема, кларку хімічного елемента у літосфері чи ґрунту за О.П. Виноградовим, гранично допустимої концентрації (ГДК) або орієнтовно допустимої концентрації (ОДК), а також з фоновими параметрами [2, 3, 4]. У нашому дослідженні, для визначення рівня забруднення залізницею міських земель важкими металами, використано ГДК (валова форма), дані яких представлено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники вмісту гранично допустимих концентрацій та орієнтовно допустимих концентрацій важких металів у ґрунті за різними літературними джерелами, мг/кг

Літературні джерела	Pb	Co	Mn	Cu	Mo	Cr	Ni
Методичні вказівки 4266-87 [5] ГДК	30**	5*	1500**	3*			4*
* - рухома форма							
** водорозчинна форма							
ГДК за [1]	20		1500			0.5	
ГДК за [4] валова форма	32	50	1500	55		100	85
ОДК за [4] – для кислих (суглинкові та глинисті ґрунти)	65			66			40
ОДК за [4] – для нейтральних (суглиннистих та глинистих ґрунтів)	130			132			80

Першочерговим завданням було визначення валового вмісту важких металів у ґрунтах. Львова поблизу проходження залізничної колії. Для проведення дослідження проведено відбір проб ґрунту в районі залізничної колії Франківського району поблизу вулиць А. Рудницького та

Є. Коновальця. Досліджувана територія перебуває практично в центрі міста, де розташовані житловий масив.

Для оцінки небезпечності рівня забруднення ґрунту важкими металами використовується коефіцієнт небезпечності елемента  $K_n$ , що визначається за співвідношенням:

$$K_n = C_i / \text{ГДК}, \quad (1)$$

де  $C_i$  - фактична концентрація забруднюючого елемента (речовини) в ґрунті (мг/кг);

ГДК - гранично допустима концентрація забруднюючої речовини, мг/кг ґрунту.

Дані розрахунку наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Коефіцієнт небезпеки важких металів в ґрунті моніторингових ділянок

п/п	Місце відбору проб ґрунту	Коефіцієнти небезпечності елементів						
		Ti	Cr	Mn	Ni	Cu	Zn	Pb
1	А. Рудницького	1,20	4,00	1,46	-	5,45	6,00	18,12
2	Г.Чупринки	1,02	4,00	3,00	-	10,90	12,50	25,00
3	Є.Коновальця	0,96	6,00	1,33	-	15,45	25,50	28,44
4	Л. Цегельського	1,87	2,00	1,00	-	2,18	11,00	10,00

Отже, в результаті проведених розрахунків було встановлено, що на досліджуваній території є значне перевищення вмісту важких металів, а саме: свинцю – (10,00–28,44) раз, цинку – (6,00 - 25,50) раз, хрому - (2,00–6,00) раз, марганцю – (1,00 – 3,00) рази, міді (2,18–15,45) раз та титану близько 1,8 рази.

**Висновок.** Аналіз вмісту важких металів у ландшафтах є репрезентативним показником екологічного стану даної території. Наші дослідження показали, що концентрації важких металів, джерелом надходження яких є залізничний транспорт м. Львова, перевищують не лише їх фонові значення, а й ГДК.

Зважаючи на значимість негативного впливу цих елементів для екологічного стану та родючості ґрунтів, якості сільськогосподарської продукції, умов існування біоти і здоров'я людини, рекомендуємо, по-перше, поліпшувати контроль за їх надходженням в екосистеми, по-друге, вдосконалити нормативно-правову базу щодо забезпечення екологічної безпеки у сфері залізничного транспорту, по-третє – провести модернізацію залізничного транспорту з метою зменшення викидів у навколишнє середовище небезпечних речовин, зокрема важких металів.

#### Літературні джерела

1. Малишева Л.Л. Геохімія ландшафтів. – К.: Либідь, 2000. – 472 с.
2. ГОСТ 17.4.1.02-83 [Електронний ресурс] / Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения / М.: Стандартинформ, 2008. – <http://vsegost.com/Catalog/21/21047.shtml>
3. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / за ред. С.М. Рижук, М.В. Лісового, Д.М. Бенцаровського. – К.: «Рибка моя», 2003. – 61 с.
4. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / за ред. А.І. Фатєєва, Я.В. Пашенко. – Харків, 2003. – 71 с.;
5. МУ 4266-87 По оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. Методические указания [Електронний ресурс] / Перелік чинних в Україні нормативних документів у галузі будівництва та промисловості будівельних матеріалів станом на 1 січня 2012 року. К., 2012. – <http://document.org.ua/docs/tdoc9223.php>

УДК 550.8:553.98

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ МЕТАНУ ІЗ ВУГІЛЬНИХ ВІДКЛАДІВ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ

Калиній Т.В., Зубашев С.С., Вовк Р.І.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, [grf@nung.edu.ua](mailto:grf@nung.edu.ua)

Проблема газоносності, природи газів і закономірності розподілу їх у відкладах Львівсько-Волинського басейну є одним з найважливіших питань сьогодення. Досвід багатьох країн свідчить про те, що вугільний метан слід розглядати, як альтернативний енергоносіє, співмірний природному газу. Вугілля залишається на перспективу головним вітчизняним енергоносієм. Разом з тим, у Національній енергетичній програмі чітко визначено напрямок використання альтернативних видів енергії, в тому числі, за рахунок залучення метану вугільних родовищ у паливно-енергетичний баланс держави. Ресурси метану вугільних родовищ України становлять 12 трлн. м<sup>3</sup>.

Львівсько-Волинський кам'яновугільний (ЛВБ) – це територія розвитку вугленосних відкладів із пластами вугілля нижнього (візейський та серпухівський яруси – візе, намюр А), а також середнього (низи башкирського ярусу – намюр В, С, низи вест-фала А) карбона, яка розміщена на крайньому заході України у верхній течії р. Буг. Вугленосні відклади утворюють нижньо-середньокарбову вугленосну формацію, яка поділяється на дві підформації. Площа поширення вугленосного карбону простягається в північно-західному напрямку від міст Львова і Перемишляни – на півдні до державного кордону з республікою Білорусь, на півночі на відстань понад 200 км при ширині до 90 км. Північна межа ЛВБ спочатку проходить по Володимир–Волинському (Північному) розломі, а потім за смугою поширення нижньокам'яновугільних відкладів на західній окраїні Ковельського виступу, простягається вздовж Польсько-Українського кордону на північ і в районі Томашовки переходить на суміжну територію Польщі. Східна межа басейну на схід від Луцька простягається в меридіональному напрямку і на півдні центриклінально замикається південніше м. Львова. Південно-західна межа має тектонічну природу і співпадає з Рава-Руським розломом. В межах України західна границя ЛВБ є відкритою і

кам'яновугільні вугленосні відклади занурюються під більш молоді утворення на території Польщі. У вказаних межах загальна площа басейну перевищує 10000 км<sup>2</sup>. Територія з промисловою вугленосністю становить близько 1000 км<sup>2</sup>. ЛВБ є південно-східним продовженням Люблінського вугільного басейну (ЛБ), який розміщений на території Польщі. В сукупності вони утворюють генетично єдиний Львівсько-Люблінський басейн, що розміщений в межах однойменного тектонічного прогину.

Вугленосність кам'яновугільних відкладів Львівсько-Волинського басейну має певну закономірність зміни як по площі басейну, так і в розрізі цієї товщі. Всі параметри вугленосності мають властивість закономірно зростати в двох напрямках – з північного сходу на південний захід, в сторону прогинання Львівсько-Волинської кам'яновугільної западини, в напрямку краю платформи і досягає своїх максимумів в південно-західній частині басейну (Любельська площа) і зі сходу-південного сходу на захід-північний захід (паралельно осі кам'яновугільної западини). Такий характер розподілу вихідної органічної речовини говорить про те, що умови накопичення вугільної маси і формування вугільних шарів у північній і південно-західній частинах басейну відрізнялися між собою.

Умови формування вугільних горизонтів на території дослідження змінювалися в південно-західному напрямку. У північній частині басейну на фоні загального моноклінального падіння палеозойських порід ця площа на протязі накопичення вугільного матеріалу в тектонічному відношенні була відносно слабурхоною і занурення її проходило повільно, що забезпечило тривалу стабільність фізико-хімічних умов середовища і порівняно сильніший біохімічний розклад органічної речовини, а це позначилося на кількості, будові і потужності пластів вугілля. Вугільних пластів тут значно менше порівняно з південною частиною басейну, в переважній більшості вони простої будови, різної потужності – від малопотужних (0,1–0,4 м) до найбільш потужних у басейні (1,8–2,3 м), з порівняно більшими прошарками вмшуючих порід, що розділяють вугільні пачки в складному пласті. Спокійний режим нагромадження і первинного розкладу рослинного матеріалу зумовив невелику кількість генетичних типів вугілля, які складають пласт, і виявився причиною переважно низької зольності вугілля, що утворилося на цій території.

За опублікованими даними сучасний газогенераційний потенціал по Львівсько-Волинському басейну у робочих вугільних пластах становить 10912 млн. м<sup>3</sup>, в тому числі по Червоноградському геолого-промислового району 3924 млн. м<sup>3</sup> і по Південно-Західному геологічному району 6988 млн. м<sup>3</sup>. Згідно з проведеними розрахунками, вугленосна товща басейну вміщує 24355887 млн. м<sup>3</sup> метану, в тому числі у вугільних пластах робочої товщини – 728302 млн. м<sup>3</sup>, а в пластах неробочої товщини – 1627585 млн. м<sup>3</sup> і у вуглевмісних породах – 22 трлн. м<sup>3</sup>.

Можна говорити про те, що не лише вугільні пласти, а і вуглевмісні породи містять газ у значних кількостях. Видобування метану газовугільних родовищ було би більш доцільним при використанні технологій, які дозволяють одночасно використовувати ресурси вугільних пластів та вмсних порід.

В результаті узагальнення літературних джерел і даних досліджень можна зробити наступні висновки:

Сучасна газоносність вугільних пластів залежить від трьох процесів: газотворчого потенціалу вугілля, акумуляції і дегазації вугільних газів.

Встановлено, що одним з головних постачальників газів на протязі всього метаморфічного ряду є вітриніт, який із середніх стадій вуглефікації одночасно є і сорбуючим мікро компонентом. Відносно фюзинітових мікро компонентів зауважимо наступне: вони майже не генерують газу, але завдяки своїй будові можуть на окремих ізольованих ділянках акумулювати вугільні газу. Так само на окремих ділянках вугілля, порушеного ендогенною мікро тріщинуватістю.

Особливу увагу слід приділити перспективному на газ Тягівському родовищу. Ще з 90-х років минулого століття по ньому були вперше підраховані запаси метану і визначено місця закладання експлуатаційних газових свердловин. Запаси становили по вугіллю 2,8 млрд. м<sup>3</sup> і по вмсних породах (пісковики) – 102,5 млн. м<sup>3</sup>.

Загальні запаси метану у вугленосній товщі ЛВБ становлять 24355887 млн. м<sup>3</sup> в тому числі з вугільних пластів робочої потужності 728302 млн. м<sup>3</sup> та з вугільних пластів неробочої потужності – 1627585 млн. м<sup>3</sup>.

#### *Літературні джерела*

1. Струев М. И Львовско-Волынский бассейн. – В кн.: Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. – Т 1. – М., 1963. – С. 1015–1043.
2. Бобровник Д. П., Балдирева Т. О., Іщенко О. М.. Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн. – К.: Вид-во АН УРСР, 1962. – 144 с.
3. Кравець В. И., Цирюльников А. С.. Газопроницаемость угольных пластов Межреченского месторождения Львовско-Волынского бассейна // Разработка месторождений полезных ископаемых, 1971. – Вып. 22. – С. 94–106.
4. Іванов О. К., Караваев В. Я. Природна газоносність візейських відкладів Межиріченського родовища Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну // Доп. АН УРСР, 1974. – № 1. – С. 13–16.
5. Іванов А. К., Караваев В. Я. О взаимосвязи водо- и газоносности продуктивной толщи Межреченского месторождения (Львовско-Волынский бассейн) // Уголь Украины, 1974. – №3. – С.39-41.
6. Іванов О. К., Кушнірук В. О. Прогнозна оцінка газозбагаченості нових шахтних полів Львівсько-Волинського басейну // Геологія і геохімія горючих копалин. Київ: Наук. думка, 1971. – Вип. – 24. – С. 69–74.
7. Іванов А. К., Кушнірук В. А., Караваев В. Я. Новые данные о тектонике юго-восточной части Львовско-Волынского бассейна // Тектоника и полезные ископаемые запада Украинской ССР. – Киев: Наук. думка, 1973. – С. 21–23.

8. Кушнирук В. А., Иванов А. К., Небольсин В. П. Газоносность угленосной толщи Межреченского каменноугольного месторождения. – В кн.: Геология и геохимия углей Львовско-Волынского угольного бассейна. – Киев: Наук. думка, 1967. – С. 5–14.
9. Кушнирук В. О., Иванов О. К., Тесляр Ф. І. Деякі питання газоносності і хімічний склад газів Межиріченського кам'яновугільного родовища // Доповіді АН УРСР. – 1967. – № 12. – С. 1064–1067.
10. Иванов А. К., Кушнирук В. А., Караваев В. А.. Изменение химического состава газов угольных пластов и пород Львовско-Волынского бассейна // Геология и геохимия горючих ископаемых. – 1974. – Вып. 38. – С. 48–60.
11. Кушнирук В. А., Исаков В. И., Иванов А. К.. К вопросу изучения газоносности каменноугольных отложений Львовско-Волынского бассейна // Геология и геохимия горючих ископаемых, 1972. – Вып. 30. – С. 84–87.
12. Матвеев А. К. Проблема Львовского карбона // Геология и полезные ископаемые западных областей УССР. – М.; Л.: Госгеолиздат, 1941. – С. 50–60.
13. Coal-bearing formation of the Lviv-Volyn coal basin. Field Trip Guid / Vitaly Shulga, Ihor Dudok, Svyatoslav Byk // 7-th European coal conference (Lviv, Ukraine, August 26–29, 2008): Abstracts. – Lviv, 2008. – P. 1–60.
14. Струев М. И., Исаков В. И., Шпакова В. Б. и др. Львовско-Волынский каменноугольный бассейн: Геолого-промышленный очерк. – Киев: Наук. думка, 1984. – 272 с.
15. Лелик Б., Решко М., Гірний Є. та інші. Аналіз газоносності та експресінформація за результатами робіт початку першого етапу буріння свердловини “А” на Тяглівському родовищі Львівсько-Волинського басейну // Геотехнічна механіка: міжвід. збірник праць / Ін-тут геотехнічної механіки НАН України. – Дніпропетровськ, 2000. – Вип. 17. – С. 119–123.

УДК 551.2:553.983

## ПЕРСПЕКТИВИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ЛЬВІВСЬКОГО ПАЛЕОЗОЙСЬКОГО ПРОГИНУ

Омельченко В.Г., Дербаль В.І., Карпенко М.О.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, ovgeo@ukr.net*

Від характеру тектонічних режимів та закономірностей розломно-блокової тектоніки залежать перспективи Львівського прогину щодо виявлення родовищ вуглеводнів та правильність вибору шляхів проведення пошуково-розвідувальних робіт на нафту та газ. Висновки про важливість ролі розломів у формуванні та розташуванні родовищ нафти й газу знаходить все більшу й більшу кількість прихильників, а розробка схем розломно-блокової тектоніки в сучасній геологічній практиці розглядається як складова частина загального комплексу пошуково-розвідувальних робіт.

У зв'язку з цим актуальним є застосування структурно-геоморфологічних та аерокосмотектонічних досліджень у даному регіоні, оскільки вони дають можливість швидко і ефективно виявити і уточнити характер елементів глибинної будови різних рівнів Земної кори. Ці дослідження є джерелом нової інформації про структурні особливості територій, дозволяють раціонально і цілеспрямовано розмістити сейсмозвідувальні та бурові роботи, скоротити витрати на геофізичні дослідження.

Львівським прогином (ЛП) вважається структура, межі якої визначаються межею розповсюдження порід герцинського комплексу, який складається з відкладів середнього і верхнього девону та нижнього і середнього карбону. Герцинські відклади перекривають нижчезалігаючий каледонський комплекс порід зі стратиграфічною і кутовою неузгодженістю. На сході ЛП межує з моноклінальним схилом Волино-Подільської плити (ВПП). Глибинною межею між цими структурними одиницями, що в значній мірі визначається за розповсюдженням стратиграфічних підрозділів верхнього палеозою, є меридіональний Радехівський розлом, виявлений геофізичними дослідженнями у кристалічному фундаменті. Північна границя ЛП проходить по Володимир-Волинському розлому. На південному заході прогин обмежується смугою розповсюдження дислокованих порід силуру та нижнього девону по Рава-Руському розлому. Глибина залягання кристалічного фундаменту збільшується з північного сходу на південний захід від 2 км до 8-9 км. У тому ж напрямку, з наближенням до геосинклінальної області, збільшується дислокованість відкладів палеозою. Важливе значення для регіону мають насунні дислокації герцинського етапу тектогенезу. Розріз палеозою характеризується численними нафто- і газопроявами, але промислові скупчення виявлені лише на двох площах.

Перший газовий фонтан з кембрію на території ЛП був отриманий на Перемишлянській площі, при випробуванні кембрійських відкладів в параметричній свердловині Перемишляни-1 на глибині 3480-3520 м в 1972 р. В основній масі відклади кембрію в св. Перемишляни-1 газозвані по всьому розрізу. Їхня пористість складає в середньому 8%. Крім того, промислові припливи газу з кембрію були отримані в аналогічних геоструктурних умовах на Польській території на площі Нараль.

В свердловинах Хмелівка-1, Бучач-1 ємкість кембрійських пісковиків складає 5-9 %. Проникних порід не відмічено. В свердловині Завадівка-1 у піднятому керні кембрійських відкладів були тільки



щільні різновидності. В свердловині Літовеж-1 пісковики та алевроліти кембрійського віку мають пористість біля 1 %, проникність менше  $0,1 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>.

У св. 4-Дублянська в кембрійських відкладах не виявлено колекторів. Пісковики в розкритій свердловиною частині розрізу дуже щільні і часто нагадують кварцити або пісковики кембрію Зовнішньої зони Передкарпатського прогину або такі, що розкриті пошуково-розвідувальною свердловиною Ставчани-1.

У Львівському прогині відклади ордовіку розкриті в св. Літовеж-1 (інт. 2838-2851м), Дубляни-4 (інт. 4321-4332 м) і в св. Перемишляни-1 (інт. 3037-3040 м), у Передкарпатському прогині св. Загайпіль-1 (інт. 2910-2919 м). В свердловині Володимир-Волинська-1 в інтервалі 2075-2081 м у відкладах ордовіка, що безпосередньо перекривають кембрійський перспективний нафтогазоносний комплекс, розкриті алевроліти, які насичені нафтою. Загальні перспективи нафтогазоносності ордовіцьких відкладів оцінюються невисоко.

Щодо перспектив нафтогазоносності силурійського комплексу, то вони пов'язуються в першу чергу з органогенними вапняками, які складають рифову літофіцію Львівського прогину. Вони утворюють біогермну грядку, яка простягається смугою шириною 10-40 км від м. Володимир-Волинський до м. Хотин. Бурінням органогенні вапняки розкриті лише в районі сіл Бучач та Локачі. В органогенних вапняках (св. Локачі-10) встановлено скупчення легких нафтових флюїдів, а в св. Локачі-12 - незначний приплив нафти (інт. 1350-1483 м). Пористість силурійських рифогенних відкладів становить 7-10 %, проникність  $46 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>.

Численні нафтопрояви, наявність колекторів, хлоркальцієвих мінералізованих (70-80 г/л) вод високого ступеню метаморфізації вказують на сприятливі умови для збереження вуглеводнів - все це дозволяє відносити рифові тіла силуру до високоперспективних у відношенні нафтогазоносності.

Перспективи нафтогазоносності нижнього девону оцінюються позитивно, адже один з покладів, що виявлені в Локачинському родовищі приурочений до нижньодевонських відкладів (тіверської серії жединського ярусу).

Щодо нафтогазоносності відкладів девонського віку, то вони являються поки що єдиними з встановленою промисловою газоносністю у Львівському прогині.

Газові поклади на Великомоствіському родовищі зосереджені у відкладах ейфельського (нижньолопушанська підсвіта) та живетського (струтинська свита) ярусів середнього девону. Газовміщуючі пласти складені пісковиками та алевролітами. Покришкою для нижньолопушанського покладу є п'ятидесятиметрова товща щільних доломітів та вапняків, широко поширених у Львівському прогині. Струтинський поклад екранований потужною товщею непроникних вапняків та доломітів верхнього девону. Пористість пісковиків і алевролітів складає від 0,1 до 5,6 %, проникність не перевищує 0,0001 мкм.

В межах Локачинського газового родовища до теригенно-карбонатної формації (Д<sub>2</sub>-Д<sub>3</sub>) приурочено п'ять покладів, а до континентальної червонокольорової (Д<sub>1</sub>) формації - один. Газовміщуючі породи Локачинського покладу представлені переважно пісковиками і алевролітами. Значно рідше карбонатними кавернозними породами. Їхні колекторські властивості наступні: Д<sub>2</sub> - пористість складає від 0,2 до 15,2 %, проникність від  $0,01 \cdot 10^{-3}$  до  $85,9 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>; Д<sub>1</sub> - пористість складає 14-15 %, проникність змінюється від  $102 \cdot 10^{-3}$  до  $119 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. Товщини газоносних горизонтів не перевищують 20 м. Покришкою для струтинських покладів є вапняки та доломіти, для лопушанського - карбонатні породи та аргіліти.

Практично на всій території Львівського прогину відмічалися незначні нафтогазобітумопрояви з девону при бурінні свердловин. Найбільш сильною бітумінозністю характеризуються відклади Д<sub>2</sub> і Д<sub>3</sub>, тобто відклади лагунно-морської евапорито-карбонатної формації.

Таким чином у Львівському прогині виділяються чотири перспективні щодо нафтогазоносності комплекси відкладів: девонський (з встановленою промисловою газоносністю), силурійський, кембрійський та рифейський. Більш сприятливими умовами для генерації вуглеводнів характеризується південно-західна частина Львівського прогину. Проте у північно-східній частині Львівського прогину породи палеозою мають значно кращі колекторські властивості, які погіршуються у південно-західному напрямку по всіх перспективно нафтогазоносних комплексах.

#### *Літературні джерела*

1. Геология и нефтегазоносность Вольно-Подольской плиты / Г.И.Доленко, Б.П.Ризун, Ю.П.Сеньковский и др. - Киев: Наук. думка. - 1980 - 106 с.
2. Хижняков А.В., Сандлер Я.М. Геологическое строение и нефтегазоносность Вольно-Подольской окраины Русской платформы. - Тр. УкрНИГРИ, 1968, вып. 21, С. 5-31.
3. Сеньковский Ю.Н., Ризун Б.П. Предполагаемые зоны нефтегазонакопления юго-западной окраины Русской платформы. - Геология нефти и газа. - 1970. - № 1, - С.14-16.
4. Геологические формации нефтегазоносных провинций Украины / Т.Н.Доленко, Л.Т.Бойчевская, Н.И.Галабуда и др. - Киев: Наук. думка, 1984. - С.190-197.
5. Крупський Ю.З. Проблеми і перспективи нафтогазоносності Волино-Поділля. Тезиси П республіканського совещання «Закономерности образования и размещения промышленных месторождений нефти и газа». Львов, октябрь 1972 г., С.113-114.
6. Павлюк М.І., Ризун Б.П., Чиж Є.І. Геологічні формації верхньопротерозойських і палеозойських відкладів Передкарпаття. Геол. і геохім. горюч. копалин. 1993. № 2-3 (83-84). С. 56-62.
7. Условия формирования и перспективы нефтегазоносности рифогенного комплекса силура Вольно-Подольи / В.Б.Богомягкова, Н.Н.Гоговина, В.А.Котик, В.М.Марковский, В.М.Рейфман в сборнике «Закономерности размещения и методика поисков и разведки залежей нефти и газа в глубокозалегающих горизонтах нефтегазоносных регионах Украины». Львов, 1979 г., С.39-46.

8. Ризун Б.П., Чиж Е.И. Разрывные тектонические нарушения Вольно-подольской плиты и их роль в формировании структур-ловушек нефтяных углеводородов / Геология и геохимия горючих ископаемых. - 1988. - в.70. - С.44-48.

9. Бойко Г.Е. Тектогенез и нефтегазоносность осадочных бассейнов./ Отв. ред. Чекалюк Э.Б.; Ин-т. геол. и геох. горюч. ископ АН УССР.- Киев: Наук. думка, 1989.-204с.

УДК 504.064.2

## РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕМЕНТІВ В МІКСОМІЦЕТАХ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Волошкіна О.С., Кривомаз Т.І., Максименко Д.В.

*Київський національний університет будівництва та архітектури,  
Повітрофлотський проспект 31, Київ, 03680, Україна, e-mail: ecol@i.ua*

Вирішення проблеми забруднення важкими металами навколишнього середовища є одним з важливих завдань екобезпеки. Живі організми відіграють ключову роль в перерозподілі металів, виступаючи як в ролі своєрідних геохімічних бар'єрів, так і в якості біоконцентраторів хімічних елементів. Зокрема міксоміцети (Mycetozoa), завдяки тісному зв'язку з ґрунтом, рослинними залишками та обмеженій території переміщення, відображають фактичний рівень локального забруднення екосистем і можуть виступати у ролі біоіндикаторів важких металів. Для з'ясування трансформації елементів міксоміцетами в навколишньому середовищі застосовано програмний пакет Statistica, за допомогою якого проаналізовано репрезентативну вибірку що включає 52 зразки 28 видів міксоміцетів, зібраних у кардинально відмінних екотопах міських територій (м. Київ), гірських екосистем (Карпати і Альпи) та тропічних островів (Сейшели). Вимірювання концентрацій елементів здійснено за допомогою методу атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою [2]. Закономірності розподілу елементів в навколишньому середовищі виявлено шляхом порівняння концентрацій елементів в міксоміцетах, їх субстратах, валових та рухомих формах ґрунту, повітрі та атмосферних опадах. Для виявлення залежностей використано коефіцієнт рангової кореляції Спірмена, який є непараметричним аналогом коефіцієнту Пірсона і його можна застосовувати для невеликих вибірок даних [1]. Шляхом множинного регресійного аналізу отримані рівняння, які наочно показують ступінь впливу досліджених факторів навколишнього середовища на зміну концентрацій елементів в міксоміцетах, що дозволяє оцінювати довгостроковий ефект забруднення навколишнього середовища.

Лінійна множинна регресійна модель у загальному вигляді представлена таким рівнянням:

$$C_m = b_0 + b_1 C_{sub} + b_2 C_{soil} + b_3 C_{SMF} + b_4 C_{rw} + b_5 C_{air}, \quad (1)$$

де  $C_m$  – концентрація елементу в міксоміцеті,  $C_{sub}$  – в субстраті,  $C_{soil}$  – у ґрунті,  $C_{SMF}$  – в рухомих формах ґрунту,  $C_{rw}$  – в дощовій воді,  $C_{air}$  – у повітрі,  $b_0$  – вільний член та  $b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$  – параметри регресії, які розраховано на основі експериментальних даних за допомогою модуля множинної регресії в програмі Statistica.

Отримано параметри для лінійної моделі накопичення Са міксоміцетами в залежності від концентрації цього елементу у субстраті, ґрунті та його рухомих формах, повітрі та дощовій воді:

$$C_m (Ca) = 211898 - 0,5C_{sub} + 5,6C_{soil} - 25,4C_{SMF} - 8,7C_{air} - 10296C_{rw} \quad (2)$$

З'ясовано, що на концентрацію Al в досліджених міксоміцетах істотно впливає тільки вміст цього елементу в субстратах, а тому модель лінійної регресії має такий вигляд:

$$C_m (Al) = 1,2C_{sub} \quad (3)$$

Для концентрації As у досліджених міксоміцетах більш впливовим фактором є його концентрація у субстратах, причому із збільшенням As в субстратах збільшується його вміст і в міксоміцетах. Натомість, зв'язок з концентрацією в ґрунті виявився менш впливовим і вміст As в міксоміцетах пропорційно зменшується при підвищенні його рівня в ґрунті, тому модель лінійної регресії має такий вигляд:

$$C_m (As) = 9,45C_{sub} - 0,35C_{soil} \quad (4)$$

Аналіз кореляцій Спірмена показав, що концентрація Сг в міксоміцетах істотно залежить лише від його концентрацій в субстраті та рухомих формах ґрунту. Стандартизований регресійний ваговий коефіцієнт показує, що на концентрацію Cd в міксоміцетах істотно впливає тільки вміст цього елементу в субстратах. Загалом модель лінійної регресії для Cd у досліджених зразках міксоміцетів має такий вигляд:

$$C_m (Cd) = 1,31C_{sub} \quad (5)$$

Регресійний аналіз впливу концентрації Си в досліджених складових навколишнього середовища дозволив побудувати таку модель накопичення цього металу міксоміцетами:

$$C_m (Cu) = 10,7 + 1,39C_{sub} - 25,17C_{rw} - 1,12C_{air} \quad (6)$$

Стандартизовані регресійні вагові коефіцієнти Beta дають можливість здійснити ранжування предикторів за ступенем їх впливу:  $C_{rw} > C_{air} > C_{sub}$ . Тобто атмосферні опади та атмосферне повітря більше впливають на концентрацію Си в міксоміцетах, причому в зворотній залежності, на відміну

від субстратів, де при зростання концентрації металу впливає на його збільшення в досліджених міксоміцетах.

Вміст Fe в досліджених міксоміцетах суттєво залежить від концентрації цього металу в субстраті та дещо менше – в ґрунті, при чому на останній фактор інші предиктори впливають несуттєво:

$$C_m(Fe) = 5001 + 8,86C_{sub} - 1,68C_{soil} \quad (7)$$

Отримано лінійну модель накопичення Mn міксоміцетами:

$$C_m(Mn) = 1798 + 42,91C_{air} - 214,5C_{SMF} \quad (8)$$

Згідно узагальнюючим розрахункам, концентрація Mn в міксоміцетах збільшується при зростанні вмісту цього елемента в повітрі, а при його меншому рівні в рухомих формах ґрунту зареєстровані більші значення концентрацій в досліджених спорофорах.

На вміст Ni в досліджених міксоміцетах в основному впливає лише його концентрація в ґрунті:

$$C_m(Ni) = 1,77C_{soil} \quad (9)$$

Концентрація Pb в досліджених зразках міксоміцетів пропорційно збільшується при зростанні вмісту цього елемента в дощовій воді та рухомих формах ґрунту і знаходиться у зворотній залежності від його концентрацій у валових формах ґрунту:

$$C_m(Pb) = 1758C_{rv} + 8,09C_{SMF} - 0,43C_{soil} \quad (10)$$

При цьому кожен із згаданих факторів відіграє самостійну роль у зміні концентрації в міксоміцетах і не підлягає значному впливу інших досліджених предикторів.

Таким чином, побудовано математичні моделі біоаккумуляції міксоміцетами елементів, в залежності від їх концентрації у субстраті, ґрунті та його рухомих формах, повітрі та дощовій воді. Встановлено, що рівень Ca у більшості з проаналізованих зразків міксоміцетів, пропорційно збільшується в залежності від концентрації цього елемента в ґрунті та пропорційно зменшується у відповідності до концентрації в повітрі, дощовій воді, рухомих формах ґрунту та субстратах. З'ясовано, що концентрація Mn залежить від його вмісту у повітрі та рухомих формах ґрунту, Pb – в дощовій воді, ґрунті та його рухомих формах, для As та Fe найкращими предикторами виявились субстрат та ґрунт, субстрат також відіграє вирішальну роль у зміні вмісту Al та Cd, а ґрунт вагомо впливає на концентрацію Ni в міксоміцетах. Отримані моделі дозволяють визначати шляхи надходження токсичних елементів у біооб'єкти та прогнозувати довгострокові ефекти техногенного впливу на стан екологічної безпеки навколишнього середовища. Математичні методи відрізняються точністю і чіткістю формулювання, тому моделювання є дієвим засобом управління екологічною безпекою, якщо моделі мають конкретні цілі, представляють компактний опис спостережень, аналізують та пояснюють реальні явища, забезпечують прогнозування природних процесів та результатів техногенного впливу.

#### Літературні джерела

1. Халафян А. А. Statistica 6. Статистический анализ данных изд.3 / А. А. Халафян // Бином-Пресс. – 2007. – 512 с.
2. Tüzen M. Determination of heavy metals in soil, mushroom and plant samples by atomic absorption spectrometry/ M. Tüzen // Microchem J. – 2003. – N 74. – P. 289–297.

---

УДК 551.521+621

## ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Москальчук Н.М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, n\_reingardt@mail.ru*

Вітер - одна з основних та мінливих характеристик стану атмосфери, яка значно впливає на умови життя та господарську діяльність, а врахування і оцінка вітроенергетичного потенціалу території є необхідними для використання у вітроенергетиці [2].

З метою оцінки сучасного стану вітрових характеристик клімату нами проаналізовано дані напряму вітру, середньої та максимальної швидкості вітру, поривів вітру за 2005-2015 рр., отриманих з сайту <http://tr5.ua> [5]. База даних містила щотрьохгодинні дані швидкостей вітру на висоті 10-12 метрів над землею поверхнею, осереднених за 10-хвилинний період, що безпосередньо передувало терміну спостереження по 5 метеостанціях Івано-Франківської області: Долина, Івано-Франківськ, Коломия, Яремче, Пожижевська. У результаті аналізу метеорологічної інформації нам вдалося отримати узагальненні дані, які представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні метеорологічні характеристики вітрового режиму на метеостанціях Івано-Франківської області

№ п/п	Метеостанція	Сер.річна швидкість м/с	Абсолютний максимум (дата), м/с	Переважаючі напрями вітру (%)	Кількість днів зі штилем, %
1	Долина	2,3	44(16.10.2009)	Сх(11), ЗхПнЗх(11), Зх(10)	14
2	Івано-Франківськ	2,4	18(23.02.2008)	ЗхПнЗх(12,7), СхПдСх(8,5), ПдСх(8,1)	28,7
3	Коломия	1,8	48(03.06.2007)	ЗхПнЗх(14,9), ПнЗх(12,7), Сх(9,7)	23,1
4	Яремча	1,7	50(24.07.2008)	ЗхПдЗх(20,4), ПдЗх(12,6), ПнСх(12,3)	21,6
5	Пожижевська	3,5	42(18.06.2007)	ПдЗх(15,4), ЗхПдЗх(13,6)	35,5

У річному ході швидкості вітру на території Івано-Франківської області максимум припадає на холодну пору року і співпадає з сезонним піком споживання теплової та електричної енергії. Найбільші значення на метеостанціях Долина, Яремче, Пожижевська спостерігаються у грудні-січні, березні; Івано-Франківськ та Коломия у березні-квітні. Найменша швидкість вітру влітку, коли Україна перебуває під впливом Азорського антициклону, а циклонічна діяльність послаблена. Швидкість вітру зменшується до мінімальних значень на метеостанціях Долина, Пожижевська у липні-серпні, на метеостанціях Івано-Франківськ, Коломия, Яремче з серпня по жовтень.

Для потреб вітроенергетики велике значення має розподіл швидкості вітру. Середня стартова швидкість для вітроенергетичних установок складає 3 м/с [4]. Відповідно швидкості вітру до 3 м/с не є перспективними для потреб вітроенергетики. Частка швидкостей вітру від 3 м/с коливаються від 16% (Яремче) до 50% (Пожижевська) і в середньому складає 33%. На рисунку 1 подано повторюваність швидкостей на метеостанціях Івано-Франківської області.

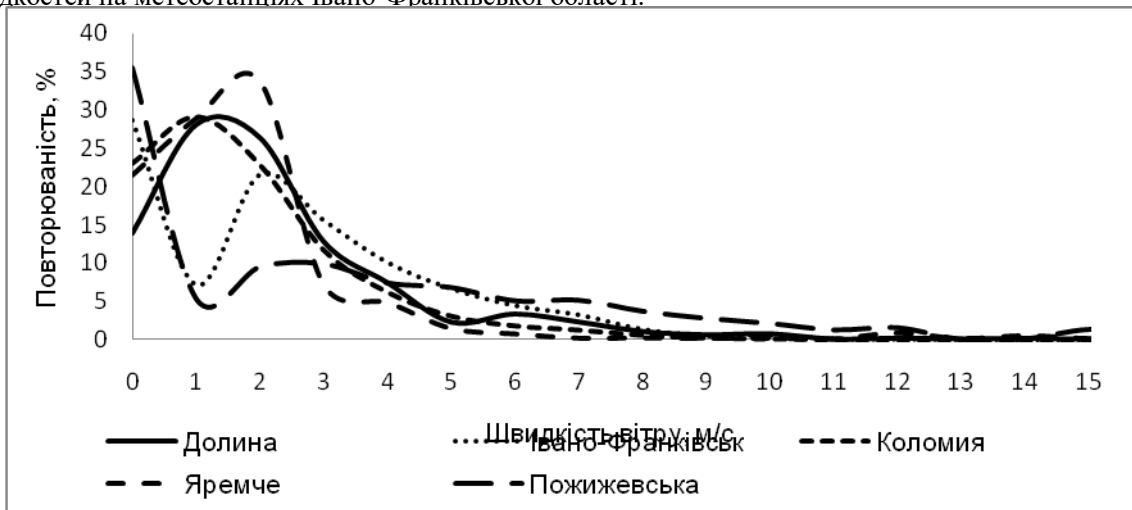


Рисунок 1 – Середньорічна повторюваність швидкостей на метеостанціях Івано-Франківської області

Середня швидкість вітру на висоті 10 м на території Івано-Франківської становить 2,3 м/с. Така швидкість вітру не є оптимальною для розвитку вітроенергетики, однак слід врахувати, що вісь обертання ротора навіть малих вітрових турбін знаходиться на вищій висоті – до 30 м, а промислових вітрових турбін (потужністю від 100 кВт) – від 40 до 100 м і вище. У зв'язку з цим виникає необхідність розрахунку швидкості вітру на більших висотах.

Вертикальні профілі вітру в нижній частині атмосфери можна апроксимувати степеневую (1) залежністю [1,3,4].

$$V(h_2) = V(h_1) \left( \frac{h_2}{h_1} \right)^\alpha, \quad (1)$$

де  $h_1$  та  $h_2$  – висоти над поверхнею землі,  
 $\alpha$  – емпіричний коефіцієнт (експонента Гельмана), що залежить від стабільності атмосфери та шорсткості підстильної поверхні, ми використосувували  $\alpha=0,2$ .

Однією із основних характеристик вітроенергетичних ресурсів досліджуваної території є питома потужність вітру (вітроенергетичний потенціал), яка за означенням виражається формулою 2 [3].

$$P = \frac{1}{2} \rho V^3, \quad (2)$$

де  $\rho$  – густина повітря (ми використовували  $\rho=1,225 \text{ кг/м}^3$  – стандартну густина сухого повітря при 15 С і тиску 101330 Па).

$V$  – модуль швидкості вітру, ми використовували середньорічні значення швидкості вітру.

Виходячи з вищесказаного нами було розраховано середньорічні швидкості вітру на висоті 30, 50, 70, 100 та питомі потужності вітру. Результати розрахунків подано у таблиці 2.

Таблиця 2 – Середньорічні значення швидкості вітру на висоті 30, 50, 70, 100 м на метеостанціях Івано-Франківської області

№ п/п	Метеостанція	$V_{30}$ , м/с	$P_{30}$ , Вт/м <sup>2</sup>	$V_{50}$ , м/с	$P_{50}$ , Вт/м <sup>2</sup>	$V_{70}$ , м/с	$P_{70}$ , Вт/м <sup>2</sup>	$V_{100}$ , м/с	$P_{100}$ , Вт/м <sup>2</sup>
1	Долина	2,9	14,4	3,2	20	3,4	24	3,6	30
2	Івано-Франківськ	3,1	18,5	3,4	25	3,7	31	4,0	38
3	Коломия	2,2	6,9	2,5	9	2,7	11	2,9	14
4	Яремча	2,1	5,8	2,3	8	2,5	10	2,7	12
5	Пожижевська	4,4	50,8	4,8	69	5,2	84	5,5	105

Аналіз отриманих результатів свідчить, що найсприятливіші кліматичні умови для промислової вітроенергетики є у районі Українських Карпат. ВЕУ середньої потужності доцільно розташовувати також на Опіллі, Подільській височині. Щодо малих ВЕУ, то сприятливими вітровими умовами характеризується більша частина Івано-Франківської, особливо північні, південно-західні райони. Однак, при проектуванні встановлення ВЕУ у кожному конкретному місці є потреба у додаткових польових спостереженнях за швидкістю вітру, оскільки дані отримані навіть з найближчих метеостанцій можуть відрізнятися через місцеві мікрокліматичні особливості.

#### Літературні Джерела

1. Де Рензо Л. Ветроенергетика. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 271 с.
2. Клімат України / За редакцією В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченка. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
3. Основи вітроенергетики: підручник / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Ципленков; М-во освіти і науки України, Нац. гірн.ун-т. – Д.: НГУ, 2015. – 335 с.
4. Beuchok, Milton R. (2005). *FundamentalsOfStackGasDispersion* (4th ed.)
5. <http://rp5.ua>

УДК 556.314+556.534]:502.08

## ПРО ЄМНІСТЬ ПОГЛИНАЧА НА ОСНОВІ ІОНІТУ КУ 2-8 ДЛЯ МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СКЛАДУ КАТІОНІВ У ВОДНИХ РЕСУРСАХ ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Сінченко В.Г.<sup>1</sup>, Тарасенко Г.П.<sup>2</sup>, Хрикова Л.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ДП "Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя МОЗ України", 03127, м. Київ, вул. Героїв Оборони 6, Е – mail: [sinval@ukr.net](mailto:sinval@ukr.net)

<sup>2</sup>ТзОВ "ХімСервісГруп", 58007, м. Чернівці, вул. Хотинська 4М, Е-mail: [TGP.chen@gmail.com](mailto:TGP.chen@gmail.com)

Господарська і природно-техногенна діяльність часто порушує водоносні горизонти. Наслідком цього є зміни хімічного складу, як у поверхневих водах, так і у воді джерел локального водокористування (ДЛВ). Можливою причиною змін у складі вод, зокрема і у воді ДЛВ, до яких відносяться шахтні колодязі, каптажні джерела та ненапорні свердловини, також є дія сезонних факторів атмосферних опадів. Мінімізація наслідків таких змін базується на результатах моніторингу хімічного складу води. На фоні вищезазначеного, задача встановлення вмісту катіонів у природних водах визначає потребу і важливість наявності методів їх моніторингу. Це вказує на актуальність удосконалення методів визначення катіонного складу у водних об'єктах.

Підвищення точності і достовірності вимірювання при наявності у воді малих концентрацій лужноземельних і важких металів, як правило, передбачає використання методів та пристроїв для їх концентрування. Зручним у використанні є поглинач колоночного типу на основі промислового іоніту КУ 2-8. Поряд з концентруванням, властивості іоніту передбачають можливості розділення катіонів з їх суміші і збільшення долі досліджуваних катіонів у іоніті поглинача (ІІ). Таким чином, стає можливим зменшення порогу визначення методики виконання вимірювань (МВВ).

Дана робота присвячена визначенню ємності поглинача на основі іоніту КУ 2-8, який може використовуватись для концентрування катіонів металів при дослідженнях хімічного складу водних ресурсів території. Дослідження проведено на модельних водних розчинах солі. Також застосовано метод збереження балансу мас еквівалентів між катіонами у розчині, поглиначі та розчині після досягнення стану насичення ІІ. Метою роботи є встановлення реальних значень ємності та створення алгоритму її розрахунку по технологічним параметрам поглинача.

Розглянуто випадок, коли іоніт КУ 2-8 знаходиться в  $H^+$  формі. Зроблено припущення, що його гранули оточені водним розчином солі. Катіони з розчину під впливом теплового руху будуть обмінюватись на катіони гідрогену  $H^+$  з ІІ. Останні, накопичуючись у розчині, призведуть до зміни

його водневого показника  $pH$ . Початкові хімічні показники розчинів, які застосовують для вивчення обмінних процесів в поглиначах для аналітичних задач, зокрема їх показники  $pH$  та концентрація, суттєво різняться від аналогічних показників розчинів, які є рекомендованими при встановленні повної статичної обмінної ємності  $P_{ст}$  [1]. Вплив різниці у показниках враховується введенням коефіцієнту насиченості  ${}^{nac}S(Kt)$  III. Коефіцієнт визначає долю катіонів в їх можливій максимальній кількості –  $E_{nz}$  в III, яка може обмінюватись на катіон гідрогену. Таким чином, кількість поглинутих III катіонів в одиницях г-екв не буде перевищувати величину  ${}^{nac}S(Kt) \cdot E_{nz}$ .

Досліджена залежність маси сухого залишку (СЗ) водного розчину солі  $NaNO_3$  від величини концентраційно-об'ємного параметру (КОП) –  $(V_i \cdot {}^cC(NaNO_3))$ , де  $V_i$  - об'єм розчину, а  ${}^cC(NaNO_3)$  - його масова концентрація. Розглянуто два варіанти експерименту: при фіксації значення  $V_i$ , та  ${}^cC(NaNO_3)$ . В першому випадку змінною величиною є концентрація, в другому – об'єм розчину. Величини маси СЗ та параметри встановлених залежностей використані для графічної оцінки протяжності двох інтервалів поглинання катіонів: повного поглинання до моменту насичення III, а також другого інтервалу, в якому частина катіонів залишається в розчині. Здійснено апроксимацію експериментальних даних лінійними функціями виду  $y = ax + b$ . Параметри апроксимації, а саме коефіцієнти нахилу  $a_1, a_2$  та постійні величини  $b$ , залежностей в обмежених інтервалах зміни КОП, від початку координат до точки насичення III –  ${}^{nac}V_i \cdot {}^cC(NaNO_3) \cdot (0 - 1)$  та  ${}^{nac}V_i \cdot {}^cC(NaNO_3) \cdot (1 - 3,43)$  і  ${}^{nac}V_i \cdot {}^cC(NaNO_3) \cdot (1 - 2,23)$ , представлено в таблиці. Там же наведено квадрати коефіцієнтів кореляції  $r^2$  між даними розрахунку та експерименту. Для скорочення запису дужки  $(NaNO_3)$  в позначенні масової концентрації опущено.

Встановлені величини коефіцієнтів та побудовані на їх основі лінійні рівняння забезпечили можливість визначення значень об'єму або концентрації в точці насичення III, відповідно  ${}^{nac}V_i$  та  ${}^{nac}V_i \cdot {}^cC(NaNO_3)$ . Координата насичення III по вісі КОП визначена як координата точки перетину двох прямих, які відповідають рівнянням. В перерахунку на 1 г сухого іоніту КУ 2-8 вони становлять відповідно:  ${}^{nac}V_i = 0,3367 \text{ дм}^3$  та  ${}^{nac}V_i \cdot {}^cC(NaNO_3) = 3,0988 \text{ г/дм}^3$ . При відомих значеннях маси іоніту в поглиначі  $m_{nr}$ , а також попередньо визначені величини  $P_{ст}$  максимальна величина ємності поглинача визначиться як  $E_{nz} = P_{ст} \cdot m_{nr}$ . Тоді, для встановлених, зазначених вище значень  ${}^{nac}V_i$  та  ${}^{nac}V_i \cdot {}^cC(NaNO_3)$ , з урахуванням величини еквівалентної ваги катіону  $Na - E.v.(Na) = 23$ , легко розраховується значення коефіцієнта насиченості іоніту цим катіоном –  ${}^{nac}S(Na)$ . Рівняння для розрахунку, у випадку постійної величини об'єму, має вигляд наступного співвідношення [2]:

$${}^{nac}S(Na) \cdot E_{nz} \cdot E.v.(Na) = K_{Na} \cdot V_i \cdot {}^{nac}V_i \cdot {}^cC(NaNO_3) \quad (1)$$

Таблиця 1 - Значення коефіцієнтів  $a_1, a_2, b$  та квадрат коефіцієнтів кореляції  $r^2$  для апроксимованих прямих у випадку експерименту при збереженні постійного об'єму та концентрації

$V_i = 0,100 \text{ дм}^3$ , змінні значення ${}^cC(NaNO_3)$				${}^cC(NaNO_3) = 0,850 \text{ г/дм}^3$ , змінні значення $V_i$			
Інтервал ${}^{nac}V_i \cdot {}^cC(NaNO_3) \cdot (0 - 1)$	$a_1$	$b$	$r^2$	Інтервал ${}^{nac}V_i \cdot {}^cC(NaNO_3) \cdot (0 - 1)$	$a_1$	$b$	$r^2$
	0,4425	0,0000	0,9841		0,4500	0,0000	0,9698
Інтервал ${}^{nac}V_i \cdot {}^cC(NaNO_3) \cdot (1 - 3,43)$	$a_2$	$b$	$r^2$	Інтервал ${}^{nac}V_i \cdot {}^cC(NaNO_3) \cdot (1 - 2,23)$	$a_2$	$b$	$r^2$
	0,8717	-0,0532	0,9999		0,8588	-0,0468	0,9985

В рівнянні (1) дольовий коефіцієнт  $K_{Na}$  визначається як  $K_{Na} = {}^cC(Na) / {}^cC(NaNO_3)$ , де величина  ${}^cC(Na)$  є масовою концентрацією катіону  $Na$ . У випадку використання в процесі досліджень солі  $NaNO_3$  величина  $K_{Na}$  становить 0,2706. При розрахунку враховані результати визначення величини  $E_{nz}$ , яка за результатами випробувань становила величину  $E_{nz} = 4,95$  мг-екв для 1 грама сухого іоніту КУ 2-8 [3]. Визначене з зазначеними припущеннями значення  ${}^{nac}S(Na)$  становить 0,7365.

Значення безрозмірного коефіцієнта  ${}^{nac}S(Na)$  для випадку, коли змінною величиною в експерименті є об'єм, розраховувалось за іншим співвідношенням, яке, як і рівняння (1), також є другим окремим випадком загального співвідношення, а саме:

$${}^{nac}S(Na) \cdot E_{nz} \cdot E.v.(Na) = K_{Na} \cdot {}^{nac}V_i \cdot {}^cC(NaNO_3) \quad (2)$$

При визначенні величини  ${}^{nac}S(Na)$  із рівняння (2) величина масової концентрації солі  $NaNO_3$  становила 0,850 г/дм<sup>3</sup>, що є наближеним до типових значень мінералізації підземних вод з поверхневих горизонтів. Розрахована величина коефіцієнту  ${}^{nac}S(Na)$  становить 0,6802. Незначна відмінність значень  ${}^{nac}S(Na)$  в двох варіантах його визначення пояснюється, як похибками вимірювання, так і різним характером варіації показника  $pH$  та концентрації в ході експерименту.

Проаналізовано зміни в кількості поглинутих III катіонів по мірі збільшення об'єму розчину. Їх фізичною основою є зменшення концентрації катіонів гідрогену при зростанні величини об'єму. Запропоновано алгоритм розрахунку змін на основі використання моделі паралельної прямої. Для цього, теоретично, або експериментально, встановлюється основна пряма лінійної залежності маси СЗ розчину солі від величини його об'єму. Паралельна пряма розраховується таким чином, що її коефіцієнт нахилу та основної прямої є тотожними. Також ця пряма проходить через точку на розрахованій вище прямій апроксимації, координата якої відповідає вибраному значенню об'єму. Координата точки перетину побудованої таким чином паралельної прямої з продовженням прямої у визначеній вище залежності маси СЗ від величини КОП, в діапазоні змін об'єму від 0 до  ${}^{nac}V_i$ , визначає нове, збільшене значення  ${}^{nac}V_i$ . Процедура може повторюватись для ряду різних об'ємів  $V_i$ . Далі, по новим значенням об'єму  ${}^{nac}V_i$ , визначаються відповідні їм коефіцієнти  ${}^{nac}S(Na)$ .

Представлено попередні результати розрахунку зміни у величині коефіцієнту  ${}^{nac}S(Na)$  по визначенні експериментальним значенням СЗ в діапазоні варіації об'єму після досягнення III стану насичення. Показано незначне зростання величини  ${}^{nac}S(Na)$  по мірі збільшення величини об'єму

розчину. Так, при  $V_i = 0,150 \text{ дм}^3$  величина  ${}^{nac}S(Na)$  становитиме 0,6997. При збільшенні  $V_i$  до  $0,200 \text{ дм}^3$  величина  ${}^{nac}S(Na)$  зростає до 0,7632, а при  $V_i = 0,250 \text{ дм}^3$  буде дорівнювати 0,8268.

Висновки з проведених досліджень можна сформулювати у вигляді наступних положень:

- Для іоніту КУ 2-8 у  $H^+$  формі реальна кількість поглинутих катіонів металів при дослідженні показників якості та безпечності водних ресурсів становить в межах 0,68-074 від кількості, яка встановлюється характеристикою іоніту, а саме його повною статичною обмінною ємністю. Результати роботи також визначають алгоритм розрахунку ємності поглинача для моніторингових досліджень шляхом визначення коефіцієнту насиченості іоніту.

- Інтерес результатів роботи в практичній площині становлять, як значення коефіцієнтів насиченості ІІ катіоном  $Na$ , так і методичні підходи, які стосуються планування досліджень хімічного складу, зокрема і показників наявності радіонуклідів у поверхневих та підземних водах. Результати дозволяють визначити масу іоніту або об'єм води, які необхідні для накопичення ІІ заданих катіонів. Останнє є суттєвим для підвищення точності встановлення катіонного складу природних вод з низьким вмістом солей, а також при дослідженні складу атмосферних опадів.

#### *Літературні джерела*

1. Иониты. Методы определения обменной ёмкости. Издание официальное. ГОСТ 20255.1-89, [Чинний від 01.01.91]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989. – 23 с.

2. Сінченко В.Г. Деякі аспекти теорії інженерного розрахунку поглинача на основі іоніту КУ 2-8 для моніторингових досліджень показників якості та безпечності води з джерел локального водокористування // В.Г. Сінченко. - Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. Науково-технічний журнал. Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, №2(14), 2016.- С. 73- 86.

3. Сінченко В.Г. Деякі особливості випробувань зразків катіоніту КУ 2-8 на відповідність технічним вимогам ГОСТ 20298 -74 / В.Г. Сінченко, Л.В. Хрикова. - Екологічний стан і здоров'я жителів міських екосистем. Горбуновські читання, ( 5-6 травня 2015 року). Тези доповідей / За ред. Масікевича Ю.Г.. – Чернівці: « Місто» , 2015.- С. 142 - 143.

---

УДК 502

## **ПРИЧИНИ ВІДМОВ СИСТЕМ ГАЗОПОСТАЧАННЯ І ФАКТОРИ ЙОГО ЗНИЖЕННЯ**

**Семчук Я.М, Балан О.С.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15.Індекс -76019.Україна*

Сучасні системи газопостачання природним газом міст, областей, селищ і промислових підприємств являють собою складний взаємозалежний комплекс газопроводів різних тисків, газорозподільних станцій, проміжних регуляторних пунктів, газорегуляторних пунктів і установок.

Система газопостачання повинна забезпечувати безперебійну подачу газу споживачам, бути безпечною в експлуатації, надлишковою, тобто передбачати можливість відключення окремих її елементів з метою профілактики або в аварійних ситуаціях.

Багаторічний досвід експлуатації об'єктів газового господарства показує, що найбільш великі аварії з важкими наслідками виникають через несвоєчасне виявлення та усунення витоків газу на підземних газопроводах.

Розподільні системи газопостачання- це споруди тривалого користування, які піддаються старінню, тому зі збільшенням терміну експлуатації відмови системи зростають.

Досвід свідчить, що вирішення проблеми безпеки житлових будинків, споруд, розташованих поблизу підземних газопроводів, є першорядним завданням і силами тільки одних газових господарств вирішити його неможливо.

Газові господарства на стадії експлуатації повинні передбачати заходи з контролю за станом системи газопостачання з метою проведення технічної діагностики і підтримування мереж, споруд на них і устаткування в технічно справному стані. Аналогічне завдання повинно стояти перед власниками житлового фонду, комунально-побутових об'єктів і промислових підприємств.

Спеціалізовані підприємства з газопостачання та газифікації (СПГТ) повинні завжди концентрувати увагу на проведенні комплексу заходів разом із проектними, будівельно-монтажними організаціями, органами місцевого самоврядування і житловими органами для поліпшення стану газопроводів.

Витоки газу, викликані електрохімічною корозією, збільшуються поступово в міру корозії тіла труби, тому ці витoki можна заздалегідь передбачати, виявляючи, в яких місцях корозійний ґрунт і утворилися анодні зони.

Проблемою витоків газу у великих містах внаслідок дії електрохімічної корозії є їхнє несвоєчасне виявлення за умов наявності великих площ асфальтних покриттів.

Прокладений у ґрунті газопровід піддається впливу зовнішніх сил, що викликають додаткові напруження в тілі труби, особливо в місцях стикових з'єднань. Механізм впливу зовнішніх факторів на газопровід дуже складний і не дозволяє однозначно визначити навантаження на трубу, а високий ступінь випадкових збігів впливу зовнішніх факторів може призвести до виникнення напружень у тілі труби або звареному стику вище межі текучості, що викликає руйнування.

Важливе значення для запобігання руйнуванню газопроводів має якість зварених стиків.

Витоки газу, викликані розривом зварених стиків, виникають, як правило, раптово, тому їх важко вчасно виявити й усунути.

Найменші наслідки аварій у тих випадках, коли витоки газу, викликані механічними пошкодженнями газопроводів, не приховуються і вчасно проводяться необхідні заходи з безпеки та ремонту газопроводу.

Аналіз наслідків аварій свідчить, що найважчі аварії зі значними наслідками відбувалися в результаті розриву зварюваних стиків, механічних пошкоджень газопроводів та корозії.

Промерзання ґрунту - один з дуже підступних і несприятливих факторів, з яким доводиться зіштовхуватися у процесі пошуків місця витоку газу.

Основним фактором, що дозволяє знизити кількість аварій, є своєчасне виявлення пошкоджень на газопроводах і їхнє прогнозування.

Періодичність обходу газопроводів, передбачена нормативними документами (ПБСГП України, ДБН та ін.), є мінімально допустимою.

Враховуючи конкретні умови, окремі ділянки підземних газопроводів треба оглядати частіше.

Важливим фактором, який запобігає механічним пошкодженням газопроводів, є регулярний обхід трас.

Велике значення для безпечної експлуатації системи газопостачання має справність ущільнень вводів і випусків інженерних комунікацій, наявність продухів для вентиляції підвалів, які повинні обстежуватися власником з оформленням акту.

Немаловажним питанням є одоризація газу. Її роль не можна недооцінювати.

Безпека систем газопостачання багато в чому залежить від ступеня готовності кожного газового господарства до локалізації і потім повної ліквідації виникаючих аварійних ситуацій.

Важливе значення для підвищення безпеки експлуатації системи газопостачання має паспортизація підземних газопроводів.

Немаловажним фактором роботи газопроводів у безаварійному стані є їх своєчасна реконструкція. Найвигіднішим з точки зору безпеки, швидкості, економічності та ряду інших причин є оновлення (реновація, санація) застарілих газопроводів поліетиленовими трубами

#### *Літературні джерела*

1. Багдасаров В. А. Аварийная служба городского газового хозяйства. - Л.: НЕДРА, 1975. - 407 с.
2. Белашов А. Д. Особенности эксплуатации газового хозяйства в зимних условиях. - Л.: Недра, 1982. - 168с.
3. Больте О.Ж. Опыт контроля газопроводной сети. - М., 1993.
4. Газификация местности: Справ. пособие/ Енин П.М. и др. - К.: Урожай, 1992.-200 с.
5. ДНАОП 0.00-1.20-98. Правила безпеки систем газопостачання України(ПБСГУ).-К.:1998.-368с.
6. Евдокимов А. Г., Макаренко А. И., Самойленко Н. И., Седак В. С. Управление газовым хозяйством области. - Харьков: Основа, 1997. - 37 с.
7. Эксплуатация и технику газонафтового комплекса: Довідник/ Розгонюк В.В. та ін. - К.: Росток, 1998. -431 с.
8. Инструкция з електрохімічного захисту підземних газопроводів та резервуарів зрідженого газу. 320.03329031.008-97 ВАТ "УкрНДІнжпроект. - К., 1980. - 102 с.
9. Ионин А.А., Алибеков К.С., Жила В.А., Затилян С.С. Надежность городских систем газоснабжения.-М.: Стройиздат, 1980.-231 с.
10. Котов В. Т. Охрана труда в газовом хозяйстве. - Л.: Недра, 1989. -117 с.

**УДК 556.04**

## **ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ В РІЧЦІ ГНИЛА ЛИПА**

**Бойчук О.З.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, O.Z.Voichuk@gmail.com*

Оцінка якості поверхневих вод проводилася згідно вимог до поверхневих вод, прийнятих в республіці Польща.

Для оцінки якості води в річці було відібрано дві проби. Перша проба GL2 відібрана за декілька сот метрів від промислової зони м. Галич, на якій розміщені нафтобаза, овочево-висушувальний, механічний, асфальтний та завод будівельних матеріалів. Місце було вибрано з метою аналізу впливу даної зони на показники якості води. Землі, по яких протікає ріка в даному регіоні, використовуються в сільськогосподарських цілях, прибережна зона не засмічена побутовим сміттям, течія ріки спокійна, дно ріки вкрите мулом.

Точка GL1 розташовувалася за 200 м від гирла ріки. На відміну від першої точки тут ріка повноводніша, збільшується швидкість течії, також ріку перетинає автомобільний міст. Місцевість GL1 доволі засмічена, русло ріки перегороджене уламками дерев, в стоячих частинах річища накопичуються жовта піна.

Для визначення класів якості вод було використано дані з «Royporążenie ministra środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wod powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wod»:

Гранично допустимі концентрації показників якості води в різних класах якості вод



Відібрані проби були проаналізовані в Лабораторії кафедри Гідрології та інженерської геології в Краківській Гірничо-металургійній академії, де і були проаналізовані проби води. Аналіз вод з двох точок показав наступні результати.

Таблиця 1.1 – Вибрані показники якості води в ріці Гнила Липа

Показник	GL2	GL1		GL2	GL1
pH	7,6	7,44	Mn <sup>+2</sup>	0,1678	0,1492
Розчинені мінеральні компоненти	561,7078	485,2806	Pb <sup>+2</sup>	0,0001	0,0001
Загальна твердість	347,7217	362,8593	Hg <sup>+2</sup>	0,0001	0,0001
Na <sup>+</sup>	11,8436	13,5399	Cd <sup>+2</sup>	0,0006	0,00186
K <sup>+</sup>	4,615	4,9683	Se <sup>+2</sup>	0,0118	0,01067
Ca <sup>+2</sup>	122,449	126,9921	As <sup>3+</sup>	0,0209	0,0246
Mg <sup>+2</sup>	10,2569	11,1811	Cl <sup>-</sup>	31,5	38,4
Ba <sup>+2</sup>	0,1217	0,1282	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	160,72	177,398
Sr <sup>+2</sup>	1,901	1,9883	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	198	180,1
Fe <sup>+2</sup>	0,01	0,01			

Отже, як можна побачити по таблиці, концентрація всіх показників є доволі висока, Причиною чого є сильне антропогенне навантаження на басейні, а також варто врахувати те, що дана ріка є рівниною і не має такого високого потенціалу самоочищення як гірські ріки.

Спостерігається дещо високий вміст Ba, Ca (що спричиняє відповідно високу твердість води), це явище має суто природний характер, а також SO<sub>4</sub>, що є можливою причиною чого є діяльності теплоелектростанції.

Відбір проб у двох точках здійснювався з метою визначення впливу підприємств на воду, розміщених на території Галича, в цієї позиції можна відзначити, що великого впливу на якість води вони не здійснюють, концентрація більшості означуваних елементів все таки зростає але не у значних кількостях, доволі різко збільшується лишень концентрація – Ag, Cu, Cd, Ti, SO<sub>4</sub>.

Загалом воду можна віднести до задовільного критерію, так як лиш деякі із елементів відповідають високим стандартам якості.

#### Літературні джерела

1. Dz.U. 2004 nr 32 poz. 284 - Rozporządzenie ministra środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód

УДК 622.504:622.882

## ЕКОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ НАСЛІДКИ ЗАКРИТТЯ ШАХТ КРАСНОАРМІЙСЬКОГО ВУГЛЕПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ ДОНБАСУ

Каменець В.І., Повзун О.І., Ротова Л.В.

*Донецький національний технічний університет*

*пл. Шибанкова, 2, м. Покровськ, Донецька обл., 85302, Україна. E-mail: mail@donntu.edu.ua*

Міністерство енергетики та вугільної промисловості України пропонує прийняти програму реформування вугільної галузі до 2020 року. З 32 державних вугільних підприємств Міненерго планує 8 перспективних шахт залишити у своїй власності, 14 - приватизувати, а 11 - ліквідувати, на останнє витратити 2,57 млрд. грн[1]. До переліку входять «Центральна», ім. Димитрова та «Родинська» (Рис) ДП «Красноармійськвугілля».



### Рис. Проммайданчик шахти «Родинська»

Орієнтовний обсяг фінансування всієї програми мав скласти 27,163 млрд грн, в тому числі з державного бюджету - 11,386 млрд грн. При цьому державну підтримку підприємств намічалось здійснювати тільки в 2015 і 2016 роках у розмірі 6,166 млрд грн.

Красноармійський вуглепромисловий район в умовах, коли більшість шахт знаходиться на неконтрольованій території, є найбільшим і найперспективнішим в Україні постачальником енергетичного та коксівного вугілля з балансовими запасами у мільярди тон и промисловими у сотні мільйонів. Тут діють шахти різної форми власності [2], але до закриття готуються три державні шахти. Проаналізуємо можливі екологічні та соціальні наслідки на прикладі шахти «Родинська».

Шахта "Родинська" була здана в експлуатацію в 1954 році з проектною потужністю 300 тис. т вугілля на рік. У 2012 році виробнича потужність шахти складала 250 тис. т при фактичному видобутку 29,7 - 38,1 тис. т. У 2013 році виробнича потужність шахти була встановлена на рівні 40 тис. т. Фактичний видобуток шахти в 2013 році склав 38 тис. т вугілля, в 2014 - 41,9 тис. т, в 2015 - 15,2 тис. т [3]. Вугілля видобувається вручну, усі гірничовиймальні машини вивезено.

На балансі шахти "Родинська" числяться запаси вугілля, германію та метану (265,2 млн. м<sup>3</sup>) по пластах  $l_7^u$ ,  $l_8^l$ ,  $k_5^e$ . У технічних межах балансові запаси вугілля шахти "Родинська" станом на 01.01.2016 р складають 23 100 тис. т, промислові - 17 346 тис. т, марка  $\Gamma_k$ - енергетичне.

Для економічної оцінки в ТЕО були представлені три варіанти роботи шахти: 1 - доробка промислових запасів з подальшою ліквідацією шахти; 2 - фізична ліквідація шахти з передачею води на суміжну шахту "Краснолиманська"; 3 - ліквідація шахти зі збереженням водовідливного комплексу [3,4]. Міністерством був зроблений висновок про недоцільність подальшої роботи і прийнятий варіант 2. На сьогоднішній день проект ліквідації шахти проходить державну експертизу. Тільки після його доопрацювання і схвалення можна буде приступити до наступного кроку - закриття та ліквідації шахти, за умови виділення коштів.

Проектом ліквідації шахти [5] передбачається:

- ліквідація всіх об'єктів діючого виробництва вуглевидобутку шахти;
- забезпечення гідробезпеки сусідніх діючих шахт і території поверхні;
- запобігання неорганізованого проникнення метану на поверхню шляхом влаштування спеціальних газовідвідних трубопроводів в ліквідованих стволах і шурфах;
- рекультивация земель і благоустрій території, яку займають об'єкти шахти;
- повне виключення шкідливих викидів в атмосферу шляхом ліквідації технологічного комплексу вуглевидобутку;
- переформування, рекультивация та озеленення породних відвалів, що знаходяться на шахті, включаючи заходи по гасінню породного відвалу шахти "Родинська", який горить.

Землі, шовивільняються після рекультивации, передбачено передати в фонд Покровського (колишнього Красноармійського) району Донецької області. Загальна площа земельних ділянок - 135,38 га. Проектними рішеннями прийнято санітарно-гігієнічний напрямок рекультивации об'єктів.

Але насправді пропозиція закриття 11 шахт, зокрема і «Родинської», не підкріплена достатніми фінансовими гарантіями уряду. Щойно Кабінет міністрів України підтримав програму розвитку вугільної промисловості на 2017 рік, під яку виділив лише 1 млрд грн державних гарантій, на цій основі Міненерговугілля поставило задачу наростити видобуток вугілля на підпорядкованих йому шахтах в 1,6-1,7 рази. Ці плани виглядають відверто примарними.

Закриття тільки однієї шахти потребує сотень мільйонів гривень. Отже, мова йде не про цивілізоване закриття, яке передбачає, крім проектних робіт та фізичної ліквідації, природоохоронні заходи, пост-ліквідаційні заходи щодо закриття, будівництво комунальних та соціальних об'єктів, працевлаштування вивільненого персоналу тощо.

Вважаємо, що в нинішній ситуації оптимальним рішенням можна вважати подальше використання, за наявності запасів вугілля, існуючого шахтного фонду для мінімізації цих негативних наслідків та залежності від імпорту енергоносіїв. Критерії обґрунтування необхідності закриття шахт не відповідають існуючому стану в енергетиці.

В якості альтернативи шахтному варіанту технології очисних робіт для виїмки запасів, що залишилися на таких шахтах, як «Родинська», можливо застосувати значно дешевшу та ефективну буршнекову технологію з використанням комплексу «КБВ» [6] (комплекс безлюдної виїмки), який є наступним поколінням після комплексу БШК-2ДМ, розробленого і випробуваного ДонВУГІ.

Невисока вартість комплексу і малий термін його окупності дозволяють істотно знизити фінансові ризики при отриманні кредитних ресурсів, що, в свою чергу, дає можливість доступу до них великої кількості невеликих за обсягом інвестицій і видобутку вугільних підприємств Красноармійського вуглепромислового району.

Безумовно, для визначення економічної доцільності застосування цього виду техніки на конкретному підприємстві необхідний не тільки детальний аналіз і розрахунок з урахуванням витрат всіх технологічних процесів підприємства, але також слід враховувати важливий соціальний фактор - збереження робочих місць і кваліфікованих кадрів в регіоні.

Можна ставити також питання про доцільність видобутку і утилізації метану на таких шахтах при доопрацюванні запасів вугілля.

*Література*

1. Концепція Державної цільової економічної програми реформування вугільної промисловості на період до 2020 року" (оновлена).
2. Керівний документ «Структура шахтного фонду України та виробничі потужності діючих шахт та розрізів» на 2013 рік. УКНД 73.020. ДП «ДонВУГ» Міненерговугілля України.
3. СОУ 10.1.00185790.002:2005. Правила технічної експлуатації вугільних шахт.
4. ТЭО нецелесообразности дальнейшей работы ОП "Шахта "Родинская" ГП "Красноармейскуголь". Днепрогипрошахт. 2012.
5. Проект ліквідації ВП «Шахта «Родинська». Південдіпрошахт. 2016.
6. <http://coalmines.org.ua/pages/bshk>.

---

УДК 550.7

## ОСНОВНІ БІОСТРАТИГРАФІЧНІ ЕТАПИ ІСТОРІЇ ЗЕМЛІ. СЦЕНАРІЇ ТЕХНОГЕНУ

Рудько Г.І.

*Державна комісія України по запасах корисних копалин, 01133, м. Київ, вул. Кутузова 18/7, e-mail: office@dkz.gov.ua*

Одним із головних завдань сучасної теоретичної геології є створення глобальної геодинамічної моделі еволюції Землі та прогноз її подальшого розвитку. Метою дослідження є біогеологічна історія Землі як моделі розвитку життя в Галактиці і на планетах Сонячної системи.

За останні 20 років в геологічній науці відбувся значний інформаційний прорив щодо етапів формування і розвитку життя на Землі.

Вік Землі як планетарного тіла становить близько 4,8 млрд років, стародавні породи, в яких знайдено вуглець органічного походження, мають вік приблизно 3,8 млрд років.

На сьогодні однією з найбільш обговорюваних теорій походження життя на Землі є теорія панспермії, тобто космічного походження первинної живої матерії. Про це свідчить знаходження в метеоритах органічних сполук, фосилізованих примітивних організмів.

Життя розвивалося синхронно з геологічним розвитком планети. За деякими припущеннями на початку протерозою існував єдиний континент Мегагея, який був оточений єдиним океаном.

Найдавніші одноклітинні організми (ціанобактерії) виявлені в стародавніх породах формації Варравуна (Австралія), що мають вік близько 3,5 млрд років, і відкладеннях Онфервахт (Південна Африка), вік яких приблизно 3,4 млрд років, що дає підставу розглядати ранній докембрій як час існування особливого світу, сформованого прокаріотними (без'ядерними) організмами – бактеріями і ціанобактеріями. Пізніше (близько 2,9 млрд років тому) з'явилися ціанобактерії, які мають сучасний вигляд, що містять хлорофіл і були здатними до окисного фотосинтезу. Крім того, ціанобактерії (як і багато інших прокаріот) були здатні фіксувати атмосферний азот. Таким чином, можна припустити, що вже в середині архею життя на Землі було представлене різноманітними типами прокаріот, які почали впливати на її геологічну історію.

Після появи ціанобактерій панування прокаріотів тривало 1,5–2 млрд років. Мікроорганізми ставали все більш численними і різноманітними.

Про перехід відновної атмосфери в окислювальну на початку протерозою свідчать зміни хімічного складу порід. Древні ціанобактерії перетворили ранню відновлювальну атмосферу на кисневу, зв'язавши велику кількість CO<sub>2</sub> в карбонати у вигляді шаруватих вапнякових відкладень – строматолітів із виділенням O<sub>2</sub> як продукту фотосинтезу, який поступово насичував атмосферу. Приблизно 2 млрд років тому вміст кисню досяг 1 % сучасного, що вважається початком атмосфери нового, аеробного типу. Формування окисної атмосфери стало поштовхом бурхливого розвитку еукаріотних організмів, енергетика яких базується на процесі дихання. Очевидно, що еукаріотна форма життя тісно пов'язана з аеробним середовищем, підготовленим прокаріотами.

Саме ці події уможливили розвиток еволюції у відомому нам напрямі. Ця теорія є процесом формування сучасного життя. Так почалась глобальна перебудова біосфери, яка ознаменувала процес розвитку кисневої атмосфери.

Для анаеробних організмів збільшення концентрації кисню було катастрофою, оскільки кисень дуже агресивний елемент, він швидко окиснює і руйнує органічні сполуки. У новій аеробній атмосфері могли вижити тільки ті прокаріоти, які раніше в товщі строматолітів пристосувалися до високої концентрації кисню.

Хемосфера боролась із цим отруєнням окисненням двовалентного заліза, яке безперервно надходило в океан із магматичними виливами, до тривалентного, яке майже не розчинялось у воді й тому випадало в осад разом із карбонатами у формі кременисто-залізистих сезоннострічкових (океан був холодним) мулів. Після метаморфізму з цих мулів утворилась характерна для періоду порода – джеспіліти.

У венді сталася ще одна радикальна перебудова життя на Землі: швидке підвищення парціального тиску кисню спричинило вибух виникнення нових форм життя на Землі та розвиток багатоклітинних організмів. Відмінною ознакою всієї вендської біоти є відсутність скелета.

Новий ступінь у розвитку органічного світу – масова поява у багатоклітинних різноманітних зовнішніх і внутрішніх скелетів. З цього часу датується фанерозой – «ера явного життя», оскільки збереження скелетних решток в земних шарах дозволяє докладніше відтворювати хід біологічної еволюції.

Формування свідомого існування живих організмів пов'язано з появою людини роду *Homo* і суспільства, що приблизно збігається з кордоном неогенової і четвертинної систем хроностратиграфічної шкали.

Техноген – сучасний етап геологічної історії, що характеризується інтенсивною діяльністю людини і посиленням її впливу на геологічне середовище. Цей етап розпочався в голоцені і триватиме, поки існує людство. Він характеризується стрімким посиленням техногенної трансформації геологічного середовища під впливом людини. В результаті погіршується екологічний стан біосфери, збільшується забруднення навколишнього середовища, змінюються умови існування людства, клімат, режим екзогенних геологічних процесів; тобто процеси, що відбуваються без глобальної тектонічної перебудови планети і внаслідок цих змін кліматичних поясів, за своїми темпами і масштабами не мають аналогів у минулому.

За попередні 200 років ми непомітно й загадково перейшли із технічно-техногенної в технічно-техногенно-інформаційну людську спільноту. По суті, як з'ясувалось сьогодні, людство не готове до такої трансформації, а методологічний фундамент цих перетворень потребує доопрацювання або перегляду.

Людство є носієм технологій та інформації в рамках держав чи міждержавних транснаціональних утворень і виступає сьогодні як геологічна сила, яка за масштабами своєї діяльності досягає (у деяких випадках переважає) масштабів природних процесів. Для практичної мети людина може конвертувати геологічні процеси, впливати як на середовище, так і на техносферу.

На сьогодні існують такі сценарії розвитку людини і біосфери внаслідок техногену:

- шлях посилення техногену, перенаселення планети і жорстка боротьба за ресурси з усіма;
- шлях цивілізованої колонізації космосу і освоєння його ресурсів;
- спосіб регулювання населення Землі відповідно до ресурсів біосфери.

Людство поставило біосферу, а отже, і себе як невід'ємну частину біосфери на межу повної деградації. Швидке зростання чисельності населення на Землі, стрімке збільшення обсягів використання природних ресурсів ставлять перед людством нові завдання, які полягають в освоєнні космічного простору, пошуках життя на сусідніх планетах та їх освоєння в майбутньому. Шлях еволюції, який пройшла планета Земля від початку формування, тривалий процес зародження і розвитку життя, недостатня вивченість Всесвіту дають підставу припускати, що аналогічні фізико-хімічні процеси можуть відбуватись і на інших планетах. Постають запитання: «Чи можливе позаземне життя у Всесвіті? Чи може бути повторений шлях еволюції, який пройшла Земля, на інших планетах?» Криза біосфери порушує питання необхідності використання науково-технічного потенціалу людства для пошуків виходу з цієї ситуації.

На основі знань, якими володіє людство на сьогодні, одним із варіантів вирішення цієї проблеми є пошук планет, придатних для освоєння людиною. В основу наших прогнозів покладена модель формування життя на Землі від прокариотів до людини, тобто від простого до складного за період більше ніж 3,8 млрд років.

УДК 502.064.3

## СТРАТЕГІЧНА ГЕОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Рудько Г.І.<sup>1</sup>, Адаменко О.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Державна комісія України по запасах корисних копалин, 01133, м. Київ, вул. Кутузова 18/7,  
e-mail: office@dkz.gov.ua

<sup>2</sup> Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019,  
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, e-mail: yarad@inbox.ru

На сучасному етапі реформування економіки України стратегічна екологічна оцінка територій є одним з найефективніших інструментів підвищення якості життя як окремої людини, так і суспільства в цілому, переходу від екологічно небезпечної до екологічно безпечної економіки, захисту конституційних прав людини на екологічно безпечне життя. Україна прагне до вступу в Європейський Союз, тому повинна довести право на це адекватними зобов'язаннями і діями. Передусім це стосується запровадження європейських стандартів виробництва, охорони природи, мислення, життя. Екологічна безпека є одним із таких європейських і міжнародних стандартів.

Стратегічна екологічна оцінка має широке прикладне значення для екологізації виробництва та гармонізації соціально-економічних відносин. Це підкреслюється і в концептуальних документах, що визначають державну екологічну політику, зокрема в Концепції сталого розвитку України.

Техногенно змінений стан природних геосистем у Західному регіоні України ілюструють істотні впливи на довкілля промислового виробництва, транспортної та шляхової мережі, сільськогосподарського виробництва і навіть ліспромислової та рекреаційно-туристичної галузей. Тому виконання основних положень Закону України «Про стратегічну екологічну оцінку» є беззаперечною умовою збереження життєдіяльності людей та їх здоров'я на міжнародному й державному рівнях.

Проаналізовано закономірності та ризики розвитку екзогеодинамічних процесів у межах Західного регіону України. Встановлено, що геолого-тектонічна будова території в комплексі з природно-кліматичними особливостями визначають розвиток геологічних процесів. Для Карпатської гірсько-складчастої області середовищем розвитку НЕГП переважно є флішова формація, Передкарпатського й Закарпатського прогинів – моласова, Східноєвропейської платформи – теригенно-карбонатні відклади докембрію, палеозою, мезозою й кайнозою. Описано особливості районування та наведено відповідні карти території західних областей України, зокрема Львівської області, за ризиками виникнення надзвичайних ситуацій у зв'язку з розвитком карсту і зсувів.

Аналіз впливу екзо- та ендодинамічних процесів на інженерно-геологічні умови підтвердив посилення їх взаємодії в умовах техногенезу практично по всій території західних областей України. Комплексна оцінка сучасного формування інженерно-геологічних умов як на регіональному рівні, так і в зонах впливу промислово-міських, гірничопромислових агломерацій та інших засвідчила, що всі НЕГП природного й техногенного генезису передусім спричинюють довгочасні зміни фізико-механічних властивостей гірських порід і параметрів водоенергообміну в геологічному середовищі, а це призводить до стійкого зниження еколого-інженерно-геологічних параметрів території: порушує рівновагу техногенно-геологічних систем, підвищує їх чутливість до дії природних і техногенних чинників.

Проаналізовано етапи вивчення ЕГП у межах Західного регіону України та створення системи моніторингу геологічного середовища. Викладено методіку досліджень на регіональному й локальному рівнях. Аргументовано необхідність стаціонарного вивчення небезпечних геологічних процесів і збереження мережі спостережень, адже в останні роки її частково знищено, що призвело до значних ускладнень при виборі стратегії і тактики технології інженерного захисту процесонебезпечних територій, розробки заходів щодо зниження й мінімізації техноприродних ризиків. Заходи інженерного захисту території рекомендовано розробляти відповідно до інженерно-геологічних умов конкретних ділянок розвитку екзогеодинамічних процесів з урахуванням природних і техногенних чинників їх активізації в результаті комплексного вивчення.

Встановлено екологічні ризики, що виникають унаслідок розробки сірчаних родовищ кар'єрним способом і методом підземного виплавляння. На прикладі Яворівського гірничопромислового району розглянуто основи управління природно-техногенними системами шляхом їх трансформування з гірничопромислових у рекреаційні комплекси. В результаті затоплення кар'єрних виїмок на Львівщині створено озера сумарною площею акваторій близько 22 км<sup>2</sup>. Статичні водні ресурси новостворених озер у колишніх кар'єрах досягають 400 млн м<sup>3</sup>. Ресурси прісної води вже нині становлять 300 млн м<sup>3</sup>. Наше завдання – ефективно використати це багатство, на місці сплюндрованих земель створити нові ландшафти, які за своєю різноманітністю та естетичними якостями стали б ціннішими за ті, що були до початку проведення гірничих робіт.

Розглянуто основні положення й принципи геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин і ділянок надр, підґрунтя якої є Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр України. Встановлено, що подальша участь України в роботі щодо гармонізації (розробка механізмів сумісної класифікації запасів і ресурсів) Української класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр з іншими класифікаційними схемами (переважно CRIRSCO та SPE) створює можливість виходу проектів на міжнародні біржі (Лондонську, Нью-Йоркську та ін.), розкриває перспективи залучення закордонних інвесторів до участі в проектах розробки українських родовищ корисних копалин, що сприятиме поживленню економічної, соціальної та екологічної ситуації в межах досліджуваного регіону.

Проведено детальні геоекологічні дослідження в процесі екологічного аудиту та моніторингу довкілля на різних ієрархічних рівнях: регіональному, локальному, об'єктовому, обласному, районному, населеного пункту, промислового підприємства. Це дало змогу виявити геохімічні поля та аномалії забруднень у середовищах ґрунтового і рослинного покривів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря. Порівнянням геохімічних аномалій із ландшафтами встановлено регіональну, локальну та об'єктову ієрархічну систему структурної організації досліджуваної території.

База даних щодо геохімічних параметрів вивчених середовищ довкілля включає 1441 геоекологічний полігон, де відбирали й аналізували проби на 6 основних забруднювальних речовин по всій досліджуваній території і на 12–21 забруднювальну речовину в окремих районах. Із використанням ГІС-технологій побудовано комп'ютерні (електронні) техногеохімічні карти поширення хімічних елементів, а також карту сумарного показника забруднення, які підтвердили наявність складного природно-геохімічного поля.

Порівнянням техногеохімічних карт із ландшафтними вперше виділено «багатоповерхову» ієрархічну систему структур, істотні ознаки яких відповідають закону розпізнавання образів. Це такі структури, як геоекологічні надзони, зони і підзони, геоекологічні смуги концентрації та розсіювання, геоекологічні ореоли концентрації різної морфології (вузли, еліпси, осередки-джерела, ядра, плями), геоекологічні овали розсіювання, ландшафтно-геохімічні бар'єри різних класів (механічні – орографічні та радіаційні, фізико-хімічні, біогеохімічні), атмоіграційні й гідроіграційні потоки, техногенні структури – урбосистеми. Дещо осторонь знаходяться геопатогенні зони, поки що нез'ясованої природи.

Розроблено ГІС-технологію побудови карт сучасного екологічного стану, сучасної екологічної ситуації та карт геоекологічного районування для управління станом довкілля Західного регіону України. Для кожної геоекологічної структури будь-якого порядку є свій набір проблем, тому для них необхідно розробити індивідуальну КСЕБ і заходи з охорони довкілля та екологічно безпечного збалансованого ресурсокористування. Розроблена технологія екологічного картування придатна для оцінювання екологічного стану довкілля інших регіонів України та зарубіжжя.

Оцінено екологічний стан територій впливу нафтогазових родовищ і перспективних площ видобутку сланцевого газу. Виконані дослідження та відповідні розрахунки за запропонованими авторами формулами й новими комп'ютерними програмами довели, що екологічні загрози існуванню геосистем і безпеці життєдіяльності людини, які склалися на територіях впливу небезпечних техногенних об'єктів, наприклад таких, як нафтогазові родовища, можна оцінити кількісно. Однак для цього необхідні обґрунтовані мережі екологічного аудиту, менеджменту територій і моніторингу довкілля з відбором проб з усіх його компонентів та аналізом на відповідний (характерний для того чи іншого району) комплекс забруднювальних речовин. Такий самий висновок стосується й Олеської площі, де планується видобуток сланцевого газу.

Викладено концептуальні основи медико-геологічного моніторингу, що є комплексною науково-інформаційною системою аперіодичних, періодичних або безперервних тривалих спостережень за станом геологічного середовища (процесами і явищами, які в ньому відбуваються), показниками здоров'я населення з метою обґрунтування їх взаємозв'язку й запобігання захворюваності, розробки оптимізаційних заходів для запобігання негативним ситуаціям та мінімізації їхніх наслідків. Визначено стратегію, тактику і технологію реалізації системи контролю, інформаційної системи, процедури різномасштабного й багатофункціонального моделювання, прогнозування, а також розробки оптимізаційних заходів з метою зменшення негативного впливу геологічного середовища на здоров'я людини.

Безпосередньо в галузі природоохоронної діяльності системи екологічної безпеки значно посилюють державну систему екологічного контролю, роблять її більш ефективною, гнучкою, дієздатною. За допомогою таких систем можна кваліфіковано зробити те, чого не завжди можна досягти примусово через систему державної екологічної інспекції та контролю. Тому в інтересах державних установ управління екологічною безпекою та державної екологічної інспекції як на місцях, та і в центрі необхідно всіляко сприяти впровадженню і поширенню стратегічного екологічного оцінювання.

УДК 550.3+УДК 502/504

## ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИК ПРОГНОЗУВАННЯ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ПОРІД У РОЗРІЗАХ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОШУКІВ ТА ВИДОБУВАННЯ НАФТИ І ГАЗУ ТА ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НЕБЕЗПЕК

Л.В. Скакальська\*, А.В. Назаревич

*Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України,  
вул. Наукова, 3-б, м. Львів, 79060, Україна  
e-mail: Skakalska.sbigph@gmail.com\*, nazarevych.a@gmail.com*

Пошук нових нафтових і газових родовищ є однією з постійних, потребує вирішень, проблем. Для підвищення ефективності пошукових робіт, високої достовірності прогнозу фізичних і колекторських властивостей порід-колекторів за геофізичними даними існує потреба у розробці нових методів прогнозування.

З цієї причини у роботі пропонується до розгляду розроблена нами методика прогнозування водонафтогазонасиченості порід-колекторів у розрізах свердловин [4-8] і визначення їх пружних параметрів за даними каротажів і кернових досліджень, шляхом використання адекватного математичного апарату замість дорогого буріння, з можливістю виявляти чинники екобезпеки, чим зменшувати чи попереджувати негативний вплив на довкілля.

Прогнозна модель методики відображає відповідність реальній гірській породі фізичної моделі нелінійно пружного, тріщинувато-пористого, двофазного тонкошаруватого, квазіоднородного, ізотропного флюїдонасиченого твердого середовища [1]. Модель описана системою теоретичних і емпіричних співвідношень між пружними параметрами стисливості й зсуву, коефіцієнтом пористості, тиском. Теоретичні співвідношення описують напружено-деформований стан твердого тіла з довільною кількістю й розміром включень, акумулюючи дослідження Дж. Ешелбі, Дж. Волша, Ф. Гассмана, З. Хашина, Т. Вербицького та ін. Для побудови емпіричних співвідношень використовуються експериментальні дані стисливості, модуля зсуву, пористості для конкретного регіону чи родовища. Прийнято, по дослідженнях, що параметр стисливості від пористості залежить, у першому наближенні, лінійно, зв'язок з тиском – степеневий. Величини швидкостей, отримані з даних акустичного каротажу для конкретних досліджуваних розрізів свердловин, порівнюються з розрахованими за системою співвідношень і за спеціальним прогнозним функціоналом визначається тип наповнювача порід [7]. За параметром густини флюїду розрізняється нафта і вода. Для кожного прошарку, визначеного кількістю прийнятих до дослідження даних інтервального часу за акустичним каротажом, обчислюються пружні параметри, густини, тиски. За відсутності базових даних створено розширення методики для вхідних даних гамма-каротажу, електрокаротажу, сейсмокаротажу. Для практичної реалізації створеної прогнозної методики розроблено відповідні алгоритми розрахунків і коди у середовищах Fortran та Excel. Методику апробовано на реальних даних розрізів свердловин структур Західного нафтогазонасного регіону України, зокрема, Ліщинської, Орховицької, Бучачської, Лудинської. Чутливість прогнозної методики до змін вхідних даних перевірена на даних каротажів

Никловицьких (28 і 28Д), Залужанської(18), Заріччянських (2 і 4-Північна). Підтверджено чи уточнено результати попередніх досліджень. У розрізах виявлено нові водонафтогазоперспективні прошарки, непроникині шари-екрани та покришки. Отримано достовірні результати з усіх досліджуваних параметрів. Відносні відхилення в розрахунках швидкостей пружних хвиль від каротажних – 4,3÷5,5 % навіть при непрямих даних. Оцінка розрахованих за методикою пружних параметрів пошарово (від 0,1 м) дозволяє прогнозувати наявність колекторів і тип заповнювача пор. Чітко виділяються і розрізняються шари з газом, водою чи нафтою.

Зокрема, спостереження на однакових глибинах різних картин розподілу величин пористості, типу заповнювача пор порід, значень модуля зсуву (незначний), стисливості, густини у розрізі свердловини 18-Залужанської при незначних відмінностях серед значень швидкостей поздовжніх хвиль за акустичним каротажем, які використовувались для обчислень за прогнозною методикою, дозволяють стверджувати про зміну напружено-деформованого стану порід розрізу. Зміни напружено-деформованого стану земної кори супроводжуються коливаннями, зсувами, змінами тріщинувато-пористого стану, чим спричиняють до змін пружних і колекторських властивостей, розподілу флюїдонасичення порід. Зміна геодинамічних умов перед землетрусом, а отже, сейсмічного моменту, накопичених енергій є безперечним фактом [2, 3]. Це добрий аргумент для застосування нашої методики, принаймні, у фіксуванні сейсмічних чи екологічних подій. Свердловини 2-Заріччянська і 4-Північно-Заріччянська розташовані майже поруч. Дані каротажів отримано за відсутності будь-яких збуджуючих подій. При тім, проведений прогнозний розрахунок показав різко відмінні результати. Якщо припустити, що каротажі проведено правильно, то можна судити про різний літологічний розподіл у розрізах. Методика на такі відмінності також реагує.

Виконуючи розрахунки за даними різних часом каротажів для одного розрізу, можна фіксувати коливні чи зсувні порушення за зміною величин пружних параметрів, пористості, типу наповнювача пор порід. І, навпаки, зафіксувавши в околі певного розрізу сейсмічні чи екологічні події, можна провести чергові каротажні дослідження з перспективою виявлення у досліджуваному розрізі зміни розподілу флюїдонасичення, пористості, тисків.

**Висновки.** Такої чутливості прогнозної методики досягнуто завдяки запровадженню моделі газовмісних масивів, що описує сумісно шаруватість та пористість (тріщинуватість) моделі; врахуванні густини літологічних масивів, а отже, виникнення і трансформації в них сейсмічних хвиль різних мод; вдосконаленні, цілому використанні ефективних числових методів для багатопараметричного аналізу сейсмоакустичних полів у реальних водонафтогазовмісних масивах; встановленні залежностей між параметрами проходження хвиль та газоносності шару у геологічній структурі; поєднанні теоретичних і експериментальних досліджень шляхом узгодження параметричної бази обчислень з геолого-геофізичними даними.

Вивчення за запропонованою у роботі прогнозною методикою літології і петрофізики, напружено-деформованого стану порід розрізів свердловин, достовірного прогнозування наявності порід-колекторів, типу вуглеводнів, величин пружних параметрів, пластових тисків дозволяє значно спростити виявлення змін і порушень у гірській породі, визначити загрозу забруднення чи втрати вод, зміну вмісту газу чи нафти у породах розрізу, осідання порід, сейсмонебезпеку.

#### *Список посилань*

1. Вербицкий Т. З. Математическое моделирование в сейсморазведке [Текст] / Т. З. Вербицкий, Р. С. Починайко, Ю. П. Стародуб, О. С. Федоришин // К.: – Наук. думка. – 1985. – 276 с.
2. Скакальська Л. В. Дослідження сейсмічності Закарпаття на прикладі Солотвинської западини протягом 1963-2001 рр. [Текст] / Л. В. Скакальська, Д. В. Малицький // К.: Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – 2004. – С. 250-254.
3. Скакальська Л. В. Про сейсмічність зони Оашського розлому [Текст] / Л. В. Скакальська, Д. В. Малицький // К.: Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – 2010. – С. 311-318.
4. Скакальська Л. В. Прогнозування фізичних та колекторських властивостей порід-колекторів у геологічних структурах із нетрадиційним газом [Текст] / Л. В. Скакальська // Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. Геологія. – 2014. – № 1 (64) – С. 35-40.
5. Скакальська Л. В. Прогнозирование физических и коллекторских свойств пород-коллекторов для поиска нетрадиционного газа [Текст] / Л. В. Скакальська // Баку: Научные труды. – 2014. – № 1. – С. 4-10.
6. Скакальська Л.В. Прогнозирование физических и коллекторских свойств пород-коллекторов для поиска углеводородов [Текст] / Л.В. Скакальська, А.В. Назаревич // IV-е Кудрявцевские чтения “Всероссийская конференция по глубинному генезису нефти”. 2015 г. – Москва. – 2015 (CD).
7. Скакальська Л. В. Узагальнені співвідношення для методики прогнозування водонафтогазонасиченості порід розрізів свердловин [Текст] / Л. В. Скакальська, А. В. Назаревич // Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. Геологія. – 2016. – № 1 (72) С. 60-69.
8. Скакальська Л.В. Прогнозирование нефтегазоводонасыщенности пород разрезов скважин на основе теоретических и эмпирических зависимостей между упругими и коллекторскими характеристиками пород [Текст] / Л.В. Скакальська, А.В. Назаревич // XXI Губкинские чтения “Фундаментальный базис инновационных технологий поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа и приоритетные направления развития ресурсной базы ТЭК России”. 24-25 марта 2016 г. – Москва. РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина (CD).

УДК 666.762

## РОЗРОБКА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВІБРОПРЕСОВАНОГО ШАМОТНОГО ЛЕГКОВАГУ

О. Б. Скородумова, О. В. Тарахно, Н. С. Кайда, В. А. Шуліка

*Національний університет цивільного захисту України,  
м. Харків, ул. Чернишевська, 94  
o\_skorodumova@mail.ru*

Шамотний ультралегковаг широко використовується для теплоізоляції теплових агрегатів різного призначення. Основними характеристиками ультралегковагу є низька теплопровідність, висока пористість, низька міцність. Тому основною задачею покращення властивостей високопоруватих вогнетривких матеріалів є підвищення їх міцності та термічної стійкості.

Відомо три основних методи одержання легковагів: газовиділення, пінометод та метод вигоряючих добавок. Останній метод найчастіше використовують для одержання вогнетривів з уявною щільністю  $1,0 - 1,3 \text{ г/см}^3$ . Використання в шихті компонентів, що виділяють газоподібні продукти при терморозкладанні, дозволяє одержувати легковаги з уявною щільністю  $0,7 - 1,3 \text{ г/см}^3$ . Пінометод дозволяє одержувати особливо легкі матеріали, з уявною щільністю менше  $0,6 \text{ г/см}^3$ .

Традиційно шамотний пінолегковаг отримують за допомогою багатокомпонентної спінуючої композиції на основі карбамідоформальдегідної смоли, абіетату натрію і клей-каніфольної емульсії. Спінуючу композицію змішують з глинисто-шамотним лікером, додають спучений перліт і готову піно масу розливають по металічних формах. Після тривалого сушіння цеглу звільнюють від форм та відправляють на випал в тунельну піч. Випалену цеглу піддають механічній обробці для надання потрібної форми і розмірів.

Складність композиції обумовлена тим, що кожен компонент виконує свою, певну функцію: піноутворювача, стабілізатора піни, стабілізатора піномаси.

Спінуючу композицію готують в кілька стадій, використовуючи тривалий нагрів. При цьому в атмосферу виділяється мономер карбамідоформальдегідної смоли – формальдегід.

При заливці готової піномаси в форми і підсушуванні сирцю в формах перед тривалим сушінням в тунельних сушила дуже важливо, щоб в цеху не відбувалося різкої зміни температури навколишнього середовища, тому що це призводить до ущільнення піномаси і отримання бракованого сирцю, а після випалу - бракованої цегли, тому ділянка цеха сушіння сирцю погано вентильується.

Згідно з довідковими даними ГДК формальдегіду в повітрі робочої зони складає  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , середньозмінна доза -  $0,01 \text{ мг/м}^3$ , ГДК у воді -  $0,05 \text{ мг/л}$ .

З наведених даних випливає, що використання готових матеріалів, що містять карбамідоформальдегідну смолу, в основному, нешкідливо через дуже малої вмісту в цих матеріалах формальдегіду, який поступово виділяється в повітря з матеріалу в мікро кількостях, не завдаючи шкоди здоров'ю людей.

Однак іншою представляється екологічна ситуація на промислових підприємствах, які виробляють ці матеріали, особливо на тих, де використовується тепла обробка готових виробів, що призводить до активного виділення формальдегіду в навколишнє середовище.

Вогнетривкий завод, що спеціалізується на виготовленні вогнетривких легковагів різних марок, в середньому в місяць випускає до 140 тонн продукції. На 1 тону готового пінолегковагу необхідно 8 кг смоли КФЖ. В смолі зазвичай вміст вільного формальдегіду не перевищує 0,9 мас.%. Нескладні розрахунки дозволяють зробити висновок, що в процесі сушіння легковагу з тунельного сушила на добу виділяється до 336 г газоподібного канцерогенного формальдегіду, а значить, працівники, які обслуговують протягом зміни сушило, знаходяться в зоні підвищеної небезпеки онкозахворювань.

У зв'язку з вищесказаним, виникла проблема розробки технології шамотного ультралегковагу без використання фенолоформальдегідних смол.

З точки зору підвищення промислової безпеки і економії енергоресурсів перспективно застосування у виробництві шамотного ультралегковагу елементів методу напівсухого пресування і віброформування.

Досить значного поширення набув метод пластичного формування з застосуванням вигоряючими добавок. За цим методом отримують легковаги з уявною щільністю  $0,8 - 1,3 \text{ г/см}^3$ . Основна проблема при цьому полягає в необхідності суворого контролю вологості відформованого сирцю, а також введення додаткової тривалої стадії підв'ялювання сирцю. При цьому значний вплив на перебіг основних стадій отримання легковагу надає ступінь пластичності використовуваної глини.

Останнім часом найбільш актуальні дослідження, пов'язані з розробкою технологій отримання легковагу із застосуванням напівсухого пресування сирцю, що дозволяє значно знизити витрати енергоресурсів на сушку відпресованих заготовок. Основною проблемою при створенні пресованих легковагів є різна ступінь пружності компонентів шихти: глини або каоліну, поруватого шамоту і спученого перліту. При підйомі навантаження в процесі пресування компоненти шихти деформуються в різному ступені, створюючи неоднорідні напруги в об'ємі цегли. При знятті навантаження відбувається зворотне розширення компонентів шихти, що приводить до збільшення напруг і розвитку численних



мікротріщин. На стадіях сушки і випалу цегли відбувається об'єднання мікротріщин і їх подальше зростання, що призводить до зниження міцності цегли і часткового руйнування.

Метою роботи було дослідження впливу технологічних параметрів отримання пресованого шамотного легковагу ШЛ-0,4 на його фізико-механічні характеристики.

З огляду на те, що конкретні дані по виробництву пресованого легковагу в технічній літературі відсутні, за основу був прийнятий метод напівсухого пресування щільної цегли на основі шамотно-глинистих мас: так званий багатошамотний метод, який використовується для компенсації напруг, що виникають в процесі усадки глини при сушінні сирцю.

При пресуванні глинисто-шамотних мас слід враховувати наступні фактори:

1. ступінь пластичності глини і її вологість, так як вона володіє пружністю, величина якої зростає зі збільшенням вологості; 2. розмір часток, уявну щільність і міцність при стисненні зерен легкого шамоту; 3. розмір, форму і товщину стінок гранул спученого перліту.

Для досліджень використовували каолін Мурзинського родовища, бій пінолегковагу ШЛ-0,4 і спучений перліт Параванського родовища (Грузія) з об'ємною вагою 501 і 100 кг/м<sup>3</sup>. Як пластифікатор використовували фосфатвмісну добавку. Каолін і шамотний пінолегковаг ШЛ-0,4 попередньо сушили при 90 - 100 °С і подрібнювали до повного проходу через сито 2 мм. Спучений перліт використовували фракції 1 - 0 мм.

Експериментальні зразки формували на вібропресі у вигляді нормальної цегли, регулюючи тиск пресування масою засипки в форму. Максимально можлива маса засипки при одноступеневому пресуванні становила 1300 г. Масу засипки знижували через 100 г від 1300 г до мінімально можливої (1000 г). Оскільки в складі мас для забезпечення міцності використовували високопластичний каолін, а для зниження вологості і підвищення однорідності маси - пластифікуючу фосфатовмісну добавку, незначні зміни в дисперсному складі мас не давали помітних змін у властивостях зразків, відпресованих при високому тиску. Тому використовували мінімальний тиск пресування (маса засипки 1000 г), при якому відформований зразок може зберігати цілісність при вилученні з форми, а при будь-яких небажаних відхиленнях у складі відбуватиметься його руйнування.

Відформовані зразки сушили на повітрі при температурі 35 - 40 °С і обпалювали при 1150 - 1180 °С. У обпаленої цегли визначали уявну щільність і межу міцності при стисненні за стандартними методиками (таблиця).

Таблиця  
Склади і фізико-механічні властивості експериментальних зразків

№	Склад, мас. %					Властивості		
	Каолін	Шамот	Перліт		Добавка понад 100 %	Вологість маси, %	Уявна щільн. г/см <sup>3</sup>	Міцність при стисканні, кг/см <sup>2</sup>
			M51	M100				
1	20	60	20	-	0,5	14,0	0,55	5,7
2	20	60	20	-	0,75	13,0	0,57	9,3
3	25	55	20	-	0,5	13,0	0,57	5,1
4	25	55	20	-	0,75	13,0	0,60	6,7
5	20	60	-	20	0,5	12,0	0,56	5,6
6	20	60	-	20	0,75	11,1	0,56	5,4
7	25	55	-	20	0,5	11,1	0,57	4,3
8	25	55	-	20	0,75	10,0	0,57	5,5

Аналіз дисперсного складу пресових мас показав, що при використанні спученого перліту з низькою об'ємною вагою і високою питомою поверхнею співвідношення зерно/тонка частина приблизно дорівнює 60/40, що відповідає найбільш щільній упаковці частинок полідисперсного складу, тому щільність і міцність обпаленої цегли зростають. Однак висока дисперсність перліту вимагає більшого зволоження шихти, навіть при збільшенні кількості пластифікатору.

Використання спученого перліту з об'ємною вагою 100 кг/м<sup>3</sup> і меншою питомою поверхнею дозволяє знизити вологість сирцю до 10 - 11%. Присутність в пресових масах більших частинок перліту забезпечує отримання більш пухкої упаковки з співвідношенням зерно/тонка частина 55/45 і, як наслідок, призведе до зниження фізико-механічних властивостей шамотного легковагу.

УДК 666.762

## РОЗРОБКА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ВОГНЕСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ

О.В. Тарахно, О.Б. Скородумова, В.А. Крадожон

Національний університет цивільного захисту України,  
м. Харків, ул. Чернишевська, 94  
o\_skorodumova@mail.ru

Захисні покриття повинні відповідати основним вимогам, які висуваються до вогнестійких матеріалів, а також бути екологічно безпечними, не наносити шкоди навколишньому середовищу та людям, які безпосередньо контактують з ними.

Покриття на основі кремнійорганічних каучуків широко використовуються для розробки захисних покриттів, проте мають певні недоліки, зокрема, багатокомпонентний неоднорідний склад внаслідок виділення побічних при поліконденсації продуктів (спирту, води і кислоти), які вкрай

нерівномірно розподіляються в покритті, утворюючи клатрати, що призводить до руйнування покриття при тепловому навантаженні, займання супутніх продуктів і різкого зниження вогнестійкості [1].

У технічній літературі є достатньо відомостей про процеси гелеутворення в розчинах алкоксисилоксанів в присутності органічних розчинників і без них, представлені властивості готових порошків на їх основі і покриттів по скляних і керамічних поверхнях, проте немає відомостей про їхню водо- та хімічну стійкість [2, 3].

Мета досліджень - вивчити вплив складу гібридних золів на ступінь гідрофобності і стійкості до агресивних середовищ захисних покриттів що розробляються.

Для досліджень використовували гібридні золі на основі тетраетоксисилану (ТЕОС) і метилтриетоксисилану (МТЕОС), отримані в присутності органічних розчинників в умовах змінного рН. Отримані гелі та порошки з них досліджували за допомогою мікроскопічного (оптичний мікроскоп МІН-8) методу аналізу. Водостійкість гелів вивчали при їх змішуванні з водою з подальшим фільтруванням і визначенням оптичної густини фільтрату за допомогою спектрофотометра КФК-2-УХЛ.

Кислотостійкість гелів, занурених у розчин соляної кислоти (рН 1,5-2), визначали, вимірюючи зміну в часі оптичної густини розчину над поверхнею гелю. Ступінь гідрофобності оцінювали, визначаючи схильність до агрегації висушеного гелевого порошку за часом витікання точної наважки порошку з воронки зі стандартним діаметром отвору (4 мм). Припускали, що гідрофобізація поверхні гелю запобіжить утворенню м'яких агрегатів, що має супроводжуватися збільшенням текучості порошку (зниженням часу витікання порошку через воронку).

Встановлено, що зниження рН коагуляції призводить до збільшення текучості порошку. З огляду на те, що на поверхні глобул гелю присутні гідрофільні ділянки (SiOH - групи) і гідрофобні ділянки (Si-CH<sub>3</sub>-групи), можна припустити, що текучість буде високою при рівномірному розподілі гідрофільних і гідрофобних ділянок на поверхні глобул гелю і різко знижуватися при утворенні великих гідрофільних ділянок і їх нерівномірному розподілі.

Зміна рН золя від 3 до 10 призводить до швидкої коагуляції гелю і супроводжується утворенням мікронеоднорідностей [4]. Мінімальний час витікання порошку через воронку спостерігається при використанні розбавленого розчину коагулятора і рН коагуляції рівному 8.

Для найбільш повного видалення супутніх продуктів поліконденсації гібридного золю ТЕОС-МТЕОС необхідно передбачити додаткову операцію відмивання водою гелевого покриття. Відомо, що тонкі частинки ортокремнієвої кислоти - основні «цеглинки» в структурі полісилоксанових полімерів - легко переходять в розчин при тривалому впливі води за рахунок наявності активних гідрофільних поверхневих силанольних груп  $\equiv$  SiOH. Отримані гелі розминали шпателем і відмивали, перемішуючи з водою за допомогою пропелерної мішалки з подальшим фільтруванням. Відфільтрований гелю знову відмивали дистильованою водою, а фільтрат досліджували на спектрометрі для визначення його оптичної щільності. Відмивання гелю повторювали до досягнення нейтрального середовища фільтрату.

Встановлено, що досягнення нейтрального середовища фільтрату стабільно забезпечується проведенням п'ятикратного відмивання гелю. Оптична густина фільтрату після потрібного відмивання свіжо осадженого гелю змінюється незначно. Подальше відмивання призводить до деякого збільшення оптичної густини фільтрату, мабуть, в результаті гідратації найдрібніших глобул гелю.

Встановлено, що зниження швидкості перемішування гелю з водою знижує ступінь гідратації частинок гелю, а тривале витримання під шаром води без перемішування практично не позначається на його розчинності. Таким чином, гелеве покриття після нанесення на тканину, наприклад, на костюм пожежного, сушити не потрібно, а значить, можна уникнути усадкових тріщин і руйнування покриття.

Таблиця  
Зміна оптичної густини фільтрату після випробування гелю на кислотостійкість

Тривалість витримки в розчині НСІ, час.	Оптична густина
Вологий гелю	
0,5	1,5
1	1,5
1,5	1,5
2	1,5
Температура сушки гелю 60 °С	
0,5	1,5
1	1,5
1,5	1,55
2	1,55

Нанесене покриття по костюмах пожежних не повинно наносити шкоди людині: не викликати подразнень шкіри та отруєння у разі попаданні у шлунок. Попередні дослідження показали, що експериментальні склади можна використовувати для одержання наповнювачів стоматологічних композиційних матеріалів, а також як високоефективні ентеросорбенти. Але немає інформації щодо їх поведінки в шлунку людини в процесі травлення, тому визначали кислотостійкість покриттів, витримуючи експериментальні подрібнені гелі в сильно кислому розчині (рН 1,5-2) протягом 1 год. при

постійному перемішуванні. Порцію отриманої суспензії фільтрували, фільтрат досліджували на спектрометрі, визначаючи його оптичну щільність (таблиця).

Встановлено, що експериментальні гелі ні у вологому, ні в висушеному стані не реагують з розчином соляної кислоти, що свідчить про перспективність використання розроблених складів для захисту костюмів пожежників від агресивних середовищ з низьким рН.

Таким чином, в результаті проведених досліджень уточнено склад розроблених гібридних гелів системи ТЕОС-МТЕОС. Показано, що розроблена технологія гібридних гелів може бути успішно застосована для отримання гідрофобних водо- і кислотостійких покриттів по костюмах пожежних.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Тарахно, Е.В. Применение кремнийорганических материалов для огнестойкого защитного обмундирования / Е.В. Тарахно, Л.А. Андрющенко, А.М. Кудин, Л.Н. Трефилова // Проблемы пожарной безопасности.- 2015- вып.36.- С.243-258.

2. Расторгуев, Ю.И. О гидролитической конденсации тетраэтоксисилана / Ю.И. Расторгуев, Г.Ф. Сметанина, А.И. Кузнецов // Ж. прикл. химии.- 1988.- 99.- № 2-3.- С.1424-1426.

3. Скородумова, О.Б. Исследование механизма гелеобразования в гибридных гелях кремнезема с пониженной склонностью к агрегированию [Текст] / О.Б. Скородумова, А.Ю. Лозовской, Е.В. Тарахно, Т.Б. Гончар // Вестник НТУ «ХПИ», 2014. - №60 (1102).- С.14-19.

4. Скородумова, О. Б. Исследование влияния механизма гелеобразования в гибридных золях тетраэтоксисилана на эластичность защитных покрытий / О.Б. Скородумова, А.Ю. Лозовской, Е.В. Тарахно, Я.Н. Гончаренко // Проблемы пожарной безопасности.- 2015- вып.37.- С.201-206.

УДК 658:504

## ЩОДО ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГАЗУ МАГІСТРАЛЬНИМИ ГАЗОПРОВОДАМИ

О.Р. Манюк

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, E-mail: manukomv@rambler.ru*

На сьогодні газотранспортна система України є важливою складовою нафтогазового комплексу нашої держави і другою за розмірами в Європі. Вона складається з мережі газопроводів різного призначення та продуктивності довжиною 35,6 тис.км, 73 компресорних станцій загальною потужністю 5492 МВт, включає 13 підземних сховищ газу загальною місткістю за активним газом понад 32,0 млрд.м<sup>3</sup> та об'єкти інфраструктури. Проте, на жаль газотранспортна система держави має у своєму складі 45% газопроводів з терміном роботи від 16 до 42 років, а 17,3 тис.км газопроводів експлуатуються понад 50 років. Безумовно така тривала експлуатація трубопроводів призводить до формування екологічної небезпеки, пов'язаної з ризиком виникнення масштабних аварій, значними економічними втратами та забрудненням навколишнього середовища.

Безсумніву з метою мінімізації негативної дії виробничої діяльності на підприємствах газопровідного транспорту розробляються і впроваджуються природоохоронні програми, пріоритетною метою яких, як правило, уникнення аварійних ситуацій на компресорних станціях і лінійних ділянках магістральних трубопроводів, які призводять до негативних дій на багато компонентів навколишнього середовища. В той час, як на сьогодні, не існує загальноприйнятого методу оцінки ризиків промислових об'єктів, а ті, що застосовуються на практиці, спрямовані на оцінку відмов в роботі технологічного устаткування, яке задіяне у виробничому процесі. При цьому недостатня увага приділяється питанню управління процесом зменшення вірогідності збитків при настанні нештатних ситуацій, тобто відсутня система, що дозволяє реалізовувати ефективні заходи, запобігання різного роду аварійних ситуацій.

Як показали результати проведених нами досліджень що до вирішення проблеми забезпечення безаварійності роботи і зниження негативної дії на довкілля, необхідно підходити комплексно, через розробку і запровадження системи управління ризиками процесу перекачування газу на компресорних станціях, оскільки саме робота перекачуючих агрегатів характеризується найбільшим негативним впливом на навколишнє середовище.

Тому саме впровадження такої системи дозволить забезпечити не лише зниження технологічних і екологічних ризиків, але і приведе до скорочення економічних втрат, що і обумовлює високу актуальність проведених нами досліджень.

Нами розглянуто проблему забезпечення технологічної надійності і екологічності процесу транспортування природного газу, основні підходи до оцінки і управління ризиками на промислових об'єктах. Для підвищення безаварійності роботи об'єктів газотранспортної системи, запропонована комплексна система управління ризиками, а також алгоритм кількісної оцінки ризиків. Основна перевага запропонованого алгоритму аналізу кількісної оцінки ризиків перед традиційними полягає в тому, що в ході цього аналізу виявляються "уразливості" в технологічному процесі, які надалі використовуються як контрольований і керований параметр. В той час як традиційні методики оцінки величини ризику орієнтовані на визначення вірогідності настання ризикової події і дозволяють зробити висновки лише про безпеку об'єкту.

Таким чином, управління ризиками небезпечних виробничих процесів, розроблене як цілісна система, дозволяє виявляти загрози в реалізації основних процесів і реалізації стратегічних цілей і завдань та інформувати про них вище керівництво через звітність в області аналізу та оцінки ризиків. Запровадивши таку систему управління ризиками відповідно до сучасних принципів і підходів до управління, окрім виявлення ризиків і зниження їх до допустимого рівня, підприємство забезпечує оцінку втрат, які компанія може понести в плановому періоді, і, відповідно, своєчасне вживання необхідних заходів з метою їх недопущення.

УДК 626/627 ; 504.05 ; 627.512

## ПРО ВПЛИВ БУДІВНИЦТВА ГЕС У ДНІСТРОВЬСЬКОМУ КАНЬЙОНІ НА ПОВЕНЕВУ СИТУАЦІЮ

Д.В. Стефанишин

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,  
03186, м. Київ, Чоколівський бульвар, 13, d.v.stefanyshyn@gmail.com*

В останні роки в Україні мають місце непоодинокі випадки прийняття інженерних рішень, що стосуються природокористування, які важко назвати обґрунтованими та безпечними для людей і стану навколишнього середовища. Мусимо визнати, що значна їх кількість пов'язується з гідроенергетикою. Серед останніх таких рішень найбільш кричущим, на нашу думку, може стати будівництво нових гідроелектростанцій (ГЕС) на Дністрі.

Плани вітчизняних гідроенергетиків в особі ПАТ «Укргідроенерго», яке експлуатує найбільші гідроенергетичні об'єкти в країні, розташовані на Дніпрі і Дністрі, на подальше використання гідроенергетичного потенціалу Дністра вперше було презентовано громадськості в листопаді 2015 р., і вже в липні 2016 р. вони не лише знайшли своє місце в амбіційній Програмі розвитку гідроенергетики України до 2026 р., а й були схвалені Урядом [1]. Згідно з ними у Дністровському каньйоні на ділянці Дністра між с. Устя (Чернівецька обл.) та с. Вістря (Тернопільська обл.) має будуватися каскад з шести ГЕС загальною потужністю 386 МВт.

Насторожує не лише поспіх, з яким Уряд схвалив Програму й плани на каскад після першого публічного представлення громадськості, а і реакція «Укргідроенерго» на критику екологів та активістів, котрі виступили проти будівництва ГЕС в каньйоні. По суті вона звелась до того, що «про шкоду будівництва говорять лише недалекоглядні особи, які не бачать перспективи». Далі ж, оскільки Івано-Франківська та Тернопільська облради наклали мораторій на будівництво ГЕС на Дністрі, гідроенергетики змінили пріоритети і наголосили не на енергетичних перспективах, а на важливості будівництва гребель в каньйоні для захисту населення від повеней, пояснюючи свою зацікавленість у використанні гідроенергетичного потенціалу ріки лише тим, що це єдиний спосіб «зробити проект більш реалістичним, залучивши до нього інвестиції». Не хочеться думати, що мова тут йде про свідомий обман громадськості і грубу спекуляцію на біді людей, які страждають від катастрофічних повеней, що нерідко трапляються в басейні Дністра [2, 3]. І все ж.

Варто зауважити, що в минулому ПАТ «Укргідроенерго» спільно з ПАТ «Укргідропроект» (головна проектна організація країни, яка працює у сфері гідротехнічного і гідроенергетичного будівництва) неодноразово відмовлялися від участі в опрацюванні різних програм щодо захисту населення Карпатського регіону від паводків з причини невідповідності розміщення ГЕС у складі гідрозув'язів, які могли б будуватися з метою зменшення повеневої небезпеки. Зокрема, гідроенергетики не поспішали подавати свої пропозиції щодо участі в таких державних цільових програмах протипаводкового захисту населення та прирічкових територій як «Комплексна програма захисту сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь від шкідливої дії вод на період до 2010 року та прогноз до 2020 року» (<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/901-2006-%D0%BF>) та «Державна цільова програма комплексного протипаводкового захисту в басейнах річок Дністра, Пруту та Сірету» (<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1151-2008-%D0%BF>), щоб «зробити їх більш реалістичними». Відбувалося це тому, що інтереси гідроенергетики щодо використання водних ресурсів зазвичай не співпадають з інтересами інших природокористувачів та учасників водогосподарчого комплексу. Це стосується і захисту від паводків.

Однак, оскільки в «Укргідроенерго» все-таки наголошують на тому, що одним з очікуваних ефектів будівництва каскаду ГЕС у Дністровському каньйоні буде зменшення повеневої небезпеки для населення, яке проживає в регіоні, то варто цю заяву прийняти до уваги і проаналізувати.

*Території в межах каньйону.* При заповненні водосховищ каскаду рівні води в каньйоні, які відповідатимуть рівням постійного затоплення прирічкових територій, де на пологих берегах численних меандр розташовуються населені пункти, будуть вище рівнів, що спостерігаються на Дністрі при регулярних паводках, які не приносять значних збитків. Тому дуже сумнівно, що місцеві жителі отримають хоча б якийсь захист від повеней. Скоріше навпаки, при паводках більшість поселень в каньйоні зазнаватимуть додаткової шкоди, зокрема і через форсування рівнів води у водосховищах у додаткових протипаводкових ємностях загальним об'ємом 147 млн. м<sup>3</sup> [1] з метою боротьби з паводками. Частина поселень взагалі прийдеться ліквідувати і переносити.

*Території вниз за течією Дністра від каньйону.* Навряд чи визначена загальна протиповінева ємність водосховищ каскаду нових ГЕС спільно з Дністровським гідровузлом здатна суттєво посприяти протиповіневному захисту територій, що розташовані нижче його за течією, адже вона складатиме менше третини протиповіневої і лише біля 8% від корисної ємності Дністровського водосховища (корисний об'єм – 2 млрд. м<sup>3</sup>, протипаводковий – 600 млн. м<sup>3</sup>). І хоча останнє, як показує практика, наразі не забезпечує належний захист від паводків розташованого вниз за течією від Дністровських ГЕС-1 і ГЕС-2 м. Могилів-Подільський та інших населених пунктів в середній і нижній течії Дністра, основною причиною такої ситуації є як системні недоліки існуючої схеми регулювання паводків, прийнятої в проекті Дністровського гідровузла, так і її порушення на користь гідроенергетики та деяких водокористувачів на водосховищі. Схема розроблялася на акумуляцію паводків у Дністровському

водосховищі без урахування поточних прогнозів з гарантією зрізання максимальних витрат паводків 1-10% ймовірності перевищення лише до 2600 м<sup>3</sup>/с. При цьому, якщо припливна витрата менше 2600 м<sup>3</sup>/с, то вона транзитом має скидатися через Дністровський гідровузел та гідроспоруди буферного гідровузла Дністровської ГЕС-2. Рівень води у Дністровському водосховищі підтримується на позначці, яка не перевищує нормальний підпірний рівень, НПР = 121,000 м. Якщо припливна витрата більше 2600 м<sup>3</sup>/с і протипаводкова ємність ще не заповнена, в нижній б'єф має скидатися витрата 2600 м<sup>3</sup>/с, з можливим форсуванням рівня води у водосховищі до позначки ФПР = 125,000 м. З міркувань, про які можна лише здогадуватися, величина форсування у Дністровському водосховищі обмежена і натепер підйом рівня води у ньому до відмітки 125,000 чинними правилами експлуатації не допускається. Саме ці обмеження і стали однією з основних причин катастрофічної повені 2008 р. у Могилів-Подільському та в інших населених пунктах вниз за течією Дністра.

Звичайно, ємність водосховищ каскаду дозволить дещо зменшити кількість обов'язкових форсувань рівня води у Дністровському водосховищі вище НПР при паводках, припливні витрати яких перевищують 2600 м<sup>3</sup>/с. Однак «захищатимуться» при цьому лише готелі та інші подібні «рекреаційні» об'єкти на його берегах. Захист територій нижче Новодністровська і надалі буде залежати від обсягу скидів води з Дністровського водосховища, і якщо продовжуватиме діяти обмеження на форсування рівня води у ньому, то можливе повторення повені 2008 р.

*Території вгору за течією Дністра від каньйону.* Не підлягає сумнівам твердження про те, що будівництво каскаду ГЕС у Дністровському каньйоні аж ніяк не сприятиме захисту від повеней населених пунктів, які розташовуються вгору за течією Дністра. Це настільки очевидно, що і в «Укргідроенерго» цього не заперечуватимуть.

Однак, геопросторовий аналіз гідрологічної ситуації перед каньйоном, аналіз гідрологічних рядів на водопостах «Галич» і «Заліщики» [4] та досвід експлуатації гідровузлів [5] показують, що будівництво каскаду ГЕС у Дністровському каньйоні може нести для територій, розташованих вище за течією Дністра (від с. Довге, де має виклинюватися водосховище першої ступені каскаду), додаткові повеневі ризики. Географічно ця територія знаходиться в озероподібному розширенні долини Дністра, де розміщені гирла кількох його приток (Бистриці, Лукви, Лімниці, Сівки, Свіржа та інших річок) і де під час повеней на Дністрі одночасно збирається один з найбільших в басейні ріки об'ємів води [2]. Проведений нами аналіз гідрологічних рядів показує, що, в середньому, паводкові витрати води Дністра на водопосту «Галич» (перед каньйоном) складають майже 80% від витрат на розташованому нижче за течією водопосту «Заліщики» (в каньйоні). З врахуванням витрат Бистриці це відношення сягає 90%, причому, з 1970 р. по 1998 р., при паводках сумарна витрата Дністра біля Галича і Бистриці перевищувала максимальну витрату Дністра біля Заліщиків 9 разів (в 50% випадків). Це означає, що повинь на Дністрі не лише практично повністю формується на вході до каньйону, а і те, що вона природним чином затримується перед ним (має місце ефект трансформації паводку долиною ріки). Тому, існує реальна загроза, що каскад ГЕС в каньйоні посприє ще й додатковому штучному стримуванню паводкових вод в озероподібній долині Дністра, розташованій вище за течією. Не виключається, що завдяки водосховищам і сповільненню швидкості проходження паводків в каньйоні, в долині перед ним більш інтенсивно почнуть відкладатися наноси, що, з часом, лише посилить повеневу небезпеку. Подібна ситуація, наприклад, сталася на водосховищі Роксбург у Новій Зеландії [5], де за 35 років максимальний рівень води на ділянці виклинювання водосховища піднявся над проектним рівнем на 3,5 м і повені почали спостерігатися при проходженні і регулярних паводків і на тих територіях, які раніше ніколи не затоплювалися і не підтоплювалися.

#### *Список літератури*

1. Програма розвитку гідроенергетики на період до 2026 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13 липня 2016 р. № 552-р. (<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/552-2016-%D1%80#n7>).
2. Адаменко О.М. Про причини та можливості попередження й зниження катастрофічних наслідків регіональних паводків у західному регіоні України / О.М. Адаменко // Географія. – № 6. – 2009. – С.9-16.
3. Сусідко М.М. Районування території України за ступенем гідрологічної небезпеки / М.М. Сусідко, О.І. Лук'янець // Наук. праці УкрНДГМІ. – Вип. 253. – 2004. – С. 196-204.
4. Стефанишин Д.В. Про екстериторіальні ризики будівництва каскаду гідроелектростанцій у Дністровському каньйоні // Матеріали 15-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях». (3-6 жовтня 2016 р.), м. Київ, Пуща-Водиця. – К.: 2016. – С. 28-32.
5. Environmental experience gained from reservoirs in operation. Trans. of the 18-th Int. Cong. on Large Dams. – Vol. 2. – Q.69. Durban-South Africa, 1994. – 780 p.

## ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА/ TECHNOLOGIES OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

УДК 504.75

### ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В ЗБРОЙНИХ СИЛАХ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Агібалов Ю.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Є.Коновальця 72а, м. Івано-Франківськ, Україна, 76018, agibalov\_1976@ukr.net*

Деградація навколишнього природного середовища, насамперед, негативно впливає на здоров'я людини та стан її генетичного фонду. Скорочується народжуваність і збільшується смертність. Взаємозв'язок між руйнуванням екологічних систем природи і негативними змінами генетичного фонду людини є предметом багатьох наукових досліджень, які спрямовані на збереження та відновлення навколишнього середовища.

Поряд з шкідливим впливом промисловості, особливу небезпеку для екологічного стану не тільки окремих регіонів, а й усієї планети складає військова діяльність сучасних держав. Адже, віддалені негативні екологічні наслідки бойових дій не будуть прийматися до уваги командирами, якщо вони дозволять вирішити тактичні і оперативні завдання. Це підтвердили збройні конфлікти, що мали місце за останній час в різних регіонах світу. Можна вважати, що пагубні екологічні наслідки збройної боротьби так само неминучі, як втрати особового складу, і входять в ціну перемоги – часом надто високу.

Відмінною особливістю військової екосистеми є пріоритетність завдань бойової підготовки, несумісних, на перший погляд, з природоохоронними заходами. Принцип єдиноначальності, закладений в основу організації Збройних Сил України (далі ЗСУ), робить командира відповідальним не тільки за бойову підготовку довіреного йому військового колективу, але й за збереження природи в пункті постійної дислокації, в районах проведення навчань, бойових дій, на полігонах та стрільбищах.

В силу специфічності засобів і методів досягнення поставленої мети, бойові дії завжди були причиною великих жертв і руйнувань. Однак, в сучасних умовах, безповоротними наслідками для природи обертаються не тільки бойові дії, але і повсякденна діяльність військ. Повсякденна діяльність як збройних сил в цілому, так і окремої військової частини, чинить на навколишнє середовище негативний вплив різними антропогенними екологічними факторами. Це, насамперед, радіаційне, світлове, теплове, хімічне, шумове, електромагнітне забруднення навколишнього середовища, забруднення побутовими та господарськими відходами, нерациональне і з порушенням технологій використання природних ресурсів тощо [1]. Більшість із вказаних факторів прямо або опосередковано впливають не лише на природу, але й на самі війська (об'єкти).

З початком війни або збройного конфлікту роль екологічної безпеки істотно змінюється. Немає необхідності доводити, наскільки масштабними та пагубними для екології є наслідки військових дій із застосуванням сучасних засобів ураження і великої кількості військ, оснащених гусеничною, колісною та іншою бойовою технікою.

В ході війни дотримання військами норм екологічної безпеки, встановлених для умов мирного часу, є неможливим, оскільки способи досягнення перемоги над противником включають такі дії, як:

нанесення потужних вогневих ударів сторонами конфлікту з неминучим навмисним або супутнім руйнуванням екологічно небезпечних об'єктів;

розриви ракет, мін, артилерійських снарядів що призводить до надмірного термічного впливу на екосистему, забруднення території сполуками важких металів, хімічними та токсичними речовинами;

часте маневрування з'єднаннями і частинами з використанням лісових масивів для прихованого розташування військ;

будівництво різних укриттів, швидке зведення польових оборонних споруд із широким застосуванням землерийної техніки, прокладання доріг, колонних шляхів тощо;

розташування військ та техніки в польових умовах, що призводить до руйнування земляного покриву, забруднення водоймищ, створення стихійних сміттєзвалищ.

На даний час, в умовах проведення антитерористичної операції (АТО) на сході України роль екологічної безпеки стає одним з найважливіших чинників в системі національної безпеки держави.

На даному етапі проведення АТО необхідно досягти домовленостей про неприпустимість ураження сторонами конфлікту техногенно-небезпечних об'єктів промисловості. Для гарантування недоторканості таких об'єктів необхідно створити ефективні та дієві органи із залученням міжнародних екологічних інституцій, які б своєю присутністю виступали стримувальним чинником для сторін конфлікту. До таких місій слід залучати світових лідерів в боротьбі за екологію, таких, як: міжнародна асоціація вчених, технологів, інженерів та інших зацікавлених груп (Global Nest), всесвітній фонд природи (WWF), глобальна мережа екологічного маркування (GEN), Грінпіс (Greenpeace), Європейська агенція довкілля (ЄАД), глобальний екологічний фонд (GEF) та інших.

Будь-яке військове формування (від окремого підрозділу до оперативного командування) можна розглядати як специфічну військову екосистему. Її головні елементи: особовий склад, озброєння і військова техніка (ОВТ), а також навколишнє природне середовище в пункті постійної дислокації або місцевості, де здійснюється та чи інша військова діяльність. Тому в сучасних умовах, коли необхідність збереження навколишнього середовища незмірно зростає, небувалої гостроти набуває особлива проблема військової теорії і практики – екологічна безпека в збройних силах.

*Літературні джерела:*

1. Напрямки вдосконалення природоохоронної діяльності в Збройних Силах України. Науково-методичний посібник / За редакцією О.І.Лисенка, С.М.Чумаченка, Ю.І.Ситника. – К.: ННДЦ ОТ і ВБ України, 2006. – 424 с.

---

УДК 556.532

## **ПРОГНОЗ МЕЖ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПЕРІОДИЧНИХ КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ У ДОЛИНІ ДНІСТРА**

**Адаменко О.М., Адаменко Я.О., Мандрик О.М., Мазур М.П., Зорін Д.О., Сусак І.П., Євчук О.П.**  
*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; e-mail: adolmak@mail.ru*

У процесі першого етапу (2012-2016) екологічних досліджень на Дністровському інженерно-екологічному науково-навчально-виробничому протипаводковому полігоні кафедри екології ІФНТУНГ з центром у с. Маріямпіль Галицького району на Івано-Франківщині розроблена методологія прогнозу меж розповсюдження періодичних катастрофічних паводків у долині Дністра. Останній паводок відбувся 23-26 липня 2008 р. і привів до великих збитків природно-антропогенним геосистемам, господарчим об'єктам та людським жертвам. Тому не має сумнівів у важливості передбачення, запобігання та ліквідації наслідків такого природного стихійного явища.

Прогноз складається із трьох елементів: території розповсюдження паводку, його потужності (рівня підйому води) та часу прояву. Перші дві складові прогнозу ми можемо передбачити, а третю, коли прийде черговий катастрофічний паводок, поки що прогнозувати неможливо.

Для прогнозування меж розповсюдження катастрофічних паводків у долині Дністра ми виходили з того гідрологічного положення, що шар води паводка має нахил паралельно рельєфу дна долини і розповсюджується, поступово затоплюючи все більш високі рівні дна долини. Для реконструкції процесу затоплення, що є першою складовою прогнозу, використовувались детальні топографічні карти масштабу 1 : 10 000 з горизонталями рельєфу через 1 і 0,5 м. Гіпсометричний аналіз 73 планшетів карти, що становить близько 1 540 км<sup>2</sup>, дозволив виявити певну диференціацію рівнів рельєфу як заплавлених, так і низьких надзаплавлених терас.

Низька заплава піднімається над руслом (річищем) Дністра на 1 м і представлена островами, пляжами, заболоченими низинами, розміщеними вузькою смугою шириною до десятків метрів, іноді до 1 км, вздовж сучасного річища. Даний гіпсометричний рівень затоплюється під час паводків насамперед.

Середня заплава висотою до 3 м над руслом – це численні староріччя, стариці, зайняті болотами і озерами, мають чітко виражену форму меандр, площі яких досягають 10-15 % площі дна долини. При катастрофічних паводках вони затоплюються у другу чергу, при підйомі води до 3 м.

Висока заплава піднімається над руслом на 5 м і займає майже все дно долини Дністра. Вона затоплюється в третю чергу, але це дуже небезпечно, тому що на цьому рівні розташовані поля, городи, луки, а іноді і населені пункти.

При високих підйомах паводкових вод до 10-12 м затоплюється повністю або частково і перша надзаплавна тераса, що є найбільшою небезпекою при паводках.

Дешифрувавши детальні топографічні карти з використанням космічних знімків, була складена Карта екологічного ризику затоплення територій при катастрофічних паводках у долині Дністра. Вона дозволила «розбракувати» потенціально затоплювальні території на площі, сектори і сегменти з відповідним ризиком. Це дозволило передати карти можливого затоплення при підйомі води на 1, 3, 5 і 10-12 м Державній службі з надзвичайних ситуацій, районним державним адміністраціям та об'єднаним територіальним громадам і, таким чином, підвищити рівень екологічної безпеки при прояві водних стихій.

УДК 504.4(477.86)

## ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА НА ТЕРИТОРІЇ СЕЛА ПІЙЛО КАЛУСЬКОГО РАЙОНУ ІВАНО-ФРАНКІВЩИНИ

Антонюк В. М., Антонюк Н. В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, e-mail: vira-antonyuk@ukr.net*

Стаття присвячена проблемі засолення питної води внаслідок масового просідання ґрунту, яке спричинили підземні порожнини села Пійло Калуського району Івано-Франківської області.

У останні дні каденції президент Віктор Ющенко своїм указом визнав на найвищому рівні місто Калуською зоною надзвичайної екологічної ситуації. До неї також увійшли села Кропивник та Сівка-Калуська. За три кілометри на Південь від Сівки-Калуської розташоване село Пійло, що також потерпає від безгосподарного ставлення до залишків промислового гіганта – Калусько-Голинського родовища калійних солей. Однак воно не включене до зони надзвичайної екологічної ситуації.

Тут не один рік видобували солі підземним та відкритим способами. Підземні порожнини спричинили масові просідання ґрунту, однак ця обставина ще не настільки болюча для жителів Пійла. Вони потерпають від засолення питної води, яка з надр землі потрапляє у криниці та водяні колонки. Хоч вода і нагадує за смаком "Трускавецьку" чи "Миргородську", однак жодних корисних властивостей у ній немає. Від крайніх хат Пійла до Домбровського кар'єру – два кілометри, але його шкідливий вплив (а саме засолення ґрунтів) поширено на площу понад 900 га.

За протоколом дослідження води Калуською районною СЕС [1], вміст хлоридів у ній становить 800 мг/дм<sup>3</sup>. Це втричі вище від максимально допустимої концентрації, відповідно, таку воду пити не можна. Дещо перевищує межу також вміст сульфатів. Твердість води – 7,5 моль/дм<sup>3</sup>.

У питній воді Пійла фіксували перевищення гранично допустимих норм шкідливих речовин (в основному хлоридів) у сім разів. Десять років тому було визначено лише дві криниці села придатними для вживання питної води. За рекомендаціями хіміків було вирішено вживати лише бутильовану воду. А розсоли під землею по водоносних горизонтах взяли курс на річку Лімницю, що донедавна була однією з найчистіших у Європі. Не вплинула на ситуацію місія ООН, яка була тут спеціально для ознайомлення з надзвичайною екологічною небезпекою. Найближча до села шахта законсервована, а її робота раптово зупинена.

Загалом у селі є близько двадцяти криниць на п'ятсот шістьдесят мешканців. Ще два роки тому кілька господарств могли пити воду з власних криниць чи колонок, тепер і вони відмовились. Селяни використовують засолену воду для побутових потреб, по великому рахунку вони вже звикли до скрути.

Забруднений водоносний горизонт слід очистити, для цього потрібні відповідні рішення у владних кабінетах Івано-Франківська та Києва, а також багатомільйонні витрати коштів.

На території Пійлівської сільської ради є місце водозабору для водогону Калуса (60 га), і місто платить селу податок за цю землю. Виникнув такий собі водний парадокс: саме Пійло через калуську екологічну катастрофу не має води, але отримує невеликі надходження в бюджет завдяки воді для Калуса. Якщо не запобігти потраплянню шкідливих розсолів у Лімницю, то й Калуська втратить можливість "пити" чисту воду з Лімниці.

До одного з сусідніх до Калуса села Вістова будуватимуть водогін у рамках Швейцарсько-українського проекту "Підтримка децентралізації в Україні" DESPRO. Цей факт додає оптимізму жителям села Пійло. Вони переконані, що саме централізоване водопостачання може вирішити їхню проблему. На це потрібно 5-6 мільйонів гривень.

**Висновок:** для придатності води для споживання у селі Пійло Калуського району Івано-Франківщини потрібно очистити водоносні горизонти та побудувати водогін.

*Літературні джерела:*

1. Протокол №2049 "Про дослідження питної води", Калуська районна санітарно-епідеміологічна станція.
2. «Калуське межиріччя» у рамках проекту «Дрон-погляд на зони екологічного лиха Львівщини».

УДК 627.132:504.06:330.131.7

## АКУСТИЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ В РАЙОНІ РІВНЕНСЬКОГО ПОЛІГОНУ ПОВУТОВИХ ВІДХОДІВ ПРИ ЗБОРІ ТА УТИЛІЗАЦІЇ БІОГАЗУ

Атаєв С.В.

*Науково-виробнича екологічна група «Потенціал-Еко», вул. Данила Галицького, 25,  
м. Рівне, 33000, Україна, e-mail: atajev@mail.ru*

### Актуальність проблеми

Отруєння ґрунтових та поверхневих вод токсичними сполуками, забруднення ґрунтового шару продуктами вилуговання, поява неприємного запаху, розкидання сміття вітром, самовільне загорання відходів, безконтрольне утворення метану та неестетичний вигляд – це лише частина проблем, що виникають при експлуатації полігонів твердих побутових відходів (ТПВ). Однією із причин



систематичних порушень санітарно-гігієнічних норм при експлуатації полігонів ТПВ є підвищений рівень акустичного (шумового) забруднення в районі їх розташування [1].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Основним джерелом шумового навантаження в районі розташування полігонів є обслуговуючий технологічний транспорт. За даними, наведеними у [1], при русі технологічного транспорту в межах полігону середній рівень шумового навантаження при зважуванні технологічного транспорту з відходами складає 92 дБА, при транспортуванні відходів до карт складування – 80 дБА, при розвантаженні відходів – 98 дБА, при ущільненні відходів – 99 дБА. При цьому небезпечним для персоналу полігонів є шум вищий за 80 дБА, а для місцевого населення, що проживає на прилеглих територіях, шум вищий за 55 дБА [2]. Крім пересувних джерел акустичного забруднення в районі полігонів понаднормативний шум можуть створювати технологічне обладнання об'єктів теплопостачання, ділянки для сортування сміття, обладнання для переробки і спалювання відходів, стихійні скупчення птахів – шум біогенного походження.

#### **Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми**

На більшості полігонів моніторинг акустичного забруднення відсутній. Подібна ситуація склалась протягом останніх років на Рівненському полігоні ТПВ. Заміри шуму не виконуються як оператором полігону, так і контролюючими організаціями. Тому, при будівництві об'єктів системи збору і утилізації біогазу із відходів Рівненського полігону, виникла необхідність у прогнозуванні акустичного забруднення із урахуванням існуючих джерел шуму.

#### **Постановка завдання**

Нижче наведені результати акустичного розрахунку в районі Рівненського полігону ТПВ при експлуатації об'єктів системи збору і утилізації біогазу з урахуванням фону.

#### **Виклад основного матеріалу**

При експлуатації системи дегазації Рівненського полігону основними джерелами шуму є компресорна установка та стаціонарний двигун. До складу компресорної установки системи утилізації біогазу входить відцентрова газодувка, вузол підготування біогазу та факел для його перманентного спалювання. Очищений біогаз потрапляє у відцентрову газодувку, яка зі сторони всмоктування створює розрідження, необхідне для відкачування біогазу, а зі сторони нагнітання – надлишковий тиск, необхідний для роботи факельної установки та стаціонарного двигуна. Після газодувки біогаз подається на факел для перманентного спалювання, або в стаціонарний двигун для виробництва електроенергії шляхом спалювання біогазу.

Дослідження шумового впливу системи дегазації на прилеглі території, робочий персонал, місцеве населення виконувалось на межі існуючого сміттєпереробного заводу, майданчика для зважування технологічного транспорту, карт складування відходів, головної дороги полігону, під'їзної дороги до полігону, існуючих підприємств та найближчої житлової забудови – хутора Нарада. Загалом для побудови карти шуму було відібрано 8 розрахункових точок. Відстань від джерел шуму, що були розташовані на одному промисловому майданчику, до розрахункових точок  $r$  (м) змінювалась від 100 до 600 м. Найближча житлова забудова (хутір Нарада) був розташований на відстані  $r = 582$  м.

Акустичний розрахунок при експлуатації стаціонарного двигуна та компресорної установки виконувався відповідно до норм, наведених у [2]. Величина еквівалентного рівня звуку  $L_w$  (дБА) для стаціонарного двигуна і компресорної установки складала, відповідно, 96 і 109 дБА.

Рівні звукового тиску у розрахункових точках визначались за наступною залежністю [2]:

$$L = L_w - 20 \lg r + 10 \lg \Phi - \beta_a r - 10 \lg \Omega + \Delta L_{\text{відб}} - \Delta L_{\text{екр}} - \beta_{\text{зел}} l, \quad (1)$$

де  $\Phi$  – коефіцієнт спрямованості випромінювання шуму в напрямку розрахункової точки;  $\beta_a$  – величина затухання звуку у повітрі, дБА/м;  $\Omega$  – просторовий кут, в який випромінюється шум джерела;  $\Delta L_{\text{відб}}$  – величина підвищення рівня звукового тиску у розрахунковій точці внаслідок відбиття звуку в напрямку точки від великих твердих поверхонь, дБА;  $\Delta L_{\text{екр}}$  – величина зниження рівня звукового тиску екраном (шумозахисною перепорою), дБА;  $\beta_{\text{зел}}$  – величина зниження рівнів звукового тиску зеленими насадженнями, дБА/м;  $l$  – ширина лісосмуги, захисного насадження, м.

На основі результатів акустичного розрахунку в районі Рівненського полігону при експлуатації системи збору та утилізації біогазу було встановлено, що у всіх розрахункових точках без урахування фону перевищення санітарної норми для об'єктів та територій, робочого персоналу та місцевого населення не передбачається. Рівень шуму на межі хутора Нарада складає не більше 10 дБА. За фактором фізичного забруднення довкілля система дегазації полігону є безпечнішою, ніж рух та робота технологічного транспорту (рис. 1).

При прогнозуванні фонових рівнів шуму в районі полігону від існуючих стаціонарних об'єктів за залежністю (1) були використані також залежності для акустичного розрахунку від пересувних джерел шуму [2]. Основне акустичне навантаження обумовлюється рухом транспортних засобів, операціями розвантаження сміття, його ущільнення. Завищений рівень шуму від транспортних засобів (рис. 1) пов'язаний із морально і фізично застарілим технологічним транспортом, порушеними шляхами в районі полігону, перевагою операцій гальмування транспортних засобів перед операціями руху. Шум,

що створює технологічний транспорт в районі Рівненського полігону, є небезпечним для персоналу, що перебуває біля сміттєпереробного заводу (92 дБА), в районі карт відходів (86 дБА). На межі хутора Нарада акустичний дискомфорт складає біля 35-45 дБА.

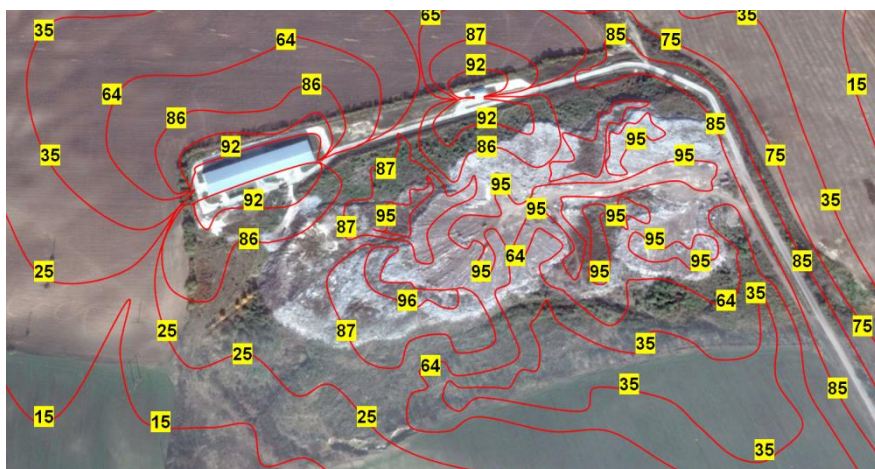


Рис. 1. Карта акустичного забруднення територій (дБА) в районі Рівненського полігону ТПВ

#### Літературні джерела

1. Калюжина Е.А. Экологические особенности воздействия полигонов твердых бытовых отходов на состояние окружающей среды в районах их расположения / Е.А. Калюжина, Н.С. Самарская // Инженерный вестник Дона. – 2014. – №3. – С. 34–40.

2. Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях. ДСТУ-Н Б В.1.1-35:2013. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. – 58 с.

УДК 621.315.592

## КОМПОЗИЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ КІНЕТИКИ ДЕГРАДАЦІЇ ВОЛОГОЧУТЛИВОЇ КЕРАМІКИ ДЛЯ СЕНСОРІВ ВОЛОГОСТІ

Балицька В.О., Ярицька Л.І.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності  
вул. Клепарівська 35, м. Львів, Україна, 79000, e-mail: vbalitska@yahoo.com

В умовах сьогодення особливої актуальності набула розробка нових типів високочутливих та високонадійних активних елементів сенсорів для моніторингу навколишнього середовища. Трансформуючи фізичну або хімічну величину в інший роздільний сигнал, ці прилади забезпечують людуство життєво важливою інформацією про стан навколишнього середовища. Серед різноманітності сенсорів слід виділити сенсори вологості (прилади для кількісного визначення абсолютної і відносної вологості), які широко застосовуються в системах контролю регулювання вологості в нафто- і газопроводах, в медицині, системах забезпечення життєдіяльності в тунелях, шахтах на об'єктах гірничовидобувної промисловості, в метеорології, автомобільній промисловості, а також в різноманітних засобах побутової техніки.

Для успішного використання активних елементів сенсорів вологості може бути використана ціла низка матеріалів, серед яких важливе місце посідають електроліти, органічні полімери та пориста кераміка. Більшість сенсорів вологості складають пристрої на основі полімерів [1]. Однак, коли йдеться про високу механічну, хімічну, термічну та фізичну стійкості, то незаперечно перевагу має пориста вологочутлива шпінельна кераміка  $MgAl_2O_4$  з високим вмістом вологосорбційних пор [2], в якій вологочутливі властивості пов'язані зі зміною провідності та діелектричної проникливості у процесі адсорбції води. Дана кераміка, в порівнянні з іншими видами, є більш адсорбційно стійкою та хімічно пасивною до дії паразитних контамінаторів (пилу, диму, бруду, парів алкоголю, органічних гідрокарбонатів, монооксиду вуглецю, водню, сірководню, розчинників, тощо). Матеріал активного елемента  $MgAl_2O_4$  є технологічно перспективним, оскільки його використання не потребує застосування жодних додаткових операцій.

Метою даної роботи було дослідження стабільності електрофізичних властивостей шпінельної кераміки  $MgAl_2O_4$ , отриманої традиційним методом керамічної технології за різними температурно-часовими режимами (температура ізотермічного спікання становила 1100, 1200, 1300 та 1400°C). Електричний опір досліджуваних зразків вимірювався в камері тепла та вологи PR-3E "TABA" за 20°C.

Значення відносної вологості для досліджуваних зразків кераміки визначалося за показами “вологого” термометра, використовуючи психрометричну таблицю. Деградаційні випробування проводилися за 40°C упродовж 240 год.

Встановлено залежності електричного опору від відносної вологості до та після деградаційних тестів для кераміки  $MgAl_2O_4$ , одержаної за різних температур спікання, в адсорбційно-десорбційних циклах (в напрямку збільшення відносної вологості та у зворотньому напрямку). Показано, що до деградаційних випробувань кераміка  $MgAl_2O_4$ , одержана за  $T_c = 1100^\circ C$  та  $1200^\circ C$ , володіє хорошою чутливістю (зміна електричного опору становить приблизно 2 порядки) на ділянці середніх значень відносної вологості  $\sim 30\ldots 70\%$ . Проте вона практично непридатна для роботи на ділянці високих значень відносної вологості  $\sim 70\ldots 95\%$ . Ділянка вологочутливості кераміки, одержаної за  $T_c = 1300^\circ C$ , розширюється до  $\sim 80\%$  відносної вологості. Однак найкращими характеристиками практично на всій досліджуваній ділянці відносної вологості володіє кераміка, одержана за  $T_c = 1400^\circ C$ . Після деградаційних випробувань вологочутливість алюмомагнієвої кераміки суттєво покращується: розширюється чутливість на ділянці високих відносної вологості  $\sim 75\ldots 95\%$ , а також зменшується гістерезис характеристики.

Очевидно, що така поведінка залежності електричного опору від відносної вологості пояснюється структурою досліджуваної кераміки: кераміка, одержана за нижчих  $T_c = 1100^\circ C$ ,  $1200^\circ C$ , ще недостатньо сформована, її структура вдосконалюється з підвищенням  $T_c$  до  $1300^\circ C$  та  $1400^\circ C$ . При цьому відбувається зростання площі контактів між зернами, збільшується питома площа їх поверхні, зерна об'єднуються в агломерати, підвищується вміст відкритих пор. Одночасно, в кераміці заліковуються дрібні пори та формується закрита пористість, яка не бере участі в процесах поглинання вологи. Пориста структура видозмінюється, в основному, завдяки збільшенню закритої поруватості, а також зменшенню кількості каналних пор розміром десятків нанометрів.

*Літературні джерела:*

1. Michalet T. Formation at low temperature with low shrinkage of polymer Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> derived mullite / T. Michalet, M. Parlier, A. Addad [et al.] // *Ceramics International*. – 2001. – V. 27. – P. 315–319.
2. Traversa E. Ceramic sensors for humidity detection: the state-of-the-art and future developments / E. Traversa // *Sens. Actuators*. – 1995. – V. 23. – P. 135–156.

---

УДК 541.183.12, 543.3

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЦЕОЛІТІВ СОКИРНИЦЬКОГО РОДОВИЩА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНОЇ ВОДИ

Басараба Ю.Б.<sup>1</sup>, Засадний Т.М.<sup>2</sup>, Луцишин Т.І.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15 м.Івано-Франківськ, Україна, 76019, yubasaraba@ukr.net

<sup>2</sup>Фізико-механічний інститут ім.Г.В.Карпенка НАН України, вул. Наукова, 5 м.Львів, Україна, 79060, zasadnyu@ipm.lviv.ua

Постійне зростання рівня забруднення природних та стічних вод внаслідок господарської діяльності людини вимагає пошуку нових ефективних і безпечних методів їх очищення. Відомі на сучасному етапі хімічні та фізико-хімічні методи очищення (хлорування, озонування, осмос, ультрафіолетове випромінювання) [1] дозволяють видалити з води забруднюючі речовини при цьому погіршуючи її фізико-хімічні властивості та природний сольовий баланс.

Карпатський регіон відомий наявністю значного числа цілющих природних вод, які отримали свої властивості завдяки природній фільтрації та іонного обміну пройшовши через наземні та підземні горизонти мінералів з відмінними адсорбційними властивостями (глини, алюмосилікати, цеоліти). Тому застосування таких природних мінералів-адсорбентів, зокрема цеолітів, при очищенні природних та стічних вод дозволить не тільки вилучити небезпечні і токсичні речовини, але й зберегти потрібний сольовий баланс води без використання хімічних реактивів.

Добре відомий інтерес світової науки до адсорбційних властивостей клиноптилолітів [1–3]. Однак, незважаючи на вже проведені дослідження, адсорбційні властивості цеолітів Карпатського регіону та можливості їх практичного застосування у промислових масштабах ще вивчено недостатньо.

Тому дослідження адсорбційних властивостей цеолітів, зокрема клиноптилоліту сокирницького родовища, з метою вирішення ряду екологічних проблем (очищення води від токсичних і органічних речовин, важких металів, нафтопродуктів) є актуальними і сумнівів не викликають.

Робота присвячена дослідженню адсорбційних властивостей сокирницького клиноптилоліту щодо іонів важких токсичних металів та амонійного азоту у статичному режимі. Крім того, досліджено елементний склад мінералу та структуру його поверхні.

Структуру поверхні та елементний аналіз клиноптилоліту проводили за допомогою скануючого електронного мікроскопу EVO 40XVP із енергодисперсійним рентгенівським спектрометром INCA Energy 350 (Carl Zeiss, Німеччина та Oxford Instruments, Англія).

Вміст іонів металів та амонію визначені із застосуванням стандартизованих методів фізико-хімічного, атомно-абсорбційного та спектрометричного аналізу і відповідних їм методик виконання вимірювань.

Основні характеристики Сокирницького клиноптилоліту, який використовували в дослідженнях, відповідали ТУ У 14.5-00292540.001-2001. В експериментах використовували гранульовану фракцію з середнім діаметром частинок 5–7 мм.

В якості об'єктів для вивчення процесів адсорбції іонів заліза (Fe), міді (Cu), марганцю (Mn), амонію ( $\text{NH}_4^+$ ) клиноптилолітом в статичному режимі використовували природну воду, яку брали у міському озері міста Івано-Франківськ.

Ступінь вилучення Сокирницьким клиноптилолітом іонів металів, що вивчалися, досліджували в статичному режимі, щоб зрозуміти можливості використання цього природного адсорбенту для очищення води на стадії відстоювання.

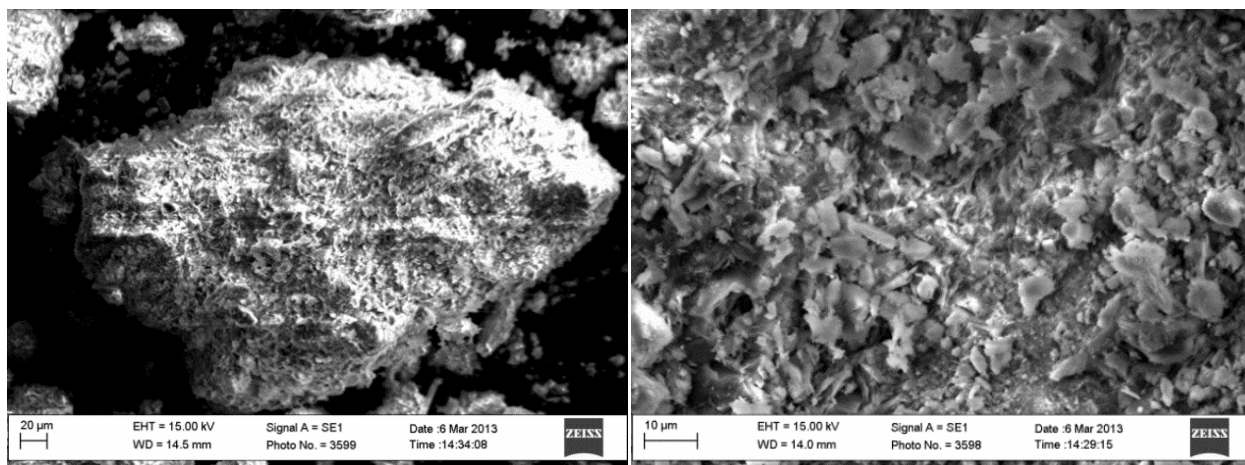
При дослідженні поверхні мінералу на електронному мікроскопі (рис. 1) можна спостерігати шорстку поверхню цеоліту, яка визначає можливість його використання в якості сорбенту для видалення завислих і колоїдних домішок з води. Фото поверхні цеоліту показує наявність в його структурі вхідних «вікон», пор і каналів.

Особливості будови клиноптилоліту (шорстка поверхня, наявність пор і каналів, вхідних вікон) пояснюється каркасною структурою будови. Каркас складається з тетраедрів, які вершинами утворюють восьмигранні кільця, створюючи канали в структурі цеоліту. Всередині каналів розміщуються молекули води («цеолітова вода»), а також катіони лужних ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) і лужноземельних ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) металів.

Після контакту з клиноптилолітом, з води поглинаються іони заліза, марганцю, міді. Крім того значно зменшується вміст амонію і вода стає більш лужною (збільшується водневий показник) (табл. 1).

Очищення води від амонію має дуже важливе значення для екології, тому що при підвищеному його вмісті зменшується здатність гемоглобіну у риб зв'язувати кисень, що призводить до скорочення їх чисельності. Поверхневі води з надлишковим вмістом амонію абсолютно непридатні для пиття.

Очищення води від амонію необхідна і на виробництві і в домашніх умовах. Необхідність проведення даної процедури обумовлена тим, що наявність надлишку цієї речовини у парі у присутності кисню підсилює корозію мідьвмісних сплавів конструкцій теплообмінників, що негативно впливає на їх справне функціонування. Вміст амонію у питній воді строго регламентується санітарними нормами. Підвищений його вміст у воді свідчить про наявність бактеріального зараження і надає питній воді неприємний запах і присмак. Постійне вживання води, яка містить надлишок амонію викликає порушення кислотно-лужного балансу в організмі. Очищення води від амонію необхідне, коли у безпосередній близькості знаходяться поверхневі стоки сільськогосподарських угідь, які використовують амонійні добрива; стоки з тваринницьких ферм; господарсько-побутові стічні води; стічні води підприємств харчової, лісохімічної, хімічної, коксохімічної промисловості.



**Рис. 1 – Фотографії поверхні сокирницького клиноптилоліту отримані за допомогою електронного мікроскопу**

Слід відзначити, що поглинання іонів важких металів клиноптилолітом є незворотним і тому відсутнє їх вимивання у ґрунти, тому використаний цеоліт не потребує утилізації і може бути використаний як компонент при будівництві доріг та промисловому будівництві [1].

Таблиця 1. Вміст іонів металів у воді з міського озера (м.Івано-Франківськ) до і після контакту з клиноптилолітом Сокирницького родовища

Показники, що контролюються	До контакту з клиноптилолітом	Після контакту з клиноптилолітом (5 діб)
Водневий показник, рН	6,75	7,74
Залізо (загальне), мг/дм <sup>3</sup>	0,22	≤ 0,1
Мідь, мг/дм <sup>3</sup>	0,022	0,011

Марганець, мг/дм <sup>3</sup>	0,029	≤ 0,01
Амоній, мг/дм <sup>3</sup>	0,16	≤ 0,05

Проведені дослідження показують, що при контакті клиноптилоліту з водою, в результаті іонного обміну між твердою і водною фазами, спостерігається зменшення вмісту іонів амонію та важких металів, зокрема заліза, марганцю та міді.

Отже, клиноптилоліт Сокирницького родовища є перспективним, дешевим та ефективним мінералом для очищення природних вод, зокрема озер та ставків.

*Літературні джерела:*

1. Яновська Е.С. Наукові основи безвідходної технології доочищення промислових стічних вод від сумішей іонів важких металів / Яновська Е.С., Затовський І.В., Слободяник М.С. // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності.– 2008.–№5.–С.50–54.

2. Ватин Н.И. Применение цеолитов клиноптилолитового типа для очистки природных вод / Ватин Н.И., Чечевичкин В.Н., Чечевичкин А.В., Шилова Е.С. // Инженерно-строительный журнал.– 2013.–№ 2.–С.81–88.

3. Тарасевич Ю.И. Физико-химические свойства закарпатского клиноптилолита и его применение в качестве фильтрующего материала при очистке воды / Тарасевич Ю.И., Руденко Г.Г., Кравченко В.А., Поляков В.Г. // Химия и технология воды.–1979.–Том 1(1).–С.66–69.

УДК 615.2:504(045)

## СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ПОВЕДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Бойченко М.С., Вовк О.О.

Національний університет «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»,  
проспект Перемоги 37, м. Київ, 03056, Україна, e-mail: mariaboichenko@ukr.net

Зростання популяції Планети, екологічна, продовольча криза у світі, поширення тютюнопаління та вживання алкоголю, недостатньо активний, здоровий спосіб життя, надмірне споживання лікарських засобів тощо зумовлюють постійне зростання рівня захворюваності населення, що, відповідно, є мотивуючим чинником збільшення видатків на фармацевтичну продукцію (ФП).

Як відомо, результат будь-якого процесу залежить від численних факторів, між якими існують взаємозв'язки на кшталт «причина-наслідок». Дуже важко, практично неможливо вирішити складну проблему, не розуміючи структуру ланцюга причин і наслідків.

Тому **метою** цієї роботи є аналіз стану забезпечення екологічної безпеки у сфері виробництва та використання ФП.

**Об'єктом** дослідження – забезпечення екологічної безпеки у сфері обігу ФП.

**Предметом** дослідження – причини та фактори, що формують стан і рівень екологічної безпеки під час виробництва та використання ФП.

Узагальнено можна визначити, що ФП – це широка номенклатура лікарських засобів (ЛЗ), лікарських і профілактичних препаратів (ЛПП), виробів медичного призначення, парафармацевтична продукція, лікувально-косметичні засоби (ЛКЗ) тощо.

Фармацевтична продукція є високотехнологічною наукоємною продукцією, а, власне, фармацевтична галузь як «гарант» соціально виключно затребуваної продукції сьогодні визнана стратегічною для кожної країни. В усі часи здоров'я людини розглядається як одна з найвищих цінностей, що становлять основу економічного та духовного розвитку держави. Так, наприклад, вчені [1] серед безпек суспільних сфер виокремлюють (рис. 1) фармацевтичну безпеку як окрему складову національної безпеки (безпека людини + безпека суспільства + безпека держави).

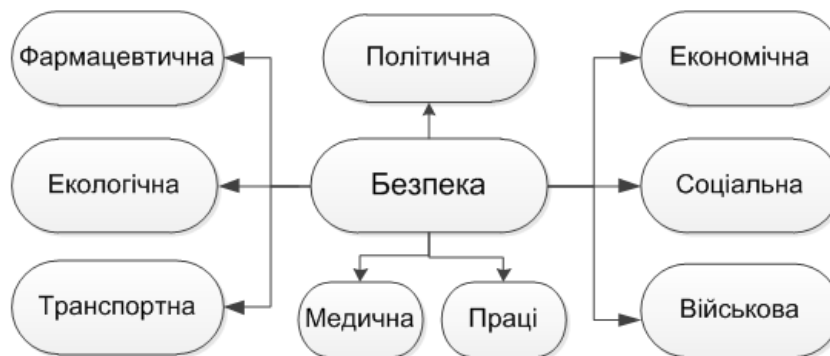


Рис. 1. Класифікація видів безпеки за суспільними сферами [1]

Очевидно, що ФП створюється з метою здійснення впливу на організм людини, насамперед. На сьогодні, наприклад, обіг ЛЗ на світовому ринку становить 750 млрд. доларів США, засобів ветеринарного призначення – 25 млрд. доларів США, а продукції, виготовленої з використанням медичних біотехнологій, більш як 100 млрд. доларів США. Подальший розвиток фармацевтичної галузі забезпечується через виробництво ЛЗ, що вже стали традиційними (антибіотики, вітаміни, ферменти, пробіотики тощо), використання новітніх біотехнологій, зокрема, виробництва генно-інженерних лікарських препаратів, вакцин і діагностиків нового покоління та препаратів широкого спектру біологічної дії.

Як будь-якій продукції, фармацевтичній властиві відповідні етапи її життєвого циклу [2–3]. Відповідно, на практиці людство стикається з проблемою поводження з відходами під час виробництва і використання ФП. За пріоритетами Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) за керівництвом «Безпечне управління відходами медичних закладів» («Safe management of wastes from health-care activities», 2013), особливої уваги приділяється таким аспектам, як нормативно-правова база, планування, мінімізація відходів, переробка з метою повторного використання, поводження, зберігання та транспортування, варіанти обробки та утилізації, а також спеціальна підготовка. Вважають, що фармацевтичні відходи (ФВ) – це відходи лікувально-профілактичних закладів, що являють собою матеріали, речовини, вироби, що втратили частково чи повністю свої первинні споживчі властивості під час здійснення медичних маніпуляцій, виконуваних під час лікування або обстеження людей у медичних закладах, а також відходи аптек, фармацевтичних виробництв.

Основними причинами, що призводять до накопичення ФВ, є: доступність лікарських засобів; реклама фармацевтичних компаній, спрямована на підвищення споживання ліків; поліпрагмація; самолікування, самодіагностика; похилий вік та (або) наявність хронічних захворювань у осіб, що проживають у будинку; наявність у сім'ї маленьких дітей тощо.

Аналіз останніх публікацій у науковій літературі, а також дослідження практичної діяльності ФП дає усі підстави стверджувати, що у контексті забезпечення фармацевтичної безпеки особливо актуальним завданням на сьогодні є питання безпеки системи «людина – ФП – навколишнє середовище». Важливе значення мають питання поводження з ФВ.

Питаннями поводження з ФВ активно почали займатися в 90-х роках минулого сторіччя. Загальне споживання фармацевтичних субстанцій у світі перевищує 3 млн тонн на рік. Різним аспектам цієї проблеми присвячені праці таких вітчизняних вчених, як Гетман М.А., Наркевич І.А., Єрмакович Н.М., Сагайдак-Нікітюк Р.В., Попович О. Р., Громовик Б.П., Пузанова І.П., Голубка В.М. та інших [1–7]. Натомість, аналіз публікацій, теоретичне узагальнення отриманої інформації дозволяє дійти висновку про те, що проблема поводження з ФВ є надто актуальною соціальною проблемою, що нині практично не вирішена в Україні та формує відповідний незадовільний рівень екологічної безпеки.

Тобто, узагальнення отриманої під час дослідження інформації також дозволяє нам сформулювати висновок, що протягом життєвого циклу ФП на кожній його ланці проблема забезпечення екологічної безпеки має місце та вимагає вирішення. Надто актуальним є встановлення присутності, складу, розподілу, методів виявлення, біодеградації, способів попередження забруднення та способів видалення з навколишнього середовища відходів різноманітних фармацевтичних препаратів.

Виходячи з аналізу життєвого циклу ФП встановлюємо, що у зв'язку з подібністю фізіологічних механізмів у різних біологічних видів ФП, окрім основної функції, можуть впливати й на інші організми, що являють собою екологічні системи на індивідуальному, видовому і міжвидовому рівнях.

Таким чином, вивчення життєвого циклу ФП у навколишньому середовищі і з'ясування впливу їх відходів на різноманітні живі організми є актуальною науково-прикладною та соціальною проблемою.

На кожній ланці життєвого циклу ФП мають бути створені такі умови, за яких була б гарантовано надійно забезпечена екологічна рівновага та гарантований захист навколишнього середовища, збереження здоров'я і життєдіяльності людей.

#### *Літературні джерела:*

1. Сучасні аспекти фармацевтичної практики в Україні: колективна монографія; за наук. ред. Б.П. Громовика / Громовик Б.П., Горілик А.В., Городецька І.Я., Грушковська Д.Т., Дацко А.Й., Дацко О.І., Корнієнко О.М., Левицька О.Р., Міненко П.-І.П., Мірошнікова І.О., Парамош О.В., Прокіп С.Є., Пузанова І.П., Саранчук В.М., Саранчук М.В., Унгурян Л.М., Ханік Н.Л., Чухрай І.Л., Ярко Н.Б. – Львів: Ліга-Прес, 2014. – 386 с.
2. Сагайдак-Нікітюк Р. В. Логістика управління відходами фармацевтичної галузі: монографія / Р. В. Сагайдак-Нікітюк. – Х.: ППВ «Ново слово», 2010. – 290 с.
3. Посилкіна О. В., Сидоренко М. І. Наукові підходи до управління якістю досліджень і розробок у фармацевтичній галузі // Управління, економіка та забезпечення якості в фармації. – № 4(18). – 2011. – С.16–23.
4. Айдин Салманов. Медичні відходи: рекомендації ВООЗ // Журнал головної медичної сестри – № 4. – 2015. – С.14–26.
5. Сагайдак-Нікітюк Р. В., Голубцова К. К. Теоретичні засади управління екологічними ризиками фармацевтичних підприємств // ScienceRise. – №1/4(18). – 2016. – С. 42–47.
6. Білявський Г. О. та ін. Основи екології: Підручник / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. -2-ге вид. – К.: Либідь, 2005. – 408 с.

УДК 502+551.4

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРОТИЗСУВНИХ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАХОДІВ ІЗ МОДЕЛЮВАННЯМ БАРАЖНОГО ЕФЕКТУ ТА ВИКОРИСТАННЯМ ФОСФОГІПСУ ДЛЯ ОБЛАШТУВАННЯ КОНТРФОРСІВ

Бондар М.О.<sup>1</sup>, Мальований М.С.<sup>2</sup>, Мороз О.І.<sup>2</sup>, Вакал С.В.<sup>3</sup>, Ващенко В.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, Україна, 03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, dei2005@ukr.net

<sup>2</sup>Національний університет «Львівська політехніка», Україна, 79013, м. Львів, вул. С.Бандери, 12, mmal@lp.edu.ua

<sup>3</sup>Сумський державний науково-дослідний інститут мінеральних добрив і пігментів, Україна, 40012, м. Суми, вул. Харківська, п/в 12, s-vacal@mail.ru

Метою дослідження закономірностей розвитку, прогнозування та розрахунків ризиків зсувних процесів є обґрунтування заходів щодо освоєння територій та забезпечення безперервного функціонування природно-техногенних комплексів з точки зору екологічної безпеки територій. Нами проводилось наукове обґрунтування зменшення ризику розвитку зсувних процесів в межах Київської промислово-міської агломерації та Середнього Придніпров'я з точки зору їх екологічної безпеки. Загалом зсувоутворенню у зоні досліджень сприяють:

- 1) наявність в геологічному розрізі червоно-бурих, строкатих і мергелистих глин (основних деформуючих горизонтів);
- 2) наявність водоносних горизонтів в четвертинних відкладах і відкладах харківської світи;
- 3) перезволоження ґрунтів дощовими та талими водами;
- 4) процес абразії на правобережжі Київського та Канівського водосховищ;
- 5) техногенне втручання в стале геологічне середовище.

В загальному протизсувні заходи можуть бути зведені до таких груп: превентивні, зменшення зсувних сил, часткове розвантаження, збільшення утримуючих сил. Нашу увагу привернули протизсувні заходи, направлені на збільшення утримуючих сил. Існують два підходи до розв'язання цієї задачі: а) балансування зсувних напруг за допомогою сил, прикладених іззовні або протидія ним; б) зміцнення ґрунтів. У балансуванні зсувних напруг за допомогою сил, прикладених іззовні або протидії ним найчастіше застосовують контрфорси або утримуючі призми, палеві та анкерні пристрої. Слід відокремити протизсувні заходи на локальній ділянці (найчастіше на ділянці планованого будівництва) шляхом закладання сітки паль, що призводить до баражного ефекту під дією поля глибоко занурених паль, зміни гідрогеологічної обстановки на ділянці палевого поля, зміни рівня ґрунтових вод та підвищення стійкості ґрунтів. Нами був проведений прогноз зміни гідродинамічної обстановки однієї із ділянок Київської промислово-міської агломерації методом математичного моделювання геофільтрації із використанням програмного комплексу PMWIN-5.1 Processing «MODFLOW-2000». За допомогою побудованої геофільтраційної моделі був виконаний прогноз зміни рівнів підземних вод у водоносному горизонті флювіогляціальних четвертинних відкладів в умовах густорозташованих паль всередині контуру будівель. Проектуючи контрфорси або утримуючі призми для забезпечення стійкості відкосу, як правило передбачають нагромадити достатній об'єм насипних мас у підшві нестійкого масиву ґрунту, який може запобігти його подальшому переміщенню. Контрфорс проектується таким чином, щоб збільшити утримуючі сили поблизу підшви відкосу до розмірів, що забезпечують відповідний коефіцієнт запасу стійкості. Важливим аспектом у будівництві контрфорсів є пошук дешевих будівельних матеріалів, використання багатотоннажних промислових відходів, які б за незначної вартості забезпечили достатню міцність протизсувних конструкцій. Виходячи із цієї позиції нами були досліджені аспекти використання фосфогіпсу у комбінації з іншими матеріалами як конструкційного матеріалу для будівництва контрфорсів.

Нами досліджувався цілий спектр матеріалів, які були отримані із фосфогіпсу і які можуть знайти застосування у будівництві контрфорсів:

- Фосфогіпс дигідрат, оброблений мінеральними в'язучими. Як мінеральні в'язучі розглядались варіанти використання: портландцемент; цементний пил; шлакове в'язуче, що включає 90% фосфорного гранульованого шлаку і 10% цементного пилу; вапняно-зольне в'язуче, що включає 90% золи гідровидалення і 10% (в перерахунку на активні CaO + MgO) вапна будівельного гідратного.
- Фосфогіпс дигідрат, оброблений карбамідформальдегідною смолою. Як заповнювач до фосфогіпсу, обробленого карбамідформальдегідною смолою розглядались варіанти використання піщаних ґрунтів різного зернового складу, в тому числі однорідних.
- Фосфогіпсовий камінь, отриманий із фосфогіпсового в'язучого та будівельного піску, активованого шляхом сумісного розмелу із добавкою (0,8 – 1)% будівельного вапна і 1,5% води. У лабораторних дослідженнях отримання гіпсового каменю зразки після виймання із форми висушували за кімнатних умов. Їх густина складала 2100 кг/м<sup>3</sup>, міцність – 400 кг/см<sup>2</sup>.

УДК 504.054:504.062

## ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ НА ОСНОВІ ВІТЧИЗНЯНОЇ ФОСФАТНОЇ СИРОВИНИ

Вакал С.В.<sup>1</sup>, Мальований М.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сумський державний науково-дослідний інститут мінеральних добрив і пігментів,  
вул. Харківська, п/в 12, м. Суми, 40012, Україна, s-vacal@mail.ru  
<sup>2</sup>Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. С.Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна, tmal@lp.edu.ua

В зв'язку з припиненням поставок на українські підприємства з виробництва мінеральних добрив екологічно безпечної фосфатної сировини з Кольського півострова (як це було за часів Радянського Союзу), постала нагальна потреба залучення сировини з інших родовищ та визначення меж їх екологічно безпечного застосування. У цьому ракурсі важливим є технологічне завдання – імплементація нового виду сировини та нових процесів її переробки до існуючих установок виробництва фосфорних добрив із отриманням кондиційної для застосування продукції. Але більш важливою є проблема забезпечення екологічної безпеки нових виробництв та проблема створення на цих виробництвах екологічно безпечних фосфорних добрив, застосування яких не погіршувало б екологічну безпеку агроєкосфери.

Хоча на світовому ринку домінує фосфатна сировина, в основному країн Північної Африки та Близького Сходу, але питання екологічної безпечності її переробки та визначення рівня токсичності добрив на її основі ще остаточно для умов України не вирішені. Разом з тим ще не повністю розкрито потенціал вітчизняної мінерально-сировинної бази, яка, за попередніми оцінками, є екологічно безпечною. Залучення у виробництво мінеральних добрив фосфатів закордонних та українських родовищ з обмеженим вмістом токсичних елементів дозволить суттєво підвищити їх поживну цінність та знизити забруднення навколишнього середовища важкими металами. До позитивних якостей вітчизняних фосфоритів слід віднести вміст (у ряді випадків) в їх складі глауконіту, що містить калій, та високу екологічну чистоту за рахунок низького вмісту в них кадмію, свинцю та миш'яку, а також і низького рівня радіоактивності, що з екологічної точки зору дозволяє застосовувати їх без обмежень.

В умовах мінімальних енерговитрат, зважаючи на вміст  $P_2O_{5\text{засв}}$  в фосфориті, нами опрацьовано безкислотну технологію агломерації порошкоподібних матеріалів внесенням їх до складу вологого пластифікатора. Попередніми дослідженнями встановлено, що технологічний процес агломерації порошкоподібних добрив відбувається за вологості суміші (8 – 15) %, (що значно менше, ніж вологість пульп кислотного способу одержання фосфоровмісних добрив), вмісті дрібних часток фосфориту розміром менше 0,071 мм не менше 30 % та відсутності часток розміром більше 0,4 мм. Отже застосування пропонованих процесів дозволяє суттєво зменшити теплове забруднення навколишнього середовища. Особливістю технології отримання фосфорно-калійних добрив є напівсухий метод гранулювання, за якого фосфоритне борошно гранулюється за допомогою пластифікатора на основі сполук калію. Процес отримання гранульованого фосфорно-калійного добрива в цілому складається з таких стадій: змішування компонентів, грануляції та сушіння. Одержання фосфорно-калійного добрива опрацьовувалось на модельних зразках фосфоритового борошна з вмістом  $P_2O_5$  не менше 20% та калію хлористого з вмістом  $K_2O$  більше 40 % і вмістом  $MgCl_2$  в перерахунку на  $MgO$ –4,1%. За результатами агрохімічних досліджень визначено, що, оскільки одержане фосфорно-калійне добриво за своєю поживною цінністю ідентичне амонізованому суперфосфату, то порівняння енерговитрат на виробництво зазначених видів добрив свідчить, що сумарні ексергетичні втрати на основні технологічні стадії виробництва фосфорно-калійного добрива на 70% менші ніж для амонізованого суперфосфату. Порівняння витрат природного газу (продукти горіння якого, зокрема  $CO_2$ , який спричиняє парниковий ефект, є основними забрудниками повітряного басейну) дозволяє зробити висновок про суттєве зниження витрат газу на 1 тону РК-добрива, яке складає  $2,85 \times 10^3$  м<sup>3</sup>. За вартості викиду 1 т  $CO_2$ , що дорівнює 20 євро, економічний ефект від зниження викидів парникового газу на виробництво 1 т РК-добрива становить  $20 \times 2,85 = 57$  євро. Це підтверджує, що показники енергоефективності виробництва фосфорно-калійних добрив будуть вище і ця технологія є більш енергозберігаючою. Таким чином зниження теплого забруднення навколишнього середовища та зменшення викидів парникових газів в процесі отримання добрив безкислотним способом буде нижче від аналога, запропонована технологія більш екологоощадна.

Таким чином, створення екобезпечної, матеріало- та енергоощадної технології виробництва та застосування мінеральних фосфоровмісних добрив на основі вітчизняної фосфатної сировини сприятиме розвитку екологічно безпечного виробництва фосфорних добрив, застосування яких не створюватиме негативного впливу на агроєкосферу.



## ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ ВІДХОДІВ МЕТОДОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Вамболь С. О., Колосков В. Ю.

*Національний університет цивільного захисту України,  
вул. Чернишевська, 94, м. Харків, Україна, 61023 e-mail: pt@nuczu.edu.ua*

Відомі чисельні приклади катастрофічних подій – зсувів, пожеж, підтоплень, тощо – на полігонах та звалищах різного призначення в Україні та світі, які у деяких випадках призводили навіть до загибелі людей. При цьому, як правило, рівень екологічної небезпеки розглядуваних об'єктів після подібних катастроф різко збільшується. Суттєвою умовою успішної реалізації заходів із забезпечення екологічної безпеки місць зберігання відходів є їх утримання на займаній території без розповсюдження на прилеглий майданчик ані відходів, ані продуктів їхнього розкладання. Вочевидь, питання зниження ризику виникнення надзвичайних ситуацій (НС) та забезпечення екологічної безпеки місць зберігання відходів необхідно розглядати з урахуванням усіх присутніх взаємозв'язків.

Завдання забезпечення безпеки місць зберігання відходів суттєво ускладнюється при виникненні НС, а особливо при співпадінні у часі декількох різнопланових НС за рахунок наявності кумулятивного ефекту негативного впливу на навколишнє природне середовище. Аналіз НС техногенного та природного характеру, які відбуваються у межах як санкціонованих, так і несанкціонованих місць зберігання відходів різних видів наявно демонструє присутність взаємозв'язків між джерелами екологічної небезпеки та факторами ризику НС, що можуть виникнути у їхніх межах. Наприклад, під час пожежі на об'єктах, які розглядалися, для гасіння палаючих відходів застосовують великі обсяги води, які збільшують ризик зсуву. Водночас, через високий рівень задимленості території, підвищену концентрацію токсичних продуктів горіння у повітрі та високу температуру палаючих речовин практично неможливо контролювати стан маси відходів прямими методами.

Управління безпекою в умовах НС потребує якісно нових підходів до оцінювання результатів негативних впливів на об'єкт та навколишнє природне середовище. З урахуванням обмеженості ресурсів з ліквідації наслідків шкідливого впливу на навколишнє природне середовище актуальною проблемою є визначення рівня безпеки місць зберігання відходів, як об'єктів техногенної діяльності людства. При цьому необхідно враховувати якнайбільшу кількість індивідуальних особливостей об'єкту за ризиком виникнення на ньому НС техногенного чи природного характеру. Натомість експериментування з відтворенням умов перебігу НС є неприпустимим за вимогами безпеки. З урахуванням усього вищезгаданого, методологічною основою представленої роботи було обрано метод імітаційного моделювання, який дозволив перейти до аналізу відповідних станів об'єкту з визначенням альтернатив його режимів функціонування і, внаслідок цього, до прогнозування рівня безпеки об'єкту в цілому.

Обраний метод дослідження дозволяє одержати стійку статистику розвитку подій, за умови заміни реальної системи управління безпекою місця зберігання відходів її моделлю. При цьому функціонування системи розглядається на інтервалі часу  $(T_0, T_1)$ , що характеризується дією комплексу зовнішніх факторів  $F_i(t) \in \Phi$ ,  $i = 1..n$ . Для визначення факторів ризику виникнення НС та показників якості навколишнього природного середовища додаються параметри  $\varepsilon_m^{HC} \in E^{HC}$ ,  $m = 1..R$  та  $\varepsilon_l^{EB} \in E^{EB}$ ,  $l = 1..P$  відповідно. Множина величин  $E = E^{HC} \cup E^{EB}$  при цьому розглядається як сукупність відгуків об'єкту та середовища на вплив зовнішніх факторів з урахуванням взаємозв'язку процесів, що відбуваються на об'єкті та у середовищі. Результатом моделювання є залежності від часу  $W(t) = K(t), Y(t)$  критеріїв оцінювання рівня безпеки  $K(t) : K = K^{BC} \cup K^{HC}$  та керуючого імпульсу  $Y(t)$  у вигляді комплексу впливів на кожен із факторів, що визначають рівень безпеки,  $Y = \{Y_i\} : Y_i = g_i(K)$ .

Задача знаходження шуканих залежностей формалізується наступним чином

$$W(t) = M(A(t), B),$$

де  $A$  – сукупність вхідних параметрів системи у формі  $A = \Phi \cup E$ ;  $B$  – множина регламентуючих обмежень, які визначають у кількісному вираженні граничні значення для кожного з використовуваних критеріїв оцінювання рівня безпеки.

Сформований набір критеріїв  $K = K^{HC} \cup K^{EB} = \{K_m^{HC}\} \cup \{K_l^{EB}\}$  має формалізувати вимоги нормативних документів, що регламентують умови експлуатації місць зберігання відходів, за допустимим рівнем ризику виникнення НС

$$K_m^{HC} : \chi_m^{HC}(\Phi, E^{HC}), \quad m = 1..R$$

та рівнем екологічної безпеки

$$K_l^{EB} : \chi_l^{EB}(\Phi, E^{EB}), \quad l = 1..P,$$

де  $R$  та  $P$  – кількість критеріїв, що використовується для оцінювання рівня безпеки за відповідними напрямками.

Отже, процес функціонування системи управління безпекою місця зберігання відходів в загальному вигляді можна записати наступним чином:

$$\{A, B\} \rightarrow W : \{K \rightarrow Y\}$$

Оскільки реальні умови функціонування природних процесів у навколишньому природному середовищі характеризуються впливом складного комплексу негативних факторів, оцінювання результату їхньої дії має базуватися на сформованих динамічних моделях виникнення відгуків навколишнього середовища під дією тих або інших факторів. З урахуванням цього метод прогнозування рівня безпеки місця зберігання відходів полягає у покроковій перевірці дотримання умов безпечного функціонування об'єкту на основі критеріїв безпеки у  $n$ -вимірному просторі факторів  $\Phi$ , які змінюються за програмою функціонування об'єкту, з наданням узагальненого висновку про рівень безпеки.

Комплекс вихідних даних для прогнозування формується за трьома напрямками.

1. Формування набору значень факторів, що визначають рівень безпеки, які задаються програмою функціонування об'єкту з урахуванням керуючих імпульсів на корегування значень факторів у випадку виходу на неприпустимий режим роботи. Для уніфікації оцінювання рівня безпеки слід отримати множину зведених факторів  $\bar{F}_i \in \Phi^{36} : \varphi_F^{36} : \Phi \rightarrow \Phi^{36}$  у вигляді

$$\bar{F}_i = \varphi_F^{36}(F_i) = \frac{F_i}{[F_i]}, \quad i = 1 \dots n,$$

де  $[F_i]$  – граничні припустимі значення діючих факторів. Вказаний підхід надає можливість перейти до розгляду  $n$ -вимірного простору зведених значень факторів, у якому граничні припустимі значення визначаються нормативним критерієм у вигляді

$$\bar{F}_i = 1, \quad i = 1 \dots n,$$

завдяки чому різноманітні за походженням фактори зрівнюються за значенням.

2. Формування набору критеріїв для оцінювання безпеки досліджуваного об'єкту. Побудову критеріїв оцінювання рівня безпеки проводять з урахуванням визначеного набору діючих факторів. Це дозволяє, зокрема, підбирати набір значущих відгуків, що максимально відповідатиме ситуації, що може виникнути на об'єкті.

3. Формування набору параметрів та вихідних даних, які визначають початковий стан об'єкту й екосистеми прилеглої території, включаючи граничні припустимі значення діючих факторів  $[F_i]$ , граничні припустимі значення параметрів об'єкту  $[\varepsilon_m^{HC}]$  граничні припустимі значення показників якості навколишнього природного середовища  $[\varepsilon_l^{EB}]$ .

Комплекс критеріїв оцінювання рівня безпеки реалізується для кожного діючого фактору, та водночас для усіх значущих відгуків навколишнього природного середовища та об'єкту. Виконується послідовне оцінювання рівня безпеки об'єкту для кожного набору значень факторів, визначених за програмою його функціонування. Надалі за отриманими результатами формується узагальнений висновок про прогнозований рівень безпеки об'єкту упродовж заданого періоду часу.

Основним результатом представленого дослідження є вдосконалення методу прогнозування рівня безпеки місця зберігання відходів шляхом використання імітаційного моделювання функціонування системи управління безпекою. Основною перевагою запропонованого методу у порівнянні з тими, що використовуються сьогодні, є можливість урахування усього комплексу діючих факторів негативного впливу об'єкту на навколишнє природне середовище у поєднанні з супутніми факторами ризику виникнення НС, з одночасною мінімізацією кількості значущих показників якості навколишнього природного середовища, що вводяться до аналізу. Завдяки цьому суттєво зменшуються обсяги розрахунків, які необхідно провести для точного оцінювання рівня безпеки набором критеріїв, та відповідно спрощується процедура прогнозування рівня безпеки місця зберігання відходів без втрати точності отриманих результатів.

Для практичної реалізації запропонованого методу необхідним є проведення системних досліджень, направлених на створення бази формалізованих критеріїв за якнайбільшою кількістю показників для оцінювання рівня безпеки місця зберігання відходів, які б враховували зв'язок між природними процесами в ньому з параметрами функціонування об'єкту.

## ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН НА ВУГІЛЬНИХ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ УКРАЇНИ

Вольчин І.А.

Інститут вугільних енерготехнологій НАН України вул. Андріївська, 19, м. Київ, 04070. [ceti@i.kiev.ua](mailto:ceti@i.kiev.ua)

Теплова енергетика, що включає великі ТЕС і ТЕЦ, має найбільшу встановлену електричну потужність в Об'єднаній енергосистемі України (34.18 ГВт або 60.8 %), а її частка у виробленні електроенергії в 2016 р. становила близько 36.5 % (з 154 817 млрд. кВтг загального виробітку). Основою теплоенергетичної галузі є 12 великих теплових електростанцій (ТЕС), головним паливом для них є вугілля, яке містить мінеральну частину та сірку. При його спалюванні в паливних котлів утворюються частинки леткої золи (пил) та діоксид сірки  $SO_2$ , а оксиди азоту  $NO_x$  є продуктом окислення молекулярного азоту та азотних сполук в паливі.

Вугільні котли ТЕС України, більшість яких відпрацювало понад 200 тис. годин, були оснащені за проектом лише пиловловлювачами (електрофільтрами та мокрими скруберами), фактична ефективність яких становила від 88 до 98 %. Системи очищення димових газів від  $SO_2$  та  $NO_x$  на ТЕС взагалі відсутні. Тому щорічне споживання в теплоенергетиці України десятків мільйонів тонн вугілля призводить до викиду в атмосферне повітря більше мільйона тонн діоксиду сірки, більше 250 тис. тонн оксидів азоту, більше 300 тисяч тонн пилу [1].

В таблиці 1 приведено типові концентрації забруднюючих речовин на вугільних ТЕС України в порівнянні з граничними значеннями викидів згідно Директиви 2010/75/EU про промислові викиди [2] для існуючих котлоагрегатів, дотримання якої є зобов'язанням України згідно Угоди про асоціацію України з ЄС [3].

Таблиця 1. Викиди на ТЕС України та вимоги Директиви 2010/75/EU

Забруднююча речовина	Фактична концентрація, мг/нм <sup>3</sup>	Вимоги Директиви 2010/75/EU, мг/нм <sup>3</sup>
Пил (летка зола)	300-1300	20
Діоксид сірки	2500-7200	200
Оксиди азоту	600-1800	200

Для дотримання вимог Директиви 2010/75/EU на вугільних ТЕС України слід зменшити концентрацію пилу в 15-65 разів, діоксиду сірки – в 12-36 разів, оксидів азоту – 3-9 разів. Це необхідно зробити на майже 90 вугільних енергоблоках загальною потужністю близько 20 ГВт до 31.12.2023 згідно рішення Енергетичного співтовариства, членом якого Україна є з 01.02.2011.

В енергетиці розвинутих країн вже впроваджені технології очищення димових газів, які дозволяють виконувати вимоги Директиви 2010/75/EU. Вони відносяться до найкращих доступних технологій для великих спалювальних установок [4]. В Україні досягти такого за 6 років практично неможливо через великий обсяг робіт, значні фінансові потреби (мільярди Євро), можливість виведення щорічно в реконструкцію електричних потужностей не більше 1500 МВт для забезпечення енергетичної безпеки країни.

В Україні був розроблений Національний план скорочення викидів (НПСВ) забруднюючих речовин від великих спалювальних установок. За цим планом оператори існуючих спалювальних установок, що включені до НПСВ, зобов'язуються після 31.12.2017 лінійно зменшувати щорічні викиди пилу, діоксиду сірки та оксидів азоту таким чином, щоб вийти на дотримання вимог Директиви 2010/75/EU щодо граничних значень викидів пилу та діоксиду сірки до 31.12.2028, а оксидів азоту – до 31.12.2033. Величини щорічних скорочень викидів наведено в таблиці 2. Інші існуючі спалювальні установки повинні відпрацювати не більше 40000 годин до кінця 2033 р. і бути виведені з експлуатації. Нові спалювальні установки мають дотримуватися вимог Директиви 2010/75/EU після 01.01.2018. НПСВ України був погоджений на засіданні Ради Міністрів Енергетичного співтовариства, що відбулося 14.10.2016 в Сараєві, Боснія та Герцеговина.

Таблиця 2. Щорічне скорочення валових викидів згідно НПСВ

Оператор	Кількість установок	Номинальна теплова потужність, МВт	$SO_2$ , т/рік	$NO_x$ , т/рік	Пил, т/рік
Україна	91	64813.6	96603.0	9163.7	20070.6
ДТЕК Енерго	18	26976.4	55863.3	5673.1	10049.3
Центрэнерго	5	10296.0	26722.2	1605.9	5323.7
Донбасенерго	5	5898.0	9309.3	882.0	3119.1
Укртеплоенерго	7	3384.5	3957.6	676.7	1378.5

Такі завдання можуть бути виконані тільки з використанням Найкращих доступних технологій, які відповідають сучасному принципу функціонування вугільної електростанції – HELE (High Efficiency Low Emission) [5]. Тільки **висока ефективність** використання палива (ККД вище 40%) дозволяє не тільки мати малі викиди діоксиду вуглецю, але економічно і доцільно застосовувати передові **низько-емісійні** технології очищення димових газів. Обов'язковою умовою застосування цих технологій на ТЕС є повне використання утворених субпродуктів.

Заміна існуючих на ТЕС пиловловлювачів на електрофільтри з висотою осадних електродів не менше 14 м з ефективністю  $\geq 99.5\%$  дозволяє забезпечити вихідну концентрацію пилу не вище  $50 \text{ мг/м}^3$ . Уся вловлена летка зола повинна бути утилізована в промисловості. Додаткове пилоочищення для дотримання граничної концентрації  $20 (10) \text{ мг/м}^3$  відбуватиметься в системі сіркоочищення, яка буде розміщена після електрофільтрів.

Технології сіркоочищення повинні не тільки забезпечувати необхідний ступінь очищення ( $\geq 97\%$ ), але й утворювати корисні продукти. Установки за традиційною мокрою вапняковою десульфуризацією з примусовим окисленням забезпечують ефективність до  $98\%$ , використовують як сорбент природний мінерал та утворюють на виході двохводний гіпс  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ , що є будівельним матеріалом. Але їх недоліками є питомі капітальні затрати (до  $250 \text{ €/кВт}$  потужності), складна технологічна схема, велика виробнича площа, великі власні потреби, наявність стічних вод тощо. Ця технологія доцільна для вугільних котлів паропродуктивністю вище  $1600 \text{ т/год.}$  (енергоблоки потужністю більше  $500 \text{ МВт}$ ).

Пропонується використання технології напівсухої амонійної десульфуризації на котлах паропродуктивністю від  $160$  до  $670 \text{ т/год.}$ , питомі капітальні затрати на яку майже втричі нижчі за попередню. Сорбентом є водний розчин амоніаку  $\text{NH}_3$ , а продуктом – сухий порошок сульфату амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , що є мінеральним добривом. Використання розчину амоніаку замість суспензії вапна підвищує ефективність поглинання діоксиду сірки. Особливістю технології є застосування двох рівнів подачі вологи – потоку крапель розчину амоніаку та потоку дрібних крапель води з повітрям. В краплях проходить взаємодія сірчистої кислоти та гідроксиду амонію, а також поглинання  $\text{SO}_2$  і  $\text{NH}_3$  з газової фази. Вся введена в реактор-абсорбер крапельна волога, необхідна для поглинання діоксиду сірки, має бути випарувана до виходу з реактора в тканинний фільтр, в якому відбувається уловлення утворених дрібних частинок сульфату амонію розміром до  $5 \text{ мкм}$ . Додатково поглинання діоксиду сірки амоніаком відбувається в газовій фазі та на рукавах тканинного фільтра. Виконано математичне моделювання процесу та розроблено ескізний проект установки на витрату димових газів  $420 \text{ тис. м}^3/\text{год.}$  Результати моделювання реактора напівсухої амонійної десульфуризації показали можливість досягнення ефективності більше  $95\%$  [6].

Дотримання граничної концентрації  $\text{NO}_x$  в димових газах  $200 \text{ мг/м}^3$  на вугільних котлах ТЕС України можна досягти лише шляхом використання азотоочисних установок. Традиційна технологія селективного каталітичного відновлення (СКВ) матиме значні складнощі при впровадженні на ТЕС України через високу вартість (до  $80 \text{ €/кВт}$  потужності), щільну компоновку котельного обладнання та відсутність місця розміщення в оптимальній зоні температур котла ( $350\text{-}450 \text{ °C}$ ). Варіант з розміщенням системи СКВ після пилоочищення та сіркоочищення є дуже енерговитратним, оскільки потрібно підігрівати димові гази. Як альтернатива, пропонується здійснювати не відновлення, а радикальне окислення оксиду азоту  $\text{NO}$  до вищих азотних водорозчинних сполук з подальшим утворенням товарних продуктів, наприклад, нітрату амонію. При промисловому застосуванні в енергетиці для забезпечення часу перебування газів в апараті до  $10 \text{ с}$  необхідне використання відповідних технологій, реагентів та каталізаторів.

#### *Літературні джерела:*

1. Вольчин І. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України / І. Вольчин, Н. Дунаєвська, Л. Гапонич, М. Чернявський, О. Топал, Я. Засядько. – К.: ГНОЗІС. –2013. – 308 с.
2. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) (Recast) // Official Journal L 334, 17.12.2010, p. 17-119.
3. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 вересня 2014 р. № 847-р. Про імплементацію Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. ([www.zakon.rada.gov.ua](http://www.zakon.rada.gov.ua))
4. Integrated pollution prevention and control. Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants. European Commission. Institute for Prospective Technological Studies (Seville). July 2006 – 607 p. ([www.ipts.jrc.ec.europa.eu](http://www.ipts.jrc.ec.europa.eu)).
5. Technology Roadmap. High-Efficiency, Low-Emissions. Coal-Fired Power Generation – Paris: OECD/IEA. – 2012. – 48 p. ([www.iea.org](http://www.iea.org)).
6. Вольчин І.А. Числове дослідження процесу сіркоочищення за напівсухим амонійним методом / І.А. Вольчин, О.М. Коломієць, А.О. Ясинецький // Энерготехнологии и ресурсосбережение. 2015. – № 3. – С. 60-67.

## АЛГОРИТМ ЗДІЙСНЕННЯ ФІТОІНДИКАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАФТОЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

Глібовицька Н. І.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019 nataly.glibovytka@gmail.com*

Забруднення навколишнього середовища нафтою і нафтопродуктами є однією з основних сучасних екологічних проблем. Ефективним способом контролю якості довкілля територій нафтогазовидобутку є біоіндикація з використанням деревних рослин. Багаторічні зелені насадження є потужним чинником протидії техногенного навантаження і разом з тим володіють цінними біоіндикаційними характеристиками. За ступенем прояву комплексу адаптивних і деструктивних змін рослинних організмів у конкретних умовах зростання можна дати оцінку екологічному стану довкілля [3, 6]. Здатність особини реалізувати генетичну програму росту та розвитку, ступінь стійкості до факторів довкілля визначає її життєвість. Біоіндикаційні дослідження нафтозабруднених територій можна проводити на різних рівнях біосистемної організації (табл. 1).

Таблиця 1. Алгоритм здійснення різнорівневої фітоіндикації нафтозабруднених територій

Рівень біосистемної ієрархії	Біоіндикаційні показники
Молекулярний	Вміст пластидних пігментів
	Макрометаболічний склад листків
	Окисно-відновні властивості гомогенату листків
	Активність антиоксидантних ферментів
Клітинний	Кількість хромосомних аберацій
	Фертильність чоловічого гаметофіту
Тканинний	Індекс палісадності
	Товщина покривних тканин
Органний	Тип і ступінь некрозу листків
	Морфометричні показники вегетативних і генеративних органів
Організмий	Рівень дехромації та дефоліації крони
	Наявність фітозахворювань

Найінформативнішими показниками адаптивно-протекторних змін рослини є фізіолого-біохімічні [4]. На молекулярному рівні пристосувальними реакціями рослин на контамінацію середовища зростання є підвищення концентрації каротиноїдів, водорозчинних вуглеводів, ліпідів, білків. Натомість деструктивними показниками метаболізму рослинного організму у несприятливих умовах є зниження вмісту фотосинтетичних пігментів, буферності протопласту, закислення внутрішнього середовища клітини та зростання концентрації целюлози і золи. Діагностичним критерієм рівня життєвості та адаптаційної спроможності фітооб'єкта є стан антиоксидантної системи, рівень активності ферментів – супероксиддисмутази, каталази, глутатіон-редуктази та пероксидази [2].

У якості чутливих маркерів стану рослини на клітинному рівні в умовах нафтового забруднення довкілля можна використовувати цитогенетичні – кількість хромосомних аберацій, мітотичну активність та гаметоцидні – фертильність чоловічого гаметофіту [5].

На тканинному рівні організації фітосистем в умовах впливу нафтопродуктів може застосовуватись показник палісадності асиміляційного апарату і товщини покривних тканин. У відповідь на стресові умови зростання екологічно пластичні рослини реагують збільшенням товщини покривних тканин за рахунок додаткової кутинізації асиміляційного апарату.

Морфологічні зміни рослин в умовах контамінації довкілля спостерігають на органному та організмовому рівні. Зокрема, у відповідь на зростання техногенного пресингу відбувається сповільнення ростових процесів вегетативних і генеративних органів, що свідчить про адаптацію рослини спрямовану на зменшення площі контакту з забрудненим довкіллям та зниження енергетичних витрат на перебудову метаболізму. Характерними показниками пошкодження рослинних організмів нафтогазовими поллютантами є некрози листових пластинок, які можуть значно відрізнятися за типом і ступенем ураження у різних видів дерев. Некроз типу «риб'ячий скелет» є ознакою сильного ослаблення рослини, супроводжується відмиранням більшої частини поверхні асиміляційних органів, що є наслідком потрапляння забруднювачів через кореневу систему у надземні органи. Нестійкі до забруднення навколишнього середовища фітооб'єкти є дуже уразливі до шкідників та захворювань. В умовах контамінації довкілля нафтою нами встановлено зниження життєвості дерев, що проявляється у погіршенні санітарного стану внаслідок сильного пошкодження фітозахворюваннями [1].

Біоіндикаційною ознакою забруднення довкілля є рівень дехромації, дефоліації крони та частка відмерлих гілок. Внаслідок посилення некротизації відбувається передчасне їх опадання ще до завершення фізіологічного вегетаційного періоду.

За результатами відхилення вище зазначених параметрів рослин на різних рівнях організації біосистем рекомендуємо оцінювати життєвість, а на її основі – біоіндикаційну та ремедіативну придатність виду.

#### Літературні джерела

1. Глібовицька Н. І. Вплив нафтогазової контамінації навколишнього середовища на життєвий стан деревних рослин / Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). – 2016. – Т. 8., Вип 2. – С. 28-31.
2. Карпин О. Вплив нафтового забруднення ґрунту на ростові показники, вміст пероксиду водню та активність пероксидази рослин бобу (*Vicia faba*L.). Вісн. Львів. у-ту. Сер. біол, 2008; 47: 160–165.
3. Коршиков І. І. Урботехногенне середовище як інтегральний чинник пристосування рослин. - Промышленная ботаника. – 2004. – Вып. 6. – С. 46-57.
4. Косаківська І. В. Фізіолого-біохімічні основи адаптації рослин до стресів. – К. : Сталь, 2003. – 191 с.
5. Парпан В. І. Методологічні аспекти оцінки екологічного стану урбанізованих і техногенно змінених територій // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2010. – Вип. 18, т. 2. – С. 61-68.
6. Williams N. S. et al. A conceptual framework for predicting the effects of urban environments on floras // Journal of Ecology. – V97. – P. 4-9.

#### УДК 628.49

### ВИДОБУВАННЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА УТИЛІЗАЦІЯ ЗВАЛИЩНОГО ГАЗУ НА ПОЛІГОНАХ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ МІСТ УКРАЇНИ

Жук Г.В., П'ятничко О.І., Іванов Ю.В., Кубенко С.Б.

*Інститут газу Національної академії наук України, вул. Дегтярівська, 39, Київ, 03113, Україна  
e-mail: hen\_zhuk@ukr.net*

В Україні щорічно утворюється близько 13 млн. тонн твердих побутових відходів (ТПВ). Полігони біля великих та малих міст отруюють повітря, воду, негативно впливають на клімат. Як відомо, 29 травня 2016 р. на сміттєзвалищі в Грибовичах, що біля Львова, почалася пожежа, а 30 травня стався обвал сміття. В результаті під завалами загинуло декілька людей. Ця трагедія нарешті привернула увагу журналістів, громадськості, державних та місцевих органів влади до проблеми пожеж на полігонах твердих побутових відходів (сміттєзвалищах).

Проблема полягає в тому, що в результаті анаеробних процесів в товщі відходів утворюється звалищний газ. Основна його складова – метан, який змішуючись з повітрям може горіти і запалювати сміття. При горінні відходів утворюються наднебезпечні сполуки (діоксини, фурани), які спричиняють у населення різні захворювання, в тому числі онкологічні. Стандартна процедура вимірювання забруднення повітря не передбачає визначення концентрації цих сполук [1].



Рис.1. Ряд колекторів в бетонному колодязі



Рис.2. Зовнішній вигляд КГУ в контейнері

Інститут газу НАН України розробив і впровадив вітчизняні технології, які дозволяють видобувати, збирати та утилізувати звалищний газ [2, 3]. При цьому виробляється біометан та/або електрична та теплова енергія. Вирішено одразу декілька важливих для України проблем:

- поліпшення місцевої екологічної ситуації та зниження глобального потепління;

- створення додаткового джерела альтернативної енергії (електричної та газового палива), яка характеризується відсутністю добових та сезонних коливань;
- запобігання горінню твердих побутових відходів на полігонах;

створення рентабельної технології поводження з твердими побутовими відходами.

**Проект для Івано-Франківська.** Запропоновано систему збору та утилізації звалищного газу переробленням в електроенергію для міста Івано-Франківськ. Пропозицію було розроблено в рамках проекту US AID «Муниципальная энергетична реформа в Україні» за підтримки та сприяння міської адміністрації, особисто мера міста.

Система збору та первинної підготовки звалищного газу до утилізації складається з наступних компонентів: свердловини; шлейфові трубопроводи; колектори шлейфів (рис.1); магістральний трубопровід; сепаратор. Очищений біогаз через систему моніторингу (обліку) подається на обладнання утилізації.

Поблизу полігону проходить лінія електропередачі напругою 10 кВ. Біогаз, без попереднього збагачення, утилізується в поршневих ДВЗ-генераторах і через трансформаторну підстанцію передається в мережу. При продуктивності системи свердловин  $500 \text{ м}^3/\text{год}$  потужність енергетичної установки складатиме близько 0,8 МВт, а в разі когенераційної установки (КГУ, рис.2) – додатково 1,0 МВт теплової енергії. Доцільно використовувати тепло викидних газів для підготовки (осушування) твердого палива з відходів - RDF(Refuse Derived Fuel).

З використанням методики, що розроблена компанією "SCS Engineers" (США) за завданням Агентства з захисту навколишнього середовища при уряді США [4], визначено параметри газопродуктивності полігону ТПВ та кількість утилізованого біогазу (рис.3).

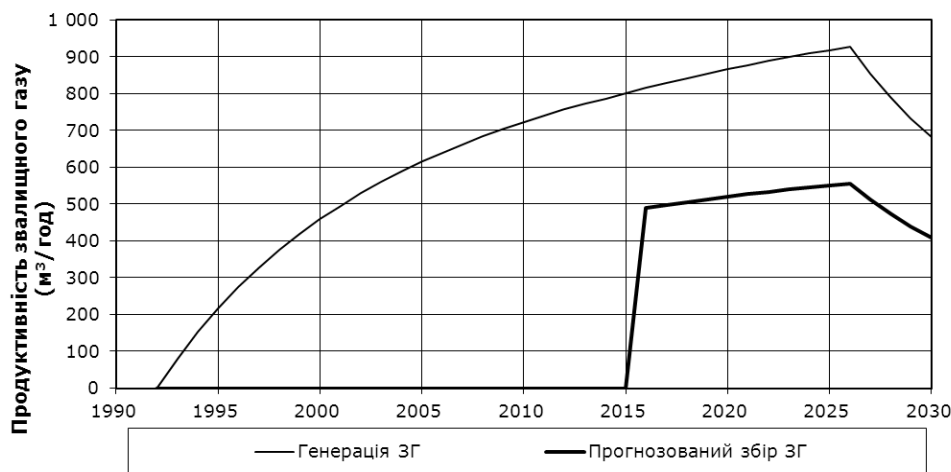


Рис. 3. Загальна емісія (верхня крива) та збір (нижня крива) біогазу з тіла полігону ТПВ

Була також проведена попередня оцінка економічних показників проекту. Капітальні видатки проекту складаються з витрат на облаштування свердловин, трубопроводів, системи підготовки газу, вартості когенераційного обладнання, трансформаторної підстанції та проектних робіт. Поточні витрати на функціонування системи збору та утилізації ЗГ складаються з витрат на обслуговування когенераційного обладнання та витрат на обслуговування системи збору та підготовки біогазу. Дохід складається з продажу електроенергії в загальну мережу за «зеленим тарифом». Строк простої окупності проекту складає близько 2-х років.

Розрахункове загальне зменшення емісії парникових газів, в  $\text{CO}_2$ -еквіваленті - 80000 тонн на рік.

**Досвід впровадження в Україні.** Розроблені Інститутом газу НАН України технології було успішно застосовано на полігонах ТПВ країни. Компанії ЛНК першою в Україні вдалося в 2012 році впровадити наші спільні розробки та технічні рішення на Київському полігоні ТПВ №5. Створено вітчизняний технологічний комплекс з переробки звалищного газу в електроенергію потужністю 2 МВт. В подальшому було впроваджено аналогічні проекти ще на 4-х полігонах ТПВ міст Бориспіль, Бровари, Житомир та Миколаїв. Оригінальні технології відповідають найкращим світовим практикам, рекомендованим Глобальною Метановою Ініціативою [4]. Побудовано промислові комплекси загальною потужністю 6,2 МВт для постачання електроенергії до централізованої електромережі.

Загальний економічний ефект тільки від впровадження на 5-ти полігонах становить близько 4 млрд. грн. і на теперішній час вже вироблено та поставлено в мережу на безперервній основі 66,5 млн. кВт-год електроенергії. При цьому реальне скорочення викидів парникових газів склало більше 300 тис. тонн в еквіваленті вуглекислоти. Впровадження розроблених технологій на крупних полігонах ТПВ України дозволить щороку стабільно заміщувати 0,5 млрд. куб. м природного газу.

Досягнуто економічної рентабельності проекту що є винятком для екологічних проектів. Впровадження виконано без залучення бюджетних коштів

*Літературні джерела:*

1. Grochowalski A. Nowoczesne metody termiczne jako jedyny, skuteczny sposób utylizacji odpadów niebezpiecznych w tym weterynaryjnych i szpitalnych // Mat. VI Konf. Nauk. „Dioksyny w przemyśle i

środowisku» (Kraków - Tomaszowice 26–27.09.2002 – Kraków: Wydawnictwo Naukowe Politechniki Krakowskiej. – 2002. – S. 1–13.

2. Жук Г.В., Пятничко А.И., Кубенко С.Б., Иванов Ю.В., Крушневич С.П., Федоренко Д.С. Комплексная утилизация свалочного газа полигонов твердых бытовых отходов Украины // Экологические и ресурсосбережение. – 2015– №5-6. – С.3-10.

3. Жук Г.В., Пятничко А.И., Баннов В.Е. Система сбора и утилизации биогаза полигона твердых бытовых отходов // Технические газы, 2012.- №3.- с 65–68.

4. Global Methane Initiative (офіційний сайт) <https://www.globalmethane.org>

УДК 631.468:622.276 (477.53)

## ЗАСТОСУВАННЯ ЗООЛОГІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТІВ НА ТЕРИТОРІЇ ГАЗОНАФТОВИХ РОДОВИЩ

Журавель М. Ю., Леженіна І. П., Полчанінова Н. Ю., Яременко В. В.

ТОВ «СВНЦ Інтелект-сервіс», ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, ХНУ ім. В. Н. Каразіна  
ХНУ ім. В.Н. Каразіна, майд. Свободи, 4, Харків, 61022, Україна e-mail: [scentris@ukr.net](mailto:scentris@ukr.net)

Із зростанням інтенсивності використання ґрунтів проблема їх збереження та відновлення в Україні стає дедалі гострішою. Відновлення ґрунтів та підтримка біорізноманіття у районах газота нафторозробок повинно бути невід'ємною складовою процесу нафтовидобутку (Bull 2012; Sedivec, 2014). Система відновлення ландшафту та оцінки його органічного компоненту ретельно розроблена для гірничодобувної промисловості, тоді як подібні дослідження на нафтогазових родовищах вкрай нечисленні (Schladweiler, 2009; Avirmed, 2014). Зоологічний компонент біоти на рекультивованих землях нафто- і газовидобутку практично не вивчається. Дослідження починаються тільки тоді, коли нафта вже розлилася і шкода докільно була завдана (Dorn, 2000; Мордкович, 2014). Проте, нашими попередніми дослідженнями встановлено, що порушення ґрунту в результаті облаштування газонафтових свердловин негативно впливає на мезофауну безхребетних (Журавель, 2013). Таким чином, вона може використовуватися для зоодіагностики ґрунтів, а саме дозволяє простежити успішність і швидкість їх відновлення. При цьому біоіндикація проводиться з використанням всього комплексу тваринного населення. Великі безхребетні (дошові черви, черви-енхитреїди, личинки комах) особливо цінні і зручні для індикаційних робіт, тому що їх видовий склад та чисельність безпосередньо пов'язані з окремими ґрунтовими характеристиками і їх змінами (Гиляров, 1965; Hedde, 2012). Відновлення різних компонентів мезофауни іде різними темпами, тому кожна група має свою цінність у індикації (Lavelle, 2006).

Для моніторингу ґрунтів нами були проведені дослідження на щойно рекультивованих ділянках, а саме через два місяці, потім через два та через вісім років після повернення ґрунту на бурових майданчиках газонафтових свердловин Ігнатівського та Роденківського родовищ (Полтавська область), які розташовані на землях сільськогосподарського використання. У якості біодіагностичної групи використовували ґрунтову мезофауну. Крім того, були проведені дослідження ґрунтової мезофауни цілиного степу на ділянках, що межують з сільськогосподарськими угіддями. Матеріал збирався методом ґрунтових розкопок навесні 2016 р.

Результати наших досліджень виявили наступне.

Втручання у ґрунтовий покрив, а саме, знімання шару родючого ґрунту та повернення його через певний час, глибоким чином діє на мезофауну. Ґрунт на рекультивованих ділянках був більш сухий та щільний в порівнянні з фоновими ділянками – вологість на фоні в середньому складала 23,3 %, на рекультивації – 14,9 %, відповідно щільність 1,33 та 1,60 г/см<sup>3</sup>. Підсилення щільності ґрунту негативно впливало на комплекси безхребетних, а підвищення вологості – позитивно. При цьому, ступінь кореляції зі щільністю була більш суттєвою, ніж з вологістю.

Через два місяці після повернення ґрунту на рекультивованій ділянці взагалі були відсутні представники мезофауни. Водночас на фонівій ділянці траплялися личинки хлібного жука-кузьки (Scarabaeidae: *Anisoplia austriaca* (Herbst, 1783)), ковалика степового (Elateridae: *Agriotes gurgistanus* (Faldermann, 1835)), багатоніжки (Murieloda) та кільчасті черви (Oligocheta: Lumbricidae). Найчисленнішими на фоні були малоцятинкові черви енхитреїди (Oligocheta: Enchytraeidae) (94,4 екз./м<sup>2</sup>). Ці черви розмножуються доволі швидко і за сприятливих гідротермічних умов здатні в короткий період значно підвищити щільність своєї популяції (Сергеева, 2010). Загальна щільність мезофауни складала майже 121 екз./м<sup>2</sup>.

Обстеження ділянок, рекультивація яких відбулася два роки тому, виявило відсутність у ґрунті дошових червів, енхитреїд та багатоніжок. На фоні ділянках вони траплялися, а енхитреїди були найчисленнішою групою – 86,4 екз./м<sup>2</sup>. Водночас на рекультивації були наявні личинки хлібного жука - кузьки та коваликів, хоча щільність коваликів на цій ділянці була ще суттєво нижче, ніж на фонівій. Загальна щільність ґрунтової мезофауни на рекультивованій ділянці становила 4,8 екз./м<sup>2</sup>, на непорушеній – 102,4 екз./м<sup>2</sup>.



На ділянках, відновлення на яких тривало вже вісім років, загальна щільність мезофауни була навіть трохи вищою за фонових значень (97,6 та 85,5 екз./ м<sup>2</sup>, відповідно) за рахунок вищої чисельності енхитреїд, проте щільність дощових черв'яків була у тридцять разів нижчою, ніж на фоні.

Грунтова мезофауна нерозораної ділянки відрізнялася від попередніх відносно багатим таксономічним складом – близько 10 родин комах. Загальна щільність личинок комах була у 13 разів вищою у порівнянні з максимальною щільністю на ділянках з посівами сільськогосподарських культур, а щільність дощових черв'яків – вдвічі вищою. Енхитреїди, навпаки, знижували щільність більше ніж утричі.

Горизонтальний розподіл ґрунтової мезофауни у цілому на всіх обстежуваних ділянках носив агрегований характер, проте дощові черви траплялися відносно випадково.

Найбільш уразливою групою ґрунтової мезофауни виявилися дощові черви, які відновлювали свою чисельність найбільш повільно. На всіх досліджуваних ділянках мешкали два види дощових черв'яків: *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826) та *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826) – вторинні гумусоутворювачі, космополіти за поширенням. Для нормальної життєдіяльності дощових черв'яків необхідна висока вологість. Її нестача суттєво обмежує поширення люмбрицид у верхньому шарі ґрунту та негативно впливає на їх чисельність.

У порівнянні з фоновими ділянками показники чисельності та екологічного різноманіття комплексів ґрунтових безхребетних були значно нижчими на ділянці, рекультивация якої відбулася два роки тому. На ділянках з восьмирічною рекультивациєю ці показники наближались до фонових.

Таким чином, поступове відновлення ґрунтової мезофауни на порушених ділянках починається на другий рік після рекультивациі за рахунок заселення ґрунтів личинками комах-фітофагів.

Відновлення ґрунтової мезофауни на рекультивованих майданчиках буріння газонафтових свердловин відбувається повільно, показники біорізноманіття та чисельності наближаються до фонових значень тільки на восьмий рік рекультивациі. Найбільш уразливою групою ґрунтових безхребетних виявилися дощові черви.

Для діагностики порушених ґрунтів ми рекомендуємо використовувати показники таксономічного складу, екологічного різноманіття, щільності, та ступеня агрегованості ґрунтової мезофауни.

#### *Літературні джерела:*

1. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв/М. С. Гиляров. – М.:Наука, 1965. – 275с.
2. Журавель Н.Е. Мониторинг почвенной мезофауны на рекультивированных землях Игнатьевского газонефтяного месторождения (Украина, Полтавская область) / Н.Е. Журавель, И.П. Леженина, П.В. Клочко, В.В. Яременко // Вісник Харк. ун-ту. Вип. 18. Сер. Біологія, № 1079. – 2013. – С. 75–83.
3. Мордкович В.Г. Зооэдафон западносибирской северной тайги. / В.Г. Мордкович, И.И. Любечанский., О.Г. Березина, И.И. Марченко, В.С. Андриевский. – М.: Тов. научн. изд. КМК, 2014. – 168 с.
4. Avirmed O. Natural recovery of soil organic matter in 30 –90-year-old abandoned oil and gas wells in sagebrush steppe / O. Avirmed, C. Ingrid, I. C. Urke et al. // *Ecosphere*. – 2014. – 5. – P. 1–13.
5. Bull J. W. Biodiversity offsets in theory and practice / J. W. Bull, K. B. Suttle, A. Gordon et al. // *Oryx*. – 2013. – V. 47. – P. 369–380.
6. Dorn Ph.B. Temporal ecological assessment of oil contaminated soils before and after bioremediation / Ph.B. Dorn, J.P Salanitro // *Chemosphere*. – 2000. – V. 40, Is. 4. – P. 419–426.
7. Hedde M. Functional traits of soil invertebrates as indicators for exposure to soil disturbance / M. Hedde., F. van Oort, I. Lamy // *Environm. Pollution* – 2012. – 164. – P. 59–65.
8. Lavelle P. Soil invertebrates and ecosystem services / P. Lavelle, T. Decaëns, M. Aubert-Barot et al. // *Europ. J. of Soil Biology*. – 2006. – 42. – P. 3–15.
9. Schladweiler B.K. Comparison of reclamation of coal mines under the surface mining control and reclamation act of 1977 and oil and gas sites in Wyoming. / B.K. Schladweiler // *National Meeting of the America society of Mining and Reclamation*. Billings, MT. Revitalizing the Environment: Proven Solutions and Innovative Approaches. May 30 – June 5, 2009. R.I. Barnhisel (ed.). Lexington, ASMR. 2009. – P. 1196-1200.
10. Sedivec K. Successful reclamation of lands disturbed by oil and gas development and infrastructure construction of the NDCU extension service. / K. Sedivec, C. Piper, J. Printz et al. – Fargo: North Dakota State Univ., 2014. – 24 pp.

---

УДК 911.9:622

## **АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ГАРАНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ**

**Іванов Є. А., Кравців С. С.**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Дорошенка, 41, кімн. 66, 79000, м. Львів, Україна, e-mail: eugen\_ivanov@email.ua*

Необхідність збереження і відновлення природного середовища та забезпечення екологічної безпеки гірничопромислових територій (ГПТ) є умовою їх сталого (збалансованого) розвитку. Екологічна безпека є складовою національної безпеки України і забезпечує захист суспільства (людини) від існуючих і потенційно можливих екологічних ризиків, що створені природними і техногенними

чинниками. Видобування, збагачення і перероблення корисних копалин вважають небезпечною діяльністю, в якій неможливо досягти абсолютного рівня безпеки. Загалом, система управління екологічною безпекою ГПТ ґрунтується на принципах гарантування прийнятного ризику [5], збереження природних і ренатуралізації гірничопромислових геосистем. При цьому виникає потреба в обґрунтуванні оптимізаційних заходів, які забезпечать мінімізацію екологічних ризиків та розроблення науково-методологічних засад конструювання екологічно безпечного стану природного середовища [20].

Аналіз публікацій з проблеми екологічної безпеки і ризику виявив розбіжності на рівні розуміння цих понять. Наприклад, одні автори розглядають ризик як міру безпеки, а інші – мірою сталості. При цьому під безпекою розуміють властивість об'єкту забезпечити відсутність ризику нанесення шкоди, або мова йде не про відсутність ризику, а про його прийнятний ризик [7]. Аналогічна плутанина існує із схожими поняттями “екологічна загроза”, “екологічна небезпека” та “екологічна безпека”. Загалом, поняття “ризик” означає міру небезпеки для життєдіяльності людини, тобто імовірність її пошкодження, захворювання чи смерті при певних обставинах. Однак відомий екологічний ризик й для природно-господарських систем як середовища існування людини. У нормативних документах України, під екологічним ризиком розуміють імовірність прояву негативних наслідків від сукупності антропогенних впливів (навантаження) на природне середовище, що спричинює незворотну деградацію природно-господарських систем [8]. У свою чергу, М. Реймерс під екологічним ризиком розуміє імовірність несприятливих для природних ресурсів наслідків будь-яких (випадкових чи навмисних, поступових чи катастрофічних) антропогенних змін існуючих природно-господарських систем. Натомість, екологічна безпека є певним станом природно-господарських систем, за якого забезпечується їх самовідновлення та подальше стале функціонування. В основі їх екологічної безпеки лежить концепція екологічного ризику, яка виступає оціночною величиною екологічної небезпеки [19].

Розроблення підходів щодо екологічної безпеки ГПТ перебуває на стадії формування. Проблемам екологічних ризиків і безпеки присвячені роботи О. Адаменка, Я. Адаменка, В. Барановського, М. Приходько, Г. Рудька, Л. Шкіци, Є. Яковлева тощо. Загальні положення концепції екологічного ризику і безпеки розглянуто у публікаціях [4, 9, 16, 17 та ін.], зокрема розглянуті системні принципи, методи і критерії формалізації та алгоритм визначення. Поряд з цим чимало наукових робіт присвячено аналізу чинників і ризиків забруднення природного середовища та оцінювання рівня екологічної безпеки [1, 2, 12, 15, 24]. Під екологічною безпекою ГПТ слід розуміти стан, за якого забезпечується екологічна рівновага та попередження погіршення екологічної ситуації та виникнення небезпеки для складових природного середовища і людини. При цьому екологічний ризик розглядають як імовірність виникнення і розвитку небезпечних природно-антропогенних процесів та негативних наслідків для природно-господарських систем і людини у процесі видобування, збагачення і перероблення корисних копалин.

Аналіз екологічного ризику в межах ГПТ здійснюють здебільшого геологи [3, 21, 23 та ін.]. Актуальним для цих територій є оцінювання ландшафтно-екологічного ризику. Найбільший екологічний ризик пов'язаний із розвитком негативних природно-антропогенних процесів, таких як просідання, підтоплення, карст, ерозія тощо. Для оцінювання варто використовувати методіку бальних шкал. Природно-господарські системи, де не розвивається певний природно-антропогенний процес, оцінюють в 0 балів, а там, де він може мати найбільший прояв унаслідок розроблення корисних копалин – у п'ять балів. Природно-господарські системи, зазвичай, стійкі до одних антропогенних впливів і слабкі до інших, однак існують геосистеми, які у силу своєї специфіки є нестійкими до багатьох антропогенних навантажень. Тому, підсумувавши бали для усіх можливих негативних природно-антропогенних процесів, отримують оцінку загального екологічного ризику природно-господарської системи. Отриману кількісну бальну оцінку варто доповнити якісною. Зокрема, для оцінювання екологічного ризику ГПТ, що пов'язаний з проявом різних негативних природно-антропогенних процесів у геосистемах, прийнято такі ступені: безпечний – до десяти балів, критичний – 10–15, небезпечний – 16–20, особливо небезпечний – 21–25, надзвичайно небезпечний – 25–30 і катастрофічний – понад 30 балів.

Об'єктами підвищеної екологічної небезпеки виступають гірничопромислові геосистеми, які сформовані на основі кар'єрів, відвалів, хвостосховищ, відстійників тощо. Питання визначення екологічних ризиків функціонування цих геосистем та обґрунтування напрямів їх подолання розглянуто детально [наприклад 13, 18]. Стратегічним напрямом вирішення проблеми утворення гірничопромислових геосистем є розроблення і впровадження маловідходних або безвідходних технологій на гірничодобувних підприємствах. Процес видобування і збагачення корисних копалин зумовлює екологічні ризики й поза межами гірничопромислових геосистем, а саме в межах промислових майданчиків, підземних виробок, санітарно-захисних зон, гірничих відводів тощо. Регіональні аспекти гарантування екологічної безпеки в межах основних ГПТ висвітлено у ряді статей [6, 12]. Незадовільний екологічний стан природного середовища у районах розроблення родовищ корисних копалин призводить до зростання ризиків для здоров'я населення [25].

Імовірність екологічних катастроф в межах ГПТ визначають кількісно-якісними показниками, а також швидкістю їх прояву. Здебільшого, на початкових етапах вивітрювання, вилуговування чи вимивання мінералів і відходів їх збагачення формує потоки забруднених вод (інфільтратів), утворює та нарощує ареали забруднення. Під час міграції речовин у зваженому стані, газу і пара потрапляє в атмосферне повітря, воду, ґрунти, або безпосередньо впливає на тварини і людину. Час настання катастрофи прогнозують за умов зростання швидкості прояву певного показника у 3-4 рази [14].

Вирішення існуючих в Україні проблем гарантування екологічної безпеки має ґрунтуватися на чіткій сучасній нормативно-правовій базі та ефективних механізмах організації та управління ГПТ. Варто відзначити, що інфраструктура гірничодобувних підприємств перебуває у критичному стані. При цьому виникає замкнене коло: на повноцінний ремонт, підтримання та оновлення об'єктів інфраструктури не вистачає коштів, оскільки все більше ресурсів спрямовують на ліквідацію наслідків екологічних катастроф, а ці витрати зростають через зношеність об'єктів [9]. Відповідно, щороку зростає рівень екологічного ризику в межах ГПТ.

*Літературні джерела:*

1. Аблец В.В. Оценка воздействия на окружающую среду: определени рисков / В. В. Аблец // Вісн. Криворіз. націон. ун-ту. - 2011. - Вип. 28. - С. 3-7.
2. Аверин Г. В. Опасность и риск как характеристики особых состояний экологических и техногенных систем / Г. В. Аверин, А. В. Звигинцева // Екол. безп. - 2008. - № 2 (2). - С. 22-30.
3. Адаменко О. М. Основы экологической геологии (на примере экодинамических процесов Карпатского региона Украины) / О. М. Адаменко, Г. И. Рудько. - К., 1995. - 211 с.
4. Адаменко О. М. Стратегія сталого розвитку й інші сценарії екологічної безпеки та збалансованого ресурсокористування / О. М. Адаменко, Г. І. Рудько // Природа Західного Полісся та прилеглих територій. - 2010. - № 7. - С. 10-16.
5. Барановська В. Є. Екологічна безпека та охорона навколишнього середовища : підручник / за ред. О. І. Бондаря, Г. І. Рудька. - К.: ПП "Екмо"; Х.: ТОВ "Укртехнологія", 2004. - 423 с.
6. Воеводин В.Н. Региональные проблемы экологической безопасности при горнопромышленном производстве в Украине / В. Н. Воеводин // Екол. докв. та безп. життєдіял. - 2006. - № 1. - С. 5-16.
7. Добровольський В.В. Екологічна безпека і ризик: деякі понятійно-категоріальні уточнення / В. В. Добровольський // Екол. безп. - 2011. - № 1 (11). - С. 17-20.
8. Добровольський В.В. Екологічний ризик: причинно-наслідкові зв'язки в екосистемі / В. В. Добровольський // Наук. праці ЧДУ ім. П. Могили. Сер. Екол. - 2010. - Т. 132. - Вип. 119. - С. 6-9.
9. Дрозд І. П. Концепція прийнятного ризику та проблеми забезпечення техногенної безпеки в Україні / І. П. Дрозд, А. С. Охота // Екол. безп. та природокорист. - 2011. - Вип. 7. - С. 82-108.
10. Дрозд І. П. Техносфера України: актуальні питання підвищення безпеки / І. П. Дрозд, В. В. Гетьман // Національна безпека : український вимір. - 2008. - Вип. 1/2. - С. 106-111.
11. Дронова О. Л. Геосистемний аналіз факторів ризику техногенних надзвичайних ситуацій в Україні / О. Л. Дронова // Укр. геогр. журн. - 2011. - № 1. - С. 63-68.
12. Дронова О. Л. Техногенні чинники ризику виникнення надзвичайних ситуацій / О. Л. Дронова // Укр. геогр. журн. - 2009. - № 4. - С. 47-50.
13. Зубов А.А. Терриконы – объекты техногенной опасности / А. А. Зубов // Екол. безп. - 2009. - № 4 (8). - С. 89-92.
14. Исмаилов Т.Т. Механизм взаимодействия природных и техногенных катастроф на горнопромышленных объектах / [Т. Т. Исмаилов, А. В. Логачев, Б. С. Лузин, В. И. Голик] // Горн. информ.-аналит. бюллетень. - 2009. - № 5. - С. 136-141.
15. Іванюта С. П. Екологічна безпека регіонів України: порівняльні оцінки / С. П. Іванюта // Стратег. пріоритети. - 2013. - № 3 (28). - С. 157-164.
16. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системні принципи та методи її формалізації / А. Б. Качинський, Ю. В. Єгоров // Нац. безп. : укр. вимір. - 04/2009. - № 4. - С. 71-79.
17. Орел Д. С. До концепції екологічного ризику в Україні / Д. С. Орел, М. С. Мальований // Вісн. НУ "Львів. політехн.". - 2008. - № 609. - С. 285-289.
18. Павличенко А. В. Екологічна небезпека породних відвалів ліквідованих вугільних шахт / А. В. Павличенко, А. А. Коваленко // Геотехн. механіка. - 2013. - Вип. 110. - С. 81-89.
19. Приходько М. Екобезпека природних і антропогенних геосистем: проблеми, цілі, пріоритети / М. Приходько // Наук. зап. ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер. Геогр. - Вип. 1 (27). - С. 219-225.
20. Приходько М. Екологічне інспектування природних і антропогенних геосистем як основа сталого розвитку / М. Приходько // Екол. безп. та збаланс. ресурсокорист. - 2010. - № 1. - С. 27-33.
21. Рудько Г. І. Екологічна безпека та раціональне природокористування в межах гірничопромислових і нафтогазових комплексів / Г. І. Рудько, Л. Є. Шкіца. - Івано-Франківськ, 2001. - 525 с.
22. Рудько Г. І. Наукові основи розрахунку ризику та методичні аспекти інженерного захисту процесів небезпечних територій сірчанних та соляних родовищ Передкарпаття / Г. І. Рудько, М. Д. Бондаренко // Мін. рес. України. - 1997. - № 3. - С. 32-35.
23. Рудько Г. І. Ризик виникнення та розвитку небезпечних геологічних процесів у Карпатському регіоні України / Г. І. Рудько, Н. П. Павлів // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол. - 2001. - Вип. 15. - С. 49-53.
24. Челядин Л. І. Чинники і ризики забруднення довкілля та їх вплив на показник екологічної безпеки об'єкта / Л. І. Челядин, Л. І. Григорчук, В. Л. Челядин // Наук. вісн. ІФНТУНГ. - 2009. - № 1 (19). - С. 45-50.
25. Шевченко О. А. Оцінка та прогнозування ризиків для здоров'я населення на територіях техногенного навантаження промисловими відходами / О. А. Шевченко, К. Ю. Огір, Л. Б. Огір // Environment&Health. - 2009. - № 4. - С. 25-29.

УДК 504.4:628.33

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ДЕСОРБЦІЇ ІОНІВ МІДІ З СИЛЬНОКИСЛОТНОГО КАТІОНІТУ КИСЛИМИ РОЗЧИНАМИ

Іванова В.П., Гомеля М.Д., Марущак Ю.А.

Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»,  
03056, м. Київ, пр. Перемоги 37, e-mail: veronica\_m\_p@ukr.net

Рациональне використання водних ресурсів є однією з актуальних задач екології, в рішенні яких велика роль відводиться очищенню стічних вод різних виробництв. При цьому особливе значення має контроль за вмістом важких металів, які є одними з найбільш небезпечних в біологічному відношенні компонентами природних вод. Необхідно пам'ятати, що у всіх перетвореннях, що відбуваються в навколишньому середовищі з різними речовинами, метали не зникають, а вступають в різні взаємодії, що включають і отримання водорозчинних сполук [1]. Це ускладнює очистку від них водних об'єктів найбільш поширеними методами: коагуляцією, флоатацією, фільтруванням і біохімічним очищенням. Тому сорбційна очистка вод від металів є найбільш дієвим способом, що дозволяє не тільки знешкодити промислові стоки, а й повернути у виробництво очищену воду і цінні компоненти.

Іонний обмін є одним із методів, який успішно використовується в промисловості для видалення важких металів, в тому числі і іонів міді, із стічних вод. Іонообмінник представляє собою твердий матеріал з можливістю обміну або катіонами або аніонами з навколишніх матеріалів [2].

Метою роботи було визначення ефективності застосування сильнокислотного катіоніту КУ-2-8 для концентрування катіонів важких металів на прикладі іонів міді в процесах пробопідготовки та встановлення ступеня десорбції іонів міді з катіоніту, що знаходиться переважно в кальцій-магнієвій формі.

При фільтруванні розчинів сульфату міді у водопровідній воді ( $C_{Cu^{2+}} = 1; 30 \text{ мг/дм}^3$ ) через катіоніт в кислій формі ( $V_i = 10 \text{ см}^3$ ) спостерігалось як значне пом'якшення води так і її очищення від іонів міді. При цьому мідь вилучалась повністю за початкової концентрації іонів міді  $30 \text{ мг/дм}^3$  в перших  $3 \text{ дм}^3$  води, за концентрації  $1 \text{ мг/дм}^3$  - в перших  $4 \text{ дм}^3$  води. При цьому жорсткість води знижувалась до  $0,08 - 0,28 \text{ мг-екв/дм}^3$ . Ступінь очищення від іонів міді в  $6 \text{ дм}^3$  води сягав  $99,6 - 100,0 \%$  незалежно від початкової концентрації іонів міді (рис. 1).

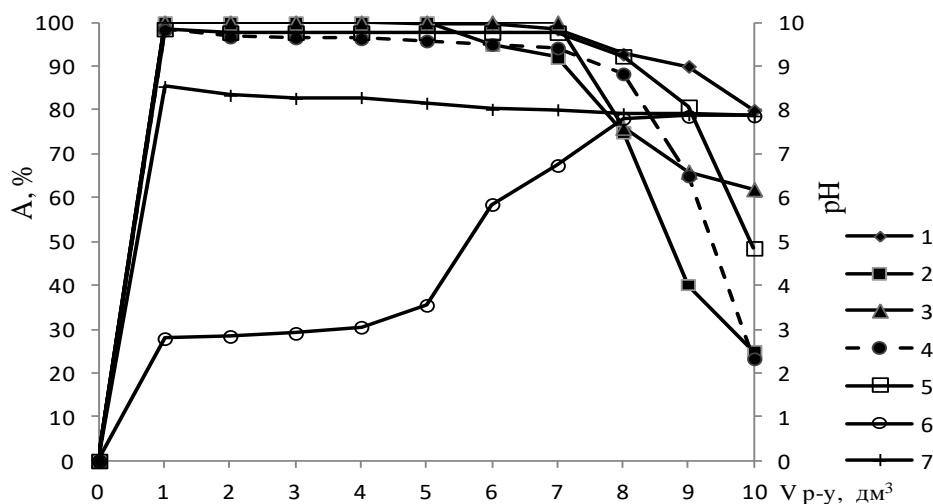


Рис. 1 Залежність ступеня вилучення іонів міді (1; 2; 3), іонів жорсткості (4; 5), та реакції середовища (6; 7) від об'єму пропущеної водопровідної води ( $Ж = 5,2 \text{ мг-екв/дм}^3$ ,  $pH = 7,86$ ) з концентрацією іонів міді  $30$  (1; 4; 6),  $2$  (3; 5; 7) та  $1$  (2)  $\text{мг/дм}^3$  через катіоніт КУ-2-8 ( $V_i = 20 \text{ см}^3$ ) в  $H^+$  (1; 2; 4; 6) та  $Na^+$  (2; 7) формі

При подальшому фільтруванні води ступінь вилучення іонів міді знижується до  $75,0$  та до  $62,0 \%$  (рис.1). В цілому ступінь вилучення міді в останніх пробах вищий при її вихідній концентрації  $30 \text{ мг/дм}^3$ , в порівнянні із концентраціями  $2$  та  $1 \text{ мг/дм}^3$ , і знижується із зниженням концентрації.

Це обумовлено тим, що в цілому ємність іоніту по іонах міді зростає із підвищенням їх вмісту у вихідному розчині. В усіх випадках ефективність вилучення іонів міді знижується по мірі переходу іоніту з кислої або  $Na^+$  форми в  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  форму.

Ємність іоніту по іонах міді при вихідній концентрації  $30 \text{ мг/дм}^3$  в водопровідній воді складає  $520 \text{ мг-екв/дм}^3$ , при концентрації  $2 \text{ мг/дм}^3$  –  $28,3 \text{ мг-екв/дм}^3$ , при  $1 \text{ мг/дм}^3$  –  $16,3 \text{ мг-екв/дм}^3$ .

Таким чином в динамічних умовах на катіоніті в  $Na^+$  формі можна повністю вилучити мідь з водопровідної води при співвідношенні об'єму води до об'єму іоніту  $700$ .

Проте важливим у даному випадку є і ефективність десорбції іонів міді з іоніту.

Оскільки при контролі концентрації іонів важких металів в присутності іонів жорсткості доцільно використовувати метод полярографії, де проби готують в розчинах соляної кислоти, то для десорбції міді з іоніту були використані розчини HCl з концентрацією 1,9 та 3,6 г-екв/дм<sup>3</sup>. Результати приведені на рис. 2.

При застосуванні даних розчинів кислоти досягнуто повної десорбції іонів міді та іонів жорсткості. Повної десорбції іонів міді при кислотності розчину 1,9 н досягнуто при пропусканні 160 см<sup>3</sup> розчину через 20 см<sup>3</sup> іоніту.

Питома витрата розчину 8 см<sup>3</sup>/см<sup>3</sup>.

В разі 3,6 н розчину кислоти повної десорбції міді досягнуто при питомій витраті розчину 5 см<sup>3</sup>/см<sup>3</sup> (об'єм розчину – 100 см<sup>3</sup>). Концентрація міді після змішування всіх проб досягла 103,77 мг/дм<sup>3</sup>. Якщо врахувати, що в розчині, з якого виділяли мідь, її концентрація була 1 мг/дм<sup>3</sup>, то можна сказати, що в даному випадку досягнуто підвищення її концентрації більше як у 100 разів.

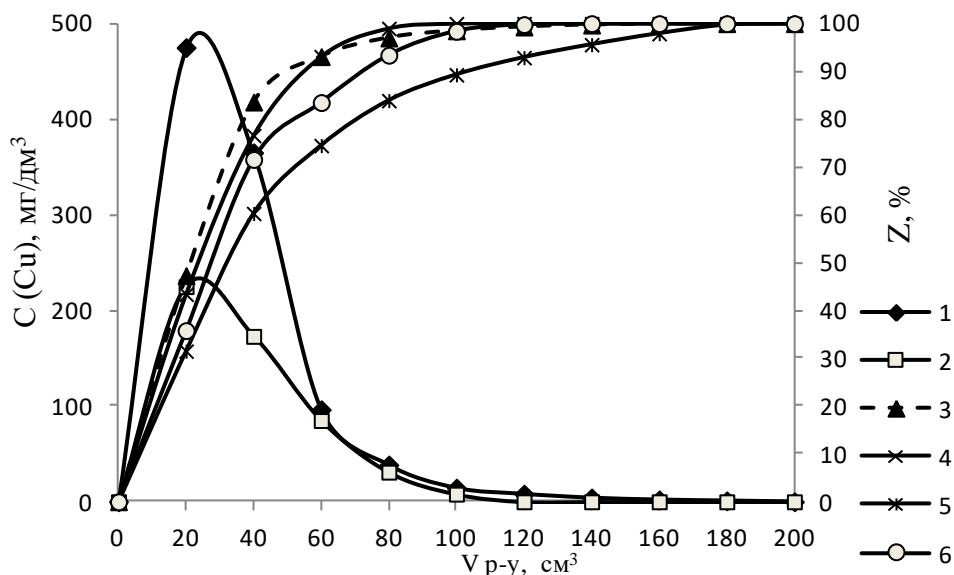


Рис. 2 Залежність вихідної концентрації іонів міді (1; 2), ступені десорбції іонів міді (3; 4) та іонів жорсткості (5; 6) від витрати розчину соляної кислоти з кислотністю 1,9 (1; 3; 5) та 3,6 (2; 4; 5) г-екв/дм<sup>3</sup> при регенерації катіоніту КУ-2-8 в Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> формі (V<sub>i</sub> = 20 см<sup>3</sup>) (маса сорбованої міді 20,10 мг (1; 3; 5) та 10,38 мг (2; 4; 6))

Таким чином, метод іонного обміну може бути перспективним для концентрування іонів міді в процесах прободіготовки при контролі іонів міді в природних та стічних водах, що містять іони жорсткості.

#### Літературні джерела

1. Майстренко В.Н. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов / В.Н. Майстренко, Р.З. Хамитов // М. : Химия. - 1996. - 105 с.
2. Kurniawan, T.A., Chan, G.Y.S., Lo, W.H., Babel, S., 2006. Physicochemical treatment techniques for wastewater laden with heavy metals. Chem. Eng. J. 118, 83–98.

УДК 502.4:528.004

## ІНІЦІАТИВА ПРОЗОРОСТІ ВИДОБУВНИХ ГАЛУЗЕЙ (ІПВГ) - РЕГІОНАЛЬНИЙ ВИМІР В ЗАХІДНІЙ УКРАЇНІ

Карпаш М.О., Зелінська Х.С., Рибіцький І.В.

ІФНТУНГ, ГО «Бюро розвитку, інновацій та технологій»

Ініціатива прозорості видобувних галузей (ІПВГ) – це міжнародний стандарт, призначення якого полягає у підвищенні прозорості отримання доходів держави від діяльності в сфері видобування природних ресурсів. Країни, які впроваджують стандарт ІПВГ, повинні розкривати інформацію щодо податкових та інших платежів, отриманих державою від компаній, що видобувають природні ресурси, а також щодо процедур надання дозволів (ліцензій) на користування надрами тощо.

У 2013 році Україна отримала статус країни-кандидата ІПВГ і в лютому 2017 року опублікувала 2-ий звіт за 2014-2015 роки.

ІФНТУНГ спільно з ГО «Бюро розвитку, інновацій та технологій» в 2016-2017 роках виконували проект «Зміцнення місцевої фінансової ініціативи (ЗМФІ-П) впровадження» у частині надання

допомоги в реалізації компоненту «Ініціатива прозорості видобувних галузей (ІПВГ) в Україні», який став можливим завдяки підтримці американського народу.

На Івано-Франківщині виявлено 31 родовище, яке освоюється промисловістю. Видобуток нафти і газу зосереджений в Долинському, Північно-Долинському, Струтинському та Битків-Бабченському родовищах, які включені до реєстру Державного балансу запасів корисних копалин України. Загальна сума фактичних надходжень у вигляді рентної плати за користування надрами склала 1,8 млрд. грн. (1 844 654 033 грн.)

Порівнюючи дані ДФІ про рентні платежі надрокористувачів Івано-Франківського регіону станом на 01.01.2015 і 01.01.2016 можна побачити, що рента за видобування нафти станом за звітний 2015 рік становить 391 471 047 грн., що на 43,54 % нижче ніж попереднього року. Зокрема, рентна плата за видобуток газу за звітний 2015 рік є на 163,8 % більшою, ніж за звітний 2014 р.

Аналіз базується на основі фактичних надходжень до державного та місцевих бюджетів у вигляді рентної плати. Для аналізу були взяті дані про податкові платежі надрокористувачів Івано-Франківської області станом на 1.01.2016 р. Податки за користування надрами для видобування **нафти** були сплачені в сумі 532 809 368,14 грн., природного **газу** - 640 548 137,2 грн., видобування газового **конденсату** – 3 637 978,67 грн. Використання надр в цілях, що не пов'язані з видобуванням корисних копалин, обійшлося в 690 000 грн.

Рентна плата за користування надрами для видобування корисних копалин загальнодержавного значення становить 21 040 609,1 млн. грн, місцевого значення - 5 379 802,14 млн. грн.

Матеріали підготовлено в рамках проекту Агентства США з міжнародного розвитку (USAID) та проекту ЗМФІ-П.

УДК 622.5:504.4.054:628.316

## ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СКИДІВ ШАХТНОЇ ВОДИ НА ОСНОВІ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАПРОПОНОВАНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВІДСТІЙНИКА

Колесник В.Є., Кулікова Д.В., Павличенко А.В.

Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»,  
пр. Д. Яворницького 19, м. Дніпро, Україна, e-mail: kulikova1979@rambler.ru

Проаналізовано різні варіанти перфорації перегородок. Встановлено залежності глибини осідання частинок зависі від величини ефекту очищення шахтної води для різних типів перфорації. Обрано найбільш раціональні геометричні параметри перфорованої області перегородок, що розміщуються в удосконаленому відстійнику, які забезпечують отримання максимального значення ефекту очищення шахтної води від завислих частинок з урахуванням їх гідравлічної крупності.

Якість води в поверхневих водоймах вуглевидобувних регіонів у результаті скиду шахтних вод не відповідає нормативам екологічної безпеки за рівнем гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин. Погіршення екологічного стану поверхневих водойм спостерігається після скиду шахтної води з діючих ставків-накопичувачів. Значний негативний вплив шахтних вод справляється й на підземні води. При цьому спостерігається погіршення умов забезпечення населення якісною питною водою.

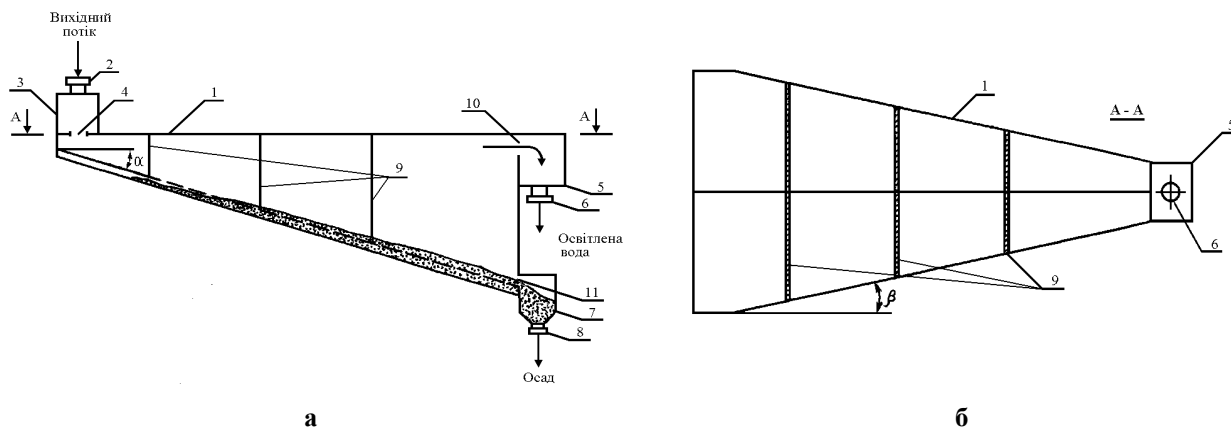


Рис. 1. Схема конструкції вдосконаленого відстійника: а – вид збоку; б – розріз відстійника за А-А в плані: 1 – корпус відстійника; 2 – пристрій для подачі забрудненої води; 3 – розподільчий лоток; 4 –

отвори на дні лотка; 5 – водозбірний лоток; 6 – трубопровід для відведення освітленої води; 7 – приймальний бункер для осаду; 8 – трубопровід для відведення осаду; 9 – перфоровані перегородки; 10 – злив освітленої води; 11 – отвір для зливу осаду;  $\alpha$  – кут нахилу днища;  $\beta$  – кути звуження відстійника

Для підвищення екологічної безпеки в місцях скиду шахтних вод у поверхневі водойми авторами запропонована оригінальна конструкція горизонтального відстійника для очищення стічної води від механічних домішок (завислих частинок) полідисперсного складу шляхом їхнього гравітаційного відстоювання в потоці [1].

Головною відмінністю запропонованої конструкції відстійника від традиційних споруд механічного очищення стічних вод від завислих частинок є те, що його корпус виконано у вигляді жолоба, який звужується в напрямку до зливного отвору, при одночасному збільшенні глибини (рис. 1). У середині жолоба послідовно встановлені металеві перфоровані вертикальні перегородки, що відповідають змінному перетині корпусу відстійника та, завдяки утвореній в результаті перфорації системи отворів, сприяють формуванню у відстійнику потоку води, близького до ламінарного. При цьому ефективність очищення шахтної води від завислих речовин суттєво залежатиме від форми й розмірів отворів та їх розташування один відносно одного. Для обґрунтування раціональних геометричних параметрів отворів, тобто перфорованої області перегородок запропонованого відстійника шахтної води, до уваги приймалися такі показники:

- форма отворів: кругла, квадратна, прямокутна, шестигранна;
- тип розташування отворів один відносно одного: по квадратові, прямокутників, шестикутників, зі зміщенням;
- розмір отворів ( $w$ , см): діаметр, довжина сторони для квадратних, шестикутних отворів або ширина ( $a$ ) й довжина ( $b$ ) для прямокутних отворів. При розрахунку значення величин  $w$  й ширина  $a$  варіювалися в діапазоні від 1 до 10 см, а величина  $b$  від 0,1 до  $(a-0,1)$  см;
- поправочний коефіцієнт, що дозволяє визначити відстань між центрами отворів ( $K_p$ ). Оскільки крок перфорації ( $p$ ) повинен бути не менше розміру самого отвору, при розрахунку значення коефіцієнта  $K_p$  варіювалося в діапазоні від 1,1 до 1,3.

При виборі типу перфорації перевага віддавалася тому, при якому ефективність очищення шахтної води від завислих частинок буде максимальною.

За результатами розрахунку [2] побудовано графічні залежності глибини осідання частинок зависі від величини ефекту очищення шахтної води для шести типів перфорації, що наведені на рис. 2. За допомогою цих залежностей можна визначити очікуваний ефект освітлення (очищення) шахтної води, а потім і гідравлічну крупність частинок, які осідають на дно із заданою ефективністю.

Представлені залежності наочно ілюструють ефект очищення шахтної води від частинок зависі різної гідравлічної крупності. Як бачимо, найбільший ефект очищення забезпечує тип перфорації 1.

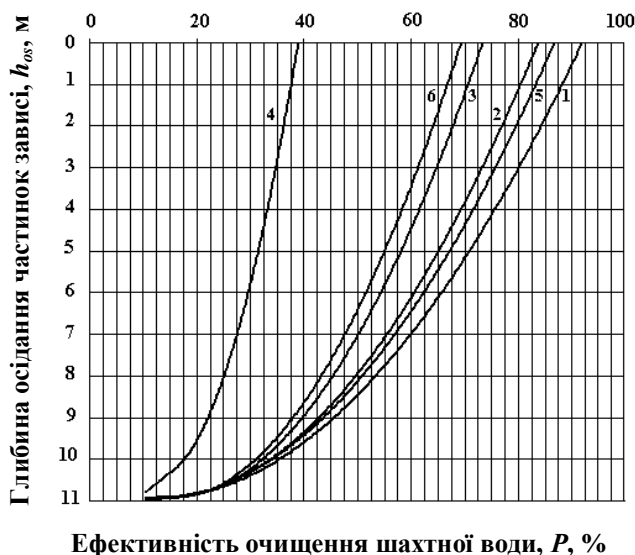


Рис. 2. Залежності глибини осідання частинок зависі ( $h_{ос}$ ) від величини ефекту очищення шахтної води ( $P$ ) для шести типів перфорації: 1 - отвори квадратної і прямокутної форми зі зміщеними, діагонально-зміщеними і прямими рядами по квадратові, а також отвори шестигранної форми зі зміщеними рядами; 2 - отвори круглої форми зі зміщеними рядами; 3 - отвори круглої форми з діагонально-зміщеними і прямими рядами по квадратові; 4 - отвори шестигранної форми з прямими рядами; 5 - отвори квадратної форми з прямими рядами по прямокутників; 6 - отвори круглої форми з прямими рядами по прямокутників

Таким чином, в удосконаленому горизонтальному відстійнику рекомендується встановлювати вертикальні поперечні перегородки з отворами квадратної, прямокутної або шестигранної форми. При цьому тип їхнього розташування один відносно одного може бути:

- при квадратній перфорації – з прямими рядами по квадратові, зі зміщеними або з діагонально-зміщеними рядами;
- при прямокутній перфорації – прямими або зі зміщеними рядами;
- при шестигранній перфорації – зі зміщеними рядами.

Впровадження отриманих результатів дозволяє підвищити ефективність очищення шахтних вод від завислих речовин у запропонованому відстійнику і знизити рівень забруднення поверхневих водойм у вугледобувних регіонах, тобто підвищити екологічну безпеку скидів шахтної води.

*Літературні джерела:*

1. Патент UA № 98382 України, МПК (2006) B01D 21/02. Пристрій для очистки скидів від завислих речовин /Колесник В.Є., Кулікова Д.В.; заявл. 08.10.2010; опубл. 10.05.2012; Бюл. № 9. – 6 с.
2. Kolesnyk, V.Ye., Kulikova, D.V., and Pavlychenko, A.V., 2016, “Substantiation of rational parameters of perforated area of partitions in an improved mine water settling basin”, *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, no 6, pp. 120-127.

**УДК 550.42**

## РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД ПРОЦЕСУ ХРОМУВАННЯ

**Кроїк Г.А.**

*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, пр. Гагаріна, 72, м. Дніпро, Україна  
e-mail: hhaqualung4.hh@gmail.com*

Екологічна безпека промислових територій сьогодення потребує нових підходів щодо збереження довкілля. В даній роботі представлені результати розробки нової технології очистки стічних вод гальванічного виробництва. Такі води вміщують у своєму складі солі важких металів хрому, нікелю, кадмію, цинку, свинцю, міді тощо. Наявність у стічних водах важких металів є джерелом розповсюдження їх за рахунок міграції за трофічними ланцюгами, кінцевим об'єктом яких є людина. Значні об'єми стічних вод гальванічного виробництва роблять цю проблему актуальною і потребують розробки таких технологій, які одночасно є ресурсозберігаючими та екобезпечними. Одночасне вирішення цих двох завдань можливе з використанням природних сорбентів, які дозволяють знизити вміст важких металів до рівня ГДК. Було запропоновано спосіб [Патент 48398 Україна МКИ C02F1/28 Спосіб очистки стічних вод від хрому].

Метою даної роботи є розробка технологічної схеми вилучення домішок важких металів зі стічних вод процесу хромування та повернення розчину солей хрому (VI) в технологічний цикл на початковий етап гальванічного процесу. Як сорбент використовували осадові алевритові породи з вмістом карбонатів 15 – 30 %. Досліджено умови сорбції зі стоків хрому (III) і хрому (VI) залежно від рН розчину, концентрації йонів металу, співвідношення між твердою і рідкою фазами. Встановлено, що хром (III), залізо, кадмій, свинець сорбується повністю, а залишковий вміст в стічних водах цинку і міді не перевищує ГДК. При цьому за рахунок хімічних властивостей сорбенту відбувається часткова нейтралізація стічних вод. Величина граничної сорбційної ємності породи для різних металів знаходиться у межах від 60 до 300 мг/г. Результати очистки стічних вод процесу хромування наведено у табл.1. Суть запропонованого способу полягає в тому, що даний сорбент може бути використаний для очищення стічних вод процесу хромування. В процесі очистки метали-токсиканти поглинаються сорбентом і зв'язуються при цьому безворотно, а хром (VI) поглинається незначно і тому може бути повернутий у гальванічний процес. Процес сорбції відбувається досить швидко та не потребує значних витрат сорбенту. Порівняльний аналіз методів очистки стічних вод процесів хромування показав, що існуючий реагентний, електрохімічний та іонообмінний способи потребують значних витрат електроенергії, від 16000 до 30000 кВт/год на 0,7 т хромового ангідриду.

Таблиця 1 Очистка технологічних розчинів хромування від домішок-токсикантів

Склад розчину, мг/дм <sup>3</sup>	Cr (VI)	Cr (III)	Cd	Zn	Pb	Cu	Fe (II)
Вихідний	330,0	130,0	0,1	4,8	0,4	102,0	9,8
Кінцевий	310,0	0,0	0,0	1,1	0,0	5,0	0,0
Сорбція, %	6,9	100,0	100,0	75,7	100,0	95,1	100,0

Найбільш енергоємним та екологічно чистим є електрохімічний спосіб знезараження хромовмісних стічних вод. Реагентний метод у порівнянні з електрохімічним методом дає значні обсяги вторинних відходів, які важко утилізуються. Цей метод потребує значних витрат за рахунок відновлення втрат хромового ангідриду. Іонообмінний метод хоч і має переваги за рахунок незначних обсягів відходів після очистки стоків, проте є дуже затратним внаслідок використання смол та потреби їх регенерації.

Перевагою запропонованого способу є те, що, очищуючи стічні води від шкідливих домішок, можливим є повернення у виробництво затратних сполук хрому (VI), які використовуються для коректування розчинів гальванічних ванн. Метод придатний у досить широких межах концентрацій важких металів у стічній воді. Запропонований спосіб очистки не потребує: регулювання температурних умов, тиску, використання реагентів та спеціальної операції щодо створення визначеної величини кислотно-лужного показника.



Таким чином, використання даного способу очистки стічних вод процесу хромовання є економічно вигідним та екологічно безпечним за рахунку відсутності хімічних реагентів, незначної вартості сорбенту та незначного об'єму малотоксичних відходів. Запропонована на основі цього способу технологічна схема не потребує складного устаткування.

УДК 504.05

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЛЕМИ ТПВ: ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ КРИТЕРІЇВ РОЗВИТКУ СФЕРИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

Крусір Г. В., Бучка А. В.

Одеська національна академія харчових технологій,  
вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039, e-mail: [ecolog.onaft@gmail.com](mailto:ecolog.onaft@gmail.com)

На території України утворюється близько 500 млн. тонн відходів за рік, що є одним з найвищих показників в Європі. Сюди входять відходи добувної та оброблювальної галузей промисловості, відходи сільського господарства та тверді побутові відходи (ТПВ) [1]. Кожного року населення України продукує близько 10 - 14 млн. тонн ТПВ, тобто на одну людину припадає 300 – 350 кг/рік [2].

Згідно даних Укрстату, з 2000 по 2010 рік спостерігається зменшення населення країни, в той час як об'єми ТПВ постійно зростають на 4 – 5% за рік (рис.1). В 2010 році кількість утворюваних ТПВ зросла на 70% в порівнянні з 2000 роком [1, 3].

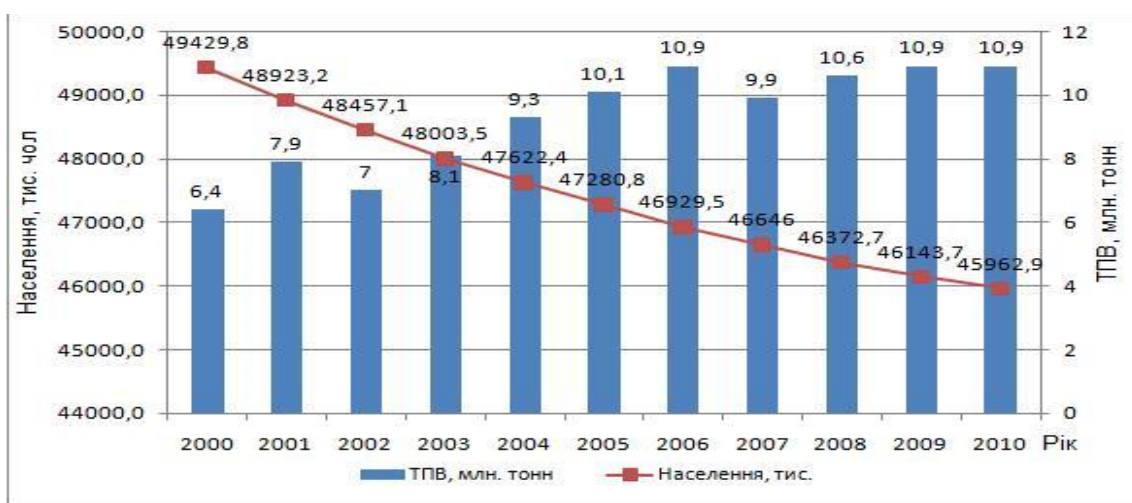


Рисунок 1 – Діаграма приросту маси ТПВ та зменшення населення за 2000 – 2010 роки

Станом на 2015 рік 93 % ТПВ (13,02 млн. тонн) вивозиться на 6148 легальних сміттєзвалищ та полігонів і на 32984 виявлених нелегальних сміттєзвалищ, що в загальній кількості складає за різними даними від 4 до 7% території України, тобто понад 4 млн. га, в той час, як на долю природно-заповідного фонду України припадає 6,3% території. Окрім цього, 2,4% полігонів не відповідають нормам екологічної безпеки, 16 % є переповнені ними і 9% потребують санації [2, 4].

Сортуванню піддаються лише 5,6 % і 1,4 % ТПВ надходять до сміттєспалювального заводу «Енергія», м. Київ, який спалює до 20 % від загального об'єму ТПВ, що утворюється в Києві [2].

Така ситуація спостерігається унаслідок того, що дешевше відходи зарити та викинути на сміттєзвалище, ніж переробити.

В 2012 році було прийнято законопроект № 5402-VI, який з 1 січня 2018 року забороняє захоронення ТПВ на полігонах без попередньої переробки та обробки. Так, нелегальне захоронення ТПВ без попередньої переробки та обробки громадянином тягне за собою накладання штрафу від 20 до 80 неоподаткованих мінімумів (340-1360 грн.) і від 50 до 100 неоподаткованих мінімумів (850-1700 грн.) для суб'єктів підприємницької діяльності та посадових осіб. У випадку повторення таких дій протягом року передбачається накладання штрафів розміром у 80 – 100 та 100 – 200 неоподаткованих мінімумів, що становить відповідно 1360 – 1700 грн і 1700 – 3400 грн [5].

Для суб'єкту підприємницької діяльності, який займається вивезенням ТПВ, великої складності не становить сплатити даний штраф на відміну від пересічного громадянина, для якого така сума є значною. Але ж для початку потрібно зловити порушника, що неможливо зробити, адже в країні функціонує понад 30 тис. нелегальних сміттєзвалищ, кількість яких кожного року зростає в ярах, лісосмугах, а у випадку з «львівським сміттям» навіть в природоохоронних об'єктах.

Проблема накопичення ТПВ полягає в низькій швидкості їх розкладання, яка обумовлена різноманітним морфологічним складом, їх властивостями та ресурсною цінністю. Морфологічний склад ТПВ є відносним поняттям, тому що його відсоткове співвідношення залежить від регіону та пори року. На долю харчових відходів припадає 37 %; папір та картон – 25 %; полімери – 22 %; скло – 5 %; чорні та кольорові метали – 4 % і 7 % припадає на решту. Такий загальний склад носить досить укрупнені дані, в яких не виділено багато компонентів ТПВ, наприклад відходи електричного і електронного обладнання, які представляють загрозу для здоров'я людини та навколишнього

середовища. Період розкладу харчових відходів складає близько 1 місяць, папір від 1 місяця до 10 років в залежності від складу, пластик – 500 років, скло понад 1000 років [6, 7].

Наймасивніша частка ТПВ припадає на органічні відходи, маса яких змінюється протягом року, що пов'язано з сезонним урожаєм. Наявність харчових відходів призводить до нагрівання середовища відходів, що супроводжується розвитком небезпечної патогенної мікрофлори: тиф, туберкульоз, дизентерія, гепатит і ін. Також такі відходи є сприятливими для розвитку мікро- та макрофауни. Окрім цього органічні відходи представляють високу ресурсну цінність за рахунок органічних компонентів, які використовуються для виготовлення добрив, отримання енергоносіїв та кормових добавок.

Тому органічні відходи повинні збиратися окремо від решти відходів для забезпечення санітарно-епідеміологічних умов та для максимально можливої утилізації цінних компонентів з мінімальною затратою для цього ресурсів.

Найбільш прийнятним методом утилізації харчових відходів є біотехнологічні методи, що базуються на природних процесах, які не потребують значних економічних та енергетичних затрат і, на відміну від спалювання, не забруднюють навколишнє середовище та продукують корисний, цінний продукт (добриво, кормові добавки, енергоносії).

До біотехнологічних методів відноситься метанове зброджування (метаногенез), компостування, вермикомпостування та ін.

Використання метанового зброджування дозволяє отримати альтернативний енергоносіє, цінний твердий та рідкий субстрат зі збереженням більшої частки амонійного і органічного Нітрогену, економічна окупність промислової установки становить близько 3 роки.

Компостування забезпечує повну екологічну переробку відходів, утворення цінного добрива, а також має невисоку вартість процесу. Певним недоліком методу є тривалий час переробки, який складає близько 2 років, втрата біогенних компонентів (до 40%), значні людські та земельні ресурси.

Перевагами вермикольтивування є повне перетворення відходів, отримання високобілкового біогумусу, відсутність будь-якого значного забруднення, використання червоного каліфорнійського хробака збільшує об'єми переробки. Внесення 1 тонни біогумусу на 1 га мертвої землі може відновити її родючість протягом 3 років.

Для вибору найбільш прийняттого методу утилізації потрібно враховувати екологічну ситуацію в країні, провести дослідження паливно - енергетичного сектору, Енергетичної стратегії України до 2035 року та якісного стану земельних ресурсів України.

#### *Літературні джерела*

1. ТБО в Україні: потенціал розвитку [Електронний ресурс] // International Finance Corporation in Ukraine. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://documents.worldbank.org/curated/en/689821468337804553/pdf/891740WPOIFC000aine0Report0rus02014.pdf>.
2. Ясинська В. Наші хвороби, онкологія - це ті гроші, які ми заощадили на тарифі на переробку сміття [Електронний ресурс] / В. Ясинська // ЦЕНЗОР.НЕТ. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: [http://ua.censor.net.ua/resonance/394599/nashi\\_hvoroby\\_onkologiya\\_tse\\_ti\\_groshi\\_yaki\\_my\\_zaoschadyly\\_na\\_taryfi\\_na\\_pererobku\\_smittya](http://ua.censor.net.ua/resonance/394599/nashi_hvoroby_onkologiya_tse_ti_groshi_yaki_my_zaoschadyly_na_taryfi_na_pererobku_smittya).
3. Населення [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
4. Закутня Ю. Утилізація твердих побутових відходів – досвід Швейцарії [Електронний ресурс] / Ю. Закутня // Студвей. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://studway.com.ua/swiss-experience/>.
5. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення механізму правового регулювання та посилення відповідальності у сфері поводження з відходами [Електронний ресурс] : Указ Президента України від 02.10.2012 р. № 5402-VI / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/5402-17>. – Назва з екрана.
6. Тверді побутові відходи - утворення та переробка [Електронний ресурс] // Сейл Прайс Компані – Режим доступу до ресурсу: <http://www.saleprice.com.ua/ua/publications/540.html>.
7. Знешкодження та утилізація відходів в агросфері: навч. посібник/ В.К. Пузік, Р.В. Рожков, Т.А. Долгова та ін. – Х: ХНАУ, 2014. – С. 25.

УДК 502.174:663.26-26.562

## **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ ВИНОРОбСТВА**

**Крусір Г.В., Чекал Г.Л.**

*Одеська національна академія харчових технологій,  
вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039, Україна, e-mail: [ecolog.onaft@gmail.com](mailto:ecolog.onaft@gmail.com)*

При переробці винограду у виноробній промисловості утворюється велика кількість (від 15 до 20%) відходів, раціональне використання яких дає можливість отримати додаткову сировину, що представляє значну цінність для багатьох галузей промисловості та сільського господарства.

З метою екологізації виробництва та зменшення впливу на навколишнє середовище необхідно максимально використовувати всі відходи виноробства. До основних відходів виноробства відносяться

вичавки, гребені, дріжджовий осад, винний камінь і виноградна лоза. З відходів виробництва при раціональній організації можна одержати різноманітні продукти. Вичавки - це найбільш значний за кількістю відхід виноробства. Вони складаються зі шкірки, насіння, іноді гребенів, які внаслідок гігроскопічності містять також залишки рідини (соку, вина). Вичавки можуть перероблятися як в комплексі, так і при розділенні на компоненти.

При комплексній переробці з вичавок шляхом дистиляції вилучають спирт. Рідина (вінасс), що залишається після відгону спирту, використовується на отримання з неї виннокислих солей, що переробляються надалі на винну кислоту, яка є дуже цінним продуктом. Відокремлена від рідини тверда частина (вичавки, позбавлені спирту і виннокислих солей) використовується також для отримання світільного газу. Переробка вичавок на спирт у залежності від масштабів виробництва коливається в межах від 50 до 85 %.

Також з виноградних вичавок можна одержати борошно, яке використовують для згодовування худобі і птиці як самостійний корм, або ж як складову частину комбикормів, в яких вміст його становить 5—10%. Воно містить значну кількість поживних і мінеральних речовин, але погано засвоюється організмом тварин, тому його бажано згодовувати у поєднанні з іншими кормами: сіном, люцерною, висівками, макухою.

При розділенні вичавок на компоненти відокремлюють насіння, шкірку та гребені. З виноградного насіння, як з вторинної сировини, добувають олію, еотанін, фурфурол, або використовують як корм тваринам. Виноградне насіння використовується також при виготовленні сурогатів кави. Вміст олії в насінні коливається від 10 до 18 % в перерахунку на суху речовину в залежності від сорту винограду, екологічних умов вирощування і ступеню стиглості плодів. В недостиглих плодах олійність насіння різко зменшується.

Олію, одержану при переробці свіжого насіння пресовим способом, використовують в харчових або лікувальних цілях. При екстракційному методі одержують харчову і технічну олію.

Технічна олія має темно-зелений колір і використовується у миловарінні, а також застосовується як змащувальне масло. Виноградне масло належить до тих, що напіввисихають і має застосування також в барвному виробництві – йде на виготовлення оліф, що використовуються при виробництві високоякісних лаків і фарб.

Шрот, що залишається після екстракції олії, застосовують як білковий корм худобі. При його гідролізі утворюється фурфурол, який широко використовують як сировину для синтезу фурану, сильвану, фурфурилового спирту, тетрагідрофурану, фуранових смол; у фармацевтичній індустрії для синтезу фармацевтичних препаратів (в тому числі фурациліну).

Крім олії, виноградне насіння містить 7 % еотаніну. Його можна вилучити із свіжого насіння або незброджених вичавок за допомогою екстракції водою або спиртом. Розроблено технологію одночасного одержання олії і еотаніну з виноградного насіння екстракцією спиртом з наступною його відгонкою. Виноградні гребені можуть бути використані для одержання дубильних речовин і виннокислих солей, а також використовуються як паливо.

Асортимент продуктів, які можна одержати з дріжджових осадів, досить широкий. При переробці дріжджів спирт, що в них міститься, відганяється; з рідини, що залишається після перегонки, вилучаються виннокислі солі, а самі дріжджі піддаються сухій перегонці. Газ, що утворюється при перегонці, може бути використаний як паливо. Винні дріжджі також можна використовувати для отримання автолізу і ферментних препаратів. Дріжджові осадки багаті вітамінами. Особливо великий в них вміст вітаміну D, а також вітамінів групи B (тіаміну, рибофлавіну, нікотинової кислоти). Тому розробка та організація отримання вітамінних препаратів з винних дріжджів цілком доцільні.

Отримання препаратів амінокислот з дріжджових осадів є дуже цінним для фармацевтичної промисловості.

Винний камінь, що осідає в чанах і бочках, містить близько 60% виннокислих солей і йде безпосередньо на отримання винної кислоти. Він використовується також в кулінарії. Вторинні матеріальні ресурси виноробства за своїм складом є дуже цінними, тому потребують утилізації.

*Відходи виробництва вина можуть стати сировиною для біопалива.* Дослідження показало, що в перерахунку на суху масу, від 31 до 54 відсотків виноградних вичавок складається з вуглеводів. З цієї кількості, між 47 і 80 відсотками розчинні у воді.

Також було показано, як попередня обробка виноградних вичавок кислотою, ферментами, може підвищити ефективність.

Використовуючи кислоту і ферменти, тонна виноградних вичавок може бути перетворена у 400 літрів (106 галон) біоетанолу. Без цих добавок, більшість вуглеводів, знайдених у виноградних вичавках, можна перетворити безпосередньо в етанол через ферментацію, з виходом до 270 літрів від тієї ж кількості. Решта може бути використана в якості добрив або корму для тварин.

Використання рослинної біомаси для виробництва рідкого біопалива може бути важким через її природно складну формулу, яка не завжди легко розкладається. Виноградні вичавки легко доступні, можуть бути отримані дешево і багаті вуглеводами, які легко ферментуються.

#### *Літературні джерела:*

1. Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия. [Текст]. – М.: Изд-во Легкая и пищевая промышленность 1983 г. (переиздание)- 240 с.
2. Отходы производства вина [Электронный ресурс]. — 2013. — Режим доступа: <http://greenevolution.ru/2015/09/08/otxody-proizvodstva-vina-mogut-stat-syrem-dlya-biotopliva/> (дата обращения: 21.11.2016).
3. Отходы производства вина могут стать сырьем для биотоплива [Электронный ресурс]. — 2013. — Режим доступа: <http://russkiyvesti.ru/novosti/ekologiya/otxodyi-proizvodstva-vina-mogut-stat-syrem-dlya-biotopliva.html> (дата обращения: 21.11.2016).

4. Отчет об инвентаризации промышленных твердых отходов и предложения по нормативам и лимитам образования и размещения отходов предприятия ДПДГ «Таировское» [Текст]. – Одесса, 2008 г. -75 с.
5. Мальцев П.М. Технология бродильных производств. - М.: Издвом Пищевая промышленность [Текст]. – 1980 г. ( переиздание) -560 с.
6. Крусір Г.В. Екологічний менеджмент виноробного підприємства [Текст] / Г.В. Крусір, І.Ф. Соколова // Збірка статей IV всеукраїнської науково-практичної конференції «Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів». – Львів.– 2012. – С. 109-112.
7. Крусір Г.В. Оценка влияния винзаводов на окружающую среду на основе экспертной оценки [Текст] / Г.В. Крусір, И.Ф. Соколова, Я.А. Садовникова // Збірник наукових праць молодих вчених, аспірантів і студентів ОНАХТ. – Одеса.– 2012. - С.243-245.
8. Валуко Г. Г. Виноградные вина.— М.: Пищ. пром-сть, 1978.—254 с.
9. Пономарев В.Ф. Технология переработки винограда [Текст] / В.Ф. Пономарев // Агропромиздат. – 1990.— 447 с.
10. Разуваев Н.И. Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия [Текст] / Н.И. Разуваев // М.: Пищ. пром-сть, 1975.— 168 с.
11. Дудкин М.С. Вторичные ресурсы переработки винограда и их использование [Текст] / М.С. Дудкин, Л.Ф. Щелкунов // АгроНИИТЭИПП.– 1992. 240 с.
12. Мамедов Р.С. Отходы виноградарства –резерв кормопроизводства [Текст] / Р.С. Мамедов, А.Г. Мамедов // Сборник науч. трудов НИИ живот-ва.– 1986.– 80 с.

УДК 504.05

## ПІДГОТОВКА ВІДХОДІВ БАГАТОШАРОВОЇ ХАРЧОВОЇ УПАКОВКИ ДО ПЕРЕРОБКИ У ВТОРИННУ СИРОВИНУ

Крусір Г.В., Панченко Т.І.

*Одеська національна академія харчових технологій,  
вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039, e-mail: tetiana.odessa.ecolog@mail.ru*

В Україні, як в більшості країн Західної Європи і світу в цілому, для зберігання рідких продуктів харчування тривалий час використовують багатошарову упаковку, в тому числі фірми Тетра Пак. Таку упаковку виготовляють шляхом послідовного з'єднання шести різних шарів з поліетилену, картону, алюмінієвої фольги, причому на 75% упаковка складається з картону, на 20% з поліетилену і 5% від загального об'єму становить алюмінієва фольга. Для міцного скріплення шарів різномірних матеріалів між собою при виготовленні упаковки застосовують метод гарячого пресування. В даний час в Україні значну частку всіх утворюваних твердих побутових відходів становить упаковка, в тому числі і багатошарова. Відсутність системи роздільного збору відходів призводить до того, що основна частина відходів упаковки надходить на полігони для захоронення або на сміттєспалювальні заводи.

Оскільки не існує єдиної технології переробки різномірних матеріалів, що входять до складу упаковки, необхідно попередньо розділити її на шари.

На комбінатах з виробництва паперу з відходів упаковки вимивається якісне целюлозне волокно, яке згодом йде на виготовлення канцелярського і туалетного паперу, паперових пакетів, гофротари і т.п. Після відмивання целюлози для переробки і розподілу щільно з'єднаних шарів поліетилену і алюмінієвої фольги в даний час в промисловості застосовуються такі технології:

*Гаряче пресування* - використовується при виробництві будівельних матеріалів, панелей, покрівельних матеріалів і т.д. Даний технологічний процес - найменш складний серед інших, широко поширений в Південній Америці.

*Піроліз під дією НВЧ випромінювання.* На відміну від спалювання, процес піролізу відбувається без окиснення і горіння матеріалу (в даному випадку відходів упаковки), що дає змогу уникнути виділення парникових газів або токсичних речовин. Оскільки для здійснення процесу піролізу використовують як джерело нагрівання енергію мікрохвильових випромінювань і для нього можливе застосування відновлюваної електроенергії, то весь процес може бути нейтральним по відношенню до вивільнення вуглецю.

*Грануляція* - дозволяє при високій температурі і тиску отримати однорідний матеріал в формі гранул. Гранули використовуються в якості сировини для виготовлення пластмасових виробів. Поліалюмінієва суміш (ПАС) як сировина володіє високими якостями, що призводить до більшого поширення цього виду технології і витіснення популярного піролізу. Важливою причиною цього є більш повна в порівнянні з піролізом відповідність концепції повного рециклінгу.

*Низькотемпературна плазма* - при високій температурі, яка забезпечується плазмовим факелом, в умовах відсутності кисню ПАС розділяється. Алюміній в рідкому стані потрапляє в робочу камеру і остигає, приймаючи заздалегідь задану форму, а поліетиленовий льон випаровується і конденсується у формі парафіну. Даний процес здійснюється в установці «Плазма» і привертає особливу увагу тим, що кожен компонент повертається в виробничий ланцюжок як елемент сировини. Така технологія розроблена компанією TSL Ambiental (Бразилія).

Також є дані про існування сухого методу поділення багат шарової упаковки типу Тетра Пак шляхом впливу на її фрагменти ударними силами тертя. Після такого механічного впливу відбувається відділення целюлози від поліалюмінієвої суміші, а потім поділ за допомогою повітряного струменя цієї суміші на алюміній і поліетиленовий льон.

**Висновок.** Переробка багат шарової упаковки харчових продуктів є важливим етапом вирішення проблеми поводження з твердими побутовими відходами. Існує безліч галузей використання компонентів упаковки як вторинної сировини, але лише за умови розділення багат шарової упаковки на шари.

УДК 628.39:544 - 14(045)

## ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ У ЯКОСТІ НАФТОВИХ СОРБЕНТІВ

Малишевська О. С.<sup>1</sup>, Мельник О. Д.<sup>2</sup>, Назаренко С. К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Івано-Франківський національний медичний університет,

вул. Галицька, 2, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна, e-mail: o16r02@yandex.ua

<sup>2</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, e-mail: ser-naz@yandex.ru

Відомо, що нафта, потрапляючи в екосистеми, привносить з собою різноманітний набір хімічних сполук, що порушують сформований геохімічний баланс та незворотно змінюють окремі ланки природних біоценозів. Самоочищення і самовідновлення екосистем, забруднених нафтою і нафтопродуктами - це складний та тривалий біогеохімічний процес. Саме тому заходи і засоби ліквідації наслідків аварій та запобігання потраплянню і розповсюдженню нафтового забруднення в довкіллі займають важливе місце в дослідженнях фахівців усього світу.

Серед різноманітних способів утилізації нафтових забруднень провідне місце займають сорбенти - матеріали, здатні вбирати в великих кількостях нафтопродукти і, тим самим, за рахунок структурування, запобігати їх міграції в навколишнє середовище. У зв'язку з цим розробка нових доступних, дешевих, відновлюваних та екологічно безпечних сорбентів - є надзвичайно актуальним напрямком науково-практичних досліджень.

Очищення поверхні водойм від забруднень включає видалення плівки нафти механічними і (або) фізико-хімічними способами. Найбільш перспективним і екологічно доцільним вважається спосіб видалення плівки нафтопродуктів за допомогою нафтових сорбентів [1].

Безліч нафтових сорбентів на основі різноманітних матеріалів, які пропонує світовий ринок, мають досить високу нафтоємність, але не задовольняють усім вимогам до сорбентів нафтопродуктів, а саме: - олеофільність, гідрофобність, можливість легкої та багаторазової регенерації, технологічність застосування, відсутність негативних екологічних ефектів, легкість утилізації і низька вартість.

Синтетичні сорбенти зазвичай є найефективнішими для збору нафти. У деяких випадках їх сорбційна здатність може досягати співвідношення по вазі захопленої нафти і сорбенту 40 : 1 в порівнянні з співвідношенням 10 : 1 для органічних продуктів і ще нижчим співвідношенням 2 : 1 для неорганічних.

Таблиця 1. Сорбційна нафтоємність композиційних матеріалів на основі різного типу відходів та спеціально створених сорбентів

Сорбент	Сорбційна нафтоємність, г/г
Сілісорб (на основі природних матеріалів)	0,2 – 0,22
Торф	2,5
Подрібнені шини	3,6
Шкаралупа кокосового горіха	4,6-9,5
Відходи лузги вівса	5,1
Скловолокно	5,4
Відходи ватного виробництва	8,3
Фіброл (полімерна мікрофібра)	14,4
Унісорб – Екстра (суміш бентонітової глини, перліту, тирси та торфу)	12,6
Ековата з пластикових пляшок (ПЕТФ)	12,9
Волокно з упаковок ПЕ : ПП, 1:1	15,0
Ековата з одноразових шприців	15,6
Деревина соснових ошурків	16,1
Нафтосорб (на основі природних матеріалів)	19
Створені сорбенти на основі побутових полімерних відходів	17,2 – 54, 6
Модифіковане базальтове волокно	37
Мегасорб (полімерний нетканний матеріал)	35-40
Синтепон	46,3
Ірвелен-М (полімерне волокно з включенням пластифікаторів і гранул)	400

Дослідженнями встановлено, що видалення нафтопродуктів продуктів із поверхні води за допомогою сорбентів, на відміну від інших методів, здійснюється нафтопоглинаючими оболонками. Тому саме волокнисті сорбенти, котрі поглинають нафтопродукти у результаті одночасного впливу сил

сорбції та адгезії, є найбільш перспективними для застосування під час ліквідації аварійного розливу нафтопродуктів на водну поверхню.

Особливий інтерес представляють волокнисті композиційні сорбенти нафти, в яких у якості наповнювачів використовують різноманітні відходи (табл. 1). Доступність і дешевизна сировини дозволяють значно знизити собівартість сорбентів і розширити масштаби застосування полімерних відходів для вирішення екологічних завдань. Відомо, що в таких композитах можливе повне заміщення синтетичного волокнистого сорбенту на полімерні відходи з одночасним забезпеченням високих показників нафтоємності і регенерації нафтопродуктів [2-5].

Нами проведено низку експериментальних досліджень, метою яких було встановлення можливості застосування побутових полімерних відходів (пластикові пляшки, пакети, упаковка) як нафтових сорбентів.

Для досягнення поставленої мети відходи механічно нарізали на смужки різної ширини та довжини та після цього механічно активували в створеному пристрої [6]. Вихід волокнистого матеріалу становив 98 – 99 % (відходами були наклейки і надто дрібна фракція у вигляді муки).

Після цього з підготовлених відходів формували однокомпонентні та багатокомпонентні сорбенти, різного складу та кількісного співвідношення, у вигляді матів розміром 30 см × 15 см, товщиною від 1 до 3 см. Сорбент було вміщено в полімерну сітчасту оболонку без застосування в'язучих речовин.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що значення величини нафтопоглинання створених сорбційних матів змінювалось від 17,2 до 54,6 г/г в залежності від типу відходів та композиції. Основна маса нафтопродуктів активно сорбувалась у перші 3-5 хв.

Нами було створено ряд композицій, котрі продемонстрували хороший результат під час застосування при мінусових температурах ( $-10^{\circ}\text{C}$  – 11,4 г/г). Причому показники нафтоємності для зразків із більшою фракцією наповнювача збільшувались з пониженням температури, а у більш дрібних фракціях нафтоємність зростала з підвищенням температури.

Окрім цього, спостерігалось значне зростання сорбційної нафтоємності для усіх зразків, незалежно від виду полімерного наповнювача та його складу і фракції, після першого «віджиму» та повторного використання створених сорбційних матів. Дане явище пояснюється покращенням олеофільних властивостей сорбенту після нанесення на його поверхню нафтопродуктів.

Таким чином, проведеними дослідженнями встановлено, що сорбенти на основі полімерних побутових відходів володіють високим ступенем адгезії до нафтопродуктів, мають хороші нафтопоглинаючі та водовідштовхуючі властивості, тому можуть бути рекомендовані до використання для збору нафтопродуктів з дзеркала води. А зважаючи на високу швидкість нафтопоглинання створених сорбентів, їх можна застосовувати і під час розливів нафтопродуктів на річках, у вигляді секційних бонових загороджень.

#### *Літературні джерела:*

1. Очищення води від нафтопродуктів природними та модифікованими сорбентами / М.С. Мальований // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2007. № 4. С. 61 — 65.
2. Технология получения волокнистых сорбентов нефти и нефтепродуктов из отходов термопластов : отчет о НИР (заключит.) / НИИ строит. материалов при ТГАСУ ; рук. Г. Г. Волокитин; отв. исполн. Н. К. Скрипникова. – Томск, 2000. – 4 с. – № ГР 01.20.00 10666. – Инв. № 02.2000 05406.
3. Бордунов, В.В., Коваль Е.О., Соболев И.А. Полимерные волокнистые сорбенты для сбора нефти. Нефтегазовые технологии. 2000. № 6. с. 30–31.
4. Kutchin A., Demin V., Shubnitsina E., Sazonov M. Protection of ground and waterareas with usenatural adsorbents. London: ThomasTelford, 2000.V.2.1486p.
5. Собгайда Н.А., Ольшанська Л.Н., Кутукова К.М., Макарова Ю.А. Використання відходів виробництва в якості сорбентів нафтопродуктів. Екологія і промисловість Росії. 2009. № 1. С. 36 -38.
6. Патент № 110282МПК В29В 17/00, В03В 9/06. Спосіб переробки відходів пляшок поліетилентетрафталату (ПЕТФ) / О. С. Малишевська, О. Д. Мельник (UA) заявник і патентовласник О. С. Малишевська, О. Д. Мельник (UA). Бюл. №23, 10.12.2015.

УДК 628.316: 628.356.23

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ІНФІЛЬТРАТІВ ГРИБОВИЦЬКОГО СМІТТЄЗВАЛИЩА В АЕРОБНІЙ ЛАГУНІ**

**Мальований М.С., Мороз О.І., Жук В.М., Слюсар В.Т., Середа А.С., Мараховська С.Б.**

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул.С.Бандери, 12, м.Львів, 79013, Україна, mmal@lp.edu.ua*

Аеробні методи біологічного очищення інфільтратів мають ряд незаперечних переваг над анаеробними: вони гнучкі у використанні, швидко входять у стаціонарний режим роботи, швидко прилаштовуються під змінний склад та витрату фільтратів. Аеробні реактори набагато простіше конструктивно та значно дешевші за анаеробні, їх також набагато легше автоматизувати та простіше експлуатувати. Аеробні методи біологічного очищення інфільтратів на сьогоднішній день знайшли

широке застосування в практиці у Великій Британії, Швеції, Норвегії та в ряді інших держав. Відома практика успішного застосування натурної аерованої лагуни для очищення фільтратів полігону Brun Posteg (Уельс), експлуатацію якого розпочали у 1982 році. За 30 місяців неперервної експлуатації (з липня 1983 р. до січня 1986 р.) в аерованій лагуні було очищено близько 26000 м<sup>3</sup> фільтратів, що становить в середньому 900 м<sup>3</sup>/місяць або 30 м<sup>3</sup>/добу. Максимальний добовий притік інфільтрату становив 150 м<sup>3</sup>/добу. Середній ступінь очищення по ХСК складав 97%, по БСК – 99,5%, по NH<sub>4</sub>-N – 92,8%. Об'єм аерованої лагуни становив 1000 м<sup>3</sup>. Дно і стінки лагуни були покриті водонепроникною мембраною з поліетилену низького тиску. Лагуну обладнали двома плаваючими поверхневими аераторами потужністю 11 кВт кожен. Період очищення інфільтратів становив, як правило, не менше 10 діб. Очищені в аерованій лагуні стоки напірним трубопроводом довжиною 3 км перепомпували в каналізаційний колектор, і далі вони надходили на комунальні очисні споруди Llanidloes. Після спільного очищення з побутовими стічними водами відбувається скид зворотних вод у річку Severn Powys.

Проблема утилізації фільтрату Грибовицького сміттєзвалища ускладнюється із таких причин:

наявність великих об'ємів фільтрату (порядку 100 тис.м<sup>3</sup>) внаслідок накопичення його у шести ставках фільтрату протягом значного періоду часу;

необхідність утилізації фільтрату за порівняно короткий час (внаслідок гострої необхідності звільнення площ, які займають ставки-накопичувачі фільтрату) для уможливлення реалізації технології технічної рекультивациі Грибовицького сміттєзвалища (виположування схилу).

Нами проводились дослідження аеробного очищення інфільтрату Грибовицького сміттєзвалища на лабораторній установці, робочий об'єм якої складав 4 л. Через лабораторний аератор в нижню частину колби подавалось повітря із витратом 4,2·10<sup>-5</sup> м<sup>3</sup>/с. Початкові параметри фільтрату: концентрація розчиненого кисню (С<sub>рк</sub>) – 1,87 мг/дм<sup>3</sup>; рН – 8,64; концентрація іонів амонію – 900 мл/дм<sup>3</sup>; хімічне споживання кисню – 11 000 мг О/дм<sup>3</sup>. Аерація здійснювалась у безперервному режимі за сталої температури досліджень – 20 °С. Через певні періоди часу відбирались проби, в яких визначались зазначені вище параметри. Досліджувались 2 стадії аеробного очищення фільтрату: статичний режим, коли будь яких змін щодо об'єму фільтрату в колбі не здійснювали і динамічний, коли через певні проміжки часу із колби відливали визначену кількість фільтрату, доливаючи взамін таку ж порцію свіжого фільтрату. На стадії статичного режиму встановлювали максимальну ступінь очищення інфільтрату, яка може бути досягнута в процесі аеробного біологічного окиснення за умов реалізації експерименту. Динамічний режим моделював очищення в натурних умовах, коли в аеробну лагуну постійно подається новий фільтрат і відводиться очищений на наступну стадію технології попереднього очищення. У описаних дослідженнях фільтрат доливався і відповідно відводився в кількостях 250, 350, 400 і 500 мл/день. Аналіз результатів досліджень аеробного біологічного очищення в статичному режимі на експериментальній установці свідчить, що за період 16-денного циклу вдалось досягти зменшення ХСК практично вдвічі і зменшення концентрації іонів амонію більше ніж утричі. Мікробіологічний аналіз встановив в складі фільтрату, який очищався, широкий спектр мікробіологічної аеробної культури, яка відрізняється від культури активного мулу міських очисних споруд. Аналіз результатів дослідження аеробного біологічного очищення в динамічному режимі свідчить про оптимальний час затримки фільтрату в аеробній лагуні 8-10 днів.

Дослідження впливу фільтратів на процес біологічного очищення на каналізаційних очисних спорудах м. Львова проводили на дослідній установці, що імітувала каналізаційні очисні споруди. Очищення суміші стічних вод з фільтратами у неперервному режимі відбувалось на експериментальній аераційній установці в поліетиленовому корпусі діаметром D=1,2 м. На дні ємності встановлено трубчастий аератор для насичення киснем та забезпечення перемішування водомулової суміші. подача повітря здійснювалась від компресорної станції. Концентрацію розчиненого кисню підтримували на такому ж рівні, як і в натурному аеротенку, та контролювали за допомогою переносного киснеміра. На основі результатів досліджень встановлено, що за умови розбавлення фільтратів міськими стоками у співвідношенні 1 : 500 погіршення якісних показників очищення та негативного впливу на технологію очищення не виявлено.

---

УДК 504.064+628.316.12

## ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ СОРБЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРИРОДНИХ СОРБЕНТІВ

Петрушка І.М., Мороз О.І., Мокрий В.І., Петрушка К.І.

Національний університет «Львівська політехніка»  
вул. Г. Чупринки 130, Львів, 79057, Україна, e-mail: petim@ukr.net

Використання традиційних методів розрахунку швидкості масообмінних процесів - це довготривалий та трудомісткий процес, який базується на експериментальних даних з достатньо великою похибкою експерименту. Тому використання різних механізмів для прогнозування кінетики сорбційних процесів створює можливість оптимізації природоохоронних технологічних процесів.

Можливість передбачити та регулювати інтенсивність сорбційних процесів дозволяє значно підвищити ефективність використання сорбентів, зокрема, в природоохоронних технологіях.

Розрахунок ефективності вибіркової поглинальної здатності природних сорбентів в системі «рідина – тверда фаза», в основному, залежить від кінетичних параметрів цих процесів. Якщо тривалість циклу сорбції є значно меншим від часу дифузії в частинках адсорбенту, проблематичним

стає використання загальновідомих кінетичних рівнянь адсорбції, які описують процес з достатньо довгим часом насичення адсорбенту. Окрім цього, з огляду на невеликий ступінь насичення адсорбенту за короткий час, дифузійний опір в елементарній частинці може бути значно менший за опір, який створюється в зовнішньодифузійній області. Відповідно, це спричиняє необхідність зосередження уваги на прогнозуванні та розрахунку параметрів кінетичних рівнянь зовнішньодифузійного процесу.

Крім цього, адсорбційні властивості неорганічних сорбентів в значній мірі залежать не тільки від форми їх кристалічної ґратки, але і форми елементарної частинки, гранулометричного складу та коефіцієнту заповнення пор. Дослідження кінетики сорбційних процесів базується на стадіях, розділених між собою в часі і просторі.

Промислові адсорбційні процеси протікають найчастіше в асоціаціях частинок, розміри яких є кратними кільком діаметрам зерен адсорбенту. Більшість теорій, які використовуються для побудови математичної моделі масообміну процесу адсорбції на зерні адсорбенту та встановлення швидкості адсорбційного процесу, допускають, що адсорбція проходить на доступній для рідини межі фаз «рідина – тверде тіло», при цьому опір пограничного шару є мінімальним. Поверхня цієї межі фаз складається як із зовнішньої поверхні частинки сорбенту, так і з поверхні його пор. Кінетична характеристика сорбенту пов'язана з пористістю частинки адсорбенту, а сумарна швидкість процесу визначається швидкістю лімітуючої стадії.

Розрахунок лімітуючої стадії масообмінного процесу з використанням нестандартних кінетичних рівнянь дозволяє прогнозувати ефективність сорбційних здатностей не тільки штучних, але і природних мінералів.

Прогнозування процесу кінетики адсорбції на прикладі прямих барвників зі стічних вод дозволяє встановити швидкість досягнення рівноваги, максимальну сорбційну ємність адсорбенту для певного складу розчину, механізм сорбційного процесу з врахуванням характеристики пор адсорбента та коефіцієнту заповнення пор  $i$ , у підсумку, розрахувати коефіцієнти дифузії масообмінного процесу.

Основною метою даної роботи є створення математичної моделі внутрішньодифузійної кінетики адсорбції на прикладі синтетичних барвників природними сорбентами з використанням теорії локальної ізотропної турбулентності [1], методу обмеженого об'єму на основі гелевої моделі, характеристики розподілу пор з метою розрахунку коефіцієнтів внутрішньої та зовнішньої дифузії.

Відомо, що гідродинамічні характеристики незначно впливають на інтенсивність внутрішньодифузійних процесів адсорбції, які проходять у поровому просторі адсорбенту [2]. Нами проведені теоретичні розрахунки коефіцієнта заповнення пор в природних сорбентах прямими барвниками залежно від числа обертів мішалки на основі розробленої математичної моделі з врахуванням ефективних коефіцієнтів внутрішньої дифузії [2, 3]. Гранулометричний склад сорбентів та розподіл по фракціях однаковий. Встановлено, що максимальний коефіцієнт заповнення пор прямими барвниками для природних адсорбентів досягається при  $n=5 \text{ с}^{-1}$ .

Встановлення механізму кінетики сорбції є складним завданням і вимагає обліку всіх чинників, що впливають на швидкість масообміну, зокрема, діаметр зерна адсорбенту, швидкості перемішування і інш. Попередньо визначений оптимальний безперервний режим перемішування дозволяє досягнути ступеня сорбції до 94 % прямих барвників зі стічних вод природними сорбентами.

Отримані величини розрахункових ефективних коефіцієнтів внутрішньої дифузії та форми кінетичних кривих дозволяють стверджувати, що процес з зовнішньодифузійного, або змішаного, переходить у внутрішньодифузійний, який характеризується числом Біо ( $Bi \rightarrow \infty$ ). Проте надійні відомості про механізм дифузії дає метод переривання або так званої "кінетичної пам'яті" [4, 5, 6, 7].

Градієнти концентрації в зерні адсорбенту вирівнюються протягом часу переривання контакту сорбента і розчину, тобто, коли процес дифузії сповільнюється. Тому після відновлення контакту швидкість обміну виявляється більшою в порівнянні з швидкістю, котра була до переривання. Таким чином, зростання швидкості сорбції служить стверджуючим фактором внутрішньодифузійного процесу.

Для розрахунку ступеня досягнення адсорбційної рівноваги ( $F$ ) використовували модель гелевої дифузії з обмеженого об'єму в елементарну частинку адсорбента кулястої форми [5].

Характер кінетичних кривих підтверджують домінуючий механізм внутрішньої дифузії при адсорбції прямих барвників зі стічних вод природними дисперсними сорбентами.

Таким чином, отримані залежності дозволяють повністю прогнозувати механізм масообмінного процесу сорбції забрудників зі стічних вод природними сорбентами.

#### *Літературні джерела:*

1. Брагинский Л.Н., Бегачев В.И., Барабаш В.М. Перемешивание в жидких средах [Текст] / Л.Н. Брагинский, В.И. Бегачев, В.М. Барабаш - Ленинград: Химик, 1984.- 336 с.
2. Дубинин М.М. Развитие представлений об объемном заполнении микропор при адсорбции газов и паров микропористыми адсорбентами [Текст] / М.М. Дубинин, В.А. Астахов // Изв. АН СССР. Сер. хим., 1971. №1. С.5-28.
3. Петрушка І.М. Внутрішньодифузійна кінетика процесу адсорбції барвників природними сорбентами [Текст] / І.М. Петрушка // Восточно-европейский журнал передовых технологий.- 2011.- №4/6 (52).- С.15-17.
4. Пимнева Л.А. Исследование кинетики сорбции и механизма взаимодействия ионов меди, бария и иттрия в фазе карбоксильного катионита КБ-4Пх2 [Текст]/ Л.А. Пимнева, Е.Л. Нестерова // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 4. – С. 24 – 28.



5. Туницкий Н.Н. Методы физико-химической кинетики. [Текст]/ Туницкий Н.Н., Каминский В.А., Тимашев С.Ф. – М.: Химия, 1972. – 198 с.

6. Petrus R., Wymiana masy w ukladzie „cialj stale-ciecz” [Текст]/ Akselrud G., Gumnicki Y., Piantkowski W. – Rzeszow, 1998.- p. 365.

7. Петрусь Р. Технології очищення стоків із застосуванням природних дисперсних сорбентів [Текст]/ Мальований М., Варчол Й., Одноріг З., Петрушка І., Леськів Г // Хімічна промисловість України. – 2003. – №2 (55). – С. 20–22.

---

УДК 504.05

## ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ГІРНИЧО-ХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА СТАДІЇ ЛІКВІДАЦІЇ

Погребенник В.Д., Джумеля Е.А.

*Національний університет «Львівська політехніка»,*

*79057, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 130, e-mail: vpohreb@gmail.com, elviradzhumelia@gmail.com*

Відходи можуть бути не тільки побутовими. І зберігаються вони не тільки на полігонах, а в так званих відвалах. Згідно з останніми даними Міністерства екології та природних ресурсів України на території країни знаходиться 344 відвали багатотонажних промислових відходів. Найбільше їхнє скупчення – в промислових областях: Донецькій, Луганській, Запорізькій, Дніпропетровській і Львівській. Деякі з відвалів будувалися ще в тридцятих роках минулого століття, в період індустріалізації, зараз вони переповнені.

Метою роботи є визначення екологічних ризиків на території Роздільського державного гірничо-хімічного підприємства (ДГХП) «Сірка» на стадії ліквідації.

В Україні на сьогодні існує лише один полігон для контрольованого тривалого зберігання токсичних промислових відходів (крім I класу), якому надано відповідний статус після реконструкції. Такі відходи першого (крім відпрацьованих ртутних люмінесцентних ламп), другого та третього класів небезпечності (токсичності) зберігаються на територіях промислових підприємств, установ та організацій за відповідними дозволами територіальних органів санепідслужби та екологічних інспекцій. У своїй більшості всі шламо-, хвостосховища, де зберігаються відходи третього і четвертого класів, вже вичерпали свої проєктні потужності і потребують докорінної реконструкції зі зменшення обсягів накопичення. Це призводить до техногенного забруднення ґрунту та суміжних з ним середовищ різними шкідливими органічними та мінеральними речовинами, зокрема, вуглеводнями, сполуками азоту, важкими металами тощо, та сприяє виникненню техногенно спровокованих змін природного стану (підтоплення, просідання ґрунтів, провалля, порушення ґрунтових водотоків) [1].

В узагальненому вигляді екологічний ризик зводиться до двох типів:

– ризик порушення стійкості екосистем в результаті реального і потенційного забруднення навколишнього природного середовища;

– ризик для здоров'я населення, який характеризується ймовірністю виникнення несприятливих для здоров'я ефектів [2, 3].

З метою покращення екологічної ситуації та мінімізації утворення екологічних ризиків та негативного впливу наслідків колишнього виробничого процесу основною діяльністю Роздільського ДГХП «Сірка» є виконання природоохоронних робіт згідно проєкту «Ліквідація сірчаних кар'єрів та відновлення екологічної рівноваги і ландшафту в зоні діяльності Роздільського ДГХП «Сірка», розробленого ВАТ «Гірхімпром», який в 2003 році пройшов комплексну експертизу Укрінвестекспертизи.

Впродовж 2014-2015 рр. проводили рекультивацию (реконструкцію) порушених гірничими роботами земель на площі 46,40 га в зоні діяльності Роздільського державного гірничо-хімічного підприємства «Сірка».

До 2021 року законсервовано порушені землі Роздільського ДГХП «Сірка», зайняті під кар'єрним полем, зовнішніми відвалами розкривних порід та хвостосховищами, ставками відстійниками, загальною площею 1640,1 га. Впродовж періоду консервації земель (2011-2021 рр.) поставлено завдання виконати повний комплекс робіт проєкту з підтримки екологічної рівноваги, рекультивацию цих земель та передачу їх місцевим радам для використання за призначенням [4].

Основними джерелами екологічної небезпеки на території Роздільського ДГХП «Сірка» є: близько 60 млн. т відходів збагачення сірчаних руд; більше 3 млн. т фосфогіпсу; 1,5 млн. м<sup>3</sup> закислених вод; 17,195 тис. т модифікатора типу «МГ», виготовленого з нейтралізованих гудронних залишків та котлових залишків ангідриту малеїнової кислоти; тисячі тонн залишків некондиційної сірки та інші хімікати; тисячі гектарів порушених гірничими роботами земель, які не використовуються.

На території підприємства є техногенні озера (Глибоке, Середнє, Кисле), які утворені в результаті затоплення кар'єрів. Результати гідрохімічного моніторингу Роздільських озер: Середнього, Глибокого, Чистого та Кислого, виконаних ТЗОВ «Інститут «Гірхімпром» у 2015 р. свідчать, що у поверхневому шарі вод всіх Роздільських озер та на витoku з озера Глибоке фіксується перевищення нормативних показників за мінералізацією та сульфатами, на озері Середньому – і за фосфатами. Хімічний аналіз вод, що течуть каналом з озера Глибоке у Дністер, здійснено лише один раз у липні, встановлено, що мінералізація вод становила 2,4 ГДК, сульфатів – 3 ГДК, сірководню – 21,5 мг/л. Небезпека цього полягає в поширенні забруднення підземними водами, а також каналами, які з'єднують техногенні озера та р. Дністер.

Промислові відходи створюють ризики до утворення просідань ґрунту. Крім того, накопичення важких металів є небезпечним для території підприємства, а також прилеглих до підприємства територій в міграції важких металів у ґрунті та воді.

Проектування ліквідації кар'єрів містить такі етапи:

- прогнозування небезпечних явищ, що можуть виникати після припинення осушення і підтримки стійкості бортів;
- оцінювання ризику (можливої шкоди) для населення та майна;
- порівняння вартості активних і пасивних методів усунення ризику;
- обґрунтування раціонального майбутнього використання відновлених територій і новостворених акваторій;
- розроблення необхідних заходів для попередження екологічної небезпеки і підготовки територій для господарського використання [5, 6].

Як показали аналізи вод, проведені в липні 2016 року, основним джерелом забруднення на промисловому майданчику є: склад побутових відходів державного підприємства “Спецсервіс”, відкритий склад комової сірки ВАТ “Новороздільський завод фунгіцидів”, склад твердих побутових відходів міста Новий Розділ, порушені землі ВАТ “Новороздільський завод складних мінеральних добрив”. Позитивні зрушення можна отримати підчас реалізації проекту щодо ліквідації сірчаного виробництва Роздільського ДГХП “Сірка”, однак, з 2012 року бюджетом не передбачалися кошти на його втілення. Наразі відсутні будь-які пропозиції щодо ліквідації складу кислот гудронів та складу сірки. Наразі не здійснюється контроль за станом підземних вод. Мережу спостережних свердловин через системні крадіжки металевих оголовків майже повністю знищено, відсутні з цієї причини і п'єзометри.

Програмою стабілізації рівноваги на гірничо-хімічних підприємствах області на 2015-2019 роки передбачались асигнування робіт на природоохоронні заходи, але тільки в 2015 році на РДГХП “Сірка” виділено 430 тис. грн., що складає 20% від запланованих витрат. Не повністю виконано проект з ліквідації сірчанних кар'єрів, зокрема, РДГХП “Сірка” не отримало з бюджету кошти в сумі 1480,4 тис. грн. за виконані роботи в 2011–2012 роках. Актуальним завданням для підприємства на сьогодні є вирішення проблем використання озер та водоперепускних споруд, джерел фінансування для їх утримання, нагляду та контролю. Нині не здійснюється контроль за станом підземних вод у спостережних свердловинах та п'єзометрах на дамбах хвостосховищ.

**Висновки та рекомендації.** Виявлено основні джерела екологічних ризиків Роздільського ДГХП “Сірка” на стадії ліквідації. Для забезпечення екологічної рівноваги і мінімізації утворення негативних ризиків в зоні впливу підприємства необхідно:

- проведення регулярних моніторингових спостережень;
- визначення стабільних джерел фінансування для утримання, нагляду та контролю за станом гідротехнічних споруд;
- ліквідація наявних джерел забруднення – складів гудронів, комової сірки та відвалу фосфогіпсу;
- рекультивация порушених земель території підприємства.

#### *Літературні джерела:*

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФOP Грінь Д.С. – 2016. – 350 с.
2. Ієрархічний підхід до оцінювання екологічного ризику погіршення стану екосистем поверхневих вод України [Текст] / О.Г. Васенко, О.В. Рибалова, О.В. Поддашкін [та ін.] // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки : зб. наук. праць УкрНДІЕП. – Харків, 2010. – Вип. XXXII. – С. 75-90.
3. Орел С.М. Ризик. Основні поняття : навч. посіб. / С.М. Орел, М. С. Мальований; Нац. ун-т “Львів. Політехніка”. – Л., 2008. – 88 с.
4. Розпорядження голови Миколаївської районної державної адміністрації від 25 січня 2012 р. № 44 м. Миколаїв Про консервацію земель Роздільського ДГХП “Сірка” [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mykolaiv-rda.lviv.ua/dokumenty-rda/rozporjadzhennja/item/2693-№44-pro-konservatsiyu-zemel-rozdilskogo-dghp-sirka.html>.
5. Шкіца Л.Є. Екологічна безпека гірничопромислових комплексів Західного регіону України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 21.06.01 “Екологічна безпека” / Шкіца Л.Є. – Івано-Франківськ, 2006. – 36 с.
6. Побережна Л.Я. Оцінка екологічних ризиків в районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств (на прикладі м. Калуш) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 21.06.01 “Екологічна безпека” / Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2016. – 20с.

## ЗМЕНШЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД

Полутренко М.С., Крижанівський Є.І., Федорович Я.Т.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, e-mail: miroslava.polutrenko@mail.ru*

**Актуальність проблеми.** Зменшення техногенного навантаження на довкілля при експлуатації підземних споруд було і залишається одним із пріоритетних завдань забезпечення енергетичної безпеки нашої держави. Актуальною залишається проблема забезпечення надійної та тривалої експлуатації підземних споруд, найважливішими серед яких нафтогазопроводи. На сьогодні в Україні частка трубопроводів, які експлуатуються понад 30 років, складає 49 %, що зумовлює ризик виникнення техногенних катастроф. На їх експлуатацію та підтримку проектних параметрів функціонування необхідно значного збільшення витрат матеріальних і фінансових ресурсів. Аналіз частоти «відмов» трубопроводів підтверджує, що біля 50 % аварій приходить на ділянки трубопроводів з порушенням суцільності ізоляції або суттєвим зниженням її захисних властивостей [1].

Особливо гострою постає проблема ремонту трубопроводів, заізолюваними нафтобітумними і стрічковими покриттями, де ґрунти характеризуються підвищеною засоленістю та наводненістю за рахунок штучного зрошення. Корозійні процеси в підземному середовищі активізуються також під дією асоціації ґрунтових мікроорганізмів, серед яких сульфатвідновлювальні бактерії (СВБ) є найбільш корозійно-агресивними [2]. Внаслідок мікробіологічної корозії знижується безпека експлуатації трубопроводів через значне порушення герметичності з подальшим витоком транспортованого продукту і створенням небезпеки для життя людей і навколишнього середовища. Матеріальні витрати можна суттєво зменшити, збільшивши терміни міжкапітального ремонту трубопроводів, використовуючи ефективні біостійкі ізоляційні матеріали, до складу яких входять інгібітори корозії (біоциди).

В зв'язку з цим, **метою даної роботи** було розроблення інноваційних композицій ізоляційних покриттів для захисту підземних споруд, які б володіли підвищеними протикорозійними характеристиками та проявляли біостійкість до дії ґрунтових мікроорганізмів. Комплексний підхід до процесів модифікації нафтобітумних покриттів має значні перспективи і дозволить підвищити їх надійність і тривалість експлуатації.

**Результати досліджень.** Нами розроблено рецептури нових композицій бітумно-полімерних ізоляційних покриттів на основі модифікованих праймерів і мастик інгібіторами корозії різних класів органічних сполук та вивчено їх характеристики. Базовою мастикою слугувала бітумно-полімерна мастика марки МБПД-1. Експериментально встановлено, що модифіковані праймери «МП2», «МП3» і «МП6», порівняно з базовим праймером «П», володіли вищою адгезією мастики до заґрунтованого металу на 46,0 %, 36,0 % і 16,0 % відповідно, що пов'язано зі зміною структури мастики. Аналіз залежностей адгезії мастики до заґрунтованого металу і адгезії стрічки до мастики від складу ізоляційного покриття при концентрації інгібіторів як в складі праймера, так і в складі мастики оптимальної концентрації – 0,1 % мас. показав, що адгезія стрічки до мастики, а також міцність на удар не залежать від природи інгібітора в рецептурі композицій ізоляційного покриття. Водночас, адгезія мастики до заґрунтованого металу була вищою, порівняно з базовою композицією, для рецептур ізоляційних покриттів, модифікованих такими інгібіторами, як ароматичний амін та четвертинна амонійна сіль на 36,0 % і 24,0 % відповідно. В результаті введення інгібіторів з класу ароматичних амінів та четвертинних амонійних солей як до складу праймера, так і до складу мастики, дає змогу отримувати ізоляційні покриття з вищими адгезійними показниками, покращуючи їх якість; використання яких для переізоляції трубопроводів забезпечить підвищення безпеки їх експлуатації за рахунок зменшення відмов трубопроводів.

Експериментально встановлено вплив природи інгібітора на гідрофобність базової мастики та композицій модифікованих мастик в дистильованій та морській воді. Доведено, що водонасичення всіх зразків мастик в морській воді є значно нижчим за водонасичення в дистильованій воді, що пов'язано, ймовірно, з впливом йонної сили електроліту на водостійкість мастик. Одержані результати є важливими з практичної точки зору, оскільки це відкриває ще одну грань для використання модифікованих бітумно-полімерних мастик як в морській воді, так і в сильномінералізованих ґрунтах, вміст солей в яких перевищує 4 %.

Визначено бактерицидну активність досліджуваних інгібіторів корозії з класу ароматичних амінів та четвертинних амонійних солей до дії асоціації ґрунтових мікроорганізмів: СВБ бактерії, найбільш корозійно-агресивні по відношенню до металу, денітрифікувальні бактерії (ДНБ), вугледеньокиснювальні бактерії (ВОБ) [3]. Досліджено ефективність інгібіторів на швидкість корозії сталі у стерильному середовищі Постгейта «В» і за наявності СВБ бактерій. Результати проведених досліджень (табл.1) показали, що наявність в середовищі СВБ бактерій впливає на ступінь захисної дії інгібіторів (Z).

Ефективність досліджуваних інгібіторів в стерильних умовах практично рівноцінна. Однак, внесення в стерильне середовище накопичувальної культури СВБ, виділеної з пошкодженого бітумного покриття, радикально змінює їх поведінку. На основі одержаних експериментальних даних можна допустити, що дані інгібітори, сорбуючись на поверхні сталі, здатні впливати на процес виділення водню на поверхні, що призводить до гальмування каталітичної функції СВБ як деполаризаторів катодного процесу. Дані інгібітори забезпечують високий ступінь захисту металу від корозії в

присутності СВБ (до 92%), що вказує на їх бактерицидні властивості та відкриває перспективу використання в промислових умовах, при розвитку анаеробної корозії, зумовленої СВБ [3]

Таблиця 1- Ефективність дії інгібіторів на мікробну корозію сталі

Назва інгібітора	Середовище Постгейта „В“		Середовище Постгейта „В“ + СВБ		pH
	Z, %	швидкість корозії, мг/дм <sup>2</sup> ·добу	Z, %	швидкість корозії, мг/дм <sup>2</sup> ·добу	
–		19,3±0,2		25,9±0,2	7,2
I	58,3	8,0±0,18	89,6	2,7±0,2	7,0
II	62,9	7,1±0,3	68,8	8,1±0,26	7,0
III	65,5	6,6±0,24	90,7	2,4±0,28	7,0
IV	61,5	7,4±0,32	91,9	2,1±0,3	7,0

З участю даних інгібіторів одержано нові композиції модифікованих мастик на базі заводської мастики й проведено дослідження їх мікробної стійкості згідно ДСТУ 3999-2000.

Практичне використання нових композиційних матеріалів підвищить не тільки надійність експлуатації підземних магістральних трубопроводів, але й сприятиме зменшенню техногенного навантаження на довкілля при експлуатації підземних споруд.

#### Висновки:

1. Розроблено рецептури нових композицій бітумно-полімерних ізоляційних покриттів на основі модифікованих праймерів і мастик інгібіторами корозії різних класів органічних сполук та вивчено їх характеристики.

2. Визначено бактерицидну активність досліджуваних інгібіторів корозії з класу ароматичних амінів та четвертинних амонійних солей до дії асоціацій ґрунтових мікроорганізмів

3. Досліджено ефективність інгібіторів на швидкість корозії сталі у стерильному середовищі Постгейта «В» і за наявності СВБ бактерій.

#### Літературні джерела:

1. Середницький Я. Сучасна протикорозійна ізоляція в трубопроводному транспорті / Я. Середницький. - Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка. – 1999. – 212 с.

2. Андреюк К.І. Мікробна корозія підземних споруд / К.І. Андреюк, І.П. Козлова, Ж.П. Коптева [та ін.] - К.: Наукова думка, 2005 – 258 с.

3. Крижанівський Є.І. Підвищення ефективності протикорозійного та мікробіологічного захисту підземних нафтогазопроводів/ Є. Крижанівський, М. Полутренко, Я.Федорович // Проблеми корозії та протикорозійного захисту металів: в 2-х томах. Спецвипуск журналу «Фізико-хімічна механіка матеріалів» №8. Львів:ФМІ ім. Г.В.Карпенка НАН України. - 2010. – С. 599-603.

УДК 546.39: 66.067.8.081.3: 579.695

## АЛЬТЕРНАТИВНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ВІД АМОНІЙНОГО АЗОТУ

Попович О.Р., Слюсар В.Т., Вронська Н.Ю., Мальований М.С.

Національний університет «Львівська політехніка».  
вул. С. Бандери, 12, м. Львів 79013, Україна, [lpolenaeko@yahoo.com](mailto:lpolenaeko@yahoo.com)

Забруднення гідросфери, попередження забруднення у водних об'єктах, дослідження технологій очищення промислових та побутових вод є надзвичайно важливим питанням сьогодення. Головна умова, необхідна для покращення якості води природних водних об'єктів, полягає у захисті довкілля від шкідливого антропогенного впливу шляхом забезпечення належного ступеня очищення промислових та побутових стічних вод, що потрапляють у водні об'єкти, та встановлення комплексного контролю їх якості. Нами вивчаються питання, пов'язані зі впливом стічних вод на довкілля у Львівській області, а також аналіз роботи каналізаційних споруд м. Львова. Розглядається оптимізація існуючої системи моніторингу сучасного екологічного стану природних поверхневих водних об'єктів Львівської області та комплексної оцінки якості очищення стічних вод на львівських каналізаційних очисних спорудах. Однією із проблем є забруднення води амонійним азотом.

Господарсько-побутові, виробничі та дощові стоки міста по закритому колектору (р. Полтва) потрапляють на каналізаційні очисні споруди (КОС), які складаються із двох технологічних ліній. Загальна проектна потужність Львівських КОС – 490 тис. м<sup>3</sup>/добу. Середньодобове очищення стічних вод – 440 тис.м<sup>3</sup>/добу. За складом стічні води, що надходять на першу лінію, належать до промислово-побутових, а на другу – переважно до побутових. Сьогодні очищення стічних вод, як на КОС1, так і на КОС2 полягає у первинному механічному очищенні (пісколовки, механічні решітки, первинні відстійники) та біологічному очищенні в аеротенках із використанням мікроорганізмів активного мулу.

Для оптимізації існуючої системи очищення стічних вод на КОС було досліджено якість вихідних стоків, склад активного мулу, технологічного обладнання та організації системи очищення. Недосконалість технології полягає у відсутності стадій очищення стічних вод від біогенних елементів (фосфору та азоту), а також у неефективній утилізації надлишкового активного мулу та відсутності експрес-контролю. Також було проаналізовано склад активного мулу з аеротенків очисних споруд. Традиційно очищені стічні води містять у собі значну кількість біогенних елементів. Вважається, що надмірна евтрофікація водойм починається за вмісту у воді азоту в концентрації 0,2 – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. Оскільки сполук фосфору у стічних водах знаходиться незначна кількість, то актуальним є пошук нових ефективних методів очищення стічних вод від сполук азоту. Класичний процес комбінування нітрифікації та наступної денітрифікації на сьогодні є найбільш поширеним для видалення азоту. Нітрифікація відбувається у два етапи. Перший етап перетворення амонію у нітрит здійснюється мікроорганізмами-нітрифікаторами родів *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosolobus*, *Nitrosovibrio*. За допомогою мікроорганізмів *Nitrobacter*, *Nitrospira*, *Nitrococcus* здійснюється другий етап нітрифікації – перетворення нітриту у нітрат. Розчинений кисень сполуки азоту практично не видаляються. Біологічні процеси глибокого очищення стічних вод від азоту можна здійснювати із використанням біомаси (активного мулу), яка знаходиться у завислому стані, або ж із використанням прикріпленої (імобілізованої) біомаси.

Використання анаеробного процесу на перших стадіях біологічного очищення дає змогу видалити основну кількість органічних забруднень, тим самим зменшити витрату повітря на 50% в порівнянні із початковою аеробною стадією. Фільтрат після центрифугування відпрацьованого активного мулу має високу концентрацію азоту амонійного (до 1500 мг/дм<sup>3</sup>).

В даний час великого поширення набуває процес ANAMMOX. Можливість його впровадження на міських каналізаційних очисних спорудах дозволила б очищувати такі висококонцентровані амонійні стоки з мінімальною кількістю енергозатрат.

Суть ANAMMOX (anaerobic ammonium oxidation) процесу полягає в анаеробному окисненні амонію із використанням нітриту як первинного акцептора електронів. ANAMMOX-процес став альтернативою традиційному технологічному процесу очищення води від неорганічних сполук азоту – нітрифікації-денітрифікації. ANAMMOX-процес полягає в анаеробному окисненні аміаку нітритами до вільного азоту. Стадія нітрифікації теж задіяна у новому процесі, проте передбачає окиснення до нітритів лише половини вихідного амонію. Переваги застосування ANAMMOX-бактерій для очищення вод від амонійних солей очевидні. По-перше, у процесі відсутня стадія нітратифікації, а стадія нітрифікації проводиться лише для половини об'єму стічної води, що загалом дає змогу знизити енергетичні затрати на аерацію до 60 %. По-друге, використовувати додаткові органічні сполуки (метанол, ацетат тощо) непотрібно. Тобто ANAMMOX-процес значно здешевлює процес видалення зв'язаного азоту і може ефективно використовуватись для очищення висококонцентрованих амонійних фільтратів із центрифугування відпрацьованого активного мулу.

---

УДК 628.316:004.942

## **ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВНУТРІШНЬОЇ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ МУЛОВОЇ СУМІШІ ПРИ БІОЛОГІЧНОМУ ОЧИЩЕННІ МІСЬКИХ СТІЧНИХ ВОД**

**Россінський В. М., Саблій Л. А.**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Гігора Сікорського», пр. Перемоги 37, Київ, 03056, Україна, wrossin@live.com*

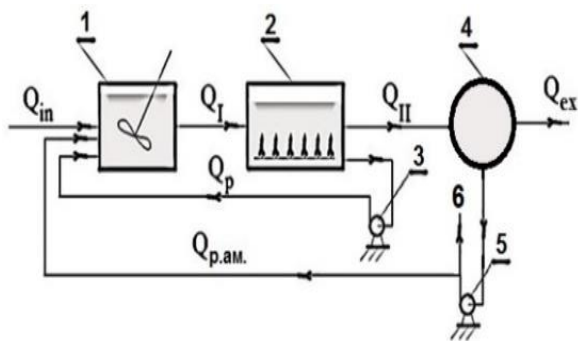
Очисні споруди каналізації населених пунктів є системою інженерних споруд і комунікацій, які в сукупності дозволяють забезпечити зниження концентрацій забруднюючих домішок та унеможливити потрапляння їх у водні об'єкти із наднормативними кількостями. Приріст концентраційного навантаження за забруднюючими речовинами на очисні споруди каналізації внаслідок зниження споживання води абонентами централізованого водопостачання виражається у зростанні маси органічних забруднень, сполук азоту та фосфору, синтетичних детергентів, які потрапляють у стічні води. Для ефективного очищення міських стічних вод від розчинених органічних забруднюючих речовин та біогенних елементів застосовують технологію біологічного очищення стічних вод у біореакторах із різними кисневими умовами (аноксидними, аеробними).

Синтетичні детергенти, які містяться в стічній воді, за рахунок амфіфільності локалізують органічний субстрат, що призводить до зниження швидкості біологічного очищення стічних вод. Вміст синтетичних детергентів у стічних водах населених пунктів України в середньому складає 8-25 мг/дм<sup>3</sup> за питомого водовідведення 270-67 дм<sup>3</sup>/добу на 1 жителя.

Зміна ступеня внутрішньої рециркуляції мулової суміші між аеробними та аноксидними біореакторами (нітратний рецикл) призводить до перерозподілу концентрації розчинених органічних забруднюючих речовин, що містяться в стічній воді. Визначення коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші з метою досягнення необхідного ступеня біологічного очищення стічних вод від органічних забруднюючих речовин і встановлення раціональних величин корисних об'ємів біореакторів

з врахуванням концентрації синтетичних детергентів, нітратів і ступеня рециркуляції активного мулу з вторинного відстійника є актуальною відкритою науково-прикладною проблемою.

Визначення коефіцієнта внутрішньої рециркуляції проводили для вирішення проблеми ефективного окиснення органічних забруднюючих речовин при послідовній обробці міських стічних вод (які пройшли механічне очищення) в аноксидних і аеробних біореакторах із нітратним рециклом і рециркуляцією активного мулу з вторинного відстійника (рис. 1).



**Рис. 1. Розрахункова схема біологічного очищення міських стічних вод в аноксидних і аеробних біореакторах: 1 – аноксидний біореактор; 2 – аеробний біореактор; 3 – рециркуляційний насос; 4 – вторинний відстійник; 5 – рециркуляційний насос активного мулу; 6 – трубопровід відведення надлишкового активного мулу;  $Q_{in}$  – витрата стічних вод, що надходять на обробку в аноксидний біореактор;  $Q_I$  – витрата стічних вод після аноксидного біореактора;  $Q_{II}$  – витрата стічних вод від аеробного біореактора до вторинного відстійника;  $Q_p$  – внутрішньо-рециркуляційна витрата мулової суміші (нітратний рецикл);  $Q_{p.am}$  – рециркуляційна витрата активного мулу;  $Q_{ex}$  – витрата очищених стічних вод на виході з вторинного відстійника.**

Балансову систему рівнянь, відповідно до рис.1, для визначення зміни концентрації органічних забруднюючих речовин при послідовній обробці стічних вод в аноксидних і аеробних біореакторах із нітратним рециклом і з врахуванням рециркуляції активного мулу з вторинного відстійника можна представити таким чином

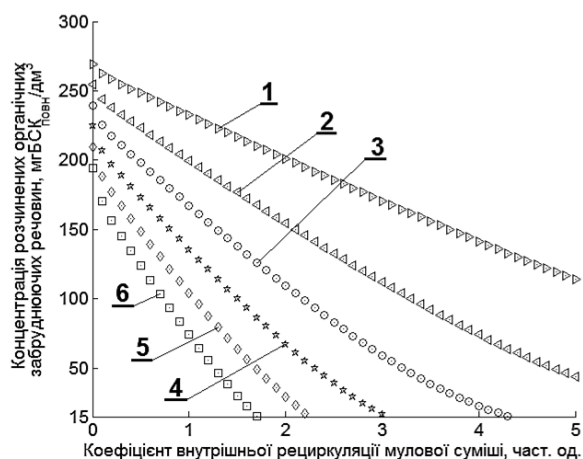
$$\left\{ \begin{array}{l} C_I^{in} = \frac{C_{mix} + n_n \cdot C_p}{(1 + n_n)}; \quad Q_p = n_n \cdot Q_{in}; \quad C_{mix} = \frac{C_{in} + C_{ex} \cdot R}{1 + R} \\ R = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i}; \quad C_I^{ex} = C_I^{in} - \frac{1}{(1 + n_n)} \cdot \frac{dC_I}{dt} \cdot t_I(0, t_I^I) \\ C_{II}^{in} = C_I^{ex}; \quad C_{II}^{ex} = C_{II}^{in} - \frac{1}{(1 + n_n)} \cdot \frac{dC_{II}}{dt} \cdot t_{II}(0, t_{II}^{II}) \end{array} \right. , \quad (1)$$

де  $C_{in}$  – концентрація органічних забруднюючих речовин у стічних водах на вході в аноксидний біореактор, мгБСК<sub>повн</sub>/дм<sup>3</sup>;  $C_{ex}$  – концентрація органічних забруднюючих речовин в очищених стічних водах на виході з вторинних відстійників, мгБСК<sub>повн</sub>/дм<sup>3</sup>;  $C_p$  – концентрація органічних забруднюючих речовин у муловій суміші нітратного рециклу, мгБСК<sub>повн</sub>/дм<sup>3</sup>;  $C_{mix}$  – концентрація органічних забруднюючих речовин у суміші стічних вод та активного мулу, мгБСК<sub>повн</sub>/дм<sup>3</sup>;  $n_n$  – коефіцієнт внутрішньої рециркуляції мулової суміші, част. од.;  $C_I$  – концентрація органічних забруднюючих речовин у муловій суміші в аноксидному біореакторі, мгБСК<sub>повн</sub>/дм<sup>3</sup>;  $t_I$  – тривалість обробки стічних вод в аноксидному біореакторі, год.;  $C_{II}$  – концентрація органічних забруднюючих речовин у муловій суміші в аеробному біореакторі, мгБСК<sub>повн</sub>/дм<sup>3</sup>;  $t_{II}$  – тривалість обробки стічних вод в аеробному біореакторі, год.;  $J_i$  – муловий індекс, см<sup>3</sup>/г;  $R$  – коефіцієнт рециркуляції активного мулу, част. од.

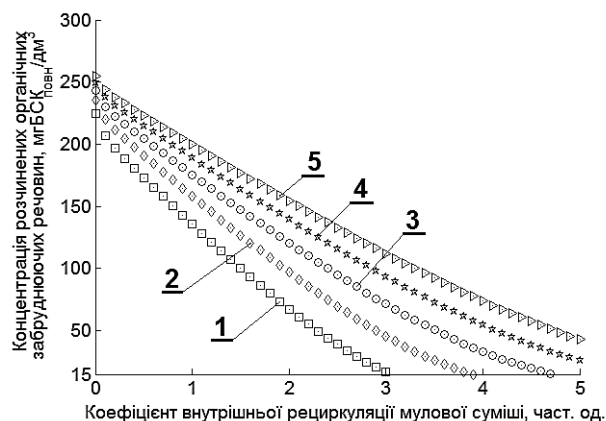
Питому швидкість окиснення органічних забруднюючих речовин в біореакторах із аноксидними та аеробними умовами, враховуючи лімітування за органічним субстратом, концентрацією розчиненого кисню в муловій суміші, інгібуванням процесів біологічного очищення стічних вод синтетичними детергентами, можна визначити за рівнянням Моно [1].

Для стічних вод, що містять розчинені органічні забруднюючі речовини в концентрації  $C_{in} = 300$  мгБСК<sub>повн</sub>/дм<sup>3</sup> та надходять на послідовну обробку в аноксидному й аеробному біореакторах, виконано комплексний чисельний експеримент з оцінки залежності концентрації органічних забруднюючих речовин від тривалості обробки в аеробних умовах, коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші за дози мулу  $a_i = 2$  г/дм<sup>3</sup>, концентрації розчиненого кисню в біореакторах: аноксидному - 0,1 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; аеробному - 2 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; мулового індексу - 80 см<sup>3</sup>/г, концентрації нітратів 5 мг N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/дм<sup>3</sup> і за відсутності в стічних водах синтетичних детергентів (рис. 2).

В результаті виконаного чисельного експерименту встановлено, що збільшення тривалості обробки стічних вод в аноксидних умовах, наприклад, в два рази, дозволяє ефективно видаляти органічні забруднюючі речовини зі стічних вод при зниженні значення коефіцієнта рециркуляції до 70%.



**Рис. 2.** Залежності концентрації розчинених органічних забруднюючих речовин за БСК<sub>повн</sub> від коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші та тривалості обробки в аноксидних (0,5 год.) та аеробних біореакторах: 1 – 0,5 год.; 2 – 1 год.; 3 – 1,5 год.; 4 – 2 год.; 5 – 2,5 год.; 6 – 3 год.



**Рис. 3.** Залежності концентрації розчинених органічних забруднюючих речовин за БСК<sub>повн</sub> при тривалості обробки в аеробних (2 год.) та аноксидних (0,5 год.) біореакторах від коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші та концентрації синтетичних детергентів в муловій суміші (мг/дм<sup>3</sup>): 1 – 0; 2 – 5; 3 – 10; 4 – 15; 5 – 20.

Наявність в стічних водах синтетичних детергентів інгібує процеси біологічного очищення в аноксидних та аеробних біореакторах. В результаті проведеного чисельного експерименту при константі напівнасичення за синтетичними детергентами 30 мг/дм<sup>3</sup> встановлено, що збільшення концентрації синтетичних детергентів з 0 до 10 мг/дм<sup>3</sup> призводить до необхідності збільшення коефіцієнта внутрішньої рециркуляції мулової суміші на 37,5% для досягнення умови повного біологічного очищення стічних вод (рис. 3).

*Літературні джерела:*

1. Россінський В. М., Саблій Л. А. Моделирование очищения стічних вод в аеробных та аноксидных біореакторах в присутності синтетичних детергентів // Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки : Науково-технічний збірник. Випуск 27 / Головний редактор А. М. Кравчук. К. : КНУБА, 2016. С. 302-311.

УДК614.8+911.2

## НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ У ЛАНДШАФТАХ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Тиханович Є. Є., Біланюк В. І.

Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Дорошенка, 41, Львів, 79000, Україна, genuk.tykh@gmail.com

Зростання масштабів господарської діяльності і кількості великих промислових комплексів, концентрація на них агрегатів і установок великої і надвеликої потужності, використання у виробництві великих кількостей потенційно небезпечних речовин збільшує вірогідність виникнення техногенних аварій [6]. Надзвичайні ситуації техногенного походження загрожують людині, економіці і природному середовищу або здатні створити загрозу внаслідок імовірного вибуху, пожежі, затоплення або забруднення навколишнього середовища [5; 6].

Надзвичайна ситуація (НС) – це порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території (акваторії), спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом чи іншою небезпечною подією, яка призвела (може призвести) до загибелі людей та/або значних матеріальних втрат [2]. Надзвичайні ситуації техногенного характеру виникають на хімічно небезпечних об'єктах, радіаційно небезпечних об'єктах, вибухо- та пожежонебезпечних об'єктах, гідродинамічно небезпечних об'єктах тощо.

Серед НС техногенного характеру [3] в видах ландшафтів Львівської області за період 2004 – 2012 рр. зафіксовано такі: пожежі, вибухи – 16 випадків; аварії автомобільного транспорту – 12; аварії систем життєзабезпечення – 11; аварії на залізничному транспорті – 4; аварії на нафтопроводах – 8; наявність шкідливих речовин понад ГДК – 4; аварії з викидом НХР – 2. Згідно з проведеними

дослідженнями кожна група ландшафтів характеризується відповідними НС техногенного характеру (див. рис. 1). Розглянувши поширення різних видів техногенних подій зазначимо наступне.

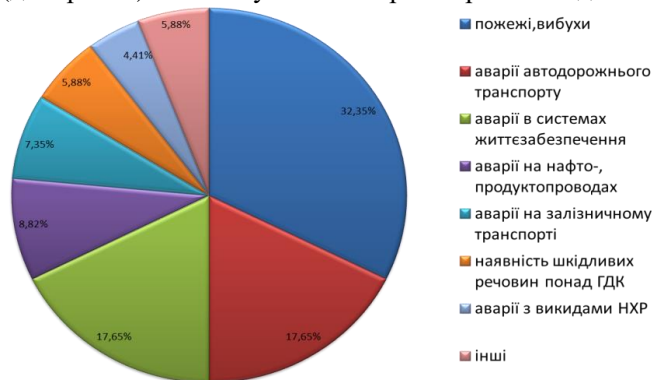


Рис. 1. Розподіл надзвичайних ситуацій техногенного походження у Львівській області за період 2004-2012 рр.

окраїнно-малополіських, подільських, бескидських і верховинських груп ландшафтів зафіксовано по одному випадку досліджуваних НС. Ці події пов'язані переважно з вибухами газу та пожежах у житлових приміщеннях. Проведений аналіз звітних матеріалів МНС дають підставу віднести надзвичайні ситуації цього виду до локального та об'єктового рівнів [3].

**Аварії автодорожнього транспорту.** За опрацьований період виявлено 12 аварій автодорожнього транспорту. Найбільша кількість зафіксована в таких групах ландшафтів як опільській і передкарпатській. В цих групах ландшафтів визначено по чотири події [5]. В центральномалополіській, подільських і верховинських групах зафіксовано до двох аварій автодорожнього транспорту. Причинами цих аварій в більшості випадків були порушення правил автодорожнього руху водіями транспорту внаслідок несприятливих погодних умов тощо. Згідно чинного законодавства України та досліджувані аварії автодорожнього транспорту за масштабами наслідків відносяться до об'єктового і місцевого [2; 3] рівнів.

**Аварії в системах життєзабезпечення** зареєстровано 11 [5]. Найбільша їх кількість зафіксована в передкарпатській групі ландшафтів – шість. Аварії на системах життєзабезпечення відбувалися внаслідок пошкодження електроенергетичних, каналізаційних систем, водопровідних та теплових мереж [3]. У Львівській області найбільше простежувалось аварій на водопровідних і теплових мережах. До цих територій належать такі міста обласного підпорядкування, як Моршин, Борислав і Червоноград [5]. Згідно чинного законодавства України та Національного класифікатора за матеріальними збитками переважно відносяться до об'єктового і місцевого [2, 3] рівнів. В таких групах ландшафтів, як окраїнно-малополіські, бескидські, верховинські і полонинські [1] не зафіксовано жодного випадку аварій в системах життєзабезпечення. Це, в більшості випадків, пов'язано з відсутністю водопровідних і каналізаційних систем у населених пунктах, таких як села та селища міського типу, та відсутністю великих міських поселень.

**Аварії на залізничному транспорті** за період дослідження зафіксовано чотири [5]. З них по одній аварії в таких групах ландшафтів, як центральномалополіська, опільська, передкарпатська і верховинська. Ці випадки пов'язані зі сходженням з колії вагонів і цистерн пасажирських і вантажних, причинами яких була кушова непридатність шпал тощо.

Згідно чинного законодавства України та Національного класифікатора надзвичайних ситуацій досліджувані аварії на залізничному транспорті за масштабами наслідків відносяться до місцевого і регіонального рівнів [3].

**Аварії на нафто- і продуктопроводах** в період дослідження зафіксовано вісім [5]. Найбільша кількість випадків простежувалась в передкарпатській [4] групі ландшафтів – чотири. Причинами цих НС було зловмисне пошкодження нафтопродуктопроводів, несанкціоноване врізання нафто- трубопроводів, що призвело до аварій в результаті спалаху газоповітряної суміші [5].

Опільська і верховинська групи ландшафтів налічує по два випадки аварій на нафто-, нафтопродуктопроводах. Ландшафтними групами в яких не зафіксовано жодної аварії є центральномалополіська, окраїнно-малополіська, подільська, бескидська і полонинська.

Досліджувані аварії на нафто-, продуктопроводах за масштабами наслідків відносяться до об'єктового рівня [2; 3].

**Наявність у навколишньому середовищі шкідливих речовин, що перевищують ГДК.** За період дослідження зафіксовано чотири випадки НС [5], зосереджені в опільській групі ландшафтів – три. Причинами ситуацій було забруднення водоносних горизонтів несанкціонованими самовільними



захороненнями пестицидів, перевищення в ґрунтових водах ГДК шкідливих речовин тощо. До цих територій належать, в основному, такі міста обласного підпорядкування, як Борислав і Червоноград [5]. В межах бескидської групи ландшафтів був зареєстрований один випадок надзвичайної ситуації в межах міста Борислава. За масштабами наслідків ці ситуації відносять до об'єктового рівня.

**Аварії з викидом небезпечних хімічних речовин (НХР).** На території Львівської області за період з 2004 по 2012 рр. зафіксовано дві аварії з викидом НХР, а саме в українно-малополіській і опільській групах ландшафту. Одна з них трапилась на 12 км Ожидів – Красне Львівської залізниці між с. Ожидів та с. Закомар'я Буського району [5]. В зону ураження потрапили 97 населених пунктів Буського, Радехівського та Бродівського районів області. Ця аварія за масштабами наслідків відноситься до регіонального рівня. Друга аварія трапилась поблизу смт. Дубляни Пустомитівського. За матеріальними збитками відноситься до об'єктового рівня. В інших групах ландшафтів не зафіксовано жодного випадку аварій з викидами НХР.

Проаналізувавши види НС техногенного характеру Львівської області, можна зазначити, що найбільша кількість аварій приурочена до передкарпатської і опільської [1] груп ландшафтів, в яких зафіксовано по 18 і 19 випадків аварій. В передкарпатській групі ландшафтів переважають такі надзвичайні ситуації, як аварії в системах життєзабезпечення, пожежі та вибухи, аварії автодорожнього транспорту, аварії на нафто-, продуктопроводах. Опільська група характеризується такими надзвичайними подіями, як пожежі та вибухи, аварії автодорожнього транспорту, наявність у навколишньому середовищі шкідливих речовин понад ГДК.

Такі групи ландшафтів як центрально-малополіська і верховинська характеризуються кількістю аварій від шести до восьми. В українно-малополіській, подільській і бескидській групі ландшафтів зафіксовано від двох до чотирьох випадків надзвичайних ситуацій. Відповідно за період нашого дослідження не зафіксовано жодного випадку надзвичайних ситуацій техногенного характеру в межах полонинської групи ландшафтів.

*Літературні джерела:*

1. Львівська область. Атлас. – М.: ГУГК, 1989. – 40 с.
2. Національний класифікатор України ДК 019:2010 «Класифікатор надзвичайних ситуацій». – Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, наказ № 457 від 11.10.2010р. - Київ, 2010. – 23 с.
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 24.03.2004р. № 368 «Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями».
4. Природа Львівської області / [під ред. проф. К. І. Геренчука] – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 1972. –152 с.
5. Річні звіти Міністерства Надзвичайних Ситуацій за 2004–2012 рр.
6. Стародуб Ю.П. Структура та методологія управління ризиками надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру / Ю.П. Стародуб, А.П. Гаврись, Я.І.Федюк // К.: – С. 34–43.

---

УДК 657.6 : 504

## АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПРОБЛЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Харламова О.В., Шмандій В.М.

*Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського,  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна, e-mail: sefira@mail.ru*

Екологічна безпека широкомасштабно присутня в усіх сферах нашого життя. По-перше, і це є головне, вона є однією з основних складових національної безпеки [1]. По-друге, органи муніципальної влади, що виконують функції захисту людини та довкілля від шкідливих впливів, носять назву «відділи екологічної безпеки». Наведене спонукало нас вивчити стан наукових досліджень в Україні та визначити місце наукового напрямку «екологічна безпека» у системі підготовки фахівців.

В [2] встановлено, що на теперішній час сформовано наукові школи з екологічної безпеки практично в усіх галузях знань, розв'язуються конкретні наукові проблеми. За результатами цих досліджень підготовлена значна кількість кандидатських та докторських дисертацій.

Спеціальність «21.06.01 - екологічна безпека» з'явилась у номенклатурі наукових спеціальностей України з 2003 року. За цей період захищено більше півсотні докторських та близько 300 кандидатських дисертацій.

Нами проведено групування докторських дисертацій з вказаного наукового напрямку за основними аспектами екологічної безпеки. Нижче наведено найбільш яскраві роботи (в дужках вказана загальна кількість захищених робіт):

- з розробки наукових основ управління екологічною безпекою та її складових (5): Управління екологічною безпекою на регіональному рівні (Шмандій В.М., Харків, 2003); Наукові основи застосування диспергованих систем в управлінні екологічною безпекою в умовах дії чинників різного генезису (Вамболь С. О., Івано-Франківськ, 2013);

- з екологічної безпеки гідросфери (15): Наукове обґрунтування прогнозу стану річкових басейнів України і методи його оцінки (Волошкіна О.С., Київ, 2004); Науково-методологічні основи природно-

техногенної безпеки поверхневих гідроекосистем Карпатського регіону (Архипова Л. М., Івано-Франківськ, 2012); Науково-методологічні основи екологічно безпечних технологій очищення стічних вод сорбентами мінерально-сировинної бази України (Петрушка І. М., Івано-Франківськ, 2013);

- *із забезпечення екологічної безпеки геологічного середовища, відновлення трансформованих ландшафтів (5)*: Теоретичні і прикладні основи відновлення техногенних ландшафтів до рівня природних (Зубова Л.Г., Дніпропетровськ, 2004); Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та методичні основи) (Рудько Г.І., Сімферополь, 2005);

- *зі зниження впливу фізичних чинників формування екологічної небезпеки (7)*: Наукові засади прогнозування поведінки радіонуклідів в довкіллі та дезактивації об'єктів природного середовища (Пшинко Г.М., м. Київ, 2010); Наукове обґрунтування і оптимізація методів забезпечення радіоекологічного моніторингу навколишнього середовища і контролю РАВ АЕС (Бондарьков М. Д., Київ, 2012);

- *із забезпечення екологічної безпеки техногенних комплексів і територій (7)*: Методологія аналізу техногенно небезпечних об'єктів і територій для управління їх екологічною безпекою (Азаров С.І., Київ, 2005); Екологічна безпека гірничопромислових комплексів Західного регіону України (Шкіца Л.Є., Івано-Франківськ, 2006); Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація (Адаменко Я.О., Івано-Франківськ, 2006); Наукові основи розроблення біостійких протикорозійних покриттів для підвищення рівня екологічної безпеки підземних нафтогазопроводів (Полутренко М. С., Івано-Франківськ, 2012); Геоелектричні засади пошуку вуглеводневого газу в слабопроникних породах-колекторах Карпатського регіону (Хомин В. Р., Івано-Франківськ, 2013);

- *із регулювання станів екологічної безпеки технологічних процесів (7)*: Розвиток наукових основ підвищення рівня екологічної безпеки при транспортуванні природного газу (Мандрик О. М., Івано-Франківськ, 2013).

Результати аналізу свідчать про те, що найбільшу увагу науковці приділяють дослідженням екологічної безпеки гідросфери. Це, на нашу думку, обумовлено нагальною необхідністю захисту гідросфери від забруднення скидами різного походження, а також достатньо серйозними проблемами в штучно створених об'єктах гідросфери. Слід також відмітити, що недостатньо представлені аспекти розробки наукових основ управління екологічною безпекою.

Науковці різних галузей знань та наукових напрямів досить часто звертаються до проблем екологічної безпеки. Ми проаналізували та систематизували інформацію про неспецифічні дисертаційні дослідження (тобто не за профільною спеціальністю 21.06.01), результати за різними галузями знань наведено нижче (при висвітленні результатів використані підходи, аналогічні тим, що застосовані вище при аналізі спеціальності 21.06.01):

*Юридичні науки (4)* : Міжнародно-правове регулювання поводження з відпрацьованим ядерним паливом та радіоактивними відходами (Запорозчук А. В., к. юр. н., спеціальність 12.00.11 - міжнародне право, європейське право, Київ, 2014).

*Економічні науки (12)*: Механізми управління еколого-економічною безпекою промислового підприємства (Припотень В.Ю., д. е. н., спеціальність 08.00.04 – Економіка та управління народним господарством, Донецьк, 2013); Організаційно-економічні основи забезпечення екологічної безпеки підприємств харчової промисловості (Шпильовий В.А., к. е. н., спеціальність 08.00.04, Київ, 2006); Управління екологічною безпекою промислових підприємств (Низькодубова К.В., к. е. н., спеціальність 08.06.01 - Економіка, організація і управління підприємствами, Харків, 2003).

*Біологічні науки (10)*: Науково-методичні основи екологічної безпеки сільськогосподарської продукції (Никитюк О. А., д. с.-г. н., спеціальність 03.00.16 – екологія, Київ, 2011); Обґрунтування екологічної безпеки застосування біологічного пестициду Актюфіту (Веренко О. В., к. б. н., спеціальність 03.00.16 – екологія, Київ, 2009); Оптимізація екобезпеки довкілля на територіях забруднених радіонуклідами в агросфері Вінниччини (Дзюмак М. А., к. с.-г. н., спеціальність 03.00.16 - екологія, Львів, 2008); Оцінка екологічної безпеки сільськогосподарського виробництва на забруднених біогеоценозах Донецького Приазов'я (Іванов Г. Б., к. с.-г. н., спеціальність 03.00.16 – екологія, Житомир, 2006).

*Географічні науки (7)*: Екологічна безпека природних і антропогенних геосистем (Приходько М.М., д. г. н., спеціальність 11.00.11 - конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів, Львів, 2013); Екологічна безпека ґрунтів і виробництва сільськогосподарської продукції в умовах Лівобережного Лісостепу (Дудурич В. М., к. г. н., спеціальність 11.00.11 - конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів, Харків, 2007).

*Технічні науки (190)*: Наукові основи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів (Матейчик В.П., д. т. н. спеціальність 05.22.02 – автомобілі і трактори, Київ, 2006); Методологія математичного моделювання ризиків загроз екологічній безпеці України (Качинський А. Б., д. т. н., спеціальність 05.13.02 - системний аналіз, управління та обробка інформації, Київ, 1995); Інформаційні технології забезпечення екологічної і техногенної безпеки промислового регіону (Рязанцев О.І., д.т.н, спеціальність 05.13.06 - автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні технології, Херсон, 2012).

*Державне управління:* Державний механізм управління екологічними ризиками в регіоні. (Панжар Л. В., к. н. держ. упр., спеціальність 25.00.04 - місцеве самоврядування, Донецьк, 2003).

*Соціологічні, політичні та медичні науки (6):* Інституціоналізація екологічних інтересів у суспільстві соціогенних ризиків. (Стегній О. Г. д. соціол. н., спеціальність 22.00.04 - спеціальні та галузеві соціології, Київ, 2003); Екологічна складова політичної культури українського суспільства. (Топоровський Д. В., к. політ. Н., спеціальність 23.00.03 - політична культура та ідеологія, 2010); Медико-соціальні аспекти ліквідації наслідків екологічної катастрофи у мегаполісі (Москаленко В. Ф. д. мед. н., спеціальність 14.02.03 - соціальна медицина, 2001).

Згадані вчені та інші науковці заклали фундамент для подальшого вирішення проблем екологічної безпеки. Разом з тим, аналіз стану дослідженості різних аспектів наукового напрямку "Екологічна безпека" свідчить про термінологічну невизначеність, загальний та декларативний характер деяких із запропонованих методів забезпечення безпеки; знаходиться у стадії розвитку комплексний підхід, який враховує широкий спектр складових небезпеки; практичне застосування розроблених концепцій та моделей обмежене інформаційною недетермінованістю і т.і. Екологічна безпека, безумовно, вимагає більш глибокої розробки методологічних аспектів і її теорії, опрацювання наукових основ управління нею на базі всебічного дослідження процесів та умов формування небезпеки.

Результати проведення аналізу свідчать про те, що наукова спільнота України вкрай зацікавлена у подальшому розвитку досліджень з проблем екологічної безпеки. В той же час в 2016 році спеціальність „Екологічна безпека” вилучена з переліку МОН не тільки на освітніх рівнях, але на освітньо-науковому рівні. Тобто це унеможливило підготовку до захисту дисертацій з цього наукового напрямку, де успішно функціонує розгалужена мережа спеціалізованих вчених рад з висококваліфікованими науковцями. З метою забезпечення національної безпеки держави вважаємо за доцільне реанімувати спеціальність „Екологічна безпека”.

*Літературні джерела:*

1. Шмандий В.М., Харламова Е.В., Гальчук С.В. Экологическая безопасность в регионе с интенсивным воздействием источников техногенных землетрясений // Гигиена и санитария. – 2012. – Вып.5. – С. 52-56.

2. Шмандий В.М, Харламова О.В. Екологічна безпека – одна з основних складових національної безпеки держави// Екологічна безпека, – Кременчук 2008.–N1, – С.9-15.

---

**УДК 628.336.5**

## **ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

**Шаманський С. Й., Бойченко С. В.**

*Національний авіаційний університет,  
просп. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, Україна, shamanskiy\_s\_i@ukr.net*

Сучасні технології водовідведення не завжди є екологічно безпечними. Установки для очищення стічних вод не завжди забезпечують достатню їх якість на виході, а способи утилізації осадів часто спричиняють значні негативні впливи на навколишнє середовище. Пошук екологічно безпечних методів організації водовідведення, при реалізації яких можна отримувати додаткові альтернативні джерела енергії, є актуальним завданням [1].

При застосуванні сучасних методів механічного та біохімічного очищення стічних вод часто виникає потреба у їх додатковому очищенні, а отримані осадки потребують ефективної утилізації. Серед найбільш поширених методів додаткового очищення є: використання біологічних ставків[2], використання біоплато гідропонного типу, використання штучних ґрунтових споруд для фільтрації крізь ґрунт тощо. Ці методи дозволяють підвищити якість очищених стічних вод, проте вони не дозволяють отримувати суттєвих додаткових джерел енергії. Крім того, вони потребують відведення значних площ для розміщення. При використанні стабілізації осадків методами анаеробного зброджування його виконують за традиційними технологіями без врахування кінетики бродильних процесів. Результатом є незначний вихід біогазу та низька його якість.

Аналіз останніх досліджень показує, що очищені стічні води можна використовувати для культивування водних організмів, здатних видаляти з них забруднення. Серед найбільш продуктивних можна вважати мікроводорості, які у свою чергу можуть бути хорошою сировиною для виробництва рідкого біопалива третього покоління, і швидкість приросту біомаси яких в разі перевищує швидкість приросту біомаси вищих водних організмів. Серед них особливо можна виділити культуру *Botryococcus braunii*, яка містить до 85% вуглеводнів близьких за складом до сирої нафти.

Аналіз сучасних технологій культивування показує наявність суттєвих проблем, пов'язаних передусім з технологічною недосконалістю установок, що застосовуються. Культивування є конверсією сонячної енергії у біомасу шляхом фотосинтезу, яку здійснюють у фотобіореакторах. Розрізняють реактори відкритого та закритого типів. Перші є відкритими ємностями, в які подають культуральну рідину з насінням мікроводоростей, а також вуглекислий газ та інші необхідні елементи. Сонячне світло надходить через відкриту поверхню рідини. Перемішування здійснюють, як правило, барботуванням вуглекислого газу через рідину. Такі реактори дуже вразливі до погодних умов. Крім того, ефективність використання вуглекислого газу в них є не високою, оскільки при барботуванні час його контакту з

мікроводоростями, а отже і засвоєння ними, є незначним. Розчинність вуглекислого газу у воді за нормальних умов також є незначною і тому суттєва його частина втрачається, виходячи через відкриту поверхню рідини у атмосферу. Другі є закритими ємностями, виготовленими з прозорого матеріалу, всередину яких так само подають культуральну рідину з мікроводоростями. Такі реактори не є вразливими до погодних умов, але їх продуктивність так само обмежена через низьку розчинність у воді вуглекислого газу і через складності насичення ним рідини.

Серед основних методів утилізації осадів стічних вод можна віділити такі, як спалювання, використання як будівельного матеріалу, захоронення, використання як наповнювача при рекультивації порушених територій, використання як органічного добрива на сільськогосподарських полях тощо.

Спалювання дає можливість швидко позбутися великих кількостей осадів. Проте він має ряд недоліків. Осад, що видаляється з відстійників є вологим і потребує значних затрат енергії на зменшення цієї вологості та на випаровування її залишків перед спалюванням. При прийнятті остаточних рішень з доцільності застосування цього способу утилізації осадів необхідно також враховувати енергетичні затрати на їх механічне зневоднення. При утилізації осадів використанням як добавки до будівельних матеріалів або для рекультивації порушених територій також виникає необхідність значних затрат енергії на попереднє висушування. Усі перераховані методи утилізації не дозволяють отримувати потенційно можливі відновлювані джерела енергії.

Використання осадів як органічного добрива на сільськогосподарських полях вимагає його попередньої стабілізації. Нестабілізовані осади є екологічно небезпечними, оскільки можуть містити патогенну мікрофлору, личинки якої здатні роками виживати в навколишньому середовищі. Крім того такі осади схильні до загнивання з виділенням у атмосферу парникових газів: метан, вуглекислий газ. Одним з найбільш перспективним методом стабілізації можна вважати анаеробне зброджування, яке дозволяє отримувати енергетично цінний біогаз і екологічно безпечне органічне добриво.

Запропонована технологія водовідведення авіапідприємства базується на розроблених раніше технологічних схемах та конструктивних рішеннях, які є її складовими елементами. Технологією пропонується використання традиційних установок для очищення господарсько-побутових стічних вод методами механічного та біологічного очищення. Пропонується організація додаткового очищення стічних вод шляхом їх використання як культуральної рідини для вирощування мікроводоростей *Votryococcus brounii* у фотобіореакторах закритого типу з неперервною організацією процесу культивування, які мають бути виконані за конструкцією, запропонованою у [3]. Основним конструктивним елементом є циліндричний фотоблок з прозорого матеріалу, розташований горизонтально, в який через вхідний отвір періодично подається очищена стічна вода з додаванням насіння мікроводоростей, а через вхідний отвір видаляється з їх урожаєм. Фотоблок обладнаний пристроями для подавання вуглекислого газу та мікроелементів всередину. Крім того, він має можливість працювати під надлишковим тиском, збільшуючи при цьому розчинність вуглекислого газу у воді, покращуючи його засвоєння мікроводоростями та збільшуючи швидкість їх росту.

Видалені з фотоблока стічні води пропонується направляти на відокремлення від них мікроводоростей, що може виконуватись шляхом центрифугування, і після знезараження пропонується використовувати для технічного водопостачання, або скидати у водойму. Частина культивованих мікроводоростей пропонується подавати назад у фотоблок разом з новою порцією стічних вод для подальшого культивування. Решту направляти в установки для видалення з них олій, багатих вуглеводнями, з подальшим виробництвом рідкого біопалива третього покоління. Після відбирання олій, біомасу мікроводоростей, пропонується подавати в установки анаеробного зброджування разом з осадами, отриманими на етапі механічного та біологічного очищення стічних вод.

Технологія передбачає анаеробну стабілізацію (анаеробне зброджування осадів стічних вод разом з відходами біомаси мікроводоростей в установках, які реалізують технологічний процес описаний у [4]. Він передбачає проведення процесу бродиння у чотири послідовні стадії, такі як гідроліз, кислотогенез, ацетогенез та метаногенез у відповідності з кінетикою бродильних процесів. Відомо, що оптимальні умови середовища для протікання різних стадій різні. У деяких випадках вони є практично протилежними. Наприклад, для ефективного функціонування кислотогенних мікроорганізмів, які забезпечують протікання кислотогенної стадії, сприятливим є кислотне середовище з низьким рН. При цьому активна діяльність кислотогенів ще більше його знижує. Проте воно не є сприятливим для метаболізму метаногенних мікроорганізмів, відповідальних за продукування метану на метаногенній стадії, і зменшує кінцевий вихід біогазу. Лужне середовище з високим рН є сприятливим для метаногенів, проте інгібує діяльність кислотогенних мікроорганізмів. Це призводить до того, що на стадії кислотогенезу утворюється менша кількість кислот, яка у подальшому є матеріалом для утворення ацетату на стадії ацетогенезу, а далі метану на стадії метаногенезу. Кінцевим результатом також є зменшення виходу біогазу. Якщо увесь процес бродиння відбувається у одній ємності, підтримувати оптимальне збалансоване значення рН для активності як кислотогенів, так і метаногенів досить важко. Цілком очевидно, що перспективним методом інтенсифікації бродильного процесу загалом є розподіл його окремих стадій у просторі. Відповідно установка для зброджування складається з чотирьох відокремлених ємностей, в котрих створюються оптимальні умови послідовно для гідролізу, кислотогенезу, ацетогенезу та метаногенезу. Стадія гідролізу проходить без виділення газоподібних продуктів. На стадіях кислотогенезу та ацетогенезу створюються умови для активного утворення кислот та активного виділення у газоподібній формі вуглекислого газу з його незалежним відведенням з установки, а також з попередженням утворення метану. На стадії метаногенезу створюються умови для активного перетворення продуктів ацетогенезу у метан з попередженням

виділення у газоподібну форму вуглекислого газу. Таким чином, на виході з бродильної установки можна отримувати органічне добриво, окремо вуглекислий газ, який використовувати для забезпечення процесу фотосинтезу у фотобіореакторі, а також біогаз з високим вмістом метану (до 95%) для використання у виробництві теплової та електричної енергії в когенераційних установках.

Застосування запропонованої технології дозволить не тільки підвищити ступінь очищення стічних вод перед їх скиданням у водойми і тим самим зменшити екологічні ризики з цим пов'язані, але і отримувати додаткові відновлювані енергоресурси.

*Літературні джерела:*

1. Данилович Д. А. Энергоресурсный подход к очистке сточных вод и обработке осадков / Д. А. Данилович // Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения, №4, 2014. – С. 36-47.
2. Яковлев, С. В. Канализация [Текст] / С. В. Яковлев, Я. А. Карелин, А. И. Жуков, С. К. Колобанов. – М.: Стройиздат, 1975. – 632 с.
3. Shamanskiy S. Construction Arrangement for Cultivating Microalgae for Motor Fuel Production / S. Shamanskiy, S Boichenko // Systemy i Srodky Transportu Samochodnego. Wybrane Zagadnienia. Monografia nr. 7. Seria: Transport. – Rzeszów: Politechnika Rzeszowska., 2016., pp. 181-188.
4. Шаманський С. Й. Енергоефективна та екологічно безпечна технологія стабілізації осадків стічних вод авіапідприємств [Текст] / С. Й. Шаманський, С. В. Бойченко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2015. №5/8(77). – С. 39-45.

---

УДК 504.064.3

## СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ДАНИХ ЕКОМОНІТОРИНГУ

Шапар А.Г., Шматков Г.Г., Ємець М.А.

*Інститут проблем природокористування та екології (ІППЕ) НАН України,  
вул. Володимира Мономаха, 6, м. Дніпро, 49000, m.yemets@yahoo.com*

Моніторинг техногенних змін стану природних екосистем як термінологічне поняття офіційно введено в науку в 1972 році на Стокгольмській конференції ООН по навколишньому середовищу. Уже два роки по тому в столиці Кенії (м. Найробі) відбулось перша міжурядова нарада з моніторингу, на якій було вирішено приділити основну увагу моніторингу забруднення навколишнього середовища на трьох рівнях - локальному, регіональному та глобальному. З 1974 року поняття моніторинг вводить в російськомовну літературу Ю.А. Израеєм, який моніторинг представляє як комплексну систему спостережень, оцінки і прогнозу зміни стану природного середовища під впливом антропогенних факторів. Відповідно до таких трактувань ним запропонована структура моніторингу, що складається з чотирьох блоків: спостереження, оцінки фактичного стану, прогнозу стану та оцінки прогнозованого стану [1].

Альтернативна концепція в 1975 році була запропонована І.П. Герасимовим, який надавав моніторингу також функції управління. Управлінська концепція моніторингу більшою мірою націлювалась на виявлення і контроль екологічних небезпек, створення екологічно безпечної господарської діяльності [2]. Разом з тим залишалось невизначеним, хто ж повинен виконувати управлінську функцію моніторингу.

У процесі реалізації завдань зі створення перших в Україні систем екологічного моніторингу СЕМ "України" та СЕМ "Придніпров'я" ІППЕ НАН України в коло розв'язуваних моніторингом завдань включені завдання інформаційного забезпечення функцій управління. У цьому випадку зазначене інформаційне забезпечення для вирішення практичних управлінських завдань спрямоване на особи, що реалізують програми моніторингу та володіють реальними важелями управління.

З огляду на це, наприклад, метою створення СЕМ "Придніпров'я" стало здійснення оперативного управління екологічною ситуацією в регіоні, містах, районах, станом основних водних об'єктів та інших природних утворень (ландшафтів, лісових масивів, підземних вод і т.д.) на основі достовірної, постійно поновлюваної комплексної інформації про екологічну ситуацію і прогнозах її зміни. У зв'язку з цим функціями такої системи екологічного моніторингу стали: спостереження (збір інформації), оцінка (порівняльний аналіз), прогноз і управління екологічною ситуацією з метою постійного її поліпшення, попередження екологічних аварійних і катастрофонебезпечних ситуацій [3].

Вивчення сутності сучасних екологічних процесів показує, що спроби регулювання природної та природно-техногенної рівноваги не можуть обійтися без наукового управління системами різного масштабу. Схема управління в застосуванні до екологічних систем при аналізі її змістовності переходить в розряд найскладніших. В даний час людська спільнота не володіє можливостями, що дозволяють вирішувати завдання екологічного управління з достатньою повнотою. Під екологічним управлінням розуміється свідома діяльність з регулювання екосфери відповідно до практичних цілей соціуму на основі пізнаних об'єктивних екологічних закономірностей природного або техногенного характеру. Тому екологічне управління в даний час здійснюється на базі цільових функцій з урахуванням попередніх і поточних показників екосистеми, модельних прогностичних параметрів з урахуванням планування організаційно-технічних природоохоронних заходів. З урахуванням наведеного випливають наступні завдання екологічного управління: відновлення вихідного стану екосистем; перевід екосистем в інший стійкий стан; пошук і підтримка зон стійкого стану в екосистемах.

В цілому, екологічна моніторингова система вирішує одночасно два завдання: пізнання і управління, причому перше ставиться з розрахунком на перехід до другого. Дані спостереження і контролю служать як базою для отримання нових знань, так і обґрунтуванням до планування управління об'єктом. Чим менше відомо про об'єкт, тим більш досконалим повинен бути датчик з метою отримання максимальної інформації про об'єкт контролю та управління.

З урахуванням зазначеного, ІППЕ НАН України вдалося сформулювати і реалізувати принципи створення подібних систем екологічного моніторингу (СЕМ):

- 1) інтегрованість - об'єднання всіх відомчих і об'єктових СЕМ;
- 2) модульність - субавтономність складових підсистем;
- 3) ієрархічність - об'єктовий-міський-регіональний-міжрегіональний-державний рівні організації системи (два останніх рівня створюються при державній СЕМ);
- 4) блоковість - геоекологічний, біоекологічний, техноекоекологічний, медико-екологічний блоки системи;
- 5) комплексність - одночасний локальний відбір проб на полігонах і аналіз за всіма компонентами довкілля: ґрунти, вода, повітря тощо.

Наведемо коротку характеристику основних рівнів організації системи екологічного моніторингу.

1. Об'єктовий (локальний): підприємства-забруднювачі створюють свої СЕМ, які включають автоматизовані системи контролю коло джерел викидів, скидів, меж санітарно-захисних зон, а також інформацію про утворення і накопичення відходів, системи спостережень за впливом накопичувачів відходів, компонентами навколишнього середовища.

2. Міський: включає всі відомчі системи міського рівня, а також автономні, територіальні пости за станом атмосфери і водних об'єктів. На цей рівень надходить інформація від об'єктових систем, а також інформація від міських служб про стан: міських організованих і неорганізованих звалищ побутового сміття, озеленення міста, рекреаційних зон. Медико-екологічний блок даного рівня збирає інформацію про стан здоров'я населення міста.

3. Обласний: включає всі відомчі системи обласного рівня, отримує інформацію від міських СЕМ і об'єктових СЕМ основних підприємств-забруднювачів, інформацію про стан природних і техногенних об'єктів на території області, отримує інформацію про екологічну ситуацію в районах області.

Фахівцями Інституту та субпідрядних організацій були розроблені основні елементи кожного рівня: термінали - точки (об'єктові системи, тест-станції, тест-полігони) збору інформації, там, де необхідно і можливо, в режимі on-line; були розроблені вимоги до тест-об'єктів, тест-станцій і тест-полігонів; системи передачі інформації від терміналів в Центр управління моніторингом; при цьому визначена можливість передачі даних по радіозв'язку і через глобальну мережу Інтернет;

Центр управління моніторингом (ЦУМ) складається з таких основних блоків: блок накопичення і обробки інформації, у якому виділені модулі: виробничо-ресурсний, геоекологічний (включаючи підсистеми: атмосфера, водні об'єкти, підземні води, геологічні техногенні аномалії), біоекологічний, радіологічний, медико-екологічний і модулі кожного міста і району; блок аналізу і прогнозу ситуації; блок підготовки управлінських рішень, контролю їх прийняття і виконання; блок контролю за роботою системи.

Дуже важливим є те, що була розроблена послідовність створення системи по різних рівнях і об'єктах:

- створення системи передбачає - замкнути всі відомчі інформаційні системи на ЦУМ з метою узагальнення і порівняння розсіяної інформації, об'єктивної оцінки ситуації і прийняття рішень. Для цього для кожної організації, що представляє інформацію, розробляється регламент подання інформації та форми її подання в електронному вигляді для зручності і швидкості передачі інформації. Одночасно на всіх основних підприємствах-забруднювачах розробляються і впроваджуються локальні (об'єктові) системи екологічного моніторингу;
- інтеграція виробничих СЕМ в міську систему. Одночасно в інших містах області створюються свої системи екологічного моніторингу;
- формування мережі терміналів, незалежних від відомчих, для збору інформації на території міста і прилеглої до міста території, в тому числі і в режимі on-line;
- вибір територіальних полігонів для визначення геоекологічної і біоекологічної ситуації в регіоні, вибір тест-станцій на кожному полігоні з метою отримання даних про регіональні зміни в компонентах навколишнього середовища в області, що повинно завершуватися пуском в дослідну експлуатацію СЕМ міського та обласного рівнів.

Реалізуючи отримані наукові результати, ІППЕ НАН України разом з іншими установами в рамках Корпорації "Укрекомоніторинг" розробив міські системи екомоніторингу міст Кам'янське (бувший Дніпродзержинськ) та Жовті Води [4].

#### *Літературні джерела:*

1. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. - Ленинград: Гидрометеоздат, 1989. - 528 с.
2. Герасимов И.П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира. - Москва: Наука, 1985. - 247 с.
3. Шматков Г.Г. Система экологического мониторинга «Приднепровье» - история создания и перспективы // Экология і природокористування: зб. наук. праць ІППЕ НАН України. - Дніпропетровськ, 2015. - Вип. 19. - С. 175 - 181.
4. Досвід і проблеми впровадження системи моніторингу / А.Г. Шапар, Г.Г. Шматков, В.С. Петренко [та ін.] // Экология і природокористування : зб. наук. праць ІППЕ НАН України. - 2013. - Вип. 16. - С. 221 - 234.

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ІНДИКАЦІЯ ДИНАМІКИ ЛАМІНАРНО-ТУРБУЛЕНТНИХ ПОВІТРЯНИХ АЕРОЗОЛЬНИХ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Шелудченко Л.С., Шелудченко Б.А.

Подільський державний аграрно-технічний університет, вул. Шевченка, 13,  
м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл. 32300, Україна l.sheludchenko@mail.ru

Для експериментальної перевірки аналітичних досліджень щодо динаміки поширення аерозольних викидів автотранспортних потоків був використаний ефект преципітації (від лат. *praecipitatio* – стрімке осадження) твердого грубодисперсного індикатора повітряного аерозолі у вигляді вільнодиспергованих в атмосферному повітрі снігових опадів.

Було встановлено, що у газо-пиловому аерозолі хмара викидів, яка продукується автотранспортним потоком, формує ротори турбулентності, які довільно орієнтовані у просторі до окремих об'єктів ландшафту. Ротори турбулентності виникають на зрізах швидкості повітряних потоків, які виникають на зустрічних смугах руху автомобільних доріг, або в місцях дотику вектору ламінарно-турбулентних повітряних потоків до поверхонь нерухомих ландшафтних об'єктів, в тому числі і штучно створених рис. 1 а.

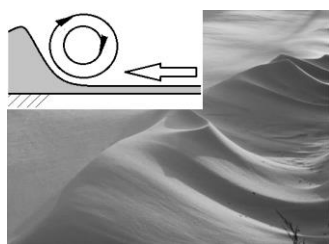
Поле швидкостей турбулентних роторів газо-пилової хмари викидів автотранспортного потоку, відносно її центру, визначається динамічними характеристиками аерозолі, просторовими координатами та конструкцією поверхонь механічних перешкод, які сформовані елементами ландшафту природно-техногенної геоекосистеми.

Якщо напрям ламінарно-турбулентного повітряного потоку спрямувати за напрямом однієї з координатних осей наприклад за віссю  $x$ , яка лежить в горизонтальній площині ландшафту, то виникає вертикально спрямований градієнт імпульсу швидкості повітряного потоку. При цьому, в зонах утворення роторів турбулентності процес переносу домішок аерозолі визначається коваріацією  $Cov(v, u)$  вертикальної  $u$  та горизонтальної  $v$  складових повної швидкості повітряних потоків. В залежності від напрямку вектора швидкості фоновому повітряного потоку і орієнтації (відносно цього вектору) поверхонь механічних перешкод, які утворені елементами ландшафту, в місцях дотику ротору турбулентності до поверхні перешкоди спостерігається два варіанти адгезії диспергованих частинок повітряного аерозолі (рис. 1 б та рис. 1 в).

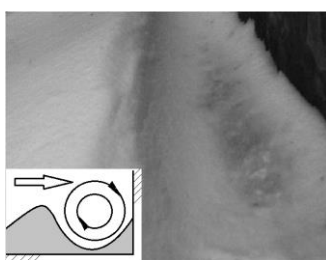
У випадку розташування механічної перешкоди на підвітряному боці напрямку руху фоновому повітряного потоку (рис. 1 б) при контактуванні ротору аерозолі з перешкодою відбувається активне руйнування периферійних шарів ротору, в яких зосереджена переважна частка диспергової мінеральної складової аерозолі. У зруйнованих турбулентних потоках, які контактують з поверхнею ландшафтної перешкоди, інтенсифікуються процеси адгезії мінеральних забруднювачів. В подальшому, в залежності від характеристик шорсткості поверхонь ландшафтних об'єктів, відбувається або преципітація мінеральних забруднювачів на цих поверхнях або, в разі контакту з аверсною стороною газо-пилозахисної лісосмуги, диспергований мінеральний пил і сажа в складі турбулентних потоків надходять до лакунарних порожнин смуги і депонуються масивом деревних і чагарникових насаджень.

За умови, коли поверхня механічної перешкоди розташована з навітряного боку фоновому повітряного потоку (рис. 1 в), формується “відкритий” ротор турбулентності. Дисперговані у повітрі мінеральний пил і сажа дифундують в цьому випадку не лише на поверхні перешкоди, але і на горизонтальних поверхнях ландшафту, які розташовані безпосередньо перед ландшафтною перешкодою. При цьому, в обох випадках адгезійні процеси мінеральних забруднювачів і технічного вуглецю, які продукуються автотранспортними потоками, визначаються характеристиками шорсткості поверхонь ландшафтних об'єктів, які контактують з ламінарно-турбулентними потоками повітряних аерозолів.

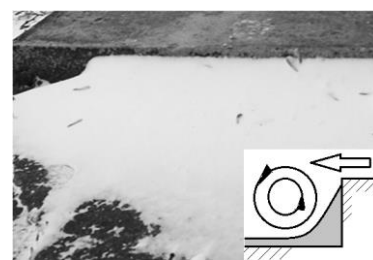
Ландшафтні топологічно-геометричні особливості смуги відведення автомобільної дороги значною мірою визначають характер преципітації і подальшого депонування пилових забруднювачів, що і засвідчено візуальними методами індикації вільнодиспергованого у повітрі “снігового” грубодисперсного аерозолі. Так, у випадку розташування земляного полотна автомобільної дороги у виїмці, преципітація переважної маси пилових забруднювачів і подальше їх депонування відбувається на бічних поверхнях виїмки, що ускладнює міграцію сажі і продуктів дезінтеграції матеріалів конструкції автомобільної дороги за межі смуги відведення (рис. 1 г). Ландшафтным розвитком наведеного на рис. 1 г є варіант облаштування профілю автомобільної дороги двобічною газо-пилозахисною смугою, яка виконує функції двобічного лінійного геохімічного бар'єру (рис. 1 д). Адгезійні та лакунарні властивості деревних і чагарникових насаджень газо-пилозахисних лісосмуг зумовлюють інтенсивне депонування пилових забруднювачів масивом смуги.



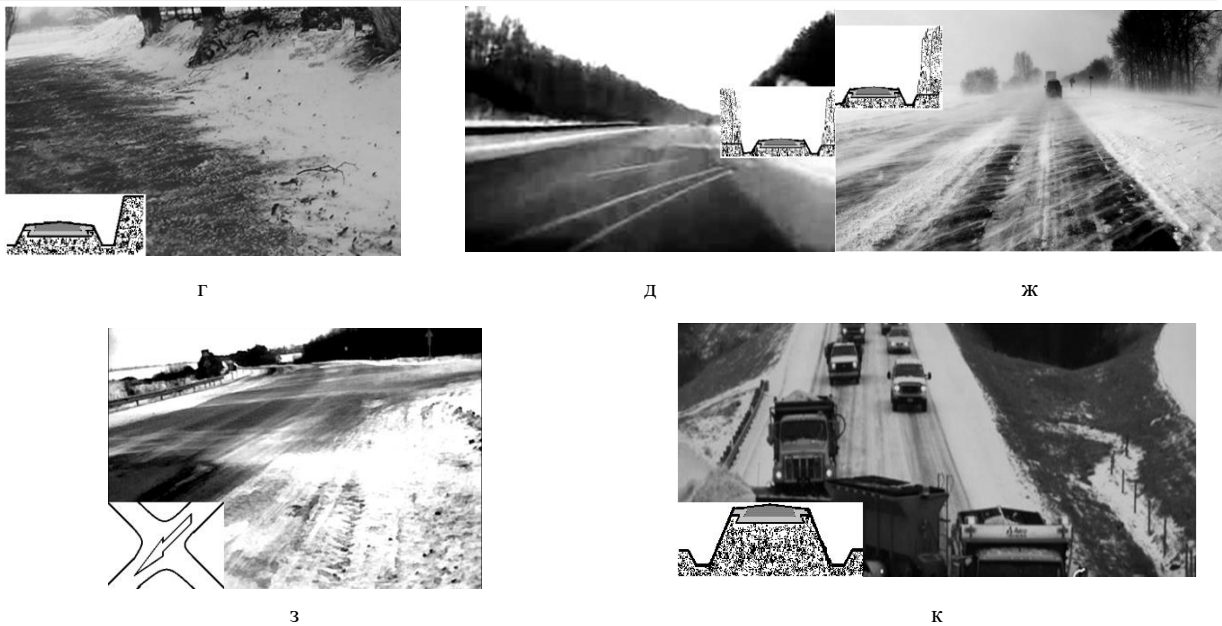
а



б



в



**Рис.1. Ротори турбулентності: а - індикація утворення ротору турбулентності на поверхні ландшафту; б - “закритий” ротор турбулентності поблизу поверхні вертикальної механічної перешкоди, яка розташована з підвітряного боку; в - “відкритий” ротор турбулентності поблизу поверхні вертикальної механічної перешкоди, яка розташована з навітряного боку; г - характер преципітації вільнодиспергованого у повітрі “снігового” грубодисперсного аерозолі при розташуванні автомобільної дороги у виїмці; д - двобічна газо-пилізахисна лісосмуга автодороги, як розвиток розташування автомобільної дороги у виїмці; ж - приклад нерациональної ландшафтної організації смуги відведення автомобільної дороги з однією стороною геохімічним бар’єром; з - утворення снігового “перемету” внаслідок впливу “крайового ефекту” в зоні розриву суцільності масиву газо-пилізахисної смуги автомобільної дороги; к - характер преципітації вільнодиспергованого у повітрі “снігового” грубодисперсного аерозолі при розташуванні автомобільної дороги на насипі**

Штучно створювані ландшафтні елементи автотранспортної мережі природно-техногенних геоекосистем мають передбачати детальне їх обґрунтування на стадії розробки проектної документації. Адже конструкційні параметри транспортної мережі, в тому числі, і параметри, що визначають рівень екологічної безпеки, які закладені на стадії проектування, на подальших стадіях експлуатації можливо лише зберегти, але ніяк не покращити. Тому, типові помилки при проектуванні деревно-чагарникових газо-пилізахисних смуг, а зокрема, і проектування однієї стороною геохімічних бар’єрів, зумовлюють погіршення транспортно-експлуатаційних характеристик автодорожньої мережі і призводять до зниження екологічної безпеки природно-техногенної геоекосистеми в цілому (рис.1.ж). В таких випадках виникають додаткові “коридори” інтенсивної неконтрольованої міграції газо-пилізових викидів автотранспортних потоків, які поширюються на значні відстані, а в зимовий період року на поверхні полотна проїжджої частини автодороги виникають численні снігові “перемети” рис. (1.з), які погіршують експлуатаційні умови руху автотранспортних потоків, та призводять до руйнування конструкційних матеріалів доріг.

Часто ландшафтні умови зумовлюють спорудження окремих ділянок автомобільних доріг на насипі (рис.1.к). В такому випадку утворювані турбулентні ротори аерозолі газо-пилізової хмари викидів автотранспортного потоку залучаються до фонових повітряних потоків і мігрують за межі смуги відведення та за межі резервних смуг автодорожньої мережі. Саме про такий характер міграційних процесів свідчить їх індикація, яку виконано на підставі аналізу преципітації снігових опадів в межах смуги відведення автомобільної дороги.



## ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ МАСОВИХ ВИБУХІВ В ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРАХ

Юрченко А.А., Рудченко А.Г.

*Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»,  
пр. Д. Яворницького 19, м. Дніпро, e-mail: Rudchenko125@i.ua*

Проаналізовано напрямки підвищення рівня екологічної безпеки масових вибухів в залізорудних кар'єрах. Встановлено, що одним із методів покращення екологічної ситуації навколо кар'єру є зменшення висоти викиду пилогазової хмари. Визначено, що висота хмари значною мірою залежить від набійки свердловинних зарядів. Проаналізовано різноманітні конструкції набійок та застосованих матеріалів і запропоновано використовувати набійку свердловини з гумовим корком з анкерним пристроєм, при якому буде найбільш повно використана енергія вибуху.

Видобуток залізної руди здебільшого здійснюється відкритим способом, що потребує, як правило, проведення масових вибухів для руйнування гірського масиву. При цьому в атмосферу викидається велика кількість пилу та вибухових газів, що вносить суттєвий вклад в зниження рівня екологічної безпеки регіону.

Екологічна безпека масових вибухів в кар'єрах визначається, насамперед, рівнем приземних концентрацій забруднюючих речовин, включно пил, за межами санітарно-захисної зони цих кар'єрів. Причому концентрації забруднюючих речовин, дальність їх розсіювання залежить від параметрів масового вибуху, висоти підйому пилогазової хмари та умов природного провітрювання кар'єрів. Тому одним із напрямків підвищення екологічної безпеки масових вибухів в кар'єрах є заходи по зменшенню висоти викиду пило-газової хмари, яка значною мірою залежала від набійки свердловинних зарядів. Її якість в значній мірі визначає ступінь використання енергії вибуху для руйнування гірського масиву, а також об'єм пило-газової хмари. Дослідження [1, 2] різноманітних конструкцій набійки та застосованих матеріалів дозволили зробити висновок, що шляхом удосконалення набійки свердловин можна майже в тричі збільшити час дії вибуху на руйнований масив. При цьому швидкість вильоту продуктів вибуху із гирла свердловини, а тому і висоту їх викиду, можна значно знизити.

Енергія вибуху може бути використана найбільш повно тільки в тому випадку, коли набійка забезпечує затримку продуктів детонації в свердловині до початку руйнування масиву і його зрушення. Це забезпечується в тому разі, коли сумарний опір сил тертя по поверхні зрушення буде рівний виштовхувальному зусиллю продуктів детонації.

В перший момент розвитку вибуху відбувається ущільнення матеріалу набійки за рахунок дії на торець набійки ударної хвилі та поршневого тиску продуктів детонації. Внаслідок такого ущільнення на контакті набійки зі стінками свердловини створюються сили бокового розпору. Так як ці сили більше опору зсуву матеріалу набійки, то в початковий момент вибуху набійка не ковзає по стінках свердловини, а зрізується по циліндричній поверхні, яка практично співпадає з боковою стінкою свердловини. Тому процес виштовхування набійки зі свердловини можна уявити наступним чином: в початковий момент вибуху газоподібні продукти детонації вибухівки намагаються зсунути набійку. До того часу, поки не відбудеться зсув, опір дії виштовхування продуктів детонації відбувається за рахунок інерції спокою власної маси набійки, сил внутрішнього тертя та зчеплення матеріалу набійки. Після зсуву набійки її переміщенню перешкоджає тільки власна вага і сили внутрішнього тертя.

Проміжок часу з моменту завершення детонації до початку відриву і зсуву порід залежить від величини тиску продуктів детонації, швидкості детонації вибухівки, міцності та тріщинуватості порід, що руйнуються, кількості вільних поверхонь забою, ліній найменшого опору тощо. Конструкцію набійки, а отже і час її руху в свердловині з моменту початку детонації до повної розгерметизації свердловини, можна підібрати такою, що він буде співпадати з моментом відриву і зсуву порід.

Якщо конструкція набійки така, що сумарний опір сил тертя зсуву набійки менше сили виштовхування продуктів детонації, то спостерігається збільшення швидкості її руху в свердловині. Внаслідок чого частина енергії вибуху, яка витрачається на руйнування гірського масиву, буде менше максимально можливої. За цих умов швидкість виходу продуктів детонації зі свердловини значно збільшується, що спричинює підвищення висоти викиду пилогазової хмари. Окрім цього, частина заряду вибухівки не встигає детонувати, викидається зі свердловини і догорає в пилогазовій хмарі, за рахунок чого підвищується концентрація вибухових газів в атмосфері.

Якщо конструкція набійки така, що сумарний опір сил тертя по поверхні зсуву набійки більше сили виштовхування продуктів детонації, то в момент відриву і зсуву порід верхня частина зарядної камери залишається заповненою набійкою. Стінки зарядної камери в цій зоні не будуть піддаватися безпосередній дії продуктів детонації, внаслідок чого подрібнення масиву буде незадовільним, що призводить до підвищення виходу негабариту після вибуху.

Енергія вибуху може бути найповніше використана тільки в тому разі, коли набійка забезпечує затримку продуктів детонації вибухівки в свердловині до початку руйнування масиву і його зрушення. Перспективна була б така конструкція набійки свердловин, яка б без зміни конструкції дозволяла б при зміні гірничо-геологічних умов регулювати опір її зсуву і руху в свердловині під тиском продуктів детонації вибухівки.

Цим вимогам, на наш погляд, відповідає запропонована конструкція набійки свердловин з використанням гумового корку з анкерним пристроєм [3], яка обладнується наступним чином: над зарядом вибухівки в свердловині передбачається штатна набійка, наприклад, відсів гірської маси. В гирлі свердловини над набійкою улаштовується гумовий корок, діаметр якого відповідає діаметру

свердловини. Гумовий корок розміщують в монолітному масиві гірських порід, оскільки вище цього рівня масив має підвищену кількість тріщин внаслідок дії на нього попередніх вибухів. Для закріплення гумового корку в свердловині запропоновано трубчатий анкер, який встановлюється по її центру. Анкер складається з анкерного болта з конусною головкою, гайки, шайби і трубки з прорізами. Для надійного заклинювання корку в свердловині закручують гайку, внаслідок чого конусний клин входить в трубку. Щільність торкання гумового корку зі стінками свердловини залежить від глибини проникнення клина в трубку з прорізами. Далі гирло свердловини над корком заповнюють штатною набійкою.

Завдяки використанню гумового корку при підриванні заряду вибухівки здійснюється «замкнення» продуктів детонації в свердловині. Використання корку з анкерним пристроєм дозволяє регулювати щільність її торкання зі стінками свердловини. При цьому опір сил тертя резинового корку по стінкам свердловини дії виштовхування продуктів детонації можна попередньо змінити і тим самим здійснювати керування швидкістю вильоту набійки зі свердловини.

#### *Літературні джерела:*

1. Ефремов Э.И. Роль забойки в запирании газообразных продуктов детонации / Э.И.Ефремов, С.Н. Родак // Повышение эффективности разрушения горных пород. – К.: Наукова думка, 1991. – С.3-8.
2. Колесник В.Е. Методы оценки экологической опасности выбросов пыли при массовых взрывах в железорудных карьерах / В.Е. Колесник, А.А. Юрченко, Ю.В. Бучавый //Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ: РВК НГУ. -2011. -№5. – С. 113-120.
3. Юрченко А.А. Снижение выбросов при массовых взрывах в карьерах путём применения резиновой пробки с анкерным устройством в качестве забойки скважинных зарядов / А.А. Юрченко // НГУ: Збірник наукових праць. – Дніпропетровськ: РВК НГУ. – 2011. – №35. Т.2. – С. 111- 117.

УДК 66.074.5

## **ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАПІВСУХИХ ТЕХНОЛОГІЙ СІРКООЧИЩЕННЯ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Ясинецький А.О., Вольчин І.А., Мезін С.В.**

*Інститут вугільних енерготехнологій НАН України  
вул. Андріївська, 19, м. Київ, 04070, Україна, ceti@i.kiev.ua*

Сірка є одним з найбільш шкідливих компонентів залізної руди та палива. Вона надає сталі підвищену здатність розтріскуватися, лопатися і руйнуватися під час гарячої прокатки, кування та штампування. Видалення сірки у сталеплавильних цехах є дорогим процесом, пов'язаним з великими технологічними складнощами, тому чавун, який надходить для виробітку сталі, має містити S не більше 0,007%, і відповідно у агломераті вміст сірки не повинен перевищувати сотих частин відсотка. Як правило, кускову сірчисту руду подрібнюють, а потім утворені дрібно-дисперсні частинки руди грудкують шляхом їх спікання в агломераційних машинах, видаляючи з руди переважну частину сірки, яка міститься у вигляді сульфідів та сульфідів. При спіканні руди, що містить пірит  $FeS_2$ , сумарний ефект окиснення сірки приблизно такий: 60% сірки окиснюється до  $SO_2$  та 40% – до  $SO_3$ . [1]. Агломерація є термічним процесом, тому в наслідок окислення складових металургійної шихти утворюються відхідні гази, що містять такі шкідливі компоненти, як  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $NO_x$  та пил. Існуюче газоочисне устаткування агломераційних машин раніше було представлено мокрими скруберами, в яких відбувається мокре очищення відхідних газів від пилу, а також частково – від діоксиду сірки. До недоліків мокрих скрубєрів слід віднести невисокий ступінь пилоочищення, а також утворення пульпоподібного субпродукту очищення, який потребує подальшого перероблення та утилізації [2].

В зв'язку з вище наведеними недоліками газоочисного обладнання агломераційних виробництв, а також з посиленням екологічних вимог [3], для агломераційного виробництва було розроблено комплексний спосіб пило- і сіркоочищення відхідних газів агломераційних машин з використанням напівсухого методу сіркоочищення.

Процес комплексного очищення відхідних газів включає в себе три етапи:

1. Попереднє очищення відхідних газів агломераційної машини від пилу.
2. Абсорбція та адсорбція діоксиду сірки у реакторі, в який вводять сорбент і технологічну воду, яка має повністю випаруватися в процесі.
3. Очищення потоку відхідних газів від сухих продуктів сіркоочищення в пиловловлювачі.

На рис. 1 показано мнемосхему технології, яка використовує даний комплексний спосіб газоочищення відхідних газів агломераційної машини.

Відхідні гази проходять попереднє очищення від пилу у рукавному фільтрі типу ФРІР (фільтр рукавний з імпульсною регенерацією). За ФРІР-1 встановлено екстаустер, що є тяго-дутьовим обладнанням для підтримки розрідження у вакуум-камерах агломераційної машини та для прокачування відхідних газів через ФРІР-1. Після екстаустера відхідні гази потрапляють до нижньої частини реактора-абсорбера, який є основним устаткуванням для реалізації процесу напівсухого сіркоочищення відхідних газів. Як сорбент у даній схемі використовується гашене вапно  $Ca(OH)_2$ . Система подачі сорбенту реалізована таким чином – свіжий сорбент завантажується у силос свіжого сорбенту, з якого пневмокамерним насосом він первантажується до бункера-дозатора свіжого

сорбенту, а далі шнековим живильником транспортується до бункера-дозатора готового сорбенту, де реалізується змішування свіжого сорбенту та продукту сіркоочистки (рециркуляційного субпродукту). З цього бункера готова суміш подається шнековим живильником до горизонтального газоходу, який з'єднаний з реактором-абсорбером. За рахунок різниці тиску у реакторі та атмосферного тиску під дією ежекції сорбент вводиться у реактор-абсорбер. Витрата сорбенту регулюється частотою обертання шнеку. Система подачі технологічної води у реактор-абсорбер передбачає встановлення пневматичних форсунок, що реалізують дрібнодисперсний розпил технологічної води, що є необхідним для повного випаровування крапель у реакторі-абсорбері.

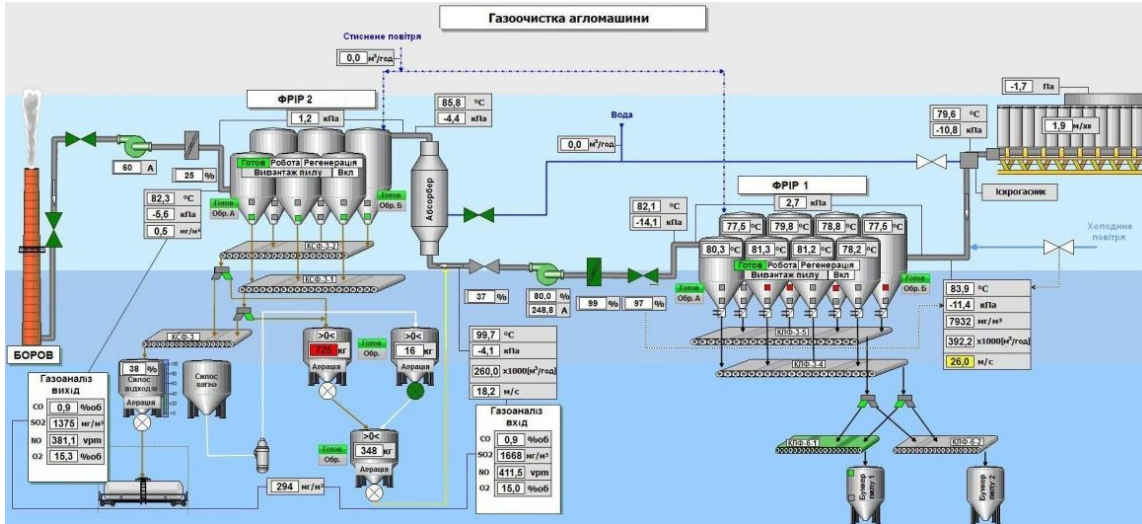


Рис. 1 Технологічна схема процесу пілосіркоочищення відхідних газів агломераційної машини

Поглинання діоксиду сірки у реакційній зоні є багатостадійним процесом, який складається з таких етапів:

- Абсорбція діоксиду сірки краплями технологічної води з утворенням нестійкої сульфїтної кислоти та наступна її дисоціація у дві стадії з утворенням іонів гідросульфїту (перша стадія) та сульфїту (друга стадія) і абсорбція частинок сорбенту краплями технологічної води та іонізація сорбенту у краплях з утворенням метал-іонів;
- Реакція утворених метал-іонів сорбенту та іонів сульфїту та гідросульфїту;
- По мірі випаровування технологічної води, відхідні гази охолоджуються та насичуються водяною парою, що може призвести до процесів адсорбції та конденсації вологи на поверхні частинок сорбенту, в результаті яких на поверхні частинок утворюється водяна плівка;
- Реагування у водяній плівці, а саме: утворення у сконденсованій водяній плівці метал-іонів, абсорбція діоксиду сірки водяною плівкою, та реакція утворених іонів у плівці на поверхні сорбенту; В зв'язку з наявністю кисню у відхідних газах проходить процес окислення гідросульфїту та сульфїту до сульфату;
- У процесі напівоного сіркоочищення вода повністю випаровується і утворюється сухий продукт сіркоочищення, що вловлюється у рукавному фільтрі ФРІР-2, де водночас проходить процес адсорбції діоксиду сірки на заповнений поверхні рукавів фільтра.

Тяго-дутьовим обладнанням, що прокачує димові гази через реактор-абсорбер та ФРІР-2, є димосос. Уловлений у ФРІР-2 сухий продукт сіркоочищення частково містить сорбент, що не прореагував, тому за технологічною схемою передбачено його рециркуляцію. Вона складається з конвеєрів, які транспортують продукти сіркоочищення до бункера-дозатора рециркуляційного субпродукту, з якого шлюзовим живильником вони транспортуються до бункера-дозатора готового сорбенту для змішування зі свіжим сорбентом.

Ефективне функціонування даної схеми пілосіркоочищення має деякі особливості та потребує вдосконалення деяких систем, а саме:

- Перший пиловловлювач (ФРІР-1) повинен забезпечити отримання вихідної концентрації пилу не більше 50 мг/м<sup>3</sup>. Уловлений пил може бути вдруге використаний в процесі агломерації. Це також забезпечує отримання більш чистого продукту сіркоочищення та зменшення навантаження на другий пиловловлювач (ФРІР-2);
- Розміри реактора-абсорбера повинні забезпечувати повне випаровування крапель технологічної води. Як показує математичне моделювання для випаровування крапель розміром 100 мкм потрібно близько 4 с часу перебування крапель у реакторі [4,5];
- Розподіл потоку відхідних газів по перетину реактора повинен бути рівномірним та виключати закручування потоку, що призводить до сепарації дисперсної фази на станки реактора;
- В системі подавання сорбенту в реактор ежекція сорбенту повинна бути замінена на інжекцію сорбенту, для цього схема повинна бути обладнана пневмо-гвинтовими насосами. Витрата сорбенту має залежати від вхідної концентрації діоксиду сірки;
- Система подачі свіжого сорбенту повинна бути незалежною від системи подачі рециркуляційного субпродукту.

- Другий пиловловлювач (ФРП-2) має забезпечити вихідну концентрацію пилу не вище 20 мг/м<sup>3</sup>. Вибір площі поверхні осадження другого пиловловлювача, а відповідно і його габаритних розмірів повинен враховувати максимальну витрату сорбенту та рециркуляційного субпродукту;

Особливості процесу напісного пилоосадищення повинні враховуватись при проектуванні нових газоочисних систем, що використовують напісний спосіб очищення.

*Літературні джерела:*

1. Вегман Е.Ф. Окусковывание руд и концентратов – М.: «Металлургия». – 1968. – 258 с.
2. Гордон Г.М., Пейсахов И.Л. Пылеулавливание и очистка газов в цветной металлургии. – М.: Metallurgiya. – 1977. – 456 с.
3. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 21.12.2012 № 671 «Про затвердження Технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин із устаткування (установки) для випалювання та агломерації металеві руди (включаючи сульфідну руду)», [www.zakon.rada.gov.ua](http://www.zakon.rada.gov.ua).
4. Вольчин И.А., Ращепкин В.А. Математическое моделирование процессов коагуляции частиц летучей золы с каплями жидкости в трубах Вентури мокрых скрубберов ТЭС // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2012. – № 2 – С. 44-53.
5. Igor Volchyn, Vladyslav Raschepkin, Andrey Iasynetskyi Flue gas dedusting in Venturi scrubbers at the thermal power plants // Environmental Engineering and Management Journal. – 2016 (in press).

УДК504.61:622.24

## ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СПОРУДЖЕННЯ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Яцишин Т.М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м.Івано-Франківськ, 76019, e-mail: yatsyshyn.t@gmail.com*

Спорудження нафтогазових свердловин пов'язано зі значним негативним впливом на навколишнє середовище. Ризик забруднення довкілля виникає як при порушенні технологічних режимів роботи обладнання або аварійної ситуації, так і при нормальних умовах роботи, що зумовлено існуючими технологічними процесами. Головними джерелами забруднення є бурові свердловини, гирлове обладнання, промислові майданчики, збірні трубопроводи, транспортні засоби та двигуни внутрішнього згорання бурового верстата і дизель-електростанції, а також складування обладнання і матеріалів, практично неминуче супутні буровим майданчикам [1].

Причини забруднення при спорудженні свердловин зумовлені недосконалістю технологій будівництва; недотримання технологій регламенту, а також експлуатаційною ненадійністю обладнання і конструкцій. Технологічні процеси цього комплексу використовують численні та різноманітні за хімічним складом небезпечні речовини, які через недосконалість технологічного обладнання чи порушення правил його експлуатації або в результаті аварій переходять у відходи, забруднюючи навколишнє середовище.

З метою запобігання потрапляння забруднення з різних частин обладнання для спорудження нафтогазових свердловин необхідно проаналізувати технологічні процеси та операції, які створюють ризик для довкілля. На рис. 1 наведено чинники техногенного впливу на довкілля при спорудженні свердловини.

Найбільш небезпечними для навколишнього середовища є поява некерованих газонафтоводопроявів і відкритих фонтанів. Наслідки, що виникають і неконтрольованість ситуації спричиняють надзвичайні масштаби забруднення навколишнього середовища. В довкілля потрапляють бурові розчини, вибурена порода, нафта, паливно-мастильні матеріали, хімічні реагенти, ПАР, обважнювачі. Серед чинників, що сприяють виникненню газонафтоводопроявів і відкритих фонтанів, окрім технічного стану обладнання та експлуатаційної надійності, є кваліфікація обслуговуючого персоналу і його поведінка при появі нестандартних аварійних критичних ситуацій. Однак, дотримуючись всіх експлуатаційних правил, їх можна уникнути.

В процесі створення свердловин для нафтогазовидобування чинником постійного негативного впливу на довкілля є буровий розчин, який може містити хімічні речовини різних класів безпеки. Враховуючи агресивний вплив на довкілля бурових розчинів, виділено групу обладнання, яке необхідно вдосконалити з метою зменшення ризику надходження в навколишнє середовище шкідливих речовин.

Оскільки буровий розчин знаходиться в насосно-циркуляційній системі бурової установки, то вибрані елементи даної системи, де проходить найбільш інтенсивне його випаровування, а саме: вібросито, комплекс гідроциклонів – батареї пісковідділювачів, муловідділювачів і глиновідділювачів, а також свердловинний інструмент, що підіймається зі свердловини [2].

Запропоновано модернізацію конструкції обраного обладнання, що дасть можливість зменшити площу поверхні випаровування бурового розчину, зменшити кількість обладнання, яке виконує однотипну функцію за рахунок покращення ефективності його роботи та скоротити викиди в навколишнє середовище в процесі підйому бурильної колони [3-5].



**Рис. 1 - Чинники техногенного впливу на природну структуру екосистем при спорудженні свердловини**

Необхідно сприяти зменшенню площі поверхні контакту бурових розчинів, шламів та відпрацьованих бурових стічних вод з прямим впливом кліматичних чинників (вітер, сонце, тощо). Це досягається за рахунок герметизації обладнання і використання безамбарного методу буріння.

В роботі розглянуто екологічно безпечні технології при спорудженні свердловин, однак для перспективи розвитку нафтогазовидобувної галузі необхідно впроваджувати прогресивні екологічно безпечні, ресурсозберігаючі та економічні технології на стадіях видобутку, транспортування, зберігання та переробки нафтопродуктів.

*Літературні джерела:*

1. Московченко Д.В. Нефтегазодобыча и окружающая среда: эколого-геохимический анализ Тюменской области / Д.В. Московченко – Новосибирск «Наука» Сибирское предприятие РАН,.- 1998. – 109с.
2. Яцишин Т.М. Природоохоронні технології нафтогазового комплексу / Т.М. Яцишин, О.О. Рейті// Екологічна безпека держави: тези доповідей X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, м. Київ, 21 квітня 2016 р., Національний авіаційний університет. – с. 81-82.
3. Шкіца Л.С. Пат.101928 Україна, (2012.01) В65G27/00. Вібросито для очищення бурового розчину / Шкіца Л.С., Яцишин Т.М., Лях М.М., Федоляк Н.В. заявник і патентовласник ІФНТУНГ - №а201206535; заявл. 29.05.2012; опубл. 13.05.2013, Бюл. №9, 2013.
4. Лях М.М. Пат. 89267 Україна, МПК(2009) Н 04 С 5/00. Гідроциклон / Лях М.М., Вакалюк В.М., Яцишин Т.М., Солоничний Я.В., Лях Ю.М., Вільчик О.Г.; заявник і патентовласник ІФНТУНГ - №а200804167; заявл. 02.04.2008; опубл.11.01.2010, Бюл. №1, 2010.
5. Іващенко В., Шкіца Л.С., Яцишин Т.М., Лях М.М. Патент України 108717 МРК Е21В 37/02(2006.01) В08В 9/023 (2006.01). Пристрій для очищення свердловинного інструменту.

УДК 662.65:6612.763:621.387.14

## **ВИСОКОЕФЕКТИВНІ ПАРОПЛАЗМОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ВІДХОДІВ**

**Жовтянський В.А.**

*Інститут газу НАН України, м. Київ, 03113, вул. Дегтярівська, 39, zhovt@ukr.net*

Плазмові технології наполегливо розширюють сферу свого застосування у світовій технічній культурі, зокрема – в енергетиці, зосереджуючись переважно на тих проблемах, які є важко вирішуваними традиційними методами теплотехніки. Прикладом можуть слугувати плазмо-повітряні технології підготовки низькоякісного вугілля до спалювання в котлах електростанцій, доцільність яких тривалий час заперечувалась багатьма спеціалістами-теплотехніками в колишньому СРСР. Перелом відбувся після того, коли автори цієї розробки впровадили перший зразок такого обладнання на одній з електростанцій Китаю. Через деякий час воно було тиражовано в кількості понад тисячу одиниць.

Подібна ситуація складається з плазмопаровими технологіями переробки відходів. Справа в тому, що вогневі технології пов'язані з ризиками утворення найбільш токсичних речовин – діоксинів та фуранів, якщо у складі відходів є хлорвмісні сполуки. Тому відповідно до Директиви 2000/76/ЄС при

переробці відходів з вмістом більше 1% мас. галогеновмісних органічних речовин в перерахунок на хлориди, температура на виході реактора повинна підтримуватися на рівні 1100° С, причому кожен локальний обсяг одержуваних при переробці газів повинен перебувати при цій температурі  $\geq 2$  с. У цих умовах діоксини і фурани повністю розкладаються, а хлор присутній в сполуці HCl. Надалі здійснюється швидке заохолодження продуктів газифікації. HCl утворює солі в подальших процесах промивання синтез-газу.

Нині згідно з висновками Національного інституту стратегічних досліджень в Україні взагалі відсутні надійні технології переробки таких відходів [Проблеми державного регулювання у сфері поводження з відходами та шляхи їх вирішення. Аналітична записка // Національний інститут стратегічних досліджень при Президентові України // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1386/>]. Науковці розвинених країн активно працюють над вирішенням проблеми переробки відходів з точки зору ідеології «Waste-to-Energy» (відходи – в енергію).

Цього року в Інституті газу НАН України завершується створення установки для переробки відходів з використанням плазмових технологій. Її унікальною особливістю відносно західних аналогів є використання пароводяної плазми, що підвищує якість отриманого синтез газу, істотно знижує фізичні обсяги відхідних газів, які вимагають очищення, та зменшує ризики утворення шкідливих оксидів азоту. Установка продуктивністю 500 кг/год. забезпечить переробку відходів на основі їхньої плазмо-парової конверсії з отриманням альтернативного газового палива. Застосування шахтної технології забезпечує найбільш економічний режим роботи установки з точки зору мінімізації енергетичних втрат. У варіанті транспортабельної установки альтернативне газове паливо може використовуватись для власних потреб, мінімізуючи енергоспоживання установки. А у варіанті стаціонарної установки – це паливо та скидне тепло можуть використовуватись для потреб конкретного підприємства або ж для виробництва електричної енергії для зовнішніх споживачів, що робить проект економічно привабливим.

Дуже важливим стане ефект використання такої технології для усунення також перспектив екологічної небезпеки (рівня «Чорнобиль-2») на основі переробки мулових запасів станцій аерації, в першу чергу – Бортницької станції аерації м. Києва. Висока енергетична ефективність пропонованої технології дозволить виробляти надлишкову електричну енергію, що сприятиме комерціалізації проекту. До одного з найважливіших вузлів такої установки відноситься блок енергоощадного сушіння вологої сировини, над яким працює організація-партнер – ПАТ «Індуктор».

Ще одним, економічно ефективним, використанням установки стане її застосування для комбінованої переробки як побутових відходів, так і частково – для переробки та знешкодження стійких органічних забруднювачів (СОЗ). Дійсно, в Україні склалася абсурдна ситуація, коли всупереч власним можливостям технологічного розвитку, знешкодження СОЗ українського походження здійснюється в інших країнах. Воно вимагає витрат величезних бюджетних коштів, оскільки вартість їх переробки складає 500-600 Євро/т. Пропонована цим проектом технологія теж дозволяє здійснювати переробку згаданих вище СОЗ у режимі, характерному для установок, які використовуються в Західній Європі. При цьому до основної вуглецевмісної сировини, яка переробляється, додатково добавляється частина СОЗ (в обсязі близько 20% за масою). Виходячи з загальної продуктивності установки, яка пропонується, на рівні 500 кг/год, її продуктивність щодо переробки СОЗ складе 100 кг/год, або 2400 кг/добу при тризмінній роботі, що складе 850 т/рік при коефіцієнті продуктивного використання обладнання 0,8. Це відповідає вартості їхньої переробки в країнах Західної Європи 510 тис. Євро (при середній ціні 600 Євро/т) або ж 15 млн. грн. Це відповідає також річній економії бюджетних коштів у результаті введення в експлуатацію лише однієї пропонованої установки. Таким чином, річна економія валютних ресурсів значно перевищує загальну вартість розробки та виготовлення установки для енергоефективної переробки вуглецевмісних відходів.

У результаті завершення цієї розробки в Україні будуть забезпечені передумови для створення установок переробки відходів на засадах самокупності (як буде показано в доповіді, західне обладнання такого призначення в Україні принципово не може бути прийнятним з економічних міркувань). На відміну від західних зразків пропонована розробка Інституту газу НАН України є набагато дешевшою. Тому її початкова вартість може бути компенсована за рахунок електричної енергії, яка виробляється в процесі переробки відходів та може бути переданою в зовнішні мережі енергопостачання. Одночасно будуть забезпечені найвищі екологічні стандарти переробки.

Виконання цієї роботи підтримано Міністерством освіти і науки України, проект "Розвиток пароплазмової технології конверсії осадів стічних вод станцій аерації " та в рамках Цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Фундаментальні аспекти відновлювано-водневої енергетики і паливно-комірчаних технологій».

# ПРОБЛЕМИ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ В НАФТОГАЗОВОМУ КОМПЛЕКСІ/ ISSUES OF TECHNOGENIC SAFETY IN OIL AND GAS COMPLEX

УДК

## DETERMINATION OF OIL PRODUCTS IN SOIL SAMPLE IN MARAMURES COUNTY

Dascalescu A.<sup>1</sup>, Michnea A.<sup>2</sup>, Pricop C.<sup>3</sup>, Barz C.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Technical University of Cluj-Napoca, North University Centre of Baia Mare, Romania, V. Babes Street, no 62/A, Baia Mare, anamaria.dascalescu@gmail.com*

<sup>2</sup>*Environmental Protection Agency of Maramures, Iza Street no. 3, Baia Mare, Romania, amichnea@yahoo.com*

<sup>3</sup>*Maramures County Office for Pedology and Agrochemistry Studies, Cosmonautilor Street no. 3, Baia Mare, Romania, cornelpricop@yahoo.com*

<sup>4</sup>*Technical University of Cluj-Napoca, North University Centre of Baia Mare, Romania, V. Babes Street, no 62/A, Baia Mare, crbarz@yahoo.com*

### Introduction

The Romanian legislation in force, including the one on soil quality translates European directives and recommendations including the methods used for pollution determinations. During Project RoUaSoil – HUSKROUA 1001/110 were create databases which includes new information to already existing databases on environmental quality within the Counties of Maramures (Ro) and Ivano–Frankivsk (Ua). The methodology employed for the analysis of oil products in the soil samples through IR spectrometry was introduced in the analyses portfolio of the Maramures Environmental Protection Agency, Romania, and National Technical University of Oil and Gas, Ukraina. Part of the monitoring carried out during the project was included in the annual monitoring programme of soil quality within the County of Maramures, which is carried out by the Maramures Environmental Protection Agency.

Pollution with oil and oil products have become ever more serious and are directly linked to the limited possibilities and high cost of cleaning works. Numerous types of economic activities are the pollution sources: units which ensure oil products, all installations linked with the extraction, depositing and cleaning of oil residue, oil processing, oil and oil products transportation, units which use oil products: oil and gas refineries, installations for the extraction of natural gas, spaces for distribution of gas and distribution point for gas, auto transport companies, petrol stations, natural gas stations and liquefied natural gas stations, units of the aircraft industry, rail transportation and units of rail infrastructures, [1]. Every year, the number of potential pollution sources with oil and oil products increases.

The standards of soil contamination with oil products

The Romanian legislation translates European directives and recommendations on soil quality and the methods used for pollution determinations.

Western Europe considers that the maximum safe limit in terms of oil and oil products in the soil is 1-3 g/kg, and the beginning of a major ecological disaster is 20 g/kg and anything exceeding this value. [1].

Inventory and analyze of sites presumed contaminated with oil products from Romania, Maramures County consisted in the following procedure:

a) SET THE INVENTORY- set the area of study, set the preliminary database containing information about historical pollution and accidental pollution (58 registrations); 50 points of soil sampling in Maramures County (in the areas: Baia Mare, Baita, Barsana, Bistra, Borsa, Copalnic, Grosi, Leordina, Moisei, Remeti, Sacel, Seini, Sighetu-Marmatiei, Stramtura, Targu-Lapus, ValeaChioarului, Viseu, ValeaViseului (samples from railway stations and disused railway stations; gas stations areas, samples taken from the closed wells, samples taken from the disused wells); in each point, soil sampling at deepness of 5 cm. and 30 cm.; labeling the soil samples; filling each sample; registration the GPS coordinates of the site location; site identification area; samples preparation for analysis; analysis of the soil sample with multi-parametric analyser;



**Figure 1 Potential pollution sources with oil and oil products in Maramures County [2]**

- b) THE Fourier infrared spectrophotometry ANALYSE OF PRELEVATED SOIL SAMPLES;
- c) IDENTIFICATION OF NEW CONTAMINATED SITES WITH OIL PRODUCTS and new registrations in Maramures Environmental Protection Agency' databases.

**Soil sampling**

In order to measure the content of oil/oil products, within the soil horizons are collected soil samples weighing of 0.5-1.0 kg. The number of samples taken from the soil profile is determined by the depth of penetration of the polluting substance. In addition to sampling of soil horizons, in the permanent observation points mixed soil samples are also collected at a depth of 0-20 cm[1]. Their location is determined using a GPS and is featured on the map, figure 4.



**Figure 2. Soil sampling [2]**





Figure 3. Soil samples with different concentration of oil components [2]

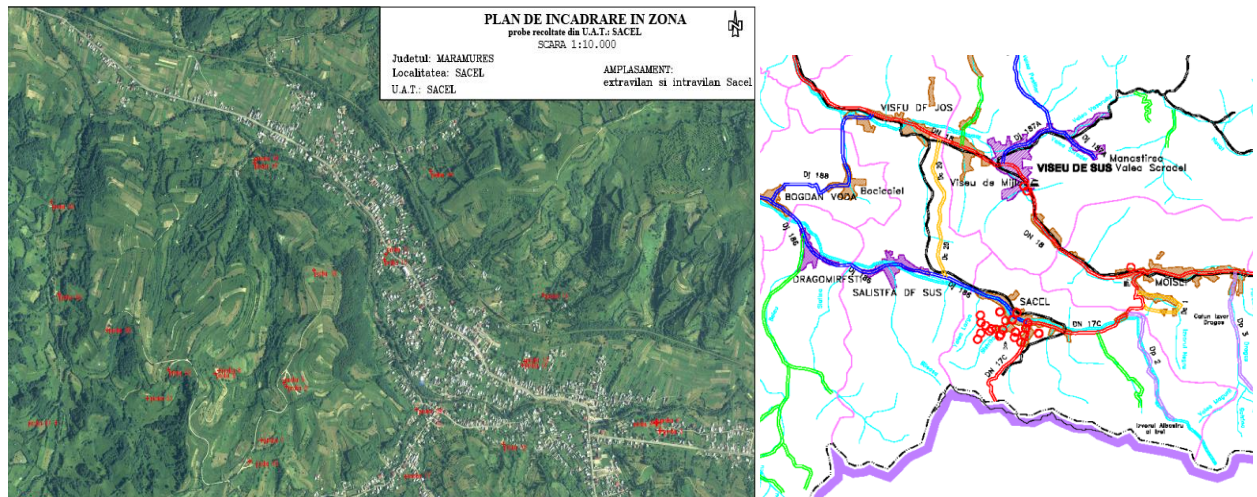


Figure 4. Registration of sites location' GPS coordinates on map [2]

Measuring the oil content in soils with the help of Fourier infrared spectrophotometer

The former Romanian standard (SR ISO/TR 11046) about analyses of soil pollution with oil components was based on extraction of oily products in 1,1,2 trichloro-1,2,2,-trifluoroethane. This solvent is depleting the ozone layer and was forbidden in EU in 2010. Actually there are not standards in force in Romania.

The proposed analysis method is extraction of oils in tetrachlorethylene and measurements with Fourier infrared spectrometer.

Was necessary to draft the working protocol and the Standard Operating Procedure PS-08, Ro, (which was developed in the project) and approved in 20.03.2014.

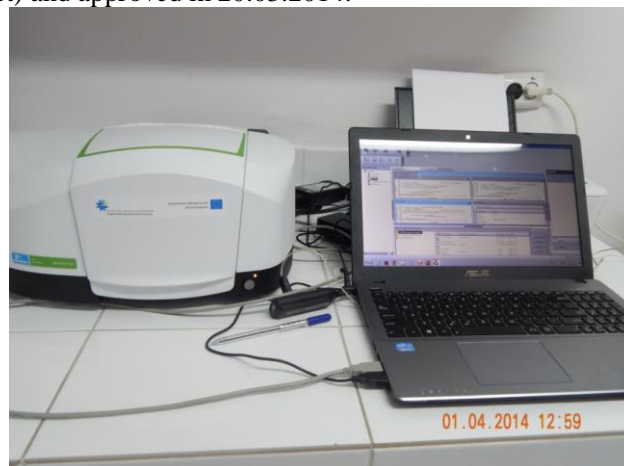


Figure 5. Fourier Transformer – IR Spectrometer [2]

All determinations were done with spectrometer FT-IR procured in HUSKROUA 1001/110 Project at Maramures Environmental Agency (Romania). All necessary reagents and laboratory supplies articles were procured in the Project.

Analyze of the soil samples using spectrometers FT-IR consisted in the following procedure: calibration (octanoic acid and isooctane in tetrachloroethylene); soil sample preparation (weighing, moisture analysis); extraction of THP in tetrachloroethylene and filtration; spectra acquisition with the spectrometer (3200-2700 cm<sup>-1</sup>); lab Report printing.

The results of the analyses of the soil samples were included in the databases of the studied area. Analyzing the registrations from the databases, the specialists can offer conclusion about the level of the studied sites pollution and the necessary management of those sites according their destination.

#### Conclusions

The evaluation of the study' results revealed the existing of two groups of content of oil pollutants in the soil samples: normal values (in accordance with the Romanian legislation in fore) in the soil samples taken from soil meant for sensitive use; high content of oil products (exceeding the alert and intervention threshold) in the soil samples taken from soil meant for less sensitive use (railway station and areas of former oil exploitation plants [2].

The research outcomes implementation by a proper management of the contaminated sites with oil products increase the sites level of environmental safety and make the return in use of these sites.

#### References

1. Dascalescu A, Adamenko Ya. and others 2015: HANDBOOK – Management of the contaminated sites with oil products, Ed Risoprint Cluj Napoca 2015 ISBN 978-973-53-1535-1
2. HUSKROUA 1001/110, RoUaSoil – Romania-Ukraine cross border area - Management of the contaminated sites with oil products, 2012-2015

#### УДК

## INTRODUCTION TO THE DEVELOPMENT OF NATURAL GAS IN CHINA

Jianguo Feng<sup>1\*</sup>, Kai Li<sup>1</sup>, Susak O.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lanzhou University of Technology, address (287 Langongping Road, Lanzhou, China) e-mail: fengjianguo2016@gmail.com

<sup>2</sup>Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, address (15 Karpatska Str, Ivano-Frankivsk, Ukraine) e-mail: susak52@gmail.com

China's natural gas development has some characteristics which consist of the highly potential resources, rapid growth of supply and consumption and rapid construction of pipe network. China's natural gas will become a big market, which will have great potential development, rapid supply and security system.

Keywords: natural gas development, natural gas resource, supply and consumption, supply and security system, natural gas market.

#### 0 Characteristics of China's natural gas development

At present china's natural gas development that is providing an indispensable driving force for China's sustained, stable and healthy development has entered a stage of rapid development. China's natural gas is rich in resource, and the natural gas has formed a multi-species and multi-channel supply pattern. China's natural gas development will have the following characteristics.

##### (1) The potential natural gas resources in China

The conventional natural gas of geological resources is 90 trillion cubic meters, mining capacity is 50 trillion cubic meters according to Chinese National Energy Administration of statistics. By the end of 2016, China has accumulated proven conventional natural gas geological reserves of 130,000 cubic meters, the remaining recoverable reserves of 5 trillion cubic meters.

##### (2) Natural gas supply capacity and consumption of rapid growth in China

Natural gas of production was 5 million cubic meters in 2005 and the production reached to 13.8 million cubic meters by the year of 2016. The current domestic natural gas has formed a conventional and unconventional supply and demand of pattern; China's natural gas consumption was 5.5 million cubic meters in 2006 and the gas was 20 million cubic meters by the end of 2016. Natural gas has increased about 16% in the past 10 years and the current consumption of natural gas has extended to 31 provinces in China.

##### (3) Rapid development of natural gas pipeline network in china

By the end of 2016, china has built long-distance pipeline about 65,000 km and LNG receiving 12 stations, receiving capacity is about 45 million tons per year.

#### 1 Development prospects of natural gas

Natural gas is a kind of clean energy and chemical raw material with high quality and efficiency, which is widely used in all aspects of national economic construction. Strengthening the development and utilization of natural gas has played important role in improving China's energy structured and energy efficiency, easing the pressure to energy transport, reducing pollutant emissions and improving the atmospheric environment and people's quality of life at the same time. Development prospects of natural gas are of the following characteristics.

##### (1) The potential market demand natural gas in china

China's per capita consumption of natural gas was 140 cubic meters in 2016. Natural gas consumption is accounted for a low proportion of primary energy, which is far below the world average. China's future growth in natural gas is mainly in urban natural gas, natural gas power generation, industrial fuel and transportation and so on.

##### (2) Rapid growth of natural gas supply in china

It is expected that China's natural gas supply capacity will reach to 360 billion cubic meters by 2020. China's natural gas supply capacity is 600 billion cubic meters by 2030.

(3) Natural gas supply and security system significantly improved

At present, China's natural gas has formed the systems of west to east gas transmission system in china, Shanxi to Beijing natural gas line system, western Sichuan to east gas transmission system and southwest natural gas pipe of network system. It is expected that the total length of China's natural gas pipeline network will reach to 10-12 million kilometers by 2020. China's future construction will form the gas storage group, which consists of the Bohai Sea, Northeast region in china, southwest region in china, Yangtze River Delta, central region in china, central and southern regions in china of six networks of coordination.

Conclusions

From characteristics and prospects of China's natural gas development, which are the natural gas supply path, gas range, gas safety, accounting for the primary energy occupancy rate and so on, We have knew that it would have a wide space in China in the future.

Acknowledgements

This project is co-funded by The Natural Science Foundation of Gansu Province (1508RJZA001) and China Scholarship Council.

References

1. China Natural Gas Development Report [R], 2016, Beijing, Chinese National Energy Administration.
2. 13th Five - Year Plan in China [R]. 2016, Beijing, Chinese National Energy Administration.

---

УДК 502.17

## ВПЛИВ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ «СОЮЗ» ТА «ПРОГРЕС» НА ДОВКІЛЛЯ У ПОДІЛЬСЬКО-КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ

Адаменко Я.О., Адаменко О.М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; E-mail: adolmak@mail.ru*

Трансконтинентальні магістральні газопроводи з півночі Сибіру через Україну у Західну Європу є екологічно небезпечними об'єктами. Побудовані у 70-80<sup>x</sup> роках минулого століття з гарантійним терміном 25 років, газопроводи майже вичерпали свою гарантію безпеки. Тому необхідно виконувати локальний екологічний моніторинг у зоні впливу газопроводів, адже у трубах діаметром 1400 мм при тиску газу 75 атмосфер, значній зношеності металу та при наявності вздовж трас зсувонебезпечних ділянок, зон неотектонічних розломів, складності рельєфу не виключається поява відмов у функціонуванні газопроводів, деформації труб і навіть вибухів, як це сталося біля с. Свалаява у 1975 р. [2, 3].

Щоб контролювати стан довкілля та керувати його екологічною безпекою, необхідно чітко знати, з яких компонентів воно складається. На кожний компонент живої і неживої природи, на кожную сферу, що оточує Землю, впливає той чи інший техногенний об'єкт. Необхідно вміти оцінювати цей вплив, стежити за його змінами, прогнозувати його розвиток, щоб керувати станом довкілля і вчасно запобігати його негативним змінам. Отже, в структурі довкілля виділяємо такі компоненти довкілля: геологічне середовище та геоморфосферу, ґрунтовий покрив, гідросферу та атмосферу, рослинний покрив. До компонентів довкілля відносять також тваринний світ, геофізичні поля, демосферу і техносферу [3-5].

Мета дослідження – екологічна оцінка територій у зонах впливу магістральних газопроводів для забезпечення їх експлуатаційної надійності, потреб органів державної влади, місцевого самоврядування та громадськості в оперативній і достовірній інформації про стан навколишнього природного середовища та безпеки техногенних об'єктів.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- провести аналіз попередніх природничих та екологічних досліджень на обраній модельній території газотранспортної системи та визначити невирішені питання;
- співставити існуючі методичні підходи до оцінки екологічного стану та визначення сучасної екологічної ситуації у зонах впливу небезпечних техногенних об'єктів;
- провести екологічний аудит стану компонентів довкілля у зоні впливу магістральних газопроводів;
- розробити схему геоекологічного районування та прогноз розвитку сучасної екологічної ситуації та змін екологічного стану у залежності від антропогенної трансформованості ландшафтів під впливом магістральних газопроводів;
- запропонувати постійно діючу геоінформаційну еколого-технологічну систему локального екологічного моніторингу для оцінки стану довкілля у зонах впливу магістральних газопроводів.

Об'єктом дослідження є екологічний стан геоекосистем Подільського Придністров'я та Передкарпаття у зонах впливу потужних техногенних об'єктів – магістральних газопроводів.

Предметом дослідження є взаємовпливи та взаємозалежності між компонентами довкілля, що формуються в процесі природного функціонування геоекосистем та їх трансформації під техногенним впливом магістральних газопроводів.

Методи дослідження. Методологічну основу роботи складають концепції екологічного аудиту та моніторингу довкілля, геоєкології, геохімії ландшафтів та навколишнього середовища, екологічної безпеки та технології захисту навколишнього середовища.

Методи: еколого-техногеохімічне та еколого-геоморфологічне картування; ландшафтно-геохімічні дослідження; визначення хімічного складу основних компонентів навколишнього середовища за стандартними методиками геохімії; складання еколого-техногеохімічних карт стану довкілля та геоєкологічне районування.

Наукова новизна одержаних результатів: 1. Вперше для Подільського Придністров'я та Прикарпаття на ієрархічному рівні 7 адміністративних районів, з врахуванням попередніх досліджень та аналізу різних методичних підходів до екологічної оцінки ландшафтів, складена порівняльна екологічна карта, що характеризує сучасний стан природних середовищ та екологічну ситуацію. До наших досліджень вона визначалась лише у загальному вигляді для Тернопільської та Івано-Франківської областей в цілому.

2. Вперше для Подільського Придністров'я та Прикарпаття виконане геоєкологічне районування території впливу магістральних газопроводів з ранжуванням геоєкологічних структур, а саме зон і смуг на нормальний, задовільний і напружений геоєкологічні стани.

3. Вперше створена постійно діюча багатокомпонентна геоінформаційна еколого-технологічна система оцінки впливу магістральних газопроводів на стан довкілля та залежність експлуатаційної надійності газопроводів від небезпечних геодинамічних процесів та явищ, що розвиваються вздовж газотранспортних трас.

4. Дістала подальшого розвитку методика роздільного визначення природних і техногенних складових природно-антропогенних геоєкоосистем як в цілому, так і їх компонентів зокрема.

5. Вдосконалена методологія побудови еколого-техногеохімічних карт як традиційними, так і новими – автоматизованими, комп'ютерними методами з використанням новітніх геоінформаційних та ІТ-систем, з використанням дистанційного зондування Землі та програм SURFER, Map Info, Corel Draw, Arc GIS та ін. для забезпечення експлуатаційної надійності магістральних газопроводів.

Практичне значення одержаних результатів. Екологічна оцінка природно-антропогенних геоєкоосистем може бути використана для наукового обґрунтування екологічно безпечного функціонування газопроводів, створення територіальних громад, планувань територій Тернопільської та Івано-Франківської областей, а також для еколого-туристичного районування та екологічно безпечного використання рекреаційних ресурсів [1-5].

Наукові розробки пропонованого дослідження реалізовано в навчальному процесі на кафедрі екології Інженерно-екологічного інституту ІФНТУНГ при викладанні дисциплін для спеціальностей «екологія» та «технології захисту навколишнього середовища»: «Екологічна безпека», «Інформаційні технології», «Ландшафтна екологія», «Методологія та організація наукових досліджень», «Моделювання і прогнозування стану довкілля».

#### *Літературні джерела*

1. Адаменко Я. О. До історії природничих та геоєкологічних досліджень Подільського Придністров'я у зоні магістральних газопроводів / Я. О. Адаменко, О. М. Адаменко, В. С. Скрипник, Т. Ю. Федорчак // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2016 – № 2 (14) . – С. 16-23.

2. Екологічна безпека збалансованого ресурсокористування у Карпатському регіоні: монографія [О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова та ін.] – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2013. – 268 с.

3. Екологічна безпека територій: монографія [О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова та ін.] – Івано-Франківськ: Супрун В.Г., 2014. – 444 с.

4. Радловська К. О. Локальний моніторинг довкілля для адміністративних районів і територіальних громад: монографія / К. О. Радловська. – Петраш К.Т., 2015. – 188 с.

5. Триснюк В. М. Екологія Гусятинського району Тернопільської області: Монографія / В. М. Триснюк. – Тернопіль: Терно-граф, 2005. – 225 с.

**УДК630.456**

## **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ДОВКІЛЛЯ ТА ЛОКАЛЬНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ**

**Богуславець М.М., Челядин Л.І.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019*

У сучасному світі склалась така ситуація, що розвиток промислового виробництва та урбанізації спричиняє забруднення довкілля за рахунок таких чинників як забруднення атмосфери викидними газами, забрудненими стічними водами і техногенними твердими побутовими та промисловими відходами. В Україні утворюється значна кількість твердих відходів- золошлаків, шламів водоочищення стоків гальванічних виробництв і нафто перероблення, яка складає у 2015р 312,3млн.т. а у Івано-Франківській області близько 2124,86 тис.т. [1]. Техногенне забруднення довкілля спостерігається у всіх регіонах України й близького зарубіжжя та є першим істотним чинником екологічної небезпеки,

що зумовлює необхідність розроблення нових методів їх утилізації та перероблення. На промислових об'єктах у процесі промислового виробництва утворюються викидні гази, що вміщують шкідливі для довкілля компоненти (CO, NOx, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S), які через недостатнє очищення забруднюють атмосферу. В Україні за 2015 рік викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря склали 4521, 3 тис.т. і на одну особу 105,5кг, а в Івано-Франківській області – 192,7кг в основному у районі Бурштинської ТЕС, і це другий значний чинник екологічної небезпеки. За 2015 р. в Україні у водні ресурси потрапило приблизно 5,6 млрд. м<sup>3</sup> стічних вод, а у Івано-Франківській області близько 58,6 млн. м<sup>3</sup>, які забруднюють гідросферу і, відповідно, довкілля, а разом зумовлюють третій важливий чинник екологічної небезпеки довкілля. Інші чинники впливають не так вагомо. У результаті виробничої діяльності підприємств (об'єктів) з випуску продукції та життєдіяльності людини утворюється велика кількість відходів (твердих, рідких, газоподібних), які забруднюють довкілля наявними в них сполуками елементів I-IV класу небезпеки та впливають на екологічну безпеку. Оцінка забрудненості довкілля різними авторами проопнується за певними показниками, а згідно методики [2] визначення інтегрального показника екологічної безпеки об'єкта (ШЕБО) включає розрахунки коефіцієнтів забруднення (Кі) від різних чинників (за даними статистичної звітності підприємств). Для визначення ШЕБО одного з підприємств області під назвою «Нафтоперегонка» використали дані, які це підприємство подавало в статистичних звітах протягом 2013-2015 рр, що приведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Коефіцієнти забруднень і затрат об'єкта «Нафтопереробка» за 2013-2015 рр.

№ п/п	Коефіцієнти	Інде кс	Роки		
			2013	2014	2015
1	забруднення гідросфери	Кв	0,615	0,746	0,616
2	забруднення атмосфери	Ка	0,277	0,225	0,171
3	забруднення техносфери	Кш	0,512	0,431	0,574
4	екологічних затрат	Кз	0,021	0,035	0,028
5	Загальний показник екологічної безпеки об'єкта	ШЕБО	100,5	102,9	101,6

Найбільш поширеними забруднювачами стічних вод є нафтопродукти (н/п)-група вуглеводнів нафти, мазуту, гасу, масел і їх домішок, які внаслідок їх високої токсичності, належать, які за даними ЮНЕСКО відносяться до числа десяти найбільш небезпечних забруднювачів довкілля. Тому розробка технологій захисту довкілля від забруднень має надзвичайно важливе значення для суспільства. Довкілля найбільше забруднюється стічними водами, що утворюються у результаті добування та переробки природних ресурсів

Основними джерелами забруднень Н/П стічних вод є видобувні і нафтопереробні підприємства (НПЗ), системи перекачування і транспортування, нафтові термінали і нафтобази, сховища нафтопродуктів, залізничний транспорт, річкові й морські танкери, автозаправні комплекси і станції. Крім цього, стічні води утворюються на складах нафтопродуктів і станціях технічного обслуговування автомобілів, які знаходяться в промислово-туристичних територіях, що віддалені від каналізаційних систем міст, селищі не мають очисних споруд з очищення стічних вод. Значний вплив на довкілля Івано-Франківської області [1] мають стічні води з НПЗ ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» та м. Надвірна, які склали у 2016р 2,8 млн.м<sup>3</sup>.

Для очищення стоків, щомістять органічні та неорганічні забруднення, використовуються фізико-хімічні методи очищення стічних вод[3,4], які основані в першу чергу на виділенні дисперсних частинок седиментацією, яка змінюється за рахунок факторів, що порушують агрегатну стійкість системи. Факторами, що найбільше впливають на очищення стічної води є дія хімічних реагентів-коагулянтів, флокулянтів і окисників та електрооброблення.

На НПЗ використовують механічне та біологічне очищення стічних вод. Однак комунальні стоки з м. Надвірна очищаються на НПЗ, де змішуються з промисловими стоками, що ускладнює біологічний процес очищення, оскільки в активному ілі присутні бактерії для перетворення певних забруднень. Для такого виду стоків у вітчизняних і зарубіжних публікаціях рекомендуються очисні системи, що включають локальні установки очищення стоків з окремих виробництв. Дослідження [5]показують, що для такого типу стічних вод ефективними є технології, які включають стадії відділення завислих у тонкошаровому відстійнику і електрообробку.

Мета наших досліджень – розробка локальної лабораторної установки та встановлення оптимальних параметрів процесу фізико-електрохімічного очищення стоків з вмістом різних забруднень, в основному від Н/П.

Для досліджень використовували стічну воду ПАТ “Нафтохімік Прикарпаття,” що вміщає н/п і тверді домішки(завислі), а також СТО в м. Івано-Франківськ. Установка складається з ємності для стічної води, насоса, електроапарата, тонкошарового відстійника, ємностізбору шламυ водоочищення, електролізера, фільтра, ємності для збору очищеної води. Дослідження на першому етапі проводили таким чином. З сировинної ємності стічна вода насосом подавалась у відстійник протягом одної години у кількості 5 дм<sup>3</sup>. Очищення стічних вод від завислих проводили за допомогою горизонтального відстійника з похилими площинами (ПП) та апарат електрооброблення. Визначення показників стічної води проводили за методиками [6]. Результати досліджень 12-х проб за різних параметрів обробки стічних вод в електроапараті (напруга) і відділення н/п у тонкошаровому відстійнику (зміна кута нахилу похилих площин) приведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Параметри процесу очищення і показники стічних вод

№ проби, об'єкт	Параметри очищення		до очищення, мг/дм <sup>3</sup>		після очищення, мг/дм <sup>3</sup>		Ступінь очищення, %	
	Напруга, В	Кут нахилу площин, °	Механічні домішки	Н/п	Механічні домішки	Н/п	Механічні домішки	Н/п
1-НПЗ	8	30	66,1	15,6	7,3	0,4	87,9	97,4
2-НПЗ	10	30	66,1	15,6	4,1	0,45	93,7	97,1
3-НПЗ	12	45	66,1	15,6	3,3	0,55	95,0	96,5
7-СТО	8	45	120,3	8,4	6,3	0,42	94,5	95,0
8-СТО	10	60	120,3	8,4	3,8	0,38	97,7	95,5
9-СТО	12	60	120,3	8,4	4,2	0,5	96,5	94,0

**Висновки:**

1. Вплив промислових та комунальних об'єктів на екологічну безпеку можливо зменшити завдяки використанню локальних установок з фізико-електрохімічним процесом очищення.

2. Ступінь очищення стічних вод після їх електрообробки і пропускання через тонкошаровий відстійник від н/п складає 94,0–97,4% й механічних домішок – 87,9–97,7% за оптимальної напруги обробки 10 В та кута нахилу похилих площин у тонкошаровому відстійнику 45°.

*Літературні джерела*

1. Державна статистика України «Довкілля Івано-Франківщини». – Івано-Франківськ. - 2016. - с.196.
2. Челядин Л.І. Наукові засади ресурсозберігаючих технологій та устаткування підвищення екологічної безпеки промислових об'єктів Прикарпаття. Івано-Франківськ. - 2011. - с.336.
3. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А.К. Запольський, Н.А. Мішкова-Клименко, І.М. Астрелін та інші. – К.: Лібра, 2000. – 552с.
4. Wastewater Engineering: Treatment and Reuse Hardcover /Inc. Metcalf & Eddy, George Tchobanoglous, Franklin Burton, H. David Stensel //McGraw-Hill/ Science/Engineering/Math, 2002. – 1848 р.
5. V.L. Chelyadyn, L.I. Chelyadyn Processing Technologies of TechnogenikWaste into Filter Media for Sewage Treatment Of Industrial Objects Монографія Люблінської політехніки. Water Supply and Wastewater Removal. 2016, -С.15-25
6. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод.- Москва. Химия, 1984. – 448с.

**УДК 665**

**ОЦІНКА ВИКИДІВ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ ПАРИ НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ ДО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Бойченко С.В.<sup>1</sup>, Черняк Л.М.<sup>1</sup>, Бабатунде О.<sup>1</sup>, Топільницький П.І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний авіаційний університет, м. Київ, проспект Космонавта Комарова 1, к.5.610 e-mail: specially@ukr.net

<sup>2</sup>НУ «Львівська політехніка», м. Львів, вул. Бандери 12

Екологічні проблеми, що мають у наш час глобальний характер, найяскравіше проявилися у нафтопереробній галузі, де викиди шкідливих речовин створюють техногенне навантаження на довкілля. Постійно змінюються технології, внаслідок чого такі параметри як температура, тиск, вміст небезпечних речовин досягають критичних величин. Переважна більшість продукції нафтопереробних заводів з передовими технологіями, які забезпечують комплексну переробку сировини є вибухонебезпечні чи токсичні. Перелічені особливості сучасних об'єктів нафтопереробки зумовлюють їх потенційну екологічну небезпеку. Нафтопереробна промисловість усього світу стикається з жорсткими екологічними вимогами до якості нафтопродуктів, що випускаються.

Актуальність теми полягає в тому, що інтенсивний розвиток промисловості та розширення сфери використання нафтопродуктів усіх видів зумовлює зростання забруднення навколишнього середовища. Тому, з найважливіших проблем нафтопереробної галузі є проблема охорони виробничого та навколишнього середовища. Нафтопереробна промисловість належить до тих галузей, які найбільшою мірою відповідальні за здоров'я населення. Процеси переробки нафти являють собою небезпеку для довкілля, так як забруднюють атмосферу, гідросферу, літосферу. У зв'язку з цим важливим є аналіз рівня впливу НПЗ на навколишнє середовище розташування даного заводу. Щоб знизити і запобігти екологічному навантаженню на навколишнє середовище, в нафтопереробці необхідно впроваджувати екологічні методи управління, вести господарську діяльність у межах ємності екосистем на основі масового впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій.

Метою даної роботи була оцінка кількісних показників викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище на спроектованому нафтопереробному заводі продуктивністю 6 млн. т/рік, де переробляються нігерійські нафти.

Адже, як відомо, робота нафтопереробного заводу неможлива без втрат частини вуглеводнів. Кількість цих втрат залежить від багатьох чинників, основними з яких є характеристика нафти і нафтопродуктів, кліматичні умови в даному регіоні, технологічні аспекти виробничого циклу, особливості обслуговування технологічного обладнання при нормальній експлуатації і під час планових ремонтів тощо.

При виконанні роботи розраховували втрати вуглеводнів на різних етапах переробки нафти, під час зберігання нафти і нафтопродуктів, їх транспортування та ін.

Як відомо, основними джерелами викидів вуглеводнів в атмосферу є: резервуарні парки (викиди з дихальних клапанів за рахунок випарів з відкритих поверхонь), технологічні установки (викиди за рахунок нещільності технологічного обладнання, трубопровідної апаратури, сальників насосів, а також з робочих клапанів у випадку аварійних ситуацій, вентиляційні викиди з робочих приміщень); системи оборотного водопостачання (випаровування вуглеводнів у нафтовіддільники і градирнях); очисні споруди (випаровування з відкритих поверхонь нафтопасток, ставків-відстійників, флотаторів, шламо- і мулонакопичувачів); а також об'єкти очисних споруд та системи споруджень водопостачання (відкриті пастки, різні ставки, біологічні очисні споруди, градирні та колодязі заводської каналізації, з яких випаровуються вуглеводні та інші сполуки з поверхні стічних вод).

Залежно від природи походження загальнозаводські втрати вуглеводнів (нафтопродуктів) діляться на такі основні групи:

1. Втрати з резервуарних парків;
2. Втрати з транспортних ємностей;
3. Втрати з очисних споруд.
4. Втрати з блоків зворотного водопостачання (БОВ);
5. Втрати при роботі вакуумстворюючої апаратури;
6. Втрати при роботі технологічних насосів та компресорів;
7. Технологічні втрати;
8. Втрати під час проведення ремонтних робіт.

Розраховані нами вище вказані види втрат вуглеводнів склали основу для встановлення загально річних втрат вуглеводнів на спроектованому НПЗ.

Отже, річні втрати на розроблювальному НПЗ становлять  $\approx 1,47\%$ , що знаходиться на рівні втрат на найсучасніших нафтопереробних заводах світу. Основну частку у втратах складають технологічні втрати за рахунок випалу коксу на установці каталітичного крекінгу, які уникнути неможливо.

**УДК 620.191.33: 620.193**

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НЕІЗОТЕРМІЧНИХ НАФТОПРОВОДІВ**

**Болонний В.Т.**

*ДКНГ, 82100, м. Дрогобич, вул. Грушевського, 57, e-mail: bolonnijvasil@gmail.com*

Трубопровідний транспорт нафти характеризується низкою переваг в порівнянні з іншими видами транспортування. Проте експлуатація нафтопроводів обумовлена чисельними факторами, які можуть привести до значних технологічних ризиків, тим самим зменшують безпеку і надійність роботи лінійної частини нафтопроводів.

Зокрема, це стосується і неізотермічних нафтопроводів. До даного типу нафтопроводів відноситься нафтопровід Долина – Дрогобич. Його технічна характеристика представлена в таблиці 1.

Таблиця 1- Основні технічні параметри нафтопроводу Долина-Дрогобич

Найменування технічного параметра	Величина параметра
Довжина трубопроводу, км	58,6
Зовнішній діаметр і товщина стінки, мм	Ділянка 0-40 км 273x9 ділянка 40-58,6 км 273x8
Різниця геодезичних позначок кінця і початку трубопроводу, м	-117
Кількість нафтоперекачувальних станцій	1
Геометричний об'єм порожнини трубопроводу, м <sup>3</sup>	2994
Тиск випробування, МПа	8,5
робочий, МПа	4,1
Проектна пропускна здатність, млн.т/рік	1,8

При їх експлуатації виникають наступні групи технологічних ризиків:

- аварійні витіки нафти з лінійної частини нафтопроводів;
- технологічні ризики зменшення безпеки і надійності роботи лінійної частини нафтопроводів.

Найбільша кількість аварійних витоків з лінійної частини неізотермічних нафтопроводів виникає внаслідок зловмисних дій посторонніх осіб, утворення тріщин, свищів, корозійних язв та пітингів.

До другої групи відносяться порушення технологічних карт уставок роботи лінійної частини, режимних параметрів перекачування в розрізі результатів внутрішньотрубного діагностування неізотермічних нафтопроводів та внаслідок різкої пульсації тисків за рахунок особливостей технології перекачування високов'язких сортів нафт. Це викликає стрибкоподібну зміну витрати нафти і

коливальний високочастотний процес зміни тиску на вході насосної станції, частота і амплітуда якого визначатиметься характеристиками системи і квазістаціонарного режиму. Пульсації тиску спричиняють коливання напружень в стінках трубопроводів, що може призвести до втрати міцності.

Для даних випадків, які виникають при експлуатації лінійної частини неізотермічних нафтопроводів, характерні нестационарні умови руху рідини в нафтопроводі. Їх можна описати за допомогою такої системи рівнянь:

$$\begin{aligned} -\frac{\partial P}{\partial x} &= \frac{\partial(\rho w)}{\partial t} + \frac{\lambda \rho w^2}{2d} \\ -\frac{\partial P}{\partial t} &= c^2 \frac{\partial(\rho w)}{\partial x} \end{aligned} \quad (1)$$

де  $P(x,t)$  - тиск рідини як функція лінійних координати  $x$  і часу  $t$ ;  $\rho$  - густина нафти;  $w$  - лінійна швидкість рідинного потоку;  $\lambda$  - коефіцієнт гідравлічного опору трубопроводу внутрішнім діаметром  $d$ ;  $c$  - швидкість звуку в рідкому середовищі.

В результаті проведених наукових напрацювань і досліджень можна константувати складний вплив різного роду технологічних факторів на роботу лінійної частини неізотермічних нафтопроводів, як особливої категорії нафтопроводів, що потребує створення керівних документів щодо зменшення кількості нештатних ситуацій на трубопроводному транспорті високо парафіністичних нафт.

#### Літературні джерела

1. Болонний В.Т. Вплив коливань робочого тиску на експлуатаційну надійність неізотермічних нафтопроводів / В.Т. Болонний, Л.І. Мельник, П.П. Янів // Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми і перспективи транспортування нафти і газу» ІФНТУНГ. – 2012. – С. 141-143.

2. Ждек А.Я. Розрахунок об'єму витоків нафти в результаті аварії лінійної частини магістрального нафтопроводу / А.Я. Ждек, Н.В. Петрів // Нафта і газ. Наука – Освіта – Виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку: матеріали всеукраїнської науково – технічної конференції. ДКНГ – 2015. – С. 20-23.

3. Шляхи підвищення ефективності та зменшення енерговитратності експлуатації газонафтопродуктопроводів за неповного їх завантаження. Матеріали комітетських слухань «Перспективи та шляхи нарощування видобутку вітчизняних нафти і газу для підвищення енергетичної безпеки України» Комітет Верховної Ради з питань паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки / В.Я. Грудз, М.Д. Середюк. – Київ. – 2015.

4. Грудз В.Я. Технічна діагностика трубопроводних систем / В.Я. Грудз, Я.В. Грудз, В.В. Костів. – Івано-Франківськ: Лілея НВ, 2012 – 512 с.

УДК: 551.1

## ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ГАЗОГІДРАТНИХ ПОКЛАДІВ

Витязь О.Ю., Ляшенко А.В.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15 e-mail: o.vytyaz@gmail.com

Тема альтернативних або додаткових джерел енергії стає з кожним роком все більш актуальною і значущою. Світові ціни на нафту чи газ постійно ростуть, отже, зростає ціна і інших енергоносіїв. Таким чином, очевидна необхідність переходу на альтернативні, відновлювані джерела енергії. Одним з перспективних джерел є природні газогідрати, сланцевий газ, газ вугільних пластів і т.д.

Аналіз розповсюдження газогідратних покладів показав, що 98% від усього їх об'єму знаходиться в акваторіях Світового океану на глибинах води понад 300 – 700 м (у узбережжя Америки (як Центральної, так і Південної й Північної), Африки, Болгарії, Норвегії, Румунії, Туреччини, України та Японії); а 2% припадає на материкову частину.

У природі газогідрати утворюються в глибоководних відкладеннях морів та океанів, а також у районах вічної мерзлоти в основному з вуглеводневих газів. Найбільш поширеним газом, що формує природні газові гідрати, є метан. Крім метану до складу природних газогідратів можуть входити інші вуглеводні – етан, пропан, бутан, а також вуглекислий і сірчистий гази, сірководень, аргон та ін.

Переважає більшість скупчень газових гідратів знаходиться на континентальних схилах і підводних підняттях, в умовах високого тиску й низьких температур. Газогідратні поклади можуть формуватися й стабільно існувати у широкому інтервалі тисків (від 1 до 200 МПа) і температур (від –30 до +40°C) в залежності від умов утворення.

Метанові клатрати часто утворюються при видобутку і транспортуванні природного газу, коли рідка вода кристалізується при наявності метану при високому тиску.

При розробці газогідратних покладів може виникнути ряд екологічних проблем, що можуть представляти загрозу для навколишнього середовища. Коли поклади розташовуються на крутих схилах в безпосередній близькості від морського дна, то вони служать цементуючим компонентом осадових порід. Широкомасштабна розробка родовищ може викликати підводні зсуви і, як наслідок, руйнівні



приливні хвилі - цунамі. Наприклад, розкладанням газогідратів пояснюють дію підводних грязьових вулканів в Каспійському морі і біля берегів Панами.

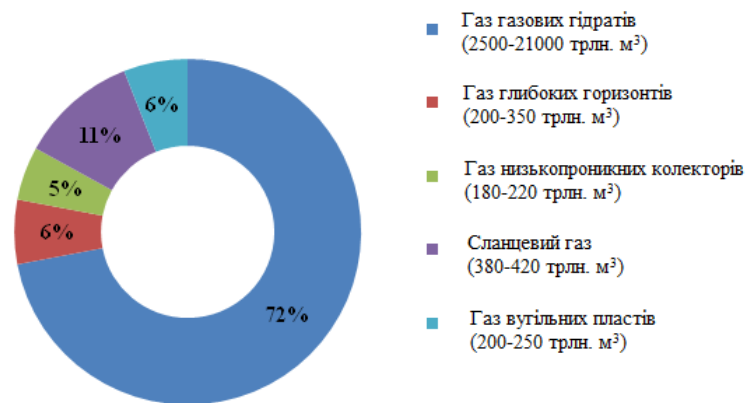


Рисунок 1.1. – Світові ресурси нетрадиційного газу

Екологи вважають, що розробка родовищ газогідратів може привести до негативних наслідків, оскільки попутне виділення метану з покладів в атмосферу ще більше посилить парниковий ефект. Якщо метан із газогідратів з-під води у великій кількості потрапить до атмосфери, то процес парникового ефекту та руйнування озонового шару піде швидше у 20 разів, ніж від діоксиду вуглецю.

Вченими широко обговорюється гіпотеза про можливе вивільнення гідрату метану при підвищенні температури через глобальне потепління – так звана гіпотеза «клатратної рушниці». Виділення метану викличе подальше потепління та ще більше вивільнення метану. Зупинити цей процес буде неможливо, і в результаті глобальне потепління може викликати глобальну екологічну катастрофу. Дослідження, проведені в арктичних областях Сибіру, показують, що там уже відбувається викид мільйонів тонн метану, а концентрації в деяких регіонах досягають значень, в сто разів перевищують норму. Прикладом негативних наслідків видобутку газогідратів слугують аварії під час науково-дослідних експедицій. Так, наприклад, у 1989 році компанія «Сага петролеум АС» при бурінні свердловини на півночі Норвезького моря з цієї причини зазнала збитків у розмірі 90 млн дол. Саме вивільнення великої кількості газу із скупчення газогідратів в морських донних осіданнях, на думку низки дослідників, призвело свого часу до руйнування видобувних платформ у Північному і Каспійському морях.

Отже, з метою попередження екологічних катастроф в процесі освоєння газогідратних покладів потрібно розробити програму екологічної безпеки розвідки й видобутку газогідратів, зокрема шляхом запровадження нанотехнологічних підходів.

#### Літературні джерела

1. Макогон Ю.Ф. Газогидраты. История изучения и перспективы освоения //Техасский университет, США Геология и полезные ископаемые Мирового океана, 2010, №2 5-21 с.
2. Natural Gas Hydrate: In Oceanic and Permafrost Environments M.D. MaxSpringer Science & Business Media, 6 дек. 2012 г. - Всего страниц: 415
3. Соловьев В.А. Газогидратоносность недр Мирового Океана //Газовая промышленность, 2001 г., №12.
4. Родионова Т.В., Солдатов Д.В., Дядин Ю.А. Газовые гидраты в экосистеме Земли. // Химия в интересах устойчивого развития, 1998, т.6, №1, с. 51-74.
5. Takahashi, H., Tsuji, Y. Japan explores for hydrates in the Nankai Trough. //Oil&Gas Journal, Sept.5, 2005, vol. 103.33, pp. 48-53.

УДК 622.831.3

## ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ ВИДОБУТКУ ВУГЛЕВОДНІВ НА ПРИКЛАДІ РОДОВИЩ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Гоптарьова Н.В., Кіршак І.А.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, 76019, tog@nung.edu.ua

На родовищах нафти і газу, які знаходяться в розробці, зниження пластового тиску порушує природну геодинамічну рівновагу в геологічних структурах. Це стає причиною їх рухів і виникнення сейсмічних явищ. При інтенсивній експлуатації родовищ вуглеводнів в зв'язку із зниженням пластового тиску значно змінюються фільтраційно-ємнісні та інші властивості геологічного середовища, його геодинамічна рівновага. Це призводить до формування негативних геодинамічних процесів і збільшення кількості та інтенсивності сейсмічних явищ в районах видобутку вуглеводнів у багато разів.

Основні і найбільш небезпечні форми наслідків розвитку техногенно-природних геодинамічних процесів – це сильні деформації наземних споруд, розрив комунікацій, злам обсадних колон експлуатаційних свердловин, прориви промислових трубопровідних систем, заболочування та затоплення ділянок земної поверхні, які опускаються, регіональні прояви зсувних процесів. Важливим критерієм в обґрунтуванні необхідності проектування та проведення геодинамічних спостережень за можливими просіданнями є наявність населених пунктів, розташованих над покладами родовищ, небезпека руйнування яких посилюється при видобутку нафти, особливо за наявності активних розломних зон. Необхідним критерієм організації спостережень також є попередній розрахунок очікуваних деформацій та руйнувань або порушень нормальної експлуатації об'єктів облаштування.

На території Передкарпаття активне освоєння покладів вуглеводнів проходить вже понад 150 років. Зокрема в Надвірнянському районі нафту видобувають з кінця 19-го століття. У 80-ті роки 20-го століття в районі Надвірної були відкриті і почали експлуатуватися нові родовища. Починаючи з 1996 року тут зафіксовано прояви і наступне підвищення сейсмічної активності, яка є наслідком активних природних та техногенних деформаційних процесів і несе важливу інформацію про зміну напружено-деформованого стану геологічного середовища в часі [1].

Одним з найстаріших та найбільших родовищ Надвірнянського району є Битків-Бабченське нафтогазоконденсатне родовище. Воно має досить складну геологічну будову. Основні поклади нафти пов'язані з олігоценними утвореннями Глибинної складки. У менілітовій світі Глибинної структури виділяються два продуктивних горизонти - лоп'янецький та нижньоменілітовий. Основні газоконденсатні поклади родовища пов'язані з еоценовою товщею (вигодсько-пасічнянська та манявська світи) Глибинної складки.

Основний об'єкт - нафтовий поклад Глибинної складки розробляється з 1957 р. В експлуатації родовища виділяються чотири етапи, які відрізнялися різними способами розробки, темпами видобутку нафти та зниженням пластового тиску. Газоконденсатний поклад Глибинної складки введений в розробку з 1962 року і так само характеризується зниженням пластового тиску в процесі розробки [2].

Цікавим є той факт, що за період розробки родовища у 14 свердловинах відмічене порушення колон. У більшості свердловин змін'яття були виявлені після тривалої експлуатації, що свідчить про проходження геодинамічних процесів як природного, так і техногенного походження [3].

Основним фактором, який визначає рівень формування обширних просідань земної поверхні території родовища, є величина деформації порового об'єму пласта-колектора. Для оцінки максимально можливої величини вертикальних зміщень земної поверхні можна уявити, що всі зміни порового об'єму відбуваються за рахунок деформації породи у вертикальному напрямку. В цьому випадку буде справедлива наступна формула:

$$\Delta h = m \cdot H \cdot \beta_{пор} \cdot \Delta P \quad (1)$$

де  $m$  – коефіцієнт пористості колектора, частки од.;  $H$  – ефективна нафтонасичена товщина, м;  $\beta_{пор}$  – коефіцієнт стисненості порового простору, 1/МПа;  $\Delta P$  – зміна пластового тиску в процесі розробки, МПа.

В якості вихідного матеріалу для оцінки деформацій земної поверхні були використані вертикальні геологічні розрізи і структурні карти по продуктивних пластах, зведений геолого-геофізичний розріз, стратиграфічна колонка, а також дані про фізико-механічні властивості гірських порід (таблиця 1).

Максимальне розрахункове осідання земної поверхні при ущільненні колектора складає 509,76 мм. Розрахунок виконаний для умов встановленого пластового тиску в зоні розташування експлуатаційних свердловин.

Осідання такої величини, розподілені по великій площі родовища, не дають на даний час помітного впливу на стан об'єктів. Відносні вертикальні деформації складають:

$$509,76 \text{ мм} / 3000 \text{ м} = 0,16992 \text{ мм} / \text{м} \quad (3000 \text{ м} - \text{товща вищезалігаючих порід}).$$

Слід зазначити, що одержані значення осідань земної поверхні носять попередній, оціночний характер і можуть змінюватися при зміні параметрів і режимів розробки родовища та поступленні більш точних даних про фізико-механічні властивості гірських порід. При розрахунку не враховувався вплив технології підтримання пластового тиску на енергетику пласта. Застосування підтримання пластового тиску викликає різкі зміни в напружено-деформованому стані пластів і земної кори в районі родовища та призводить до дестабілізації геосистеми.

Таблиця 1 – Результати розрахунку максимальної величини осідань земної поверхні на Битків-Бабченському родовищі при падінні пластового тиску

Пласт	Пористість, частки од.	Ефективна нафтонасичена товщина, м	Коефіцієнт стисненості, 1/МПа	Початковий пластовий тиск, МПа	Поточний пластовий тиск, МПа	$\Delta h$ , мм
ml (олігоценний)	0,10	58,0	0,001923	25,8	15,2	118,04
еос (еоценовий)	0,11	76,8	0,001923	30,25	6,1	391,72
Сумарне осідання на поверхні, мм						509,76

Об'єктами облаштування нафтових і газових родовищ є різне технологічне обладнання. Величини допустимих і граничних деформацій визначаються нормативними документами. Із

нормативного документа впливає, що для об'єктів облаштування мінімальними допустимими деформаціями є деформації  $\epsilon = 1,0-1,5$  мм/м.

Одержані вище максимальні прогнозні деформації поверхні менші за допустимі величини. Однак внаслідок природної неоднорідності породних масивів можливі локальні концентрації деформацій поблизу тектонічних порушень, на границях структурних блоків та ін.

До найсильнішого негативного фактору деформації земної поверхні відноситься її швидкість. Деформація може відбуватися в повільному режимі, при якому відбувається поступове осідання земної поверхні і залишається час для попередження негативних наслідків. Але часто відбувається спонтанна високоамплітудна і високочастотна зміна стану земної поверхні, її коливання у вигляді сейсмічних поштовхів. Вони, як правило, слабо проявляють себе до події і тому важко передбачувані без спеціального сейсмічного моніторингу, але по причині своєї раптовості призводять до значних негативних наслідків. Їхній прогноз можливий шляхом створення системи геодинамічного моніторингу на родовищах з використанням сейсмологічної сітки.

*Літературні джерела:*

1. Назаревич Л.Е., Назаревич А.В. Особенности сейсмичности Надворнянского нефтегазоносного района в Украинском Предкарпатье // Сборник докладов четвертой молодежной тектонофизической школы-семинара. Москва. 2015. Т. 1. С. 210-215.

2. Атлас родовищ нафти і газу України: в 6 т./ УНГА. – Львів, 1998. – Т.5: Західноукраїнський нафтогазоносний регіон. – 705 с.

3. Гоптарьова Н. В. Геолого-фізичні чинники деформаційних процесів породних масивів і експлуатаційних колон свердловин нафтогазових родовищ Внутрішньої зони Передкарпатського прогину: дисертація канд. геол. наук: 04.00.17 / Івано-Франківський національний технічний ун-т нафти і газу. - Івано-Франківськ, 2003.

---

УДК 004.94

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Гринюк В. І.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, e-mail: vick9-ann.my@yandex.ru*

У світовій практиці геоінформаційні технології використовують у різних галузях промисловості, що дає змогу вирішувати безліч практичних завдань, моделювати виробничі процеси та відображати просторові зміни у навколишньому середовищі. На сьогодні в Україні більшість підприємств застосовують ще застарілі методичні підходи, які не відповідають особливостям продуктивної роботи в умовах ринкового середовища. Широке використання ГІС-технологій у нафтогазовій промисловості розвинених країн сприяє підвищенню ефективності виробничої діяльності, а в багатьох компаніях вони вже стали невід'ємною частиною інформаційного забезпечення (Schlumberger, British Petroleum). Тому досить актуальним є завдання впровадження геоінформаційних технологій на підприємствах нафтогазової галузі України для виявлення змін, що відбулися на досліджуваній території за певний період часу.

Метою дослідження є обґрунтування перспектив впровадження геоінформаційних технологій для забезпечення екологічної безпеки в нафтогазовій галузі України.

Світовими лідерами в галузі розробки ГІС є: компанія ESRI (USA) з ГІС-платформою ArcGIS, ARC/INFO, ArcView; Autodesk Inc з лінійкою програмних продуктів AutoCAD Map, AutoCAD Civil, MapGuide; компанія MapInfo Corp з ГІС-платформою MapInfo.

За визначенням компанії ESRI ГІС - інформаційна система, призначена для збору, зберігання, аналізу та графічної візуалізації просторових даних та пов'язаної з ними інформації про надані в ній об'єкти [1]. Вона представляє карти у вигляді шарів даних, які можна використовувати для просторового аналізу і прогнозування різних подій та явищ.

Пропоную зосередити увагу на використанні геоінформаційних технологій для управління екологічною безпекою нафтогазовидобувних підприємств, оскільки ці системи дозволяють комплексно оцінити екологічний стан природних ресурсів, відобразити картографічно антропогенну трансформацію навколишнього середовища, встановити взаємозв'язки між різними параметрами та виявити загрозу навколишньому середовищу.

Особливість використання ГІС-технологій для управління екологічної безпеки визначається тим, що відомості, які необхідні для прийняття рішень в області природоохоронної діяльності, надзвичайно різноманітні і включають: статистичні дані, інформацію дистанційного (спутникового) моніторингу; дані спостережень, отриманих за допомогою локальних методів моніторингу. ГІС дозволяє виявити просторові зміни, нагромаджувати інформацію, видавати її у зручному вигляді та маніпулювати даними, що мають просторову прив'язку. Не завжди доцільно обирати найпотужніший ГІС-пакет, а варто вибрати той, котрий дозволить вирішити поставлену задачу в найкоротший термін за мінімум зусиль та наявних даних.

В останні роки стратегію опори на внутрішні інформаційні технології прийняли нафтові гіганти Exxon Mobil, велика нафтова компанія Іспанії Repsol YPF і багато інших. Завдяки використанню

інформаційних технологій, нафтопереробна промисловість США за 1982 - 2002 р. підвищила коефіцієнт завантаження виробничих потужностей з 85 до 93% [3].

Поєднання ГІС-технологій та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) стає одним з перспективних напрямів розвитку сучасних геоінформаційних технологій. Космічні зображення є найбільш швидким та відносно дешевим шляхом одержання оперативної і точної інформації про стан наземних екосистем, зокрема виявляють особливості зміни характеру природокористування залежно від гідрологічних, кліматичних, ґрунтових факторів. Застосування такого тандему забезпечить отримання своєчасної інформації про зміни у навколишньому середовищі та дозволить своєчасно приймати необхідні управлінські рішення щодо екологічної безпеки території в зоні впливу нафтогазової промисловості.

ГІС-технології мають й інші можливості, наприклад технологія GPS дає можливість точно визначати місцезнаходження об'єктів і далі автоматично наносити його на карту ГІС шляхом підключення GPS-приймача до комп'ютера з ГІС-пакемом та цією картою. Це відкриває величезні можливості для збирання та обробки екологічної інформації [2].

До факторів, що стримували розвиток геоінформаційних технологій та практичних систем моніторингу, належать низький в цілому рівень комп'ютеризації в Україні, відсутність у достатній кількості відповідних фахівців, необхідних програмно-технічних засобів; обмежена доступність даних сучасних супутникових систем, недостатній розвиток методів тематичної обробки супутникових зображень.

Оскільки підприємства нафтогазової галузі України використовують застарілі методи управління, тому рекомендовано поступово впроваджувати нові інформаційні технології з одночасною адаптацією до особливостей функціонування елементів еколого-економічної системи.

Отже, завдяки ГІС-технологіям управління екологічною безпекою підприємств нафтогазової промисловості має змогу проводити оцінку, моделювання екологічного стану природних ресурсів, прогнозування наслідків прийнятих рішень, планування природоохоронних заходів. Розвиток ГІС і їх швидке впровадження є нагальною потребою сьогодення, пов'язана з комп'ютеризацією всіх сфер суспільного життя. Адже для прийняття управлінських рішень треба володіти великим масивом оперативної інформації про кількісний та якісний екологічний стан об'єктів довкілля. Дана проблематика є перспективною, тому доцільно розвивати цю тематику для подальших досліджень. Таким чином, застосування геоінформаційних технологій в системі управління екологічної безпеки буде мати важливе практичне значення для нафтогазовидобувних підприємств.

#### *Літературні джерела*

1. Методи та моделі розроблення комп'ютерних систем і мереж. Монографія / [В. С. Пономаренко, С.В. Мінухін, С. В. Кавун, та ін.]; Заг. редакція докт. екон. наук, професора Пономаренко В. С. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. – 316 с.
2. Методологія та організація наукових досліджень (в екології): підручник / [Клименко М.О., Петрук В. Г., Мокін В. Б. та ін.]. – Херсон: Олді-плюс, 2012. – 474 с.
3. Information Economy Report 2006: The Development Perspective. UNCTAD/SDTE/ECB. N. Y. and Geneva, 2006. P. 217.

**УДК 621.643**

## **АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК УТВОРЕННЯ ГІДРАТНИХ КОРКІВ У ВИКИДНИХ ЛІНІЯХ СВЕРДЛОВИН**

**Грицанчук А. В.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. Україна, 76019, Івано-Франківськ, Карпатська, 15.*

Основною стратегією України упродовж найближчих років має бути зменшення споживання та збільшення видобутку власного газу, що забезпечить енергетичну незалежність країни. Якщо будемо добувати власний газ, менше його споживати, у нас економіка буде набагато міцніша. На даний час Кабінет Міністрів України встановив ринкову ціну на газ, завдяки чому вітчизняні видобувні компанії отримали можливість нового буріння, розробки свердловин, досліджень, модернізації обладнання. В планах наростити обсяг видобутку українського газу до 500 млн кубометрів. Перед нафтогазовидобувними підприємствами України постало питання пошуку резервів на родовищах, що тривалий час перебувають в розробці. Газ з таких родовищ часто досить вологий та з домішками конденсату, тому на етапі транспортування від місця видобутку до станції попередньої (комплексної) підготовки газу є небезпека утворення у трубопроводі газових гідратів, що може спричинити аварійну ситуацію внаслідок утворення гідратних корків.

Для того щоб в газопроводах не утворювалися гідрати, вологість газу не повинна перевищувати мінімального значення. Ця умова є основою при проектуванні установок осушення газу перед подачею його в газопровід.

В якості інгібіторів гідратоутворення газовидобувними організаціями України використовується здебільшого метанол, який є отруйною хімічною сполукою, характеризується високою токсичністю та пожежонебезпечністю. Значна його частина потрапляє у навколишнє середовище, що несе за собою негативні наслідки для флори та фауни. У праці [1] описані альтернативні інгібітори гідратоутворення (Кінг 1 – Кінг 12), які на думку авторів мали б прийти на заміну метанолу. За кордоном використовують менш шкідливі інгібітори [2,3], однак їх впровадженню на українському ринку заважає висока вартість.

Метою роботи є розроблення методичних підходів до оцінки небезпеки утворення газових гідратів у викидних лініях свердловин з урахуванням їх режимів експлуатації.

Об'єктом досліджень обрано викидні лінії свердловин Східного нафтогазоносного регіону.

Газові гідрати метану утворюються за високих експлуатаційних тисків та низьких температур [4]. Збільшення процентного вмісту сірководню та вуглекислого газу призводить до підвищення рівноважної температури гідратоутворення і пониженню рівноважного тиску. При помірних тисках газові гідрати природних газів існують аж до температур 20-25°C. При тиску 50 атм. для чистого метану температура утворення гідратів становить 6°C, а при 25-кратному вмісті H<sub>2</sub>S вона досягає 10°C. Природні газы, що містять азот, мають більш низьку температуру утворення гідратів, тобто в цьому випадку гідрати стають менш стійкими. Якщо в природному газі з відносною густиною 0,6 відсутній азот, гідрати цього газу при температурі 10°C залишаються стійкими до тиску 34 атм., якщо ж в газі міститься азот, рівноважний тиск гідратоутворення знижується до 30 атм.

Для оцінки потенційних ризиків гідратоутворення потрібно мати наступні вхідні дані:

- а) тривалість холодної пори у добах;
- б) глибину промерзання ґрунту;
- в) загальну протяжність викидних ліній.

На даному етапі використовуємо спрощений підхід, для прискореної оцінки небезпеки виникнення позаштатних ситуацій внаслідок зменшення ефективного перерізу промислових трубопроводів в результаті гідратоутворення. Прискоренням швидкості росту кристалів газогідрату та збільшенням тиску в трубі внаслідок часткового перекиривання гідратним корком нехтуємо. Для оцінки потенційної небезпеки гідратоутворення використовуватимемо добуток вказаних параметрів.

Найбільше родовищ у Талалаївсько-Рибальському – 46, Глинсько-Солохівському – 51 та Руденківсько-Пролетарському – 31 нафтогазоносних районах.

У Антонівсько-Білоцерківському нафтогазоносному районі відомо два родовища, північного борту – 20.

В газоносних районах: Рябухинсько-Північно-Голубівському – 15, Машівсько-Шебелинському – 18, Співаківському – 3, Кальміус-Бахмутському – 1, Красноріцькому – 7 родовищ.

На Монастирищенсько-Софіївському нафтоносному районі – 14 родовищ.

В табл. 1 приведено розподіл родовищ по нафтогазоносних районах Дніпрово-Донецької області Східного нафтогазового регіону.

Таблиця 1 – Розподіл родовищ по нафтогазоносних районах Східного регіону

Район	Родовища				
	Нафтові	нафто-газові	нафто-газо-конденсатні	Газові	газо-конденсатні
Рябухинсько-Північно-Голубівський	-	-	-	-	15
Машівсько-Шебелинський	-	-	1	1	16
Глинсько-Солохівський	3	2	13	1	32
Талалаївсько-Рибальський	11	-	19	2	14
Руденківсько-Пролетарський	-	2	9	1	19
Красноріцький	-	-	-	2	5
Північного борту	2	-	4	3	11
Співаківський	-	-	-	1	2
Кальміус-Бахмутський	-	-	-	1	-
Антонівсько-Білоцерківський	1	1	-	-	-
Монастирищенсько-Софіївський	14	-	-	-	-

З отриманих нами даних (табл. 2) можемо зробити висновок про найвищі ризики розвитку процесів гідратоутворення на родовищах Машівсько-Шебелинського, північного борту та Глинсько-Солохівського нафтогазоносних районів. Очевидно, що найбільшою небезпека

гідратуутворення буде на викидних лініях газових родовищ, за цим показником найбільший ризик утворення газогідратів в процесі транспортування газу буде у районі північного борту.

Таблиця 2 – Характеристики викидних ліній нафтогазоносних районів Східного регіону

Район	Глибина промерзання ґрунту, м	Кількість холодних днів, діб	Середня температура холодного періоду, °С	Сумарна довжина труб / довжина на газових родовищах, км
Рябухинсько-Північно-Голубівський	0,8-1,4	126	-5,2	134,6 / 0
Машівсько-Шебелинський	0,8-1,4	125	-5,1	952,5 / 42,0
Глинсько-Солохівський	0,7-1,3	125	-4,8	564,9 / 11,8
Талалаївсько-Рибальський	0,9-1,5	128	-4,4	336,6 / 21,6
Руденківсько-Пролетарський	0,8-1,1	120	-3,9	524,6 / 14,7
Красноріцький	0,8-1,1	117	-4,2	242,3 / 27,8
Північного борту	0,8-1,4	125	-5,1	743,6 / 113,8
Співаківський	0,8-1,3	125	-5	7,7 / 3,8
Кальміус-Бахмутський	0,7-1,2	122	-4,5	5,2 / 5,2
Антонівсько-Білоцерківський	0,7-1,3	124	-4,8	2,6 / 0

В подальшому необхідно звернути увагу на температурні режими в даному регіоні по окремих районах для моделювання процесів охолодження ґрунту та визначення температури, яка відповідає термобаричним умовам гідратуутворення.

Висновки:

Визначено основні причини гідратуутворення в викидних лініях свердловин

Проаналізовано структуру Східного нафтогазоносного регіону за районами та родовищами із структуруванням їх за типами покладів вуглеводнів.

За комбінацією характеристичних показників визначено райони із підвищеним ризиком утворення гідратних корків у викидних лініях свердловин.

*Літературні джерела*

1. Дослідження інгібіторів гідратуутворення для заміни метанолу / [А. П. Мельник, С. В. Кривуля, С. О. Крамарев та ін.]. // Нафтогазова галузь. – 2014. – №5. – С. 20–21.

2. Anderson, B., Tester, J.W., Borghi, G-P. and Trout, B.L.: “Properties of Inhibitors of Methane Hydrate Formation via Dynamics Simulations,” Journal of the American Chemical Society, Vol. 127, No. 50, December 2005, pp. 17852-17862.

3. Кларк Л. Применение ингибиторов гидратообразования низкой дозировки на промысловых шельфах / Л. Кларк, Д. Андерсон, Л. Фростман // Нефтегазовая вертикаль. – 2009. – № 3. – С. 12.

4. Макогон Ю.Ф. Гидраты природных газов. М.: Недра, 1974. 206 с.

УДК 631.4:669

## ПРОГНОЗУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ ВИТОКІВ НАФТИ, ГАЗУ ЧИ НАФТОПРОДУКТІВ НА ОБ'ЄКТАХ НАФТОГАЗОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Древицька Н. Ю., Логвінова А. С.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу 76000, м.Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15 bzhd@nung.edu.ua

Аналіз стану основних фондів та технічного обладнання нафто-, газо- і продуктопроводів України показує, що їх існуюча мережа на сьогоднішній день виробила свій ресурс і без відновлення в найближчий час може призвести до підвищення аварійності в цій галузі. Головні небезпеки, що супроводжують експлуатацію об'єктів нафтогазової промисловості, насамперед, пов'язані із можливостями непередбачуваної розгерметизації лінійної частини трубопроводів із відповідними наслідками у вигляді викидів або витоків транспортованого агенту та наступним забрудненням навколишнього середовища, створення передумов для виникнення вибухів, пожеж тощо.

Густа мережа магістральних нафто-, газо- та продуктопроводів, лінійна частина яких експлуатується у складних і досить різноманітних природних умовах та має різне конструктивне рішення по всій протяжності трубопроводів, потребує її оновлення у понад 500 км на рік, а фактичне виконання робіт з капітального ремонту та реконструкції є майже у 10 раз нижче за потребу.

Як показав вітчизняний та зарубіжний досвід, найбільше впливають на довкілля відмови нафтопродуктопроводів, оскільки нафта і нафтопродукти є найбільш шкідливими речовинами, причому їх негативний вплив охоплює всі його компоненти: ґрунтово-рослинний шар, гідросферу та атмосферу. Негативна дія на ґрунтово-рослинний шар зводиться, в основному, до зниження біологічної

продуктивності ґрунтів і фітомаси рослинного покриву внаслідок просочування та фільтрації через ґрунти нафтопродуктів, що призводить до потрапляння їх у ґрунтові води, де, за рахунок конвективного перенесення, вони розповсюджуються на значні відстані, змінюючи якість води у населених пунктах. Забруднення приземного шару атмосфери при відмові магістральних нафтопроводів відбувається внаслідок випаровування легких фракцій нафти, самовільного її загоряння, а також спалювання нафти і нафтопродуктів з метою ліквідації наслідків забруднення, що негативно впливає на оточуюче середовище через їх токсичність і подразнювальні властивості.

Також, значних збитків довкіллю завдають і відмови магістральних газопроводів, що супроводжуються термічним впливом, загазованістю атмосфери, розповсюдженням ударної повітряної хвилі тощо.

При відмові продуктопроводів зріджених газів, а саме широкофракційних легких вуглеводнів, негативний вплив нафтопродуктів може охопити населені пункти, що перебувають у зоні ризику при запалюванні пожежо-вибухової вуглеводневої хмари.

Таким чином, судячи з вищенаведеного, виникає проблема щодо забезпечення надійності експлуатації магістральних нафтогазопроводів, оперативного прогнозування ступеня екологічної небезпеки при їх відмові, кількісної оцінки ризиків небезпеки, що можуть бути здійснені за допомогою критеріїв, індексів небезпеки, принципів, одержаних у результаті теоретичних і практичних досліджень, які необхідно враховувати при проектуванні трас нафтогазопроводів.

Для оцінки ризику виникнення аварії для кожної ініціюючої події на потенційному джерелі аварії виконується оцінка ймовірної її реалізації протягом одного року. При цьому можуть бути використані методи: «дерево відмов», аналіз видів і наслідків відмов, обробка статистичних даних про аварійність технологічної системи, а також застосовують експертні оцінки ймовірного виникнення подій тощо. Під час розгляду причин відхилень розглядаються відмови устаткування, арматури, поломки, можливі технологічні причини, обумовлені порушенням режимів роботи функціонально пов'язаних систем, а також помилки персоналу. Визначення масштабів наслідків аварій включає аналіз можливих впливів на людей, майно та довкілля, що передбачає моделювання аварії для кожного можливого її результату, визначеного при виконанні аналізу розвитку аварій. До прикладу, при моделюванні вибухів, рекомендується розглядати вибухи при руйнуванні оболонок апаратів, трубопроводів внаслідок підвищеного тиску у зв'язку з виникненням неконтрольованих фізичних чи хімічних процесів, вибухи газових і парових хмар при викидах стиснутих чи зріджених газів, перегрітих рідин тощо, враховуючи наслідки їх вражаючих факторів, таких як тиск на фронті ударної хвилі, питомий імпульс, швидкісний напір тиску і т.д. При моделюванні пожеж розглядають горіння вільних і обмежених розливом горючих і легкозаймистих рідин, факельне горіння струменя пари, газу або дисперсної рідини тощо, де враховується інтенсивність теплового випромінювання, швидкість вигорання і т.п. Під час моделювання викидів шкідливих і токсичних речовин в атмосферу, повинні враховуватись погодні умови, стан атмосфери, напрям і швидкість вітру, умови викиду та ін., де враховується еквівалентна кількість речовин у первинній і вторинній хмарах, площа і глибина зон зараження, концентрація шкідливих речовин тощо.

Забезпечення своєчасного упередження, локалізації та ліквідації аварійних ситуацій, відмов і аварій та їх наслідків досягається проведенням систематичних візуальних та періодичних оглядів лінійної частини магістральних трубопроводів із використанням технічних засобів, виконанням технічного обслуговування у встановлених обсягах та термінах, своєчасного проведення ремонтно-профілактичних робіт, крім того, на потенційно небезпечних дільницях (наприклад, із підвищеною корозійною активністю ґрунтів; із порушенням охоронної зони; де виявлено прогресуючий ерозійний знос чи можливі зсуви ґрунту; переходи через водні перешкоди, заплави рік, болота тощо) щорічно повинно виконуватись контрольне шурфування для візуальної та інструментальної оцінки стану ізоляційного покриття та металу труб тощо, а також застосуванням комп'ютерних програм з метою моделювання можливих аварійних ситуацій, аналізу небезпеки та оцінки ризику.

#### *Літературні джерела*

1. Семчук Я. М. Цивільний захист та техногенна безпека нафтогазових об'єктів: навчальний посібник / Я. М. Семчук, О. Ю. Витязь, М. П. Кулик, М. П. Школьнік. – Івано-Франківськ: 2016, - 550с.
2. Лисяний Г. М. Охорона праці в нафтогазовій галузі: навчальний посібник / за редакцією професора МНТУ Г. М. Лисяного. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. – 304с.
3. Бойко В. С. Довідник з нафтогазової справи / за загальною редакцією докторів технічних наук В. С. Бойка, Р. М. Кондрата, Р. С. Яремійчука. – К.: Львів, 1996. – 620с.

---

УДК 620.191.33: 620.193

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ ОТВОРУ НА ВИТРАТУ ВИТОКУ НАФТИ В РЕЗУЛЬТАТІ ПОШКОДЖЕННЯ НАФТОПРОВОДУ**

**Ждек А. Я.**

*Філія «Магістральні нафтопроводи «Дружба» ПАТ «Укртранснафта», 79000, м. Львів, вул. Лутинського, 12, e-mail: azhdek@druzhiba.lviv.ua*

Прогнозування витрати нафти при її витіканні з технологічних трубопроводів та ємностей, а також розрахунки втрат через корозійні пошкодження магістральних нафтопроводів зазвичай здійснюються на основі відомої формули витікання, теоретично отриманої на основі відомого в гідродинаміці рівняння – рівняння енергії. Всі галузеві нормативні документи, пов'язані з втратами нафти, побудовані на основі власне цієї залежності.

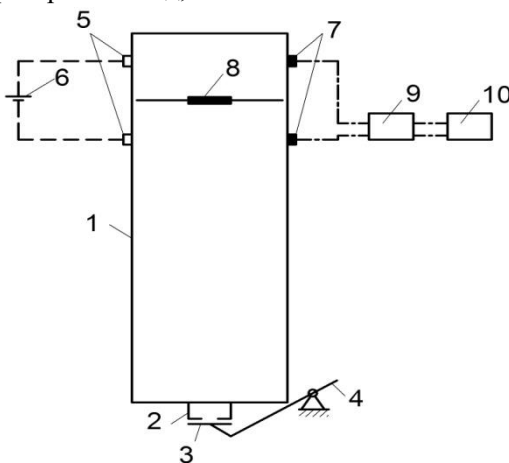
Останнім часом, у зв'язку з подорожчанням енергоносіїв, почали появлятися публікації з результатами досліджень, які свідчать про те, що формула витікання дає завищені результати у

визначенні витрати витікання нафти через отвори неправильної геометричної форми [1, 2]. Це вносить похибки в плани виконання аварійно-відновлювальних робіт, пов'язаних з втратами нафти і завищує фактичну величину втрат.

Вказана картина вимагає проведення наукових досліджень для коректування методів прогнозування витрати витоків через корозійні пошкодження трубопроводу.

Метою проведених досліджень є удосконалення методів прогнозування витрати витоків нафти і нафтопродуктів з технологічних об'єктів, встановлення причин розбіжностей у визначенні витрати нафти аналітичними та витратомірними методами та внесення корективів в розрахункові залежності для адаптації прогнозних та фактичних даних. Вирішення цієї задачі також дає змогу прогнозувати аварійні втрати нафти при порушенні герметичності нафтопроводу та в подальшому розробляти і впроваджувати заходи по недопущенню подібних ситуацій [3].

Для проведення експериментальних досліджень процесу витікання нафти з ємностей під тиском запроєктовано і створено лабораторний стенд, технологічна схема якого приведена на рисунку 1.



1 – ємність для рідини з прозорого скла; 2 – змінна насадка з отвором різної форми для витікання рідини; 3 – заслінка; 4 – механізм керування заслінкою; 5 – джерела світла; 6 – джерело струму; 7 – фотодіоди; 8 – поплавок; 9 – реле; 10 – електронний секундомір  
Рисунок 1 – Дослідний стенд

В трубу-ємність заливалася рідина з рівнем вище верхнього фотодіода, на поверхні рідини плавав непрозорий поплавок. В подальшому відкриттям заслінки вмикалося витікання рідини через отвір певної площі і певної форми. При опусканні поплавка до рівня першого по висоті фотодіода реле включало електронний секундомір, і починався відлік часу витікання. Коли рівень рідини опускався до нижнього фотодіода, реле виключало електронний секундомір, який фіксував час витікання рідини заданого об'єму.

Якщо при витіканні рідини з круглого отвору час витікання складав  $\tau_0$  при коефіцієнті витрати  $\mu_0$ , а при витіканні з квадратного отвору час витікання складав  $\tau_1$  при коефіцієнті витрати  $\mu_1$ , то отримаємо співвідношення

$$\mu_1 = \mu_0 \frac{\tau_0 \omega_0}{\tau_1 \omega_1} \quad (1)$$

Залежність (1) дає можливість визначити значення коефіцієнта витрати отвору довільної форми і площі, якщо відомий коефіцієнт витрати і площа перерізу для круглого отвору. Очевидно, що доцільно, не змінюючи загальної методики визначення витрати витоків, яка базується на класичному законі збереження енергії (рівнянні Бернуллі), запропонувати методику визначення коефіцієнта витрати для умов витікання через щілину не круглої форми.

Тому пропонується визначити величину коефіцієнта витрати для довільної форми отвору через його відношення до коефіцієнта витрати круглого отвору, тобто

$$\mu_i^* = \frac{\mu_i}{\mu_0} \quad (2)$$

де  $\mu_i$ ,  $\mu_0$  – коефіцієнти витрати відповідно для отвору  $i$ -тої форми і для круглого отвору.

В подальших експериментальних дослідженнях ставилася задача побудувати емпіричну функцію залежності коефіцієнта витрати від параметрів, що на нього впливають.

Форма отвору в практиці може бути довільною, і достовірно передбачити її практично неможливо. Однак, найбільш ймовірна форма щілини є прямокутник з співвідношенням сторін  $h/b$  ( $h$  –



висота,  $b$  – основа). Тому коефіцієнт витрати такого отвору позначимо  $\mu_{h/b}$ . Якщо, наприклад, щілина прямокутної форми має висоту 1 мм при основі 5 мм, то коефіцієнт витрати буде  $\mu_{1/5}$ . Зокрема, для квадратного отвору отримаємо  $\mu_1$ , оскільки  $h=b$ .

Критеріями гідравлічної подібності процесів витікання рідини через отвори вважалися критерій Рейнольдса  $Re$  та критерій Ейлера  $Eu$ .

При сталому числі Рейнольдса величина швидкості витікання є постійною і не впливає на критерій Ейлера. Перепад тиску визначається надлишковим гідростатичним напором, який також пов'язаний з швидкістю витікання і при її сталій величині не змінюється. Тому відношення значень критеріїв Ейлера для різних режимів витікання обернено пропорційне відношенню густини рідини.

Таким чином, визначено основні параметри, що впливають на характер витікання рідини через отвір в стінці трубопроводу, до яких належать геометричні характеристики щілини: відношення висоти до ширини і площа перерізу, а також критерії гідравлічної подібності: критерій Рейнольдса і критерій Ейлера, який вироджується у вигляді відносної густини рідини  $\rho$ . Функція-відгук при цьому являє собою відносний коефіцієнт витрати.

Для встановлення функціональної емпіричної залежності коефіцієнта витрати отвору від параметрів процесу витікання проводились серії дослідів на описаному вище дослідному стенді і здійснювалась їх обробка. У результаті отримано емпіричну залежність, що має вигляд

$$\mu_i^* = 0.911\rho^{0.275} Re^{0.11} \exp\left(0.15 \frac{h/b-1}{f^{1.2}}\right), \quad (3)$$

де  $\mu_i^*$  – відносний коефіцієнт витрати отвору;  $\rho$  – відносна густина рідини;  $Re$  – число Рейнольдса;  $f$  – відносна площа отвору ( $f = F / 100 \text{ мм}^2$ ).

В результаті проведених досліджень встановлено закономірності впливу геометричних характеристик отвору і параметрів режиму перекачування на величину витрати витікання нафти з трубопроводу; показано, що в залежності від форми і площі перерізу отвору витікання коефіцієнт витрати змінюється на величину 4-7%, зміна густини продукту призводить до варіації коефіцієнта витрати до 5,5%, а вплив критерію Рейнольдса – на величину від 1,7% до 5,5%.

#### Літературні джерела

1. Визначення потенційних небезпек виходу нафти з лінійної частини магістрального нафтопроводу: [http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Pb/2010\\_16/Statti/15.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Pb/2010_16/Statti/15.pdf).
2. Грудз В. Я. Діагностування малих витоків з трубопроводу/ В. Я. Грудз, Я. В. Грудз, В. Д. Фейчук // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – Вип.36. – 1999.
3. Ждек А. Я. Оцінка втрат нафти в результаті малих витоків з магістральних нафтопроводів / А. Я. Ждек, В. Т. Болонний // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Машини, обладнання і матеріали для нарощування вітчизняного видобутку та диверсифікації постачання нафти і газу". – 16 – 20 травня 2016. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2016. – 348 с.

УДК 504.61

## ПРОБЛЕМИ СОЦІАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА У РАЙОНАХ НАФТОГАЗОВИДОБУТКУ НА ПРИКАРПАТТІ

Зоріна Н.О.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; E-mail: katolrad22@gmail.com

Нафтогазовий комплекс Прикарпаття – це Надвірнянський, Долинський і Бориславський нафтопромислові райони. Цей комплекс займає одне з важливих місць серед галузей господарства області, видобуває майже 13 відс. нафти і газовим конденсатом та 3 відс. газу в Україні, забезпечує роботою майже 10 тисяч осіб. Основні обсяги видобутку вуглеводнів в Івано-Франківській області припадають на структурні підрозділи ПАТ «Укрнафта» – НГВУ «Надвірнанафтогаз» і «Долинанафтогаз», які розробляють 22 родовища. З 2004 року на Прикарпатті спостерігається тенденція до скорочення обсягів нафтогазовидобутку. У 2014 р. на території Івано-Франківський області видобуто нафти 364,8 тис. тонн (на 5,9 відс. менше до обсягу, видобутого у 2013 р.), газу – 470,3 млн. куб. м. (на 4,1 відс. менше).

Розташовані на території Прикарпаття бурові комплекси і системи знаходяться у складному взаємозв'язку із навколишнім середовищем, який, як правило, носить негативний характер. Звідси впливає одна з основних проблем – з метою мінімізації негативного впливу небезпечних факторів на життя і здоров'я населення необхідно під час оцінки впливів планованої діяльності на навколишнє середовище оцінювати соціальне середовища в межах зон впливів бурових комплексів і систем.

Соціальне середовище – оточуючий людину соціальний світ, який включає в себе суспільні (матеріальні та духовні) умови становлення, існування, розвитку та діяльності людей, які

тісно пов'язані з суспільними відношеннями, у які ці люди включені. Метою соціального аналізу є визначення прийнятності варіантів реалізації проекту з погляду користувачів, населення регіону, де здійснюється проект, розробка стратегії реалізації проекту, що дає змогу здобути підтримку населення, досягти цілей проекту та поліпшити характеристики його соціального середовища.

Для встановлення соціальних результатів у практиці проектного аналізу використовують такі показники суспільного життя: зміни кількості робочих місць у регіоні; поліпшення житлових та культурно-побутових умов працівників; зміна структури виробничого персоналу; зміна надійності постачання споживачів; зміна рівня здоров'я населення; збільшення вільного часу населення.

Людина як природна істота є елементом природного середовища – джерела ресурсів для підтримання життя. Її безпека безпосередньо залежить від умов, у яких вона взаємодіє з природою.

В результаті робіт в межах зон впливів бурових комплексів і систем виникають забруднення всіх компонентів навколишнього середовища. Існує також ймовірність порушень правил безпеки на родовищі з боку місцевих мешканців, особливо дітей, що призводить до травматизму і навіть загибелі. При збільшенні транспортного потоку можливі ДТП за участю місцевих мешканців та/або свійських тварин.

Окрему проблему становить погіршення водопостачання і водозабезпечення в районі впливів бурових комплексів через обміління річок і виснаження запасів питної води в підземних пластах.

Місцеві мешканці також зазнають впливу від електромагнітних і шумових полів антропогенного походження та радіоактивних полів природного походження, які можуть викликати негативні наслідки та різні захворювання (особливо при забрудненні атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод і продуктів харчування радіонуклідами, що зумовлено насамперед підняттям на поверхню солей торію і радію в процесі видобутку нафти). Решта типів геофізичних та фізичних полів як природного так і антропогенного походження, як правило, мають незначний вплив. Зазвичай зона впливу фізичних полів обмежується санітарно-захисною зоною об'єкта нафтовидобутку, про те може торкатись і поблизу розташованих населених пунктів.

Також нафтопромислова інфраструктура може погіршити естетичне сприйняття довкілля і через наявність техногенних об'єктів, і через шум та запах. Хоча це явище тимчасове і має локальний характер, умови циркуляції повітря можуть сприяти поширенню цих проблем до населених пунктів.

Окремим комплексом впливів є наслідки для соціально-економічної ситуації в районі родовища. Їх особливістю є те, що вони можуть мати як негативний, так і позитивний характер. Основні впливи на соціальні ресурси виражені у вигляді вилучення земель у тимчасове довго- та короткострокове користування на період будівництва та експлуатації свердловин, доріг, трубопроводів та нафтозбірного обладнання. Як позитивний вплив розглядають збільшення робочих місць при впровадженні проекту розробки родовища та відрахувань в місцевий і обласний бюджет, що покращує матеріальне становище місцевого населення. Також може відбуватись зростання чисельності населення на території через збільшення кількості робітників. Це викликає необхідність розвитку інфраструктури, що не завжди має позитивні результати. Попри зростання прибутків і добробуту населення, особливо в маленьких містечках, відбувається загострення соціальної та погіршення криміногенної ситуації.

Загальну небезпеку для життя і здоров'я, а також майна населення несуть аварії на родовищі, підвищення загазованості навколишнього середовища, вибухо- і пожежонебезпеки, ерозійний потенціал території, особливо зсувонебезпека, та зростання сейсмічної активності у зв'язку з глибинними порушеннями ГС та поширенням вібрацій. Вплив розробки нафтогазових родовищ може призводити і до втрати місцевих рекреаційних ресурсів, культурно-історичних пам'яток та природних об'єктів, цінних для місцевого населення.

При оцінці впливів на соціальне середовище наводиться коротка сучасна та прогнозна характеристика основних соціально-побутових умов проживання місцевого населення в зоні впливів планової діяльності.

Для соціального середовища необхідно оцінювати:

1. Позитивні та негативні впливи планової діяльності бурових на соціальні умови життєдіяльності та задоволення потреб місцевого населення, в тому числі його зайнятості.
2. Опосередкований вплив на соціальне середовище техногенних змін клімату, мікроклімату, водного режиму, ґрунтового покриву, фізичних і біологічних факторів.
3. Впливи планової діяльності на зони рекреації та обґрунтовуються заходи щодо їх збереження і раціонального використання;
4. Стан захворюваності місцевого населення в зоні впливу бурових систем за даними статистичної звітності закладів охорони здоров'я населення. Стан здоров'я населення характеризується системою показників, що включають:
  - медико-демографічні – народжуваність (загальна, дитяча, перинатальна, вікова, по окремим причинам), тривалість життя;
  - фізичний розвиток – всього населення або окремих вікових груп;
  - групи здоров'я;

- інвалідність.

5. Враховується наявність у зонах впливів бурових систем об'єктів рекреації та туризму.

Усі види впливів на соціальне середовище в межах зон впливів бурових комплексів і систем на Передкарпатті можуть вважатися прийнятними і допустимими, якщо внаслідок їх здійснення не нестиме незворотних втрат, а неминуча шкода, що буде їм заподіяна, реально може бути компенсована у кількісному і якісному відношенні відповідними заходами, передбаченими проектами, реалізація яких викликатиме такі впливи.

*Висновки.* Отже, екологічна безпека на Передкарпатті не може забезпечуватися лише за допомогою природоохоронних заходів без урахування соціальних, економічних, політичних і демографічних проблем. Усі вони настільки взаємопов'язані, що розв'язання кожної окремо потребує загального їх розгляду.

УДК 504.61:622.32+502.211:582

## АНАЛІЗ БІОІНДИКАТОРІВ НА ТЕРИТОРІЇ НАФТОШЛАМОВИХ АМБАРІВ БИТКІВ-ПАСІЧНЯНСЬКОГО НАФТОГАЗОВОГО РОДОВИЩА

Караванович Х. Б.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, Україна, 76019 kristina\_kvitan@ukr.net*

Нафто-газовий комплекс здійснює значне техногенне навантаження на навколишнє середовище. Одним із джерел забруднення довкілля є експлуатація нафтових і газових свердловин. Так, при їх бурінні утворюються великі обсяги відходів, переважна кількість яких накопичується в шламових амбарах. У процесі експлуатації амбари заповнюються буровими і тампонажними розчинами, буровими стічними водами і шламом, пластовими водами, продуктами випробування свердловин, матеріалами для приготування та хімічної обробки бурових і тампонажних розчинів, господарсько-побутовими стічними водами і твердими побутовими відходами, зливовими стічними водами. Особливістю конструкцій шламових амбарів є відсутність гідроізоляції стінок та дна, що призводить до фільтрації вмісту амбару в ґрунтові води та подальшої міграції забруднюючих речовин. Тому проблема ліквідації шламових амбарів та подальшої рекультивациі земель на території бурових є досить актуальною на даний час.

Рекультивациа – це комплекс робіт, спрямований на відновлення продуктивності, господарської цінності і поліпшення умов навколишнього середовища для сільськогосподарських, лісогосподарських, будівельних, рекреаційних, природоохоронних і санітарно-оздоровчих цілей.

Біоіндикація – новий науковий напрямок. Однією із складових даного методу є фітоіндикація і її різновид – дендроіндикація, в рамках якої оцінка впливу антропогенних чинників на екосистему здійснюється по зміні морфологічних параметрів асиміляційного апарату – листка деревних і чагарникових порід.

В ході дослідження на території Битків-Пасічнянського нафтогазового родовища було виявлено чотири рекультивовані амбари, з них один у неналежному стані, він потребує додаткової біологічної рекультивациі. В таблиці 1 наведені висновки візуальної оцінки біоіндикаторів даної території, а саме берези звичайної.

Таблиця 1 – Типи та ступені некрозу берези

Типи некрозу,%					
№	Краєвий	Верхівковий	Плямистий /точковий	міжжилковий	«риб'ячий скилет»
1	15,3	20,5	46,2	10,2	7,2
Кількість пошкоджених листків у %					
№	Наявність незначних точок	Наявність плям до 0,5см	Наявність плям до 1см	Наявність плям більше 1см	Наявність плям до половини Сл
1	41	35,9	7,7	10,3	5,1

Під час дослідження були відібрані проби ґрунту та зразки листків тополі та берези. На даний час тривають лабораторні дослідження, але уже зараз можна свідчити про наявність значної кількості забруднюючих речовин у ґрунті, це чітко видно по пошкодженню листків берези (рис.1-3).

З метою ліквідації наслідків аварійного розлиття нафти використовують біотехнологічні способи відновлення забруднених територій за допомогою біопрепаратів, у яких активним агентом виступають ферменти оксидоредуктаз та гідролаз бактерій роду *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Alcaligenes*, *Mycobacterium*; дріжджів роду *Candida*, ниткоподібних актиноміцетів роду *Streptomyces*; цвілевих грибів *Aspergillus* и *Penicillium*, а також їх гібридних штамів. Ці організми здатні переробляти розливу нафту в екологічно безпечні речовини. Причому для прискорення мікробної біоконверсії вуглеводнів у середовище додають поживні елементи (суміш вуглецю, азоту й фосфору).

Отримавши результати аналізу ґрунту ми будемо підбирати метод біологічної рекультивациі який би підійшов для нашої території по типу рельєфу та складу ґрунту.

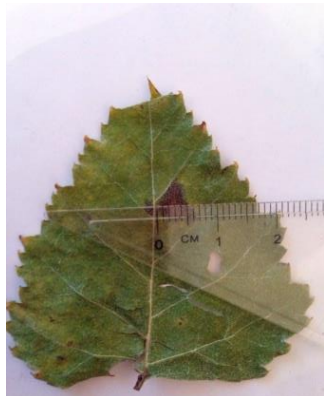


Рисунок 1 – Наявність плям до 0,5см



Рисунок 2 – Наявність плям більше 1см



Рисунок 3 – Наявність плями до половини площі листка

#### Літературні джерела

1. Глібовицька Н.І., Караванович Х.Б. Функціональний стан деревних рослин в умовах нафтового забруднення довкілля // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – Івано-Франківськ: Симфонія форте. – 2016. – № 2. – С. 92-97.
2. Глібовицька Н. І., Караванович Х. Б. Методологія проведення екологічного моніторингу територій нафтогазовидобутку // XIV Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки». – Кременчук, 12-14 жовтня 2016 р. – 128 с.
3. Руденко С. С., Костишин С. С., Морозова Т. В. Загальна екологія. Практичний курс: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Ч. 2. Природні наземні екосистеми. – Чернівці, 2008. – 320 с.

УДК 622.692.4

## ОЦІНКА НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ НА ГАЗОПРОВОДАХ

Кривенко Г. М., Семчук Я. М., Кривенко С. О.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, e-mail: bzhd@nung.edu.ua

Газотранспортна система України є другою за розмірами в Європі після Росії. Загальна довжина трубопроводів складає понад 37 тис. км (діаметр труб 1020 - 1420 мм). Але газотранспортна система України за своїм технічним станом не є надійною та безпечною. Внаслідок експлуатації понад 30 років значної частини газопроводів України зростає ризик аварійно-небезпечних дефектів та можливість вибуху на газопроводах. Ударна хвиля при відмові магістральних газопроводів є одним із вражаючих факторів.

При цьому відбувається забруднення довкілля. Накопичення складових природного газу в атмосфері є причиною порушення газового балансу, що значно впливає на клімат. Сірчисті сполуки й окиси азоту спричиняють небезпечні кислотні дощі, які здатні випадати на відстані багатьох сотень і тисяч кілометрів від місця виникнення аварії.

Слід враховувати, що сучасний магістральний трубопровід є вибухо-пожежонебезпечною посудиною високого тиску, яка знаходиться під землею, що ускладнює спостереження за ним. Сучасний магістральний нафтопровід має діаметр 1420 мм, робочий тиск 7,5 МПа. Вибух газопроводу вказаного діаметра еквівалентний вибуху 3,8 т тринітрогетану. Руйнування його, навіть на обмеженій ділянці, часто призводить до великомасштабних екологічних втрат і збитків, пов'язаних з викидом вуглеводнів у будь-якому агрегатному стані, вибухом, пожежею, тобто механічними і тепловими пошкодженнями природного ландшафту і, іноді, з людськими жертвами [1].

Ідентифікація аварійного розриву може проводитися операторами на компресорній станції за однією з двох характерних умов: або за падінням тиску на дві технічні атмосфери в нагнітальному колекторі компресорної станції, яка розташована до місця розриву (за напрямком руху потоку газу), або за спрацюванням антипомпажного захисту на компресорній станції, яка розташована після місця розриву (за напрямком руху потоку газу), зі зменшенням комерційної продуктивності у всмоктувальному колекторі на величину  $Q_{k/1,1}$  [2].

Для моделювання аварійного пошкодження газопроводу використано рівняння поширення звуку в тривимірному просторі. При цьому розглядається сферична область високого тиску. Ударна хвиля при відмові магістральних газопроводів є одним із вражаючих факторів. Вона утворюється за рахунок поширення в атмосфері природного газу, який під тиском "вирвався" із зруйнованого газопроводу, а

також стиснутих хвиль, які утворюються при загоранні газового шлейфа з розширенням продуктів згорання.

Володіючи великим запасом енергії, ударна хвиля може уражати незахищених людей, руйнувати різні споруди, будівлі, обладнання, техніку. Із збільшенням відстані від епіцентру вибуху швидкість розповсюдження ударної повторної хвилі і надлишковий тиск зменшуються.

Зміна тиску в залежності від часу та відстані від центру вибуху має такий вигляд [3]:

$$P = -\frac{P_0}{2r} \left( (ct - r)H\left(t - \frac{r - a}{c}\right) - (ct - r)H\left(t - \frac{r + a}{c}\right) \right), \quad (1)$$

де  $P_0$  - надлишковий тиск в трубопроводі до моменту аварії;

$r$  - радіус трубопроводу;

$c$  - швидкість поширення ударної хвилі;

$a$  - віддаль від центру вибуху;

$p$  - оператор Хевісайда;

$H(t)$  - одинична функція Хевісайда,  $H(t) = 1$  при  $t > 0$ .

Внаслідок проведених розрахунків проаналізовано зміну надлишкового тиску в момент виникнення вибухової хвилі в залежності від діаметра трубопроводу, часу та віддалі від місця пошкодження труби.

Розглянуто варіанти виходу газу в атмосферу під час аварійного пошкодження газопроводу. Для оцінки розмірів зони загазованості використана емпірична методика фірми «TNO» (Нідерланди), яка є признаним авторитетом у сфері промислової безпеки [4]:

Наведено показники ризику для людей під час небезпеки термічного ураження. В залежності від діаметра газопроводу та робочого тиску, умов прокладання трубопроводу в ґрунтах, характеристик ґрунтів та ряду інших чинників, горіння газу під час аварій може протікати за двома варіантами:

- горіння інтегрального потоку газу у вигляді вертикального «стовпа вогню»;

- незалежне горіння в протилежних напрямках двох струмин з напрямом, близьким до осі трубопроводу.

Під час розрахунків ймовірності ураження людей, елементів екосистеми та технологічного обладнання при аваріях на газопроводах пропонується використовувати систему «вагових» коефіцієнтів, які відображають для кожного діаметра трубопроводу як ймовірність загорання газу під час розриву, так і найбільш характерні співвідношення між сценаріями пожежі [4].

На розподіл теплового потоку при аваріях впливає лише відстань від умовного центру розриву. Отже, зона ураження має кругову форму з центром у місці розриву.

Аналіз розрахунків показав, що ймовірність механічного ураження осколками труб набагато менша за ймовірність термічної дії під час загорання газу.

#### Літературні джерела

1. Шиян В. Д. Терористичні загрози та безпека трубопровідних систем ПЕК України / В. Д. Шиян // Національна безпека: український вимір: зб. Наук. зб. Ради нац. Безпеки і оборони України, інститут проблем нац. Безпеки. - К.: 2009. - Вип.3. - С. 38-42.

2. Мазур И. И. Конструкционная надежность и экологическая безопасность трубопроводов / И. И. Мазур, О. М. Иванцов, О. И. Молдованов. - М.: Недра, 1990. - 263 с.

3. Джеффрис И. Методы математической физики / И. Джеффрис, Б. Свирлс. - М.: Мир, 1970. - 344 с. - вып. 3.

4. Мазур И. И. Безопасность трубопроводных систем / И. И. Мазур, О. М. Иванцов. - М.: ИЦ «Елима», 2004. - 1104 с.

---

УДК 331.453

## АНАЛІЗ СТУПЕНЯ НЕБЕЗПЕКИ РОБІТ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ

Кривенко Г. М., Цикаляк О. В.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул.Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, e-mail: bzhd@nung.edu.ua

Аналіз безпечної експлуатації об'єкта дає можливість оцінити небезпеки, пов'язані з роботою, що виконується. Виявлення небезпечних і шкідливих чинників - це спосіб аналізу небезпек для проведення якісної та кількісної оцінки ризиків.

Аналіз небезпек ставить своєю метою подолання системних причин, що можуть викликати небезпечну ситуацію або порушення правил техніки безпеки на робочому місці.

Проведення аналізу ступеня небезпеки робіт включає:

- ідентифікацію небезпечних умов;

- встановлення першопричин;

- усунення небезпек;

- заходи з попередження виникнення небезпек;

- оцінка ефективності запропонованих заходів.

Розглянемо один з процесів, який відбувається на нафтогазовому промислі за звичайних умов та проведемо аналіз ступеня небезпеки робіт (АСНР).

Наприклад, процес наповнення балонів ізольованих дихальних апаратів, що використовуються під час виконання небезпечних робіт на промислі (зачищення резервуарів), здійснюється за допомогою таких джерел:

- повітряного компресора високого тиску PE 500-VE Drager;
- мобільного повітряного компресора BAUER «Junior II»;
- балонів зі стисненим повітрям.

Розглянемо, які небезпеки, що призводять до небажаних наслідків, можуть виникнути під час виконання даного процесу.

Під час наповнення балонів дихальних апаратів за допомогою повітряного компресора високого тиску можуть проявитися наступні небезпеки:

- підвищена температура поверхні обладнання;
- підвищений рівень шуму;
- підвищений рівень вібрації;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- гострі кромки та шорсткість на поверхні інструменту та обладнання;
- масло, що подразнює шкіру.

Перечислені небезпеки можуть призвести до небажаних наслідків для обслуговуючого персоналу, а саме:

- опіки;
- погіршення самопочуття;
- виникнення захворювань, пов'язаних з негативною дією небезпек на організм людини;
- травмування [1].

Для безпечного виконання даного процесу потрібно здійснити наступні заходи:

- на компресорі має бути захисний кожух;
- обмеження часу роботи на обладнанні;
- опори для гасіння вібрації;
- штучне освітлення;
- рукавиці та спецодяг;
- огляд та технічне обслуговування обладнання та інструментів;
- закрита система мащення [2].

Під час наповнення балонів дихальних апаратів за допомогою мобільного повітряного компресора можуть проявитися такі ж небезпеки, що розглянуті вище.

Для безпечного виконання даного процесу потрібно здійснювати такі заходи, як і під час використання повітряного компресора високого тиску.

Якщо джерелом наповнення служать балони зі стисненим повітрям, то можуть проявитися такі небезпеки:

- дія струменя стисненого повітря;
- гострі кромки та шорсткість на поверхні обладнання.

Перечислені небезпеки можуть призвести до таких небажаних наслідків для обслуговуючого персоналу:

- травми [1].

Для безпечного виконання даного процесу під час використання балона зі стисненим повітрям потрібно здійснювати такі заходи:

- технічне обслуговування вентилів балонів;
- рукавиці [2].

За допомогою проведеного аналізу небезпек у процесі наповнення балонів дихальних апаратів з використанням компресорів або балона із стисненим повітрям виявлено небезпечні та шкідливі чинники, які повинні враховуватися під час якісної та кількісної оцінки ризиків.

Оцінка ризиків на нафтогазовому промислі проводиться експертним методом, що базується на отриманні бальних оцінок щодо ймовірності виникнення того чи іншого виду ризику, а також щодо ступеня його впливу на діяльність підприємства. Даний метод використовується при відсутності об'єктивної інформації про вплив ризиків на підприємство або при її неповноті, що є перевагою методу і дає змогу зробити висновки про ступінь ризику, якому піддаються люди, виробництво, довкілля.

З метою комплексного оцінювання технічних та організаційних ризиків пропонується застосовувати таксономічний метод з використанням шкали Харрінгтона для визначення ризиків в поєднанні з експертним [3].

#### *Літературні джерела*

1. Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування та зберігання: ДСТУ 4454:2005. — [Чинний від 01.07.2006]. — К. Управління Держспоживстандарту, 2005. — 36 с.
2. Правила безпеки в нафтогазовидобувній промисловості України: НПАОП 11.1-1.01-08. - Затверджено: Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 6 травня 2008 року N 95. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 2 червня 2008 р. за N 497/15188.
3. Ткач С. М. Методика комплексного оцінювання ризиків інвестиційної безпеки регіону / С. М. Ткач // Інвестиції: практика та досвід. - 2012. - № 17. - С. 15-18.

## АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ ВУГЛЕВОДНЯМИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ОБ'ЄКТАХ НАФТОГАЗОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Мандрико О.М.<sup>1</sup>, Сидоренко О.І.<sup>2</sup>

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019 Україна, м. Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15, e-mail: o.mandryk@nung.edu.ua*

*<sup>2</sup>Науково-дослідний і проектний інститут (НДПІ) ПАТ «Укрнафта», 76019 Україна, м. Івано-Франківськ, Північний бульвар ім. О.Пушкіна, 2*

Підприємства які розвідують, видобувають і переробляють нафту та газ, транспортують і зберігають їх створюють значне техногенне навантаження на атмосферне повітря. Характерною особливістю нафтогазовидобувного виробництва є підвищена небезпека його продукції, яка є пожежонебезпечною та токсичною для всіх живих організмів. Атмосфера забруднюється, в першу чергу, вуглеводнями і продуктами спалювання палива.

Систематичний аналіз джерел викидів в атмосферу при проведенні інвентаризації забруднюючих речовин на підприємствах ПАТ «Укрнафта» дозволяє здійснювати контроль заобсягом і складом забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря, і вести їх постійний облік, що в свою чергу дозволить прогнозувати розповсюдження забруднення та розробити систему заходів для зменшення шкідливого впливу на навколишнє природне середовище.

Слід відмітити, що така послідовність дій узгоджується із завданнями Енергетичної стратегії України на період до 2030 року, яка передбачає у сфері техногенної безпеки паливно-енергетичного комплексу зменшення утворення шкідливих речовин у процесі виробничої діяльності за рахунок впровадження прогресивних технологій виробництва та реалізації заходів запобіжного характеру з охорони навколишнього середовища.

Проведений аналіз джерел забруднення на території бурової установки при бурінні свердловин дозволяє констатувати, що основний внесок в забруднення атмосферного повітря дає технологічне обладнання, яке використовується для приготування, витримки, очищення, зберігання бурових розчинів і необхідних хімічних компонентів та амбрі-накопичувачі. При зберіганні паливно-мастильних матеріалів в атмосферу надходять аерозоль масел, пари дизельного і пічного палива (вуглеводні граничні  $C_{12} - C_{19}$ ). При зберіганні та очищенні бурових розчинів до атмосферного повітря надходить в основному суміш насичених вуглеводнів  $C_2 - C_8$ . Джерелами забруднення атмосфери є комплексні збиральні пункти, сепаратори, ємності для зберігання нафти і газу, а також технологічні втрати нафтового газу в процесі ремонту свердловин.

Специфічним джерелом забруднення атмосфери на підприємствах є неорганізовані викиди, які пов'язані із відведенням газу без спалювання, витокami із труб, дефектами у різних з'єднаннях труб, клапанів, муфт, фланців, ущільнювачів насосів, компресорів, запобіжних клапанів. Вуглеводні при зберіганні і транспортуванні нафти і нафтопродуктів випаровуються із резервуарів, відкритих нафтохосовищ (амбарів), очисних споруд, під час завантаження і розвантаження продукції.

На підземних сховищах газу в атмосферу викидається значна кількість  $CH_4$ . Метан виділяється під час нормальної роботи, планового технічного обслуговування, а також при порушеннях роботи систем нафтогазової галузі. Об'єм викидів різний і залежить від технологічного процесу, типу обладнання, умов експлуатації і технічного обслуговування, а також стану обладнання. Хоча природний газ є відносно чистим джерелом енергії, виток метану із нафтогазових систем складають приблизно 20 відсотків світових викидів метану за результатами Глобальної ініціативи по метану (Global Methane Initiative, GMI).

Для скорочення викидів метану необхідна модернізація існуючого обладнання, оптимізація контролю і технічного обслуговування обладнання з використанням високотехнологічних методик пошуку, виявлення та оцінки джерела забруднення. Інколи для зменшення викидів потрібне капітальне будівництво нового обладнання і зміна процесів. Наприклад, резервуари для зберігання сирової нафти випускають в атмосферу різні вуглеводні, які при використанні додаткового обладнання можна збирати і накопичувати.

Атмосферне повітря є найбільш складним і динамічним середовищем при оцінці якості, а одним із елементів управління якістю повітря є оперативний взаємозв'язок між джерелом забруднення і фактичним станом, що дозволяє вчасно встановити джерело забруднення. Важливою проблемою при оцінці якості повітря є вивчення закономірностей формування складу токсичних компонентів атмосфери на території великих нафтохімічних комплексів і зростаючі вимоги до зниження їх впливу. Для оцінки впливу на якість повітря потрібно використовувати моделі розсіювання в атмосфері, які дозволяють визначати можливий вихідний рівень концентрації в приземному шарі атмосфери при виконанні різних технологічних операцій на підприємстві.

УДК 551.622

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОНИКНЕННЯ ФІЛЬТРАТУ БУРОВОГО РОЗЧИНУ В ПЛАСТ ПРІСНОЇ ВОДИ

Мандрик О.М., Зельманович А.І.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019 Україна,  
м. Івано-Франківськ, вул.Карпатська, 15, e-mail: o.mandryk@nung.edu.ua*

Трансконтинентальні магістральні газопроводи з півночі Сибіру через Україну у Західну Європу є екологічно небезпечними об'єктами. Побудовані у 70-80<sup>х</sup> роках минулого століття з гарантійним терміном 25 років, газопроводи майже вичерпали свою гарантію безпеки. Тому необхідно виконувати локальний екологічний моніторинг у зоні впливу газопроводів, адже у трубах діаметром 1400 мм при тиску газу 75 атмосфер, значній зношеності металу та при наявності вздовж трас зсувонебезпечних ділянок, зон неотектонічних розломів, складності рельєфу

Україна, як і багато європейських країн, починає відчувати нестачу питної води поверхневих водоймищ чи при поверхневих пластів внаслідок, у першу чергу, її забрудненості, що спонукає до активного освоєння горизонтів підземних вод. Тому, при освоєнні вуглеводневих родовищ свердловинами доводиться розбурювати горизонти питних і мінеральних вод, що є одним із факторів негативного впливу на якість питних вод. Отже, актуальною є проблема захисту підземних питних вод від забруднення при видобуванні нафти і газу.

З метою розвідки і розробки вуглеводневих (нафтових, газових) родовищ розбурюють свердловинами верхні гірські породи, серед яких зустрічаються пласти, насичені підземними питними водами. Для кріплення верхніх нестійких інтервалів геологічного розрізу та ізоляції водоносних пластів від забруднення їх перекривають зацементованою по всій довжині кондукторною колоною обсадних труб.

При бурінні під кондуктор відкритий стовбур свердловини взаємодіє із проникним водяним пластом. У свердловині, згідно із технологією буріння, підтримується деякий надлишковий тиск промивної рідини над можливим пластовим тиском у водяному пласті. Внаслідок цієї репресії тиску виникає проникнення фільтрату промивної рідини у водяний пласт, формується кірка твердої фази промивної рідини, настає внутрішньопорова кольматація твердою фазою, а фільтрат змішується із пластовою водою, зумовлюючи її забруднення як технічною водою, так і хімічними реагентами.

Виробничими дослідженнями і спостереженнями встановлено, що для забезпечення стійкості стінок свердловини у водоносному піщаному пласті надлишковий гідростатичний тиск повинен бути на 0,03-0,04 МПа вище пластового тиску, а пізніше експериментами на спеціальній установці був підтверджений цей надлишковий тиск і показано, що окрім осипання може відбуватися загальне обвалення навколостовбурного масиву гірських порід всередину свердловини.

У зоні витіснення фільтрат бурового розчину витісняє прісну воду. Для забурювання стовбура свердловини великого діаметра на 1м<sup>3</sup> прісної (технічної) води додається 60-80 кг бентоніту та 1 кг каустичної соди (гідроксиду натрію NaOH) [1]. Густина такого розчину становить 1150 кг/м<sup>3</sup>, в'язкість за конусною лішкою 100-120 с, рН=10-11, а показник фільтрації, як правило, не контролюється. До 1м<sup>3</sup> морської або солоної води (50кг хлористого натрію NaCl на 1м<sup>3</sup> прісної води) додають 50кг бентоніту, 2кг каустичної соди та 15-20кг високов'язкої карбоксилметилцелюлози (КМЦ). Якість бентонітових порошків при їх виготовленні підвищують шляхом введення каустичної соди Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> та акрилових полімерів (М-14, метас). Відмітимо, що NaOH відноситься до II класу небезпеки (дуже небезпечний), NaCl, КМЦ, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – до III класу (помірно небезпечний), а бентонітовий порошок – до IV класу (малонебезпечний) [2]. Отже, прісна вода в пласті витісняється від свердловини технічною водою з домішками хімічних реагентів різного класу небезпеки.

У гідродинаміці взаємного витіснення рідин відомо дві схеми (моделі) витіснення:

а) поршневого витіснення, коли між витіснявальною і витісняваною рідинами існує чітка межа поділу, попереду якої рухається тільки витіснявана рідина, а позаду тільки витіснявальна; б) непоршневого витіснення, за якого в зоні витіснення одночасно рухаються витіснявальна і витіснявана рідини [3]. Друга схема передбачає наявність двох чи трьох незмішуваних фаз (наприклад, вода і нафта) із можливими фазовими переходами, базується на поняттях фазових проникностей і враховує гідродинамічні, гравітаційні та капілярні сили. За першою і другою схемою, рідини (фази) є одного типу (прісна і солоні води), відсутній капілярний тиск, рідини необмежено змішуються, відрізняються зокрема мінералізацією, густинами і в'язкістю.

У системі вода-породи активно можуть виникати процеси сорбції, іонного обміну, розчинення, гідратації, гідролізу; склад і кількість речовин у воді безперервно змінюються, тобто процес фільтрації води ускладнюється перенесенням речовин. Перенесення речовин відбувається конвективним (або фільтраційним) потоком води і кондуктивним (або дифузійним) в нерухомій воді молекулярним шляхом [4]. Під час руху водного розчину в неоднорідному (пористому або тріщинуватому) середовищі внаслідок флуктуації величин і напрямків локальних дійсних швидкостей у складній системі пор (хаотично орієнтованих у просторі, змінного перерізу і неправильної форми, з різною шорсткістю поверхні стінок), тріщин і макронеоднорідностей (літологічної – гранулометричної, упакувальної, мінеральної, цементаційної; пористісної, проникнісної, об'ємної товщинної, площової) [2]



відбувається інтенсивне перемішування частинок розчину, а такий механізм перенесення з накладанням молекулярної дифузії називають конвективною фільтраційною дифузійною або гідродинамічною дисперсією (гідродисперсією). Дифузія відбувається під дією градієнтів концентрації, температури, тиску, електричного, магнітного і гравітаційного полів. Аналіз цих явищ показав, що названі процеси (сорбції, розчинення тощо) і дифузійні перенесення (формування "язика" важчої рідини по підшві пласта, "розмазування" межі розділу прісних та солоних вод і т.д.) можна не враховувати, а для практичних розрахунків переміщення фронту витіснення вод можна використати схему поршневого витіснення [4].

Вплив гідродисперсії потоку враховуємо в конфіцієнтах проникності для фільтрату

$$k_b(t) = \frac{kt}{a_5 + b_6 t} \quad (1)$$

і пористості в зоні витіснення

$$m_e = a_7 m (1 - S_{n.e}) \quad (2)$$

де  $k$  – коефіцієнт проникності водяного пласта;  $a_5, b_6$  – емпіричні коефіцієнти;  $m$  – коефіцієнт пористості водяного пласта;  $S_{n.b}$  – насиченість пор зв'язаною і залишковою водою.

Тут  $m$  – активна пористість породи, яка являє собою відношення активного у фільтраційному відношенні об'єму пор, заповнених водою і відкритих для фільтрації фільтрату.

Тоді стосовно зони витіснення записуємо втрату тиску

$$\Delta p_e = \frac{Q \mu_{\phi} (a_5 + a_6 t)}{2\pi h k t} \ln \frac{r_e(t)}{r_c + h_k [1 - \exp(-a_3 t)]} \quad (3)$$

де  $r_e(t)$  – зовнішній радіус зони витіснення.

Положення межі витіснення пов'язуємо з часом через рівняння матеріального балансу

$$\int_0^t Q(t) dt = \pi h \{ m_k (r_k^2 - r_c^2) + m_e [r_e^2(t) - r_k^2] \} \quad (4)$$

або при  $r_k \approx r_c$

$$\int_0^t Q(t) dt \approx \pi h m_b [r_b(t) - r_c - h_k (1 - e^{-a_3 t})] \quad (5)$$

Отже, за отриманими формулами можна виконати розрахунки втрат тиску в кожній зоні, частки кожної зони за втратою тиску на загальну втрату та оцінити вплив глинистої кірки зони кольматації на втрату фільтрату, загальний об'єм фільтрату, що надійшов у водяний пласт, і його процентне відношення до об'єму води за різної густоти сітки нафтових свердловин.

*Літературні джерела*

1. Мислюк М.А. Буріння свердловин: Довідник: У 5т. Том 4: Завершення свердловин / М.А.Мислюк, І.Й.Рибчин. - Київ "Інтерпрес ЛТД", 2012.-608 с.
2. Коцкулич Я.С. Бурові промивні рідини: Підручник/ Я.С.Коцкулич, М.І.Оринчак, М.М.Оринчак - Івано-Франківськ: Факел, 2008-500 с.
3. Бойко В.С. Підземна гідрогазомеханіка / В.С.Бойко, Р.В.Бойко-Львів: Априорі, 2007- 452 с.
4. Жернов І.Е. Динаміка поземних вод / І.Е. Жернов. – Київ: Вища школа, 1982. – 324с.

УДК 550.34.06

## **СЕЙСМОГЕОДИНАМІЧНА АКТИВІЗАЦІЯ БОРИСЛАВСЬКОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РАЙОНУ ЯК ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ**

**Назаревич Л.Є.<sup>1</sup>, Ніщименко І.М.<sup>1</sup>, Назаревич А.В.<sup>2</sup>, Олійник Г.І.<sup>1</sup>**

*1 Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, відділ сейсмічності Карпатського регіону,  
Україна, 79060, м. Львів, вул. Ярославленка, 27, ел. пошта nazarevych.L@gmail.com*

*2 Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, Україна, 79060, м.  
Львів, вул. Наукова, 3-б, ел. пошта nazarevych.a@gmail.com*

В останні роки зростає кількість зареєстрованих землетрусів на тих територіях України, які вважалися раніше асейсмічними. Відчутні землетруси у Кривому Розі (2011 р.,  $M=3,9$ ), поблизу Бердянська (2006 р.,  $M=3,2$ ), в Маріуполі (2016 р.,  $M=4,8$ ) і ще ряд землетрусів невеликої сили відбулися на відносно спокійних в сейсмічному плані територіях. Що стосується Передкарпатського прогину (Західний регіон України), тут за період інструментальних спостережень (з 1961 р.) в основному зафіксовані землетруси невеликої сили, за винятком кількох відчутних землетрусів у районі Долини у 1975-76 рр. і на Буковині (район м Чернівці). В останні 20 років (1994-2013 рр.) найбільш сейсмоактивним у Передкарпатті був район м. Надвірної (більше 30 землетрусів) [1], а зараз (2014-2016 рр.) відбулася сейсмічна активізація в районі м. Борислава.

Ця сейсмічність пов'язана з місцевою складовою регіонального геодинамічного та сейсмо-тектонічного процесу, але також може бути техногенно спровокованою (наведеною) і може становити певну загрозу для наявного у цих районах нафтогазового комплексу. Землетруси невеликої сили і пов'язані з ними деформації в масивах порід здатні завдати шкоди як свердловинам, так і трубопроводам. Відомо, що зім'яття обсадних труб і зріз колон свердловин, а також пошкодження

трубопроводів у Карпатському регіоні в останні десятиліття відбувалися неодноразово. Це свідчить про вплив на нафтогазовий комплекс сейсмотектонічних процесів і викликаних ними змін напружено-деформованого стану складнопобудованого геологічного середовища в районах нафтогазовидобування і в зонах трубопроводів. Тому моніторинг місцевої сейсмічності і вивчення сейсмотектоніки цих районів є актуальним завданням.

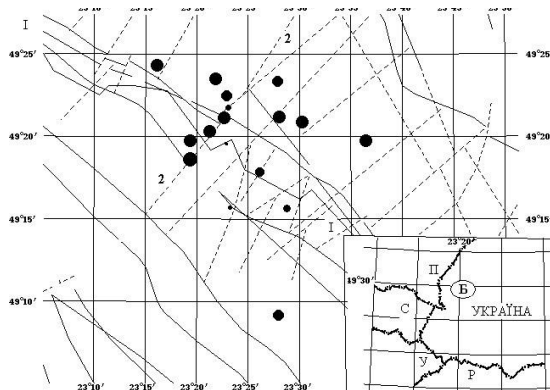
Бориславська сейсмоактивна зона займає середню частину території Бориславського нафтопромислового району (НПР), який займає західну частину Передкарпатського прогину від кордону з Польщею до річки Стрий. Географічно (геоморфологічно) район розташований на стику Українських Карпат (Зовнішніх (Скибових) Карпат) і Передкарпатської хвилястої височини, захоплюючи частину обох цих геоморфологічних одиниць. Унікальність цього району в тому, що тут ведеться тривалий (починаючи з 1810 р.) активний видобуток нафти, газу і озокериту в промислових масштабах. Для цього НПР характерна наявність поряд з неглибокими (1-3 км) також глибоких (не тільки для України, але і для всієї Європи) родовищ нафти (Соколовецьке, 5700-5800 м).

Досліджуваний нами район розташований в основному у Внутрішній зоні Передкарпатського прогину. Основним структурним елементом фундаменту тут є Попельський структурний виступ, а також блок між Раточинським і Стрийським поперечними розломами (Орівське підняття). Характерною особливістю будови земної кори тут є наявність численних складок-насувів, до яких приурочені поклади родовищ вуглеводнів, це, наприклад, Бориславська складка першого ярусу структур і насунута складка другого ярусу структур Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину. Складки розбиті рядом тектонічних порушень різної амплітуди на окремі тектонічні блоки. У першому ярусі структур – це Попельський, Бориславський і Помірківський блоки, у другому – Бориславський і Попельський тектонічні блоки [2].

Досліджувана нами сейсмічна активізація в районі м. Борислава відбулася у 2014-2016 рр. Оскільки сейсмічність району слабка ( $M=0,8-2,5$ ), для її вивчення використовуються дані інструментальних спостережень. У районах Перекарпаття зараз працює 4 сейсмічні станції – «Львів», «Моршин», «Східниця», «Старуня». Для надійної локалізації гіпоцентрів місцевих землетрусів використовуються також дані станцій Закарпатської мережі, станцій «Новодністровськ» і «Кам'янець-Подільський». Комп'ютерна обробка записів землетрусів з використанням регіонального годографа і методу мінімізації нев'язок [3] об'ємних хвиль дає можливість отримати надійні параметри гіпоцентрів місцевих землетрусів, що робить можливим не тільки дешифрування сейсмотектонічних активних структур у плані, але і трасування активних на сучасному етапі розвитку розломів земної кори в глибину.

Бориславська зона в сейсмічному відношенні була спокійною до 2014 р., а впродовж 2014-16 рр. тут відбулося 17 землетрусів невеликої сили ( $M=0,8-2,5$ ) (див. рис.), з них у 2014 р. – 4, у 2015 р. – 9, у 2016 р. – 4 землетруси. Загальна енергія, що виділилася під час цих землетрусів, становить  $6,1 \times 10^8$  Дж, найбільша кількість енергії виділилась у 2015 р., трохи менше – у 2016 р. Просторова локалізація епіцентрів землетрусів на тектонічній карті (див. рис.) виявила деякі особливості сейсмотектоніки району. Так, ланцюжок землетрусів північно-східного напрямку на північ від Борислава трасує лінію Раточинського розлому, далі на північ простежується ще одне сейсмоактивне тектонічне порушення. За результатами дешифрування космічних знімків і геолого-геофізичних даних (А. Кудряшов, О. Мичак) Раточинський лінеамент є регіональною субвертикальною зоною деструкції земної кори (по Р. Бембелю) з ознаками розтягу. На режим розтягу земної кори вказує також додатний знак параметра кріпекс (Cr) досліджених нами землетрусів, який добре характеризує напружений стан вогнищевих зон, зумовлений локальною геодинамікою.

Сейсмічно активною в цьому районі є також Трускавецька структура (Помірківської блок) і Орівська структура Складчастих Карпат. Певну сейсмічну активність проявляє і територія біля курорту Східниця. Також тут проглядається сейсмоактивна структура північно-західно – південно-східного простягання в зоні впливу Передкарпатського розлому, ймовірно, опірюючі розломи в чохлах та фундаменті.



Тут: 1-1 – Передкарпатський розлом; 2-2 – Раточинського розлом. На карті-врізці буквами позначені країни: П – Польща, С – Словаччина, У – Угорщина, Р – Румунія; Б – Бориславський район (Україна).

**Рисунок 1 – Сейсмічність Бориславського нафтогазоносного району (темні кружки – епіцентри землетрусів різної магнітуди) на фоні розломної тектоніки (за В.В. Глушком та С.С. Кругловим [2]).**

Визначені нами із застосуванням спеціально розроблених нових методик глибини залягання вогнищ землетрусів ( $H=2, 5, 6$  км) дозволяють локалізувати їх положення в просторі. В результаті виявляється, що тут сейсмічність ніби ооконтурює з різних сторін «сейсмотектонічно спокійні» структури, які можуть бути об'єктами пошуку покладів вуглеводнів. Аналогічна закономірність просторових співвідношень сейсмічності і нафтогазоносності встановлена нами раніше для Надвірнянського району Прикарпаття [1].

За даними про просторове розташування гіпоцентрів землетрусів побудовано об'ємну модель сейсмічної активності Бориславського тектонічного блоку і виділено 2 глибинні рівні активності зони Раточинського розлому: 1 – глибини  $H=1-2$  км, 2 –  $H=5-6$  км. Крім того, простежено сейсмічну активність підвернутої складки 1-го ярусу Бориславської структури. Це вказує на складний характер розподілу тектонічних напружень на границях геологічних структур і частково пов'язано з перерозподілом гідродинамічного тиску при нафтогазовидобутку на вже механічно ослаблені геологічні структури. За даними про перші вступу Р-хвиль і методикою Горбунової побудовано азимутальні годографи  $Az=f(\Delta t_{max})$  деяких землетрусів і знайдено напрямки спорювання розривів у їх вогнищах, ці напрямки лежать у межах  $Az=355-17^\circ$ . Ці дані можуть свідчити або про активності опірюючих Раточинський розлом розривних порушень, або про зміщення по похилих площинах насувів. Згаданий вище додатній кріпекс вказує на наявність режиму розтягу у вогнищевих зонах, що може вказувати на скидовий або скидо-зсувний механізми місцевих землетрусів.

Сейсмічна активізація в останні роки Бориславської зони пов'язана з рядом факторів. Перш за все – це зумовлений тектонікою складний напружений стан структури Раточинського розлому, який є складовою частиною потужного регіонального лінеаменту північно-східного простягання (простежуваного від м. Дрогобича до села Тур'ї) і північно-західною границею Бориславського нафтового родовища. З іншого боку – район характеризується підвищеною тріщинуватістю і флюїдонасиченістю порід (у першу чергу, колекторів нафти і газу, і зон численних різнорангових розривних порушень), при видобуванні нафти і законтурному закачуванні води створюється додатковий гідродинамічний тиск на вже ослаблені механічно породи в цих зонах, що сприяє розрядці землетрусами накопичених тут тектонічних напружень.

#### *Літературні джерела*

1. Назаревич Л.С., Назаревич А.В. Наведена сейсмічність і сейсмотектоніка Надвірнянського нафтогазового району (Українське Передкарпаття) // Proceedings of XVth International Conference on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects. 10-13 May 2016, Kiev, Ukraine. – Київ, 2016 (CD).
2. Тектоническая карта Украинских Карпат. М-б 1:200 000 / Под ред. В.В. Глушко, С.С. Круглова. Киев: УкрНИГРИ, 1986.
3. Назаревич Л.С., Назаревич А.В. Методики уточнення параметрів гіпоцентрів Карпатських землетрусів // Геодинаміка. – 2004. – № 1(4). – С 53-62.

УДК 504.064:665.7

## **ОЦІНКА ТА КОНТРОЛЬ ВПЛИВУ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТАМИ НА ОТОЧУЮЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ**

**Огняник М.С., Парамонова Н.К., Шпак О.М.**

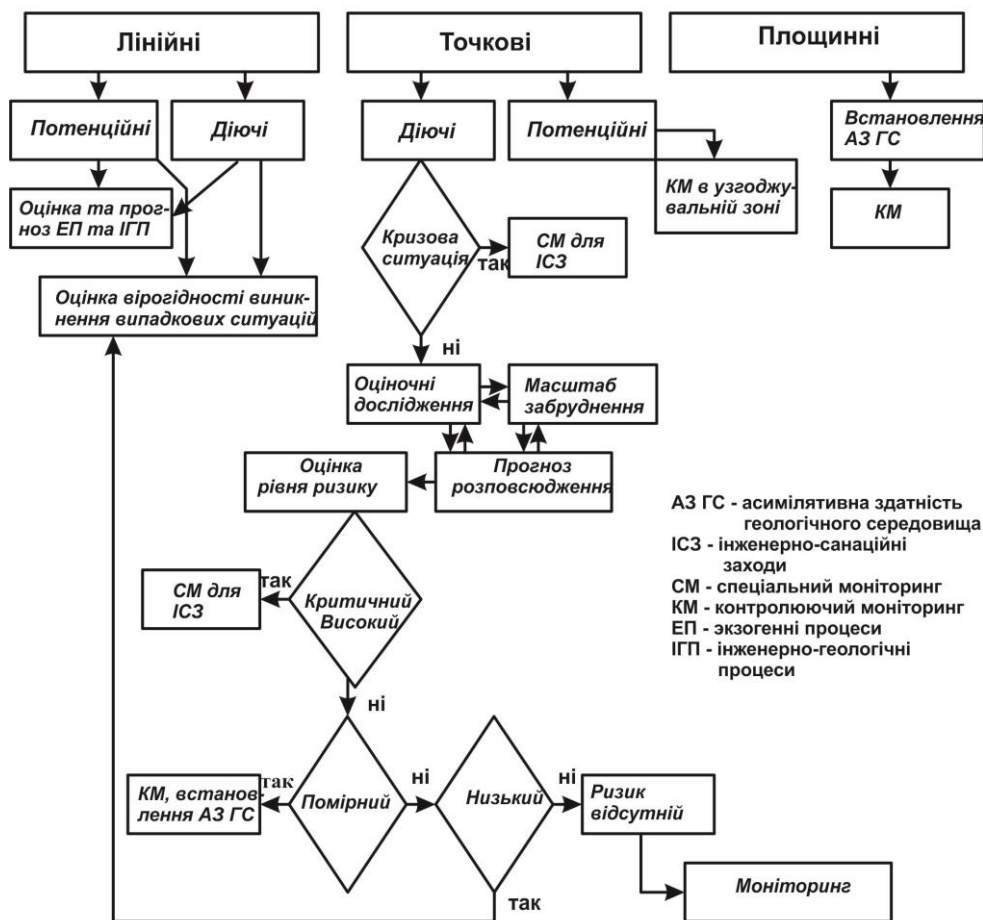
*Інститут геологічних наук НАН України, 55-Б, вул. О.Гончара, Київ, 01054, shpak\_lena@yahoo.com*

Джерелами забруднення оточуючого середовища нафтопродуктами є об'єкти нафтопродуктозабезпечення, тобто споруди, пов'язані з видобуванням, зберіганням та очищенням нафти та її стоків, переробкою, транспортуванням та споживанням нафти та нафтопродуктів, які за їх інженерно-функціональними особливостями можна об'єднати у три групи: площинні, точкові та лінійні. Порядок виявлення їх впливу та контроль над цим процесом показані на блок-схемі (рис.1).

Лінійні об'єкти, пов'язані з транспортуванням нафти та нафтопродуктів, мають специфічні властивості та відрізняються значною довжиною трас, прокладених у різних природних умовах. В результаті експлуатації цих об'єктів порушуються природні умови, змінюється тепловий і водний режим ґрунтів, активізуються екзогенні процеси, спостерігаються інтенсивні прояви інженерно-геологічних процесів, що призводить до руйнування трубопроводів та розливів нафти. Система моніторингу геологічного середовища (ГС) на лінійних об'єктах створюється для оцінки стану природно-технічної системи та періодичного прогнозування змін інженерно-геологічних умов [4].

До площинних об'єктів відносяться нафтові родовища, нафтопереробні заводи, аеродроми, де об'єкти нафтопродуктозабезпечення розміщені на великій площі, створюючи єдиний ареал забруднення природного середовища. На цих об'єктах забруднення відбувається в результаті потрапляння в атмосферу викидів газоподібних вуглеводнів в результаті дії заводів, автотранспорту та літаків. Забруднені атмосферні опади потрапляють на поверхню землі, і далі з інфільтраційним живленням нафтопродукти у розчиненому або емульгованому стані досягають РГВ, забруднюючи ґрунтові води на великій площі у напрямку переважаючих вітрів або злітно-посадкових смуг. Якщо вздовж потоку ґрунтових вод знаходяться об'єкти, що зазнають забруднення (ОЗЗ), то на відстані від них, яку потік пройде за 2-3 роки фільтрації, обладнують спостережні свердловини з метою періодичного відбору проб води для визначення БТЕК та загального вмісту нафтових вуглеводнів. В межах площинного забруднення необхідно встановити джерело забруднення, оцінити асимілятивну здатність ГС та можливості санації в результаті природної деградації забруднювача.

**джерела зауряднення геологічного середовища нафтопродуктами**



**Рисунок 1 – Блок-схема виявлення впливу та контролю джерел забруднення нафтопродуктами на оточуюче середовище**

Точкові об'єкти (склади паливно-мастильних матеріалів, накопичувачі твердих та рідких відходів та ін.) можуть стати джерелом інтенсивного надходження у ГС рідких нафтопродуктів або забрудненої води при виникненні витоків при порушенні облицювання або цілісності емностей. Вплив точкових об'єктів на оточуюче середовище необхідно оцінювати вже на стадії проектування, тому що, як показала практика, в місцях зберігання та накопичення нафтопродуктів та нафтопродуктових стоків, їх втрати в ГС неминучі.

Щоб не допустити розповсюдження забруднювача, необхідно як найшвидше зафіксувати його надходження. Для цього проводиться контролюючий моніторинг, який фіксує появу забруднювача в межах узгоджувальної зони – області, на межах якої концентрації забруднювача не повинні перевищувати гранично допустимі концентрації (ГДК), тобто утримуватись в ній користувачем. Нами розроблена методика визначення кількості та оптимального розміщення спостережних точок в узгоджувальній зоні за допомогою імітаційного моделювання [3], а також показана економічна ефективність створення узгоджувальних зон та проведення контролюючого моніторингу.

Якщо джерела забруднення діють, для ОЗЗ визначається рівень ризику забруднення, при якому існує можливість загрози здоров'ю людей, фауні та флорі через надходження шкідливих речовин із забруднених ґрунтів, повітря, підземних та поверхневих вод, накопичення вибухонебезпечних випаровувань. Об'єкт вважається забрудненим, якщо концентрація шкідливих речовин перевищує ГДК, що призводить до вищезгаданої загрози.

Для визначення рівня ризику забруднення ОЗЗ пропонується метод крайніх станів, коли за допомогою прогнозних розрахунків визначають максимальний та мінімальний термін забруднення об'єкта, використовуючи в межах максимально можливих похибок параметри, що прискорюють та уповільнюють процес переміщення забруднювача [2].

Рівень ризику може змінюватись от кризової ситуації, коли концентрація на об'єкті під час оціночних робіт вже перевищує ГДК, до відсутності ризику, коли при максимально можливих похибках в параметрах концентрація забруднювача буде менше ГДК.

Кризова ситуація потребує негайного проведення робіт, пов'язаних з ліквідацією або локалізацією забруднення.

Критичний рівень ризику характеризується тим, що потенційна загроза можлива за час, який менше періоду проведення санаційних робіт. В літературі [6, 7 та ін.] цей період складає 2-3 роки.

Високий рівень ризику визначається тим, що потенційна загроза виникне за час, більший ніж час проведення санаційних робіт. В цей період проводиться спеціальний моніторинг переміщення забруднювача у напрямку об'єкта. Тривалість визначається таким чином, щоб вартість моніторингу була меншою вартості санаційних робіт. Цей період складає 3-7 років.

Помірний рівень ризику відрізняється тим, що строк потенційного забруднення набагато перевищує термін санаційних робіт. В таких випадках виконуються оціночні дослідження та моніторинг для визначення кількості та розподілу в ГС забруднювача, динаміки забруднення та виявлення деструктивних процесів, проводиться контролюючий моніторинг.

Низький рівень ризику існує на ОЗЗ, для яких прогнозними дослідженнями встановлено, що загрозові умови виникають випадково при зміні природних, техногенних або гідрогеологічних умов. В таких випадках рівень ризику визначається вірогідністю відповідних умов [1, 5 та ін.].

Розроблені концепція та методика проведення досліджень та моніторингу дозволяють виявити, оцінити та контролювати забруднення нафтопродуктами відносно його впливу на інші об'єкти довкілля та розробити заходи по недопущенню, локалізації та ліквідації забруднення.

#### *Літературні джерела*

1. Грановский Э.А. Анализ риска и принятие решений и достаточной безопасности структурно сложных технологических систем с использованием программного комплекса «РИЗЭКС 2» // Матеріали наук.-практ. конференції «Проблеми прогнозування та попередження надзвичайних ситуацій природно-техногенного походження». 2-6 червня 2008 р., м. Одеса. — С. 50-52.

2. Огняник М.С., Парамонова Н.К., Шпак О.М. Визначення ризику нафтопродуктового забруднення геологічного середовища за результатами оціночних робіт // Матеріали наук.-практ. конференції «Екологічна безпека техногенно перевантажених регіонів. Оцінка і прогноз екологічних ризиків». — 29 вересня — 3 жовтня 2008 р., АР Крим, м. Гурзуф, 2008 р. — С. 87-89.

3. Огняник М.С., Парамонова Н.К., Шпак О.М. Контролюючий моніторинг в зоні можливих джерел нафтопродуктового забруднення // Матеріали наук.-практ. конференції «Моніторинг навколишнього природного середовища: науково-методичне, нормативне, технічне, програмне забезпечення». — 21-25 вересня 2009 р., АР Крим, м. Коктебель. — С. 32-34.

4. Рудько Г.І., Адаменко О.М. Екологічний моніторинг геологічного середовища: Підручник / Львів: видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2001. — 260 с.

5. Хміль Г.А., Лисиченко О.Г. Визначення ризиків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру // Матеріали наук.-практ. конференції «Проблеми прогнозування та попередження надзвичайних ситуацій природно-техногенного походження». 2-6 червня 2008 р., м. Одеса. — С. 42-44.

6. API. Methods for Determining Inputs to Environmental Petroleum Hydrocarbon Mobility and Recovery Models // API Publication, № 4711. July 2001.

7. Seminar Publication. Site characterization for subsurface remediation // Center for Environmental Research Information, U.S. EPA, Cincinnati, OH 45268, — 212 p.

---

УДК 338.45:622.32

## **ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ, ЗАПАСИ ЯКИХ ВІДНОСЯТЬСЯ ДО ВАЖКОВИДОБУВНИХ**

**Пілка М. С.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, Україна, 76019 e-mail: 89muk@ukr.net*

Результатом нераціональної взаємодії господарської діяльності людини і навколишнього середовища стали значні зміни антропогенного походження. Вони призводять до перевищення екологічних можливостей території до самовідновлення. Нові явища зумовили виникнення принципово нових проблем у сфері управління як економікою, так і природно-ресурсним потенціалом. Одним із ключових напрямів їх розв'язання є формування новітніх науково-методичних підходів до оцінювання антропогенного впливу економічної діяльності на асиміляційний потенціал територій та врахування результатів оцінювання в обґрунтуванні доцільності стратегічних рішень [1].

Паливні та енергетичні ресурси складають життєво важливу основу існування економіки України та визначають реальність проведення в життя економічної, технічної, соціальної та екологічної політики будь-якого уряду країни. Від енергетичного достатку залежить і добробут її народу [2].

Потенційними об'єктами впливу виробничої діяльності в процесі промислової розробки родовища запаси якого віднесено до категорії важковидобувних є геологічне, повітряне і водне середовища, ґрунтовий покрив. Серед впливів на компоненти навколишнього середовища виділяються наступні види: геомеханічне порушення геологічного середовища в процесі буріння свердловин, будівництва нафтозбірних комунікацій і споруд; хімічне забруднення повітряного середовища викидами в атмосферу летких вуглеводневих фракцій та інших забруднюючих речовин від стаціонарних джерел, вихлопними газами бурової установки та технологічного автотранспорту; хімічне забруднення водного середовища, в тому числі – забруднення підземних вод, яке можливе при порушенні цілісності обсадних і експлуатаційних колон та цементного каменю між свердловиною та водоносними пластами і при міжпластових перетіканнях флюїдів; забруднення поверхневих вод

можливе при порушенні герметичності навколосвердловинної арматури та трубопроводів, при капітальному ремонті свердловин; хімічне забруднення ґрунтового покриву можливе при аварійних виливах нафти і мінералізованих пластових вод в процесі буріння свердловин, при поривах трубопроводів, при проведенні капітального ремонту діючих свердловин; механічне пошкодження ґрунтів здійснюється при будівництві свердловини.

До джерел викидів шкідливих речовин в атмосферу під час проведення робіт відносяться: викидні труби устаткування, яке працює з використанням процесу горіння; дихальні клапани сепараторів, трапів, резервуарів; порушення герметизації системи одоризації нафтового і природного газу; нещільності фланцевих з'єднань технологічного обладнання, арматури, трубопроводів; споруди збору промислових і господарсько-побутових вод.

При експлуатації промислових споруд в робочому режимі їх вплив на ґрунт, флору, фауну, ґрунтові, підземні та поверхневі води території мінімальний і можливий лише у випадках порушення штатного технологічного процесу (аварійні ситуації). Одним із видів впливу на довкілля є вилучення земельних ділянок з природного стану у довгострокове користування для обслуговування свердловин та виробничих об'єктів.

Аварійні ситуації можуть виникнути у разі відхилень від штатної роботи устаткування, що можуть призвести до загоряння, вибухів, нещасних випадків і виходу з ладу обладнання. До них відносяться: порушення герметичності збірних резервуарів, нафто-, конденсато- і газопроводів, запірно-регулюючої арматури.

Найбільшу небезпеку для навколишнього середовища становить аварійний викид пластової рідини. Серед факторів, що визначають надійність трубопроводів, одне із провідних місць належить тривалості експлуатації: чим довше експлуатується, тим більше ймовірність аварії на ньому. У перші три роки після спорудження трубопроводу мають високу надійність, надалі, у міру зношування труб, імовірність проривів зростає. Витоки з продуктопроводів обумовлені, в основному, двома причинами: корозією металу труб і механічним їх руйнуванням, прояв яких, у свою чергу, багато в чому залежить від характеристик труб, якості будівельних робіт і умов експлуатації. У процесі експлуатації системи збору продукції та повернення супутньо-пластових вод, витoki мінералізованих вод і нафти можливі через малі отвори, що виникають у тілі труби внаслідок корозії, або у зварному шві, як результат прихованого дефекту. Частота поривів трубопроводу зростає зі збільшенням строку їхньої експлуатації, несвочасною заміною зношених труб, недостатнім інгібіторним і катодним їх захистом.

Попередження впливу техногенних причин досягається дефектоскопією трубної продукції до монтажу трубопроводів, застосуванням інгібіторного і антикорозійного захисту труб в процесі їх експлуатації та встановленням електродконтактних манометрів на насосах закачування.

При попаданні в ґрунт витоків нафтопродуктів забруднену ділянку слід оконтурити. При середніх і значних розливах по контуру ділянки необхідно будувати траншеї і облаштовувати їх захисними екранами для попередження інтенсивного просочування нафтопродуктів. Збір розливів необхідно здійснювати за допомогою спеціальної нафтозбірної техніки. На поверхню забруднених місць перед нанесенням родючого шару ґрунту наносять адсорбент (гідрофобізований перліт, вермикуліт). Після того, як шкідливі речовини будуть зібрані з поверхні ґрунту, виконується технічна і біологічна рекультивация території.

У процесі експлуатації родовищ необхідно забезпечити захист поверхневих та підземних вод від забруднення, а саме від: проникнення поверхневих забруднювачів; перетоків глибинних пластових флюїдів у водоносні горизонти при пошкодженнях колони свердловин.

З метою запобігання та зменшення негативного впливу на поверхневі та підземні водні об'єкти при бурінні пошуково-розвідувальних і експлуатаційних свердловин та облаштуванні родовищ виконуються наступні заходи: спуск направлення з метою створення обв'язки для циркуляції і запобігання розмиву гирла свердловини, для перекриття нестійких четвертинних відкладів та ізоляції ґрунтових вод з метою їх захисту від забруднення фільтратом бурового розчину при бурінні під кондуктор; спуск кондуктора з метою перекриття верхніх водоносних горизонтів і захисту їх від забруднення фільтратом бурового розчину при бурінні під проміжну колону.

Гирло кондуктора обв'язується противикидним обладнанням з метою попередження можливих газоводопроводів при бурінні під проміжну колону, обладнання гирла свердловин обв'язується колонною голівкою і фонтанною арматурою, з метою запобігання міграції підземних вод і пластових флюїдів всі обсадні колони цементуються з підняттям тампонажного розчину до гирла, виконують очищення промивної рідини, бурових стічних вод, гідроізоляцію шламових амбарів, технологічних площадок, вигрібних ям, здійснюють збір і нейтралізацію відходів буріння, їх захоронення в амбарах, збір, використання, утилізацію та ліквідацію продуктів освоєння свердловин, відходів ПММ, а також відведення дощових вод з об'єкту за рахунок рельєфу і організації поверхневого стоку та водовідведення виробничих стоків в ємність для збору бурових стічних вод [3, 4].

Сьогодні чи не найбільший негативний вплив на довкілля серед галузей промисловості чинить видобуток корисних копалин. Діяльність підприємств видобувної галузі є постійним джерелом техногенної небезпеки та виникнення аварій, які нерідко створюють надзвичайні ситуації та забруднення природного середовища. За цих умов особливої ваги набуває дотримання підприємствами галузі вимог чинного законодавства та заходів екологічної безпеки.

Питання екології слід розглядати в тісному зв'язку з економічним розвитком, оскільки воно визначає стан навколишнього середовища і масштаби робіт щодо його оздоровлення. Важливим джерелом фінансування заходів з оздоровлення навколишнього середовища слід вважати впровадження

дієвого механізму платного природокористування, що включає рентні і компенсаційні платежі на вирішення екологічних проблем. Реалізація зазначених напрямів екологічної політики може гарантувати сталий розвиток регіону в якому безпосередньо відбувається видобуток вуглеводнів.

#### *Літературні джерела*

1. Мельничук Н. Природно-ресурсний потенціал: Суть та значення в контексті сталого розвитку / Мельничук Н.В. // [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Chem\\_Biol/Vnuvgr/ekon/2009\\_4\\_2/v48ek082.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/Chem_Biol/Vnuvgr/ekon/2009_4_2/v48ek082.pdf)
2. Крижанівський Є. І. Вектори незалежності [Текст] / Є. І. Крижанівський. – Галичина. – № 163-164 від 31 жовтня 2013 р. – С. 1-9.
3. ДБН А.2.2-1-2003 "Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення".
4. СОУ 73.1-41-11.00.01:2005 "Охорона довкілля. Природоохоронні заходи під час споруджування свердловин на нафту та газ".

---

УДК

## **ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В МЕЖАХ ПРИЛУЦЬКОГО НАФТОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ**

**Плаксій Л.В., Вдовичин Р.В., Стефінін Ю.В.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, [ecolesia@ukr.net](mailto:ecolesia@ukr.net)*

Нафтогазовидобувна промисловість в більшій мірі, ніж багато інших галузей господарства, впливає на природу. Надра, являючись частиною єдиної природи, найтісніше пов'язані з усім навколишнім середовищем. Неможливо розробляючи підземні багатства, не впливаючи в тій чи іншій мірі на земну поверхню, рослинний і тваринний світ, водне середовище, повітряний басейн. Тому використання надр нерозривно пов'язане з проблемою охорони навколишнього середовища. Нафтогазовидобувні виробництва споживають велику кількість води в технологічних цілях, в допоміжних процесах і для побутових потреб. Нафтова і газова промисловість залишаються основними забруднювачами навколишнього середовища. Можлива дія їх на основні компоненти навколишнього середовища зумовлена токсичністю природних вуглеводневих супутників, великим вмістом хімічних речовин, що використовуються в технологічних процесах, а також всезростаючим об'ємом видобутку нафти і газу, їх підготовки, транспортування, зберігання, переробки і широкого різноманітного використання [1, 3].

Екологічна небезпека виникає при періодично повторюваних процесах, які супроводжуються накопиченням токсичних і забруднюючих речовин у відкритих водоймищах, ґрунтових водах.

Спостереження за станом водного об'єкту здійснюється відповідно до загального переліку показників, до якого входять показники, що характеризують кількість водних ресурсів та їх зміни, якість вод і нормативів екологічної безпеки водокористування, екологічний норматив та категорію якості води водних об'єктів тощо [2, 4].

Види забруднення середовища при бурінні і транспортуванні нафтопродуктів можна розділити на експлуатаційні, технологічні, аварійні і природні. Джерелами забруднення водного середовища є відпрацьований буровий розчин, тампонажний розчин, хімреагенти для обробки розчину, вибурена порода, стічні бурові води, нафта і нафтопродукти, паливно-мастильні матеріали, господарсько-побутові стічні води і тверді відходи. Забруднююча здатність бурових розчинів залежить від кількості й токсикологічної характеристики хімічних реагентів, що застосовуються для їх обробки. Звичайно при бурінні свердловин використовуються реагенти і речовини II, III і IV класу небезпечності, тому бурові відходи, що містять в собі ці речовини, відносяться до III і IV класу небезпечності. Попадання їх у водоймища, ґрунт, ґрунтові води у великих кількостях є екологічно небезпечним явищем [3, 5].

Висока здатність водних організмів до засвоєння токсичних речовин приводить до порушення трофічних ланцюгів. До організму людини токсиканти попадають не тільки через питну воду, а й завдяки споживанню риби і т.д. Найбільш небезпечні забруднювачі питної води — Hg, Cd, Pb, нафтопродукти, радіонукліди, феноли, пестициди та інші. Значно знижує якість води дефіцит кисню, надлишки азотних сполук, фосфатів, що викликають евтрифікацію поверхневих водоймищ.

Важливим показником забруднення поверхневих вод є донні відклади, що накопичують в собі пестициди та важкі метали. Їхній вміст іноді в декілька разів більше, ніж в поверхневих водотоках.

Основним джерелом забруднення поверхневих вод є підприємства нафтової промисловості (табл. 1). Причиною такого стану є значний знос основного обладнання, наявність замаргизованих артезьян, водопровідних та каналізаційних мереж, інженерних споруд та технологічного обладнання, які фактично не поновлюються.

Для вирішення поставлених задач було проведено еколого-ландшафтне районування території діяльності Прилуцького управління бурових робіт (УБР), в межах якої виділено 4 головні екосистеми субширотного простягання, які перетинаються лінійною долинною екосистемою р. Удай.

Тестові ділянки для визначення сучасної екологічної ситуації на території діяльності Прилуцького УБР ми вибрали таким чином, щоб охопити основні нафтогазові родовища Прилуцького нафтогазового району, а також суміжні території, де екологічний вплив від розробки цих родовищ був мінімальний, або взагалі не відчувався. В якості такого полігону з тестовими ділянками була вибрана територія Прилуцького, частково Варвинського, Срібнянського та Ічнянського адміністративних

районів Чернігівської області, де розташовані нафтові та нафтогазові родовища: Монастирищенське, Малоодвицьке, Прилуцьке, Щурівське, Мільківське, Лесяківське, Тростянецьке, Світличні, Гнідицівське, Богданівське. Загальна площа полігону 1 000 км<sup>2</sup>. На цій площі була розбита мережа із точок спостережень, які більш-менш рівномірно охоплюють весь полігон. Тестові ділянки обирались на родовищах, поблизу від них, на рівних геоморфологічних рівнях з різною геологічною будовою, в межах головних типів ґрунтів. Всього було визначено 80 тестових ділянок або геоекологічних полігонів. Робочий масштаб польових досліджень 1:10 000.

Таблиця 1 - Перелік потенційно екологічно небезпечних об'єктів

№ з/п	Назва об'єкту	Вид діяльності
<b>Варвинський район</b>		
1	Гнідинцівський газопереробний завод ВАТ «Укрнафта»	Газопереробна
<b>Прилуцький район</b>		
2	ДНС «Мільки» НГВУ «Чернігівнафтогаз» Лесяківського цеху видобутку нафти і газу	Гірничодобувна
3	ДНС «Лесяки» НГВУ «Чернігівнафтогаз» Лесяківського цеху видобутку нафти і газу	Гірничодобувна
4	ДНС «М.Дивиця» НГВУ «Чернігівнафтогаз» Прилуцького цеху видобутку нафти і газу	Гірничодобувна
5	ДНС «Сухополова» НГВУ «Чернігівнафтогаз» Прилуцького цеху видобутку нафти і газу	Гірничодобувна
6	ДНС «Налив» НГВУ «Чернігівнафтогаз» Прилуцького цеху видобутку нафти і газу	Гірничодобувна
7	м. Прилуки, полігон ТПВ	Захоронення відходів

Географічні координати і абсолютні висоти (альтитуди) точок спостережень визначені за допомогою ГІС MAP INFO з топографічної карти масштабу 1:10 000.

Аналіз технологічних процесів будівництва свердловин, облаштування та експлуатації нафтопромислів, організації робіт з охорони навколишнього природного середовища виявив:

- недостатню ефективність екологічних рішень в проектах розробки та облаштування родовищ, будівництва та ремонту свердловин, програм з підвищення нафтовіддачі пластів;
- неякісну реалізацію проектних рішень через низьку експлуатаційну надійність технічних засобів та низьку ефективність системи контролю;
- недостатній рівень екологічної підготовки фахівців на всіх ділянках ланцюжка «свердловина-магістральний трубопровід».

Розливи нафти обумовлені великою протяжністю і низькою надійністю (80 % зносу) промислових нафтових і водовідвідних ліній в системі підтримки пластового тиску (ППТ). На магістральних нафтопроводах причини аварійності наступні: зовнішні впливи; брак при будівництві; корозія; заводський брак; помилкові дії персоналу.

Таким чином, всі забруднюючі речовини, що поступають в природні води, зумовлюють:

- зміну фізичних властивостей води (порушення первісної прозорості і забарвлення, поява неприємних запахів, присмаків і т. п.);
- зміну хімічного складу води, зокрема, появу в ній шкідливих речовин;
- утворення плаваючих забруднень на поверхні води осідання їх на дні, скорочення у воді кількості розчиненого кисню,
- появу нових бактерій, у тому числі і хвороботворних, забруднення якими робить природні води непридатними для купання, а іноді і для технічних цілей. Воно особливо згубно впливає на рибу, водоплавних тварин та інші організми, зумовлюючи їх захворювання і загибель.

#### Літературні джерела

1. Адаменко О.М., Міщенко Л.В. Екологічний аудит територій. Івано-Франківськ, вид-во «Факел», 2000, 342 с.
2. Державні санітарні правила та норми «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання». Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 23.12.96 № 383
3. Маєвський Б.І., Євдошук М.І., Лозинський О.Є. Нафтогазоносні провінції світу. - К.: Наукова думка. 2002, 405 с.
4. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ, 1998, 28 с.
5. Яцик А.В. Экологические основы рационального водопользования. Киев, изд-во «Генеза», 1997, 628 с.



## ПРИНЦИПИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАФТОГАЗОВИХ ОБ'ЄКТІВ

Побережний Л.Я., Пасяка Р.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

Антропогенне і техногенне навантаження на навколишнє природне середовище в Україні у кілька разів перевищує відповідні показники у розвинених країнах світу. Практично дві третини населення країни проживає на територіях, де стан атмосфери не відповідає гігієнічним нормативам. За рівнем раціонального використання водних ресурсів та якості води Україна, за даними ЮНЕСКО, серед 122 країн світу посідає 95 місце. Значне техногенне навантаження на довкілля мають підприємства, зокрема паливно-енергетичного комплексу. Так, викиди енергетичної галузі становлять близько 40 % викидів усіх секторів економіки. Загальні викиди забруднюючих речовин стаціонарними джерелами об'єктів нафтогазового комплексу сягають близько 4,7 млн т. Обсяги використання свіжої води та відведення забруднених вод підприємствами Національної акціонерної компанії «Нафтогаз України» становлять 7,5 млн м<sup>3</sup>. Екологічна безпека об'єктів нафтогазового комплексу – це безпечне для довкілля функціонування будь-якого об'єкта, з одного боку, і відсутність шкідливого впливу оточуючого середовища на об'єкт, з іншого. Складна технічна система трубопровідного транспорту характеризується підвищеною відповідальністю, особливостями антропогенного впливу на природне середовище. Це пов'язано з технологією транспортування природного газу, нафти, конструктивними рішеннями лінійної частини та наземних споруд трубопроводів. Перш за все магістральні трубопроводи мають величезну протяжність, вони перетинають практично всі природно-кліматичні регіони. На всій території Росії розосереджені штучно створені трубопровідні споруди, які знаходяться в складній взаємодії з навколишнім середовищем. Як правило, взаємовплив трубопровідних комплексів і природного середовища носить негативний характер. Звідси і основне завдання: з одного боку, звести до мінімуму техногенні впливи в період будівництва і експлуатації трубопроводів, з іншого, послабити негативний вплив природних компонентів на надійність і безпеку трубопровідних об'єктів. Тому при вишукуванні трас, проектуванні трубопровідних систем особливу увагу слід приділяти питанням геоecології, в тому числі із залученням даних дистанційного зондування Землі; аерокосмічного спектральної зображення місцевості.

Магістральний трубопровід можна розглядати як вбудований в природне середовище чужорідний елемент, з чим пов'язана більш високий ступінь його вразливості для агресивних впливів природного середовища в порівнянні з іншими технічними об'єктами. У загальному випадку система «магістральний трубопровід - природне середовище» характеризується складним набором прямих і зворотних зв'язків, що виявляються у взаємноруйнуючих процесах, значно знижують надійність магістралей.

Важливо знайти шляхом найменшого взаємного впливу: техногенного - на навколишню природу з боку споруди та природних катаклізмів на трубопровід. Сучасні магістральні газопроводи діаметром до 1400 мм з робочим тиском до 10 МПа являють собою по суті вибухопожежонебезпечну посудину протяжністю в тисячі кілометрів, руйнування якого пов'язане з великомасштабними екологічними втратами, в першу чергу, із-за механічних і термічних ушкоджень природного ландшафту.

Статистичний аналіз відмов, що відбуваються на нових та діючих магістральних газопроводах, показав наступне: з усієї сукупності відмов на газопроводах при випробуваннях та експлуатації сталося близько 10% відмов із значним екологічним збитком. При цьому найбільшою екологічною небезпечкою мають трубопроводи великого діаметра 1000 - 1400 мм. Середньорічні втрати продукту, що зумовили забруднення навколишнього середовища, склали по газопроводах - 43,2 млн куб. м. Характерною особливістю техногенного впливу газопроводу на навколишнє середовище є наявність термічного впливу, пов'язаного із загорянням газу, а також значне порушення цілісності ґрунтового-рослинного покриву. Радіус термічного впливу, що визначає зону повної поразки навколишнього рослинного покриву в осередку відмови, становить від 30 до 600 м, а котлован, що утворюється в момент аварії газопроводу, досягає максимальних розмірів до 106 \* 56 \* 12 м. За своїм характером техногенний вплив на всі компоненти природи є комплексним, оскільки воно зачіпає біохімічні процеси, що відбуваються в атмосфері, землі та водоймах. Так, забруднення атмосфери обумовлене спалюванням попутного газу на факелах, продуктів діяльності компресорних станцій, викидом газопродуктів в результаті аварій та з інших причин.

Негативний вплив трубопроводів на природне середовище на етапах будівництва і експлуатації характеризується відповідною реакцією з боку навколишнього середовища, що виражається, як правило, у трьох формах:

- Адаптаційної (локальним, статистичними зміщенням рівноваги);
- Відновлюваної (або самовідновлюваної), що характеризується повним поверненням екосистеми «об'єкт - природа» в початковий стан;
- Частково відновлюваної (або невідновлюваної), що характеризується незворотним зрушенням екосистеми від вихідного (рівноважного) стану.

Таким чином, будь-яке промислове вплив обумовлює певний комплекс локальних втрат, що мають відповідну реакцію в природі.

Той чи інший трубопровід в залежності від продукту, що транспортується, способу прокладки, специфіки навколишніх умов надає різну дію на природу. Однак можна виділити загальні риси такого впливу, характерні для газопроводів. Газопроводи мають значно більшою потенціальною енергією

механічного впливу на навколишнє середовище. Тому аварійні ситуації, що характеризуються значним руйнуванням ділянки газопроводу, як правило, визначають і специфіку такого впливу (знищення рослинного покриву, порушення цілісності родючого шару ґрунту, зміна природного рельєфу та природного ландшафту). Оскільки руйнування газопроводів в більшості випадків супроводжується загорянням газу, механічний вплив посилюється тепловою радіацією. Особливість аварійних ситуацій в екологічному сенсі полягає в тому, що методи охорони природи не носять в даному випадку попереджувального характеру. Це, мабуть, буде мати місце до тих пір, поки параметр потоку відмов магістральних трубопроводів не керованим буде, вірогідно прогнозованим за часом і за місцем розвитку відмови.

Велике значення з точки зору охорони природи має формування антропогенного ландшафту в процесі будівництва трубопроводу. Це має пряме відношення до функціонального розвитку біогеоценозів конкретного виду, природної міграції тварин, еволюційному розвитку гідрогеологічних, кліматологічних та інших природних процесів.

Джерелами комплексного впливу на навколишнє середовище є будівництво та експлуатація:

- Технологічних і допоміжних газових об'єктів;
- Постійних під'їзних доріг до об'єктів;
- Тимчасових доріг;
- Тимчасового місця проживання будівельників;
- Тимчасової виробничої бази та складського господарства;
- Тимчасового водопостачання і каналізації, тепlopостачання, електропостачання.

Прямі впливу на *ґрунтовий покрив* пов'язані з проведенням підготовчих земельних робіт і виражаються в наступному:

- Порушення сформованих форм природного рельєфу в результаті виконання різного роду земляних робіт (риття траншей та інших виїмок, відсипання насипів, планувальні роботи тощо);
- Погіршення фізико-механічних і хіміко-біологічних властивостей ґрунтового шару;
- Знищення і псування посівів сільськогосподарських культур і сіножатей;
- Захламлення ґрунтів відходами будівельних матеріалів, порубкових залишків тощо.

Техногенних порушеннях мікрорельєфу, викликаних багаторазовим проходженням важкої будівельної техніки.

До негативних впливів на *земельні ресурси* під час експлуатації газових об'єктів відносяться:

- Прямі втрати земельного фонду, що вилучається під розміщення постійних наземних споруд;
- Незручності в землекористуванні через поділ сільськогосподарських угідь трасами інженерних комунікацій і автодоріг;
- Скорочення сільськогосподарської продукції, пов'язане з довгостроковим вилученням орних земель і погіршення родючих властивостей ґрунту на тимчасово відведених землях.

Джерелом забруднення *повітряного басейну* при будівництві є:

- Вихлопні гази будівельних машин і механізмів, автотранспорту, котелень та пересувних електростанцій на рідкому і газовому паливі;
- Дим від двигунів, спалювання залишків деревини та будівельних матеріалів;
- Вуглеводні від складів ПММ, автозаправних станцій, паливних баків;
- Зварювальні аерозолі від трубозварювальних установок і ручного зварювання.

Джерелом забруднення водних об'єктів при будівництві є побутові, промислові та зливові стоки з майданчиків тимчасового житлового селища, тимчасових об'єктів, з майданчиків технологічних об'єктів.

Із вищезазначеного можна зробити висновок про значний вплив на довкілля об'єктів нафтогазового комплексу за всіх стадій життєвого циклу. починаючи від будівництва і аж до виведення з експлуатації.

Таким чином, при спорудженні та експлуатації об'єктів нафтогазового комплексу необхідно проводити екологічний ризик-аналіз та ризик-менеджмент для забезпечення належного рівня екологічної безпеки та мінімізації наслідків для довкілля.

УДК 622.691.4

## ВПЛИВ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ ВУГЛЕВОДНІВ НА ДОВКІЛЛЯ

Побережний Л.Я.<sup>1</sup>, Марущак П.О.<sup>2</sup>, Гамарник А. М.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

<sup>2</sup>Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя

<sup>3</sup>Івано-Франківський національний медичний університет

Значна частка у забрудненні довкілля та негативному впливі на екологічну ситуацію належить світовому паливно-енергетичному комплексу, і його частині – паливно-енергетичному комплексу України. Однією з багатьох причин погіршення екологічної ситуації є відмови та аварії нафто- та газопроводів. Розглянемо деякі їх типи [1]:

- розгерметизація підземних та надземних газонафтопроводів;
- розгерметизація морських газонафтопроводів.

Найбільший ризик аварійної ситуації існує на трубопроводах, які експлуатуються в складних умовах – морських глибоководних та гірських зсувонебезпечних районах.

Негативний вплив на довкілля в результаті розгерметизації трубопроводів зумовлений витоком транспортованого продукту. В залежності від важкості аварії наслідки можуть носити характер як локальних катастроф, так і катастроф регіонального, а в окремих випадках національного масштабу. Страждає фауна та флора, причому наслідки можуть відчуватися роками після аварій. Нижче розглянемо вплив витоків нафти та газу на тваринний і рослинний світ.

Нафта чинить зовнішній вплив на птахів через прийом їжі, забруднення яєць в гніздах і зміну середовища проживання. Зовнішнє забруднення нафтою пошкоджує та спугує пир'я, викликає подразнення очей. Загибель є результатом дії холодної води, птахи тонуть. Розливи нафти від середніх до великих викликають зазвичай загибель 5.000 птахів.

Шкідливий вплив на довкілля витоків природного газу зумовлений тим, що основний (більше 90%) його компонент – метан – належить до парникових газів і вносить свою лепту в глобальне потепління на планеті. Більше того, 1 кг метану спричиняє таку ж негативну дію, як 35 кг вуглекислого газу. Якщо скористатися даними транспортуючих компаній згідно яких при транспортуванні на 2500 км втрати газу становлять в середньому 1,2 %, з допомогою нескладних математичних перетворень отримаємо, що при транспортуванні на 1000 км 100 млрд. м<sup>3</sup> (річний транзит в ЄС через Україну) газу шкода довкілтю лише за рахунок втрат буде еквівалентна викиду в атмосферу 12 млн. тон вуглекислого газу. Можемо зробити висновок, що нафтогазопроводи є об'єктами підвищеної екологічної небезпеки, і лише постійний моніторинг їх стану з використанням сучасних науково обґрунтованих комплексних методик оцінки безпеки, надійності, залишкового ресурсу з обов'язковим всебічним ризик-аналізом дасть змогу вчасно вжити необхідних заходів з попередження аварій та відмов і зменшити екологічний ризик до прийняттого рівня.

Паливно-енергетичний комплекс є одним з найважливіших секторів економіки країни. Враховуючи винятково важливу роль нашої держави, як найбільшого транзитера енергоресурсів до Євросоюзу, можна говорити, що стабільність і безаварійність роботи ПЕК України – це гарантія нашої енергетичної безпеки зокрема, та ЄС в цілому.

На початку нового тисячоліття потрібні нові наукові підходи до пошуку оптимальних, з точки зору безпеки, шляхів розвитку держави в цілому, та паливно-енергетичного комплексу зокрема. В ХХІ сторіччі технічні рішення, не здатні забезпечити промислову, соціальну та екологічну безпеку не матимуть права на існування.

Наростання негативних антропогенних впливів в поєднанні з глобальними природними процесами (зміна клімату, оточуючого середовища тощо) можуть призвести до екологічних катастроф. Відомі випадки коли економічні втрати від природних та техногенних катастроф були співмірні чи перевищували величини ВВП деяких країн.

Враховуючи, що основні фонди трубопроводного транспорту, як і будь-які технічні об'єкти, старіють, деградація магістральних трубопроводів проходить із наростаючою швидкістю. Основні газо- та нафтопроводи були побудовані в 1960-1990 рр. Близько половини їх знаходяться в експлуатації більше 20 років, а близько чверті – більше 30. Збільшення строку безпечної служби таких трубопроводних систем – надзвичайно важлива науково-технічна проблема.

Шляхи її вирішення – широке впровадження сучасних методів діагностики (інтелектуальні поршні тощо), глобальний моніторинг, капітальний ремонт та реконструкція, але передусім – принципово нові, науково обґрунтовані технічні та технологічні рішення.

Більшість трубопроводних систем побудовані та експлуатуються по старих нормативних документах, які не враховують останні наукові та науково-технічні здобутки в області трубопроводного транспорту. Зараз, як ніколи, існує нагальна необхідність застосування нових комплексних методик оцінки стану трубопроводу, його залишкового ресурсу, попередження пошкоджень трубопроводних систем, адекватної інтерпретації ситуації в аварійних умовах. Особливо гостро проблема забезпечення надійної та безпечної експлуатації стоїть для трубопроводів, які експлуатуються у складних умовах – морських глибоководних та у зсувонебезпечних гірських районах.

Наростання потенційних та реальних загроз в техногенній сфері потребує радикального збільшення зусиль у вирішенні проблем екологічної та технологічної безпеки. Техногенна безпека стає одним із важливих чинників забезпечення національної безпеки. І тільки розвиток високих промислових та інтелектуальних технологій з всебічним використанням критеріїв та сучасних способів її забезпечення може змінити наявні негативні тенденції.

Причинами виникнення аварійних ситуацій є, як правило, відмови внаслідок помилок в проектуванні, порушенні технології виготовлення, умов та режимів експлуатації, а також природні явища на зразок землетрусів, зсувів ґрунту тощо. Слід також виокремити невідповідність ряду базових розрахункових критеріїв реальним характеристикам матеріалу трубопроводу, причому реальні механічні характеристики на 10...25 % нижчі, ніж наведені в довідниках для використання в розрахунках, внаслідок впливу текстури та механообробки, стандартні випробовування на розтяг недостатні для визначення низки важливих розрахункових характеристик, оскільки поведінка матеріалу при неоднорідному напруженому стані (згин, згин + розтяг) істотно відрізняється від такої при розтягу, характеристики, одержані при випробовуванні елементів конструкції в умовах, наближених до експлуатаційних, можуть відрізнятись на 20...100 % і більше від наведених в довідковій літературі при використанні стандартних зразків, внаслідок того, що в більшості випадків довговічність та несучу здатність матеріалу конструкції контролює не навантаження, а фізико-хімічний вплив робочого середовища [2].

Однією з найвагоміших причин також є деградація властивостей матеріалу, граничні рівні нагромадження пошкоджень, утворення та спонтанне поширення тріщин. Також негативний вплив

чинить так зване уповільнене руйнування – нагромадження пошкоджень та дефектів при статичному та квазістатичному навантаженні нижче границі текучості. Беручи до уваги вищесказане, можна зробити висновок, що правильний розрахунок металлоконструкцій, а також прогнозування ресурсу їх роботи, неможливі без комплексних випробовувань матеріалу, який використовується безпосередньо при їх виготовленні.

Проблема забезпечення безпеки трубопровідних систем повинна вирішуватися комплексно на етапах проектування, будівництва та експлуатації, з урахуванням не тільки можливості аварії чи катастрофи, а й їх наслідків для довкілля. Виникає необхідність проведення великої кількості експериментальних досліджень, пов'язаних з вивченням поведінки матеріалу в умовах граничних станів і наступному прогнозуванню за критеріями міцності, ресурсу та надійності кінетики розвитку аварійної ситуації, живучості трубопроводу та негативних впливів на екологію. На даний час при проектуванні трубопровідних систем завдання забезпечення їх безпеки вирішується наступним чином: якщо проект відповідає всім діючим нормам, то спеціальний кількісний аналіз безпеки не виконується. Наше основне завдання – змінити підходи до розрахунків таким чином, щоб гарантовано виключити ймовірність важких аварій та катастроф. Це потребує комплексного аналізу безпеки, особливо для трубопроводів підвищеного ризику – морських глибоководних та таких, що пролягають у зсувонебезпечних районах гірської місцевості. В кінцевому етапі ми повинні навчитися управляти ресурсом та безпекою трубопровідних систем на всіх стадіях їх життєвого циклу – від проектування до експлуатації. Слід також виокремити надзвичайно важливий елемент – оцінку ризику, і звести його до прийнятного рівня. Пріоритетними в розробці нових концепцій безпеки, повинні стати заходи, направлені на попередження важких аварій та катастроф, а також на мінімізацію їх негативних наслідків. В більшості випадків важкі аварії та катастрофи супроводжувалися руйнуванням несучих елементів в потенційно небезпечних місцях. Це призвело до того, що найпоширенішою на даний час є практика обґрунтування міцності трубопровідних систем на базі комплексу характеристик та критеріїв руйнування (границі міцності, текучості, втоми, умовна границя корозійної втоми). На базі параметрів міцності та руйнування сформульовано поняття запасів міцності (в часовому, міцнісному та цикловому вираженні), які ввійшли в довідкову, навчальну та нормативну літературу. На даний момент склалася ціла система критеріїв та запасів міцності, яка повинна гарантувати неруйнування трубопроводів при дотриманні заданих умов експлуатації. Однак цих критеріїв недостатньо для кількісного визначення безпеки. Найбільш орієнтованими на кількісне вирішення проблем безпеки трубопровідних систем є наступні критеріальні групи:

- ризик;
- живучість при виникненні пошкоджень на різних стадіях аварій та катастроф;
- безпека (з урахуванням критеріїв та характеристик аварій і катастроф).

#### *Літературні джерела*

1. Побережний Л. Я. Вплив аварій нафтогазопроводів на довкілля / Л. Я. Побережний // Екологія і промисленість. -2007. -№3 (12). - С. 20-24
2. Пошивалов В. П. Длительная прочность и долговечность элементов конструкций / В. П. Пошивалов. - К.: Наук. думка, 1992. - 120 с.

УДК 504:631.459:622.3:553.541 (477)

## **ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ОСВОЄННЯ РОДОВИЩ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ**

**Рудько Г.І.<sup>1</sup>, Савлучинський О.М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Державна комісія України по запасах корисних копалин,  
01133, м. Київ, вул. Кутузова 18/7, e-mail: office@dkz.gov.ua

<sup>2</sup>Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, 03035, м. Київ,  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, e-mail: dei2005@ukr.net

В центрі уваги України постійно перебуває питання ефективного використання енергетичного потенціалу земних надр та одержання нових енергетичних джерел, розвитку національного нафтогазовидобутку для забезпечення енергетичної незалежності. Необхідність дослідження й використання нетрадиційних джерел вуглеводневої сировини, задекларована як альтернатива традиційним видам вуглеводневої сировини і є з однієї сторони шляхом до зменшення енергозалежності, а з іншої – чинником, що сприятиме посиленню техногенного навантаження і зниженню рівня екологічної безпеки в регіонах, перспективних на ці види сировини.

Специфічні особливості видобування сланцевого газу вимагають використання технологій буріння свердловин, спрямованих на підвищення їх продуктивності. Для того, щоби вилучити газ із сланцеватих порід, доводиться застосовувати складну і високовартісну технологію – буріння свердловин з горизонтальною частиною ствола, гідророзрив пластів і розклинювання тріщин пропантантами. Сучасна технологія видобутку сланцевого газу передбачає буріння однієї вертикальної свердловини і декількох горизонтальних довжиною до 2–3 км та здійснення гідралічного розриву пласта.

Видобування нетрадиційних вуглеводнів передбачає суттєвий вплив на природні ландшафти і екосистеми через використання земельних майданчиків для будівництва свердловин і розміщення обладнання для буріння та проведення гідророзриву.

Найбільше ризиків та загроз впливу на довкілля виникає, як і у випадку традиційних родовищ, в процесі буріння та експлуатації свердловини та власне видобування газу.

Метою дослідження є визначення екологічних ризиків та загроз на різних стадіях видобутку газу «нетрадиційного» типу в Україні, а саме сланцевого газу.

На різних стадіях освоєння родовищ вуглеводнів ступінь впливу на навколишнє середовище змінюється. Умовно можна виділити кілька стадій техногенного навантаження (техногенезу), поява яких зумовлена різним впливом джерел техногенного навантаження на довкілля.

Характеристиками джерел первинного техногенезу є те, що вони розосереджені на значних площах, не піддаються контролю й оцінюванню їх впливу на довкілля, зумовлюють тимчасове відчуження земель, а їх вплив проявляється фрагментарно. Вторинний техногенез активізується при будівництві довгострокових споруд (бурових майданчиків, кушів свердловин, інших промислових і господарських об'єктів), які різною мірою впливають на компоненти довкілля. На етапі вторинного техногенезу існує небезпека забруднення гідросфери і ґрунтів продуктами відходів буріння, порушення ґрунтового покриву, зведення лісів, прояв небезпечних геологічних процесів.

Третинний техногенез настає при експлуатації інфраструктури видобувного підприємства. Переважно для приповерхневої частини літосфери ця стадія виявляється розвитком небезпечних (екзогенних) геологічних процесів, пов'язаних з експлуатацією стаціонарних пристроїв (осідання поверхні, зсуви, інші процеси і явища під лінійними спорудами); забрудненням ґрунтового покриву, підземних і поверхневих вод флюїдами, що видобуваються, побутовими стоками, продуктами технології підготовки нафти і газу, паливно-мастильними матеріалами, іншими речовинами.

На відміну від впливу джерел первинного і вторинного техногенезу вплив джерел третинного техногенезу вкрай складно піддається вивченню і прогнозуванню, оскільки виявляється на пізніших стадіях освоєння родовищ.

Вплив розвідки та експлуатації родовищ вуглеводнів нетрадиційного типу потрібно розглядати як окремо по компонентах довкілля (атмосферне повітря, водні об'єкти, ґрунти, рослинний і тваринний світ, мікроклімат, надра, ландшафти), так і в комплексі. Особливу увагу слід приділяти таким потенційним джерелам впливу, як комплекси і споруди, що будуть створюватись для виробничої інфраструктури при розробці родовищ. Як основні види впливу на довкілля при розвідці та розробці родовищ цього типу потрібно розглядати хімічне і фізичне забруднення.

Охорона водних ресурсів під час розробки сланцевого газу викликає одне з найбільших занепокоєнь не тільки в Україні, а й одним з найбільш спірних питань у розробці сланцевого газу в світі. Видобування сланцевого газу пов'язане із використанням великих обсягів води, яка закачується у свердловину разом із піском та хімічними речовинами для виконання гідравлічного розриву, а також для буріння свердловин, тестування трубопроводів та обробки видобутого газу.

Забруднення підземних вод вуглеводнями та хімічними речовинами, які використовуються для буріння та виконання гідророзриву пласта, вважається чи не найбільшим екологічним ризиком при видобуванні сланцевого газу. Причиною забруднення підземних вод можуть бути природні вертикальні розломи в товщі порід, зміна гідрологічного режиму внаслідок закачування великої кількості води, порушення цілісності обмурівки та обсадки свердловини, розливи рідини для гідророзриву або бурового шламу на поверхні тощо.

Основні типи потенційного забруднення підземних вод внаслідок видобутку сланцевого газу – це проникнення газоподібних вуглеводнів (метану, етану, пропану) у водоносні горизонти, забруднення підземних вод хімічними речовинами для гідророзриву внаслідок розливів на поверхні або технологічних помилок під час проведення гідророзриву, проникнення забруднюючих речовин (солей, важких металів) із глибоких горизонтів у водоносні горизонти.

Потенційна небезпека порушення правил при гідророзриві з використанням хімічних сполук, що може призвести до серйозних наслідків для довкілля, завжди існує, проте при правильному використанні вони є безпечними.

Важливим побічним продуктом видобування є викиди метану під час видобування та транспортування (витоки) та, опосередковано, викиди двоокису вуглецю від використання енергії під час видобування сланцевого газу (непрямі викиди). Вони відбуваються, коли разом із зворотною водою, яка повертається на поверхню через стовбур свердловини після проведення гідравлічного розриву, виділяється значна кількість метану. Додатково, викиди метану відбуваються при розбурюванні пробок, що відокремлюють різні стадії гідророзриву, перед тим як починається видобуток природного газу. Для його запобігання оператори повинні вести постійний моніторинг і контроль на свердловині до, під час та після видобування.

Основними екологічними загрозами та недоліками розвідки і видобування сланцевого газу є на території України [1]:

- значне порушення поверхні, втрата природних ландшафтів, вилучення великих земельних площ з ризиком незворотної втрати родючих ґрунтів;
- вилучення значних об'ємів води (від 5 до 20 тис. м<sup>3</sup> на одну свердловину), якої в Україні і зараз не вистачає, навіть для питних потреб;
- застосування технології гідророзриву з використанням хімічних речовин, небезпечних для довкілля, може призвести до забруднення водоносних горизонтів і втрати підземних питних джерел. Очевидними є технологічні проблеми зберігання і очистки сотень тисяч тон забруднених вод за відсутності підприємств, що можуть знешкоджувати такі відходи. В Україні відсутні екологічні

нормативи для частини хімічних речовин, що застосовуються у процесі буріння, випробування та експлуатації свердловин;

– існує велика ймовірність виникнення деформацій поверхні, підвищення сейсмострушуваності – так звані, техногенні землетруси. Тому застосування гідророзриву в таких умовах, може призвести до неконтрольованого поширення технологічних рідин та газів у геологічному середовищі.

Оскільки на сьогодні в Україні досвіду спорудження свердловин саме на сланцевий газ немає, важливим є вивчення та узагальнення світового досвіду, що дає змогу вдосконалити технології спорудження свердловини.

Для мінімізації потенційних екологічних ризиків видобування сланцевого газу можна виділити наступні рекомендації [2]:

1. Для забезпечення від потрапляння розчинів, які використовують для гідророзриву пласта, до джерел води та екосистем, кожен свердловину слід оснащувати сталевими обсадними колонами, які опускають нижче водоносних зон, і відповідного водонепроникного шару. Проміжок між стінками обсадних колон і породою має бути заповнений цементом, що створює додатковий захисний шар.

2. Тиск під час гідророзривів слід визначати індивідуально, залежно від характеристик конкретного пласта з таким розрахунком, щоб тріщини в товщі сланців (а відповідно – й рідина, що вводиться), поширювалися вгору і вниз від ствола свердловини на відстань не більш ніж 30–100 м.

3. Рідину, яку відкачують на поверхню разом із газом і пластовими водами, обов'язково слід утилізувати або використовувати для наступних гідророзривів.

4. У районах розвідки передбачити можливість утилізації значних обсягів технічної породи, яка відбирається під час бурових робіт (близько 1 350 м<sup>3</sup> на кожні 6 свердловин).

5. Врахувати можливість міграції сланцевого газу від місця його розробки на значну відстань (до 20 км) з його неконтрольованим виходом на поверхню чи потраплянням до резервуарів питної води.

6. Для уникнення небезпеки забруднення довкілля хімічними речовинами, що використовуються в рідинах для гідророзриву, виходячи з досвіду США та ЄС, слід розробити жорсткі нормативи їх застосування, перевезення і зберігання, а також здійснювати необхідні інспекційні перевірки, в т. ч. на предмет герметичності контейнерів, у яких перевозяться і зберігаються хімічні речовини.

#### Літературні джерела

1. Якушенко Л.М. Перспективи видобутку сланцевого газу в Україні: екологічні аспекти / Л.М. Якушенко, Є. О. Яковлев ; НІСД. Відділ екологічної та техногенної безпеки. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/slanets/>.

2. Альтернативи газозабезпечення України: скраплений природний газ (СПГ) та нетрадиційний газ [Текст]: (Аналітична доповідь Центру Разумкова) // Національна безпека і оборона. – 2011. – № 9. – С. 30–36.

УДК 614.841:539.377

## КВАЗИМИТТЄВІ РУЙНУВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТАЛЕВИХ РЕЗЕРВУАРІВ ЗА УМОВ ПОЖЕЖІ

Семерак М. М.<sup>1</sup>, Чернецький В. В.<sup>2</sup>, Михайлишин М. Р.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, 79000, м. Львів, МСП, вул.

Клепарівська, 35, [ldubzh.lviv@mns.gov.ua](mailto:ldubzh.lviv@mns.gov.ua);

<sup>2</sup>Управління ДСНС України в Івано-Франківській області, 76018, м. Івано-Франківськ, вул. Франка, 6, [ivanofrankivsk@mns.gov.ua](mailto:ivanofrankivsk@mns.gov.ua)

У більшості випадків пожежі на складах нафти і нафтопродуктів (СНН) тривають декілька днів. Практично всі вони закінчуються повним вигоранням нафтопродуктів. Такі масштабні та затяжні пожежі наносять великі збитки навколишньому середовищу. Тому актуальною є проблема забезпечення техногенної безпеки на об'єктах нафтогазової промисловості з метою запобігання виникненню таких ситуацій.

Одним із найгірших варіантів розвитку пожежі на СНН є квазімиттєве руйнування резервуарів із подальшим розтіканням нафтопродуктів на велику площу. Квазімиттєвими руйнуваннями прийнято називати повну втрату цілісності корпусу резервуара і вихід на зовні рідини яка зберігається в середині, на протязі короткого проміжку часу. Найчастіше квазімиттєві руйнування вертикальних сталевих резервуарів (РВС) відбуваються під час пожежі. Згідно аналізу статистики аварій більшість квазімиттєвих руйнувань РВС відбувалися в наслідок руйнування вузла спряження стінки з днищем резервуара [1]. При пожежах траплялися випадки коли корпус резервуара відривався від днища і взлітав вгору на значну висоту. Причинами цього були розриви у вузлі спряження стінки з днищем. За свідченнями Волкова були випадки, коли корпус РВС – 5000 відлітав на відстань 50 м [2]. Згідно досліджень Азербайджанських колег відрив стінки від корпусу РВС відбувався лише в тих випадках коли резервуар був заповнений не більше ніж на третину свого об'єму [2].

З метою дослідження причин руйнування нами розраховано напружено-деформований стан вузла спряження стінки і днища. При складанні математичної моделі використано теорію термопружності тонких оболонок та пластин [3]. Згідно цієї теорії, оболонкою можна вважати тіло, товщина якого у 500

разів менша від його радіуса. Отже бокову стінку резервуара можна вважати оболонкою. На рисунку 1 умовно зображено осьовий переріз резервуара.

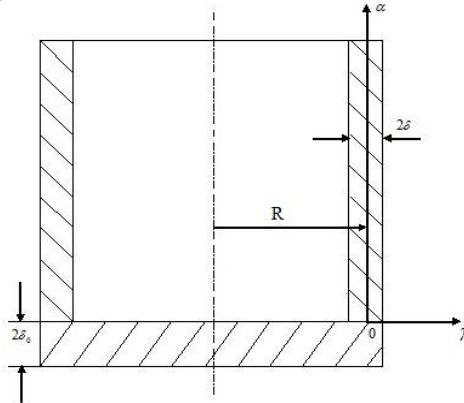


Рисунок 1 – Осьовий переріз резервуара

Циліндрична оболонка резервуара вільна відносно осьових переміщень в напрямку координати  $\alpha$ . Напружений стан оболонки, яка знаходиться під дією температури  $t(\alpha)$  і нормального навантаження  $q_n$  (зумовленого тиском парів), визначається прогином  $w$  її стінки в напрямку координати  $\gamma$

$$\frac{d^4 w}{d\alpha^4} + 4\omega^4 w = \frac{2\omega^4 R^2}{\delta \cdot E} \cdot q_n + 4\omega^4 \alpha_t R t(\alpha) \quad (1)$$

де  $\omega^4 = \frac{3(1-\nu^2)}{4\delta^2 R^2}$ ,  $t(\alpha)$  – зміна температури оболонки по висоті,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $E$ ,  $\nu$  – модуль Юнга і коефіцієнт Пуассона матеріалу оболонки;  $q_n$  – силоне навантаження зумовлене тиском, Па.

Згідно з розв'язком плоскої задачі теорії пружності радіальні переміщення  $u$  круглого днища, нормальні радіальні напруження  $\sigma_{rr}$  і кільцеві напруження  $\sigma_{\phi\phi}$  записуються у вигляді

$$u = A_0 r + \frac{1+\nu_0}{2} \alpha_t^{(0)} t_0 r, \quad (2)$$

$$\sigma_{rr} = \frac{E_0}{1-\nu_0^2} \left[ \frac{du}{dr} + \nu_0 \frac{u}{r} - \alpha_t^{(0)} (1+\nu_0) \cdot t_0 \right], \quad (3)$$

$$\sigma_{\phi\phi} = \frac{E_0}{1-\nu_0^2} \left[ \frac{u}{r} + \nu_0 \frac{du}{dr} - \alpha_t^{(0)} (1+\nu_0) \cdot t_0 \right],$$

де  $A_0$  – постійна інтегрування;  $E_0$ ,  $\nu_0$ ,  $\alpha_t^{(0)}$  – відповідно модуль пружності, коефіцієнт Пуассона, температурний коефіцієнт лінійного розширення матеріалу днища;  $t_0$  – температура днища,  $^{\circ}\text{C}$ .

При розв'язанні математичної моделі на прикладі РВС – 1000 одержано наступні результати:

Визначено, що найбільшу величину температурні напруження досягають на поверхні з'єднання циліндричної поверхні з днищем. Найбільшого максимального значення кільцеві температурні напруження досягають на зовнішній поверхні резервуара. Їхня величина більш ніж в три рази перевершує максимальні осьові температурні напруження;

При зміні радіуса резервуара від 4 м до 40 м і більше величина напружень зменшується не більше ніж 5%;

При збільшенні товщини стінки резервуара від 10 мм до 20 мм величина кільцевих напружень  $\sigma_{\phi\phi}$  зменшується на 3%, а осьових  $\sigma_{aa}$  – збільшується на 93%.

#### Літературні джерела

1. Швирков С. А. Анализ статистических данных квазимгновенных разрушений вертикальных стальных резервуаров. // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. №1 (9). – М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. – С. 56-67.
2. Волков О. М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами. –М.:Недра, 1984. – 151с.
3. Подстригач Я.С., Швец Р.Н. Термоупругость тонких оболочек. –Киев: Наук.думка, 1978 – 343с.

УДК 504.05

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОНИКНОСТІ ГЛИНИСТИХ ГРУНТІВ ДЛЯ СПОРУДЖЕННЯ ЕКРАНІВ ВІДСТІЙНИХ АМБАРІВ

Семчук Я.М., Скиба Е.Е.

ІФНТУГ, вул.Карпатська, 15, Elichka\_jan@mail.ru

У процесі видобутку нафти, особливо на кінцевій стадії розробки, основним джерелом забруднення навколишнього середовища, а зокрема, і ґрунтових вод є високо мінералізовані супутні пластові води, які видобуваються разом з нафтою і складають до 80-95% загального об'єму стічних вод.

Утилізація супутніх пластових вод є одним із основних еколого-економічних завдань. Методи, що традиційно використовувались під час знешкодження пластових вод, уже не можуть вважатися екологічно прийнятними, і на сьогодні вже не вирішують повністю питання утилізації останніх, що з часом може призвести до значних екологічних катастроф.

Основним локалізаційним природоохоронним заходом є влаштування на бурових площадках протифільтраційних екранів відстійних амба рів. Спорудження екранів із алювіальних суглинків себе не оправдовує. Виявилось, що вже через 1-2 роки від початку їх експлуатації проходять засолення залягаючи під екраном ґрунтових вод, тобто із спостережень випливає, що алювіальні суглинки мають відносно високий коефіцієнт фільтрації, недостатній для забезпечення ефекту гідроізоляції.

В пошуках матеріалу, придатного для будівництва гідроізоляційних екранів, нами вивчалися породи гіпсо-глинистої шапки (ГГШ) Калуш-Голинського родовища, які при відкритій розробці вивозилися у відвали (близько 40 млн. тонн).

Лабораторні дослідження проникності глинистих ґрунтів від мінералізації фільтруючого розчину виконані на взірцях порід ГГШ і алювіальних суглинків. Дослідження проведені на компресорно-фільтраційному приладі конструкції М.М. Маслова. Розчини для фільтрації через взірці були приготовлені із розсолів, взятих із амба рів Долинського родовища. В досліджах використовувалися 5 розчинів, із загальним вмістом в них солей 1, 50, 100, 150, 200 г/дм<sup>3</sup>. Відомо, що змінення проникності глинистих ґрунтів процес тривалий і щоб він стабілізувався тривалість лабораторних дослідів складала 340-360 діб.

При описі фільтрації в пористому середовищі прийнято окремо врахувати властивості породи (через коефіцієнт проникності  $K_n$ ) і властивості фільтруючої рідини (по її густині  $\rho$  і в'язкості  $\mu$ ). В сукупності властивості пористого середовища і фільтруючої рідини враховуються коефіцієнти

фільтрації  $K_\phi$ :  $K_\phi = K_n \frac{\rho}{\mu}$ . Коефіцієнт проникності  $K_n$  залежить від діаметру частинок пористого

середовища, величини ефективної (активної) пористості породи, структури порового простору, який визначається формою частинок і звивистістю порових каналів. В породах із незмінною структурою пористого середовища значення  $K_n$  повинне бути постійним, і тоді змінування  $K_\phi$  при фільтрації мінералізованих рідин може бути зв'язано тільки із зміною густини і в'язкості фільтруючих розчинів у порівнянні з впливом фізико-хімічних процесів, а тому зрівнюючи оцінка водопроникності глинистих порід проведена нами з використанням коефіцієнта фільтрації.

Дослідження показали, що тривала фільтрація мінералізованих розчинів склад яких характерний для стічних вод нафтових підприємств чинять протилежний вплив на досліджувані породи: коефіцієнт фільтрації алювіальних суглинків збільшується на 2-3 порядки, а коефіцієнт фільтрації порід ГГШ зменшується, причому таким чином: якщо умовно рахувати за початкове значення  $K_\phi$  те, яке одержано при фільтрації прісної води  $K_\phi$  зменшується на 3-4 порядки; якщо рахувати за початкове значення  $K_\phi$  те, яке одержано при фільтрації води з мінералізацією, близької до мінералізації природних порових розчинів в ГГШ ( $\approx 100$  г/л), то  $K_\phi$  зменшується на два порядки. Ефект змінування водопроникності глинистих порід зростає із збільшенням загальної мінералізації фільтруючих розсолів.

Таким чином, багаторічними дослідженнями засолених ґрунтів (порід гіпсо-глинистої шапки), які заскладовані в районі Домбровського кар'єру м.Калуш ( $\approx 40$  млн.т.), встановлено про можливість їх застосування в якості екрану для захисту підземних вод від витоку мінералізованих вод і розсолів із амбарів та шламонакопичувачів.

*Літературні джерела:*

1. Недрига В.П. О водопроницаемости противофильтрационных пленочных экранов искусственных водоемов. М., Тр. ВОДГЕО, вып. 52, 1976, с. 22-26.
2. Недрига В.П. Инженерная защита подземных вод от загрязнения промышленными стоками [Текст]. - Москва : Стройиздат, 1976. - 95 с.
3. Семчук Я. М. Наукові та методичні основи охорони геологічного середовища в районах розробки калійних родовищ (на прикладі Передкарпаття) : Дис...д-ра техн. наук: 11.00.11 / Державний НДІ галургії. — Калуш, 1994. — 304 с.

УДК 502.964.3

## КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ЕКОЛОГІЧНИХ ОЦІНОК ТЕРИТОРІЙ НАФТОГАЗОВИДОБУВАННЯ НА ПРИКАРПАТТІ МЕТОДАМИ ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ ТА МОНІТОРИНГУ

Скрипник В. С.

Надвірнянський коледж Національного транспортного університету України, вул. Соборна, 177,  
м.Надвірна Івано-Франківської області, 78400, Україна; E-mail: adolmak@mail.ru.



До середини 80-х років ХХ ст. екологічний аудит сформувався як напрямок внутрішнього управління для посилення контролю за діяльністю підприємств. Цей напрямок, або функція загального управління, був прийнятий і введений Міжнародною торговою палатою і включав також оцінку відповідності стратегії діяльності компанії (корпорації) нормам екологічного законодавства.

Екологічний аудит набув великого поширення в промислово розвинених країнах – Канаді, Великій Британії, Нідерландах, США, Швеції, країнах ЄС. Серед перших розробників власних програм екологічного аудиту були компанії US, Steel, Allied, Chemical Occidental Petroleum. У 1984 р. Національне агентство з охорони навколишнього середовища США розробило концепцію екологічного аудитування для федеральних агентств. Біля 40 різних федеральних агентств до 1987р. розробили власні програми екоаудиту.

У США та інших країнах екологічний аудит в понятійному плані стає не тільки перевіркою стану підприємств на предмет відповідності вимогам природоохоронного законодавства, але і основою для розроблення заходів щодо запобігання можливим його порушенням. Відтак, екоаудит перетворюється з бюрократичного інструменту контролю за додержанням закону на економіко-правовий механізм стимулювання природоохоронної діяльності підприємств.

В Україні, починаючи з 1995 р., по такому шляху пішли Міністерство охорони навколишнього природного середовища і незалежний Міжнародний фонд Дніпра, які за допомогою Уряду Канади, що надавалася через Центр досліджень міжнародного розвитку в місті Оттаві, почали запроваджувати екологічний аудит. В результаті була відпрацьована на різних галузевих підприємствах-представниках комплексна методологія проведення екологічного аудиту.

24 червня 2004 р. Президент України підписав прийнятий Верховною Радою Закон України № 1862 – IV «Про екологічний аудит». Але, незважаючи на значний досвід еколого-аудиторської діяльності, офіційне визначення має тільки аудит в галузі охорони навколишнього природного середовища. Мається на увазі визначення екологічного аудиту в українському ДСТУ ISO 14010-97: «Документально оформлений систематичний процес перевірки, який включає збирання і об'єктивне оцінювання доказів аудиту для встановлення відповідності визначених видів діяльності, заходів, умов, системи управління навколишнім середовищем та інформації з цих питань критеріям аудиту, а також який включає передачу результатів перевірки замовникові».

На практиці еколого-аудиторська діяльність може бути набагато ширше за стандартне визначення, залежно від намірів замовника щодо використання екоаудиту.

Найближчими українськими термінологічними еквівалентами визначення «екологічний аудит» можна вважати такі терміни, як «екологічне обстеження», «екологічний огляд», «екологічна оцінка», «визначення сучасної екологічної ситуації». Тобто екологічний аудит встановлює діагноз «екологічного здоров'я» підприємства або території, спроможність його «технологічного організму», виробничих систем самоочищуватися і не забруднювати навколишнє середовище, виробляти екологічно чисту продукцію і бути привабливим для залучення інвестицій. Саме з такою метою західні компанії звертаються до екологічних аудиторів (юридичних або фізичних осіб), які можуть об'єктивно оцінити екологічний стан підприємства або території, визначити існуючі відхилення від норми, тобто від вимог чинного природоохоронного законодавства або міжнародних стандартів, та намітити заходи щодо приведення виробничої діяльності підприємства у відповідність з цими вимогами.

Характерними особливостями екоаудиту є його незалежність, конфіденційність, об'єктивність, системність, компетентність, ліцензійність та відповідність цілям, які визначаються замовником при укладанні договору на проведення екоаудиту. Всі ці особливості стандартизуються як на міжнародному (ISO 14 000), так і на державному (ДСТУ ISO 14 000-97) рівнях. В.Я. Шевчук та ін. пишуть, що «...еколого-аудиторська діяльність може здійснюватись на рівнях: державних установ; галузі для оцінювання відповідності загальній екологічній політиці; розв'язання конкретної екологічної проблеми; території (регіону, місцевості) або підприємства». Отже, перш ніж затверджувати проекти на розвідку чи розробку родовищ нафти і газу на Прикарпатті необхідно виконувати екологічний аудит, а потім моніторинг на перспективних площах.

---

УДК 621.6

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВОДІВ**

**Стеліга І.І, Бринуш Н.П., Євчук О.П.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019 e-mail: iusteliga@gmail.com*

Не дивлячись на достатньо високий рівень капіталізації нафтогазової галузі загальні проблеми сучасного етапу розвитку всієї української промисловості властиві і нафтотранспортній системі. Високий ступінь зносу техніки і як результат підвищення аварійності на магістральних нафтопроводах представляють досить серйозну проблему. За останнє десятиліття в нашій країні було зафіксовано більше 80 аварійних проривів нафтогазопроводів, що призводять до локальних і загальних забруднень навколишнього середовища, створюють підвищений ризик з погляду безпеки персоналу і населення.

Реконструкція магістральних нафтопроводів неминуча і дозволяє врахувати наявний досвід проектування, збільшити технологічну надійність трубопроводів. При цьому важливо враховувати високий ступінь екологічної небезпеки нафтотранспортуючих об'єктів, яка пояснюється великою концентрацією навантажень (порушень і забруднень), високою аварійністю, значним площадковим і

лінійним поширенням. Виходячи з цього, забезпечення екологічної безпеки проектування і експлуатації магістральних трубопроводів є важливим завданням. Практика конкретного природокористування свідчить, що збільшення технологічної безпеки технічних об'єктів є лише частиною рішення цієї проблеми. Необхідно мати в своєму розпорядженні точні відомості про природне середовище – носії технічних систем і про функціонування промислових об'єктів у складі складноорганізованих геотехнічних систем.

Як об'єкти екологізації виступають блок управління ГТС (геотехнічні системи) і "людський фактор", роль якого в створенні і підтримці безаварійного функціонування технічних підсистем є визначальною. Для отримання необхідного ефекту (екологічної безпеки) важливо забезпечити реалізацію принципу "скрізної екологізації" – від обґрунтування інвестицій і проектних робіт до проведення геомоніторингу і екологічного ознайомлення технічного персоналу. Отримання екологічних знань повинно бути спрямовано на підвищення особистої зацікавленості в збереженні природного середовища.

При аналізі природних підсистем представляється важливим враховувати їх регіональну складову, яка не висвітлюється в галузевих керівних документах, але інвентаризується при ландшафтному районуванні [1]. Йдеться про особливості ландшафтно-екологічного середовища, диференціацію нафтопродукуючої території на ландшафтні області, провінції і райони, поява в природних комплексах різного роду екологічно значущих чинників. Останні визначають низьку стійкість, схильність природних систем до швидкого протікання геодинамічних процесів і виникнення аварійних ситуацій. Визначення ареалів поширення екологічно значущих чинників дозволяє передбачати особливі умови функціонування технічної підсистеми НГТС. Засобом отримання відомостей про набір екологічно значущих чинників являється зв'язаний аналіз матеріалів дистанційного зондування, інженерно-геологічних досліджень і ландшафтно-екологічної зйомки в середовищі ГТС.

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій і географічної науки проектувальникам надається унікальна можливість повноцінного моделювання різних ситуацій, можливих на стадії експлуатації з урахуванням взаємодії технічних і природних підсистем в складних геотехнічних системах. Комплексний ландшафтно-екологічний підхід і методики інвентаризації і оцінки стану природних комплексів, розроблені давно і досить успішно застосовуються при розробці різних проектів [2,3,4].

Геоінформаційні системи (ГІС) як особливий клас програм вимагають, по-перше, високої кваліфікації проектувальників. По-друге, вони дозволяють вирішувати найрізноманітніші задачі. При цьому інтеграція систем автоматизованого проектування (САПР) і геоінформаційних надає можливість створити систему, яку на стадії експлуатації нафтопроводів з успіхом можна застосовувати як могутній інструмент ефективного управління всією системою трубопроводів.

Великий досвід взаємодії проектувальників і представників географічної науки накопичений при проектуванні магістральних нафтопроводів дозволяє розробляти і виконувати проекти реконструкції ділянок нафтопроводів в різних природних умовах. Досвід створення локальних проектів досить чітко визначив необхідність розробки інформаційної системи регіонального рівня. Магістральні нафтопроводи перетинають різні природні зони і десятки ландшафтних районів з різними будівельними і експлуатаційними умовами. При цьому відомості про регіональну мінливість композицій екологічно значущих чинників, комплексні характеристики ландшафтних районів дозволяють створити інформаційну базу для розробки системи забезпечення екологічної безпеки нафтопродукуючої сітки на великих відстанях.

#### *Літературні джерела*

1. Идрисов И. Р. Ландшафтно-экологический анализ в процедурах ГИС-обеспечения проектирования магистральных нефтепроводов/ Геоинформатика в нефтегазовой и горной отраслях. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. – Москва – Тюмень, 2001. – С. 35-36.
2. Козин В. В. Оптимизационный ландшафтный анализ в картографическом обеспечении развития нефтегазовых комплексов //– Иркутск: Ин-т географии СО АН СССР, 1989. – Вып. 2. – С.41-43.
3. Козин В. В. Проблемы определения ценности и устойчивости экосистем // Природопользование на северо-западе Сибири: опыт решения проблем. –Тюмень: ТюмГУ, 1996.
4. Козин В. В., Осипов В.А. Программные положения концепции инвентаризации оценки и управления природопользованием// Природопользование на северо-западе Сибири: опыт решения проблем. – Тюмень: ТюмГУ, 1996.

## ВПЛИВ ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ НА НАДІЙНІСТЬ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

Стеліга І.І., Рошак Й.І., Стонога М.Я.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019 e-mail: iusteliga@gmail.com*

Нафтогазова промисловість України на сьогодні - це провідна галузь паливно-енергетичного комплексу нашої держави. Від забезпечення надійності її роботи значною мірою залежить стабільність та розвиток національної економіки, а також надійність поставок природного газу та нафти.

Лінійна частина нафтогазопроводів експлуатується у складних і досить різноманітних природних умовах, а тому спектр навантажень та впливів на них дуже широкий, тому при проектуванні магістральних газопроводів надто важливим є врахування природних факторів, які можуть вплинути на надійність у регіонах їх розташування.

Групи природних факторів за інтенсивністю дії на газопроводи можна оцінити індексом небезпечності впливу [1]. Він розраховується на основі відомостей про середні значення цих факторів для районів розміщення газопроводів. Якщо неможливо одержати середні оцінки природних факторів, що враховуються загалом для країни, тоді замість них треба використовувати екстремальні значення природних факторів, які найбільше розповсюджені. Індекс небезпечності впливу природних факторів на нафтогазопроводи можна розрахувати за формулою

$$\Phi_i = \frac{K_i}{K_i^l + K_i} \quad (1)$$

де:  $\Phi_i$  - індекс небезпечності впливу ( $0 < \Phi_i < 1$ );  $K_i$  - екстремальне можливе значення  $i$ -го природного фактора для району розміщення газопроводу;  $K_i^l$  - середнє або найбільше розповсюджене екстремальне значення  $i$ -го природного фактора загалом для країни.

Відмови газопроводів внаслідок впливу сейсмічності найбільш вірогідні в районі Кримських гір, Закарпаття, басейни річок Прут, Дністер, Південний Буг і Львівська область. Загалом індекс небезпечності впливу землетрусу в районі розташування газопроводів визначається за формулою (1) при  $K^l = 4$  (середнє значення).

Серед природних факторів, які спричинюють відмови газопроводів, є карстові і суфозійні процеси. Внаслідок цих процесів утворюються в ґрунтах (породах) порожнини різної форми, через що руйнується основа трубопроводів, а разом з цим і порушується суцільність труб внаслідок згину. Індекс небезпечності впливу карсту і суфозії на газопровід визначається за формулою (1) при  $K^l_c = 0,5$  на основі належності місцезнаходження об'єкта в регіоні.

В районах розміщення газопроводів, де розвинуті лесові ґрунти, а також над відробленими гірничими виробками можливе руйнування об'єму лесових ґрунтів внаслідок замочування водою та просідання земної поверхні на ділянках підземної розробки корисних копалин. Індекс небезпечності осідання трубопроводів, розташованих на лесових ґрунтах, визначається при  $K^l_d = 2$  на основі належності місцезнаходження об'єкта в регіоні.

Індекс небезпечності впливу вітрового навантаження на надземні лінійні частини трубопроводів визначають при середньому значенні  $K^l_y = 5$  [2].

Окрім цього, система трубопроводів має різне конструктивне рішення по всій її протяжності та різні терміни експлуатації. Все це призводить і буде призводити до відмов нафтогазопроводів. Загальна протяжність нафтогазопроводів та продуктопроводів у межах України, більшість яких побудовано ще 20-30 років тому, складає більш ніж 40 тис км., які за рівнем надійності можна розподілити на 3 групи.

Група 1. До цієї групи належать нафтогазопроводи, які побудовані до 1970 року (понад 10 тис км). Вони вводилися в експлуатацію, в основному, без активного захисту від корозії. Пасивний захист – бітумна ізоляція застосовувалась низької якості з терміном служби від 8 до 12 років.

Група 2. Нафтогазопроводи цієї групи побудовані у 1970 – 1975 роках (понад 20 тис км). У цей період вводилися в експлуатацію трубопроводи переважно великого діаметра. У проєктах їх будівництва передбачалися засоби електрохімічного захисту з енергопостачанням від місцевих джерел, які здебільше вводилися у другу чергу.

Група 3. До цієї групи належать нафтогазопроводи, які побудовані після 1975 року (близько 10 тис. км) і характеризуються тим, що при будівництві широко застосовувались фасонні деталі заводського виготовлення. При будівництві газопроводів діаметром 1220-1420 мм застосовували труби із заводською ізоляцією полімінеральними матеріалами.

Як показують статистичні дані, найбільша кількість аварій спостерігається на нафтогазопроводах, які експлуатуються понад 20 років і досягає майже 80% загальної аварійності. В загальному, структура лінійної частини газопроводів за терміном експлуатації має такий вигляд: 10 і менше років – 9%, від 11 до 15 років – 10%, від 16 до 20 років – 17%, від 21 до 32 років – 31%; 33 і більше років – 33%.

Виходячи із вищенаведеного, можна дійти висновку, що є проблема що до забезпечення надійності експлуатації магістральних нафтогазопроводів, які відрізняються термінами будівництва, оперативного прогнозування ступеня екологічної небезпеки при їх відмові, кількісної оцінки ризиків небезпеки, що можуть бути здійснені за допомогою індексів небезпеки, принципів одержаних у результаті теоретичних та практичних досліджень, які необхідно враховувати при проектуванні трас нафтогазопроводів.

#### *Літературні джерела*

1. Потапов В.Т., Статюха Г.О. Методика оцінки небезпечних видів діяльності промислових підприємств (проект). - Київ, 1994. - 45с.
2. Енергоекотологічна безпека нафтогазових об'єктів.: монографія. / Р.М.Говдяк, Я.М.Семчук, Л.Б.Чабанович, Б.І.Шелковський. - Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2007. - 554 с.: іл. - 544-546

#### **УДК**

### **ЕКОЛОГІЧНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПОКРИТТЯ ЕЛЕМЕНТІВ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ**

**Чернова М.Є.**

*ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська,15, e-mail: physics@nung.edu.ua*

Одними з проблем нафтогазової промисловості є втомно-корозійне руйнування елементів бурильної колони та прихоплення бурильних, обважнених труб в свердловині, які виникають у процесі буріння глибоких похило-скерованих і горизонтальних ділянок свердловин. Прихоплення виникають у наслідок явища тертя, що виникає між стінками стовбуром свердловини та елементами бурильної колони. Також явище тертя перешкоджає забезпеченню цілісності керна у керноприймальному пристрої. В статті розглядається можливість подолання цих проблем за рахунок застосування полімерно-композиційних матеріалів для обробки поверхонь, що зазнають негативних наслідків процесу тертя та корозійно-втомного руйнування. Підбір матеріалів для обробки поверхонь елементів бурильної колони та внутрішньої поверхні керноприймального пристрою залежить від техніко-механічних показників, які можуть задовольняти вибрані матеріали та від способу їх нанесення, оскільки промислові потреби вимагають мобільного устаткування, для проведення технологічного процесу полімерного покриття безпосередньо на промислах. В статті наведено огляд проблем, відомих методів, технологій, технічних засобів щодо полімерного покриття металевих поверхонь, та запропоновано використання математичної моделі для визначення міцнісних характеристик того полімерного покриття, яке може застосовуватися для певних умов експлуатації.

Дослідженню причини, через які виникають прихоплення бурильних колон, та відбувається їх втомно-корозійне руйнування, присвячено багато наукових праць, але не зважаючи на це, вони все одно продовжують виникати, вимагаючи матеріальних затрат і часу на їх ліквідацію.

В минулому столітті для захисту від корозії металу успішно застосовувалося покриття поверхні (напилення або гальванічне) іншими металами, зокрема цинком, міддю, хромом, нікелем.

З розвитком науки у нове століття прийшли нові технології. Так, на даний час успішно розвиваються технології покриття поверхонь на основі полімерних, лакофарбових, каучукових матеріалів та композицій на їх основі, які знаходять широке застосування в машинобудуванні, в техніці, в промисловості.

Аналіз наукових праць довів, що межі застосування полімерного покриття інтенсивно розширюються. Це зумовлено тими перевагами, які отримують металеві конструкції, захищені полімерним покриттям: низька адгезія до різних матеріалів, низька фрикційність, висока стійкість до хімічної агресії та ін.

Полімерне покриття дає можливість використовувати низькосортні марки сталі для виготовлення обладнання, що працює в агресивному середовищі, що, в свою чергу, призводить до підвищення терміну використання такого обладнання, а в цілому і до значної економії коштів.

В США з початку 90-х років минулого століття основна кількість бурильних труб, що використовуються під час будівництва свердловин мають полімерне покриття. В Україні такий напрям робіт практично відсутній, а досвід застосування полімерного покриття для труб магістральних нафтогазопроводів не може бути застосованим до бурильних труб, оскільки умови їх експлуатації є зовсім іншими.

Недостатнього поширення набули методи поверхневого зміцнення поверхонь, що за правильно вибраних режимів технологічного процесу дозволяють підвищити межу витривалості у 1,5-2 рази при одночасному підвищенні зносостійкості. До таких методів відносяться як традиційні (хіміко-термічна обробка, поверхнево-пластична деформація за рахунок способу тренування), так і нові (плазмове напилення, лазерна обробка, іонна імплантація) та ін.

На сучасному етапі розвитку науки і наукових технологій широкого застосування набуває полімерне покриття яке стає бар'єром, що обмежує доступ агресивних середовищ для поверхонь, які ним захищаються.

Ще у 80-х роках в Татарстані на базі нафтовидобувних підприємств функціонували цехи зі створення емалевого покриття для насосно-компресорних труб. Але ця технологія на той час не відповідала технічним, економічним та екологічним вимогам.

Досліджуючи способи боротьби з явищем прихоплення під час буріння свердловин, було встановлено, що для запобігання прихоплень бурильних колон використовуються такі засоби як додавання в промивальну рідину різноманітних змашувальних добавок, конструювання в компоновці бурильної колони пристроїв гідроімпульсної та ударної дії, нанесення спеціального покриття на зовнішню поверхню бурильних труб та використання захисних пристроїв, що встановлюються на колоні бурильних труб навпроти прихопле-небезпечного інтервалу в свердловині. Стосовно останнього способу відомо багато пристроїв як вітчизняних так і зарубіжних авторів.

Надзвичайно актуальним питанням є зменшення сил тертя між елементами компоновки низу бурильної колони та стовбуром свердловини при бурінні похило-скерованих і горизонтальних свердловин із застосуванням гвинтових вибійних двигунів. Наявність значних сил тертя перешкоджає доведенню ефективного осьового навантаження на породоруйнівний інструмент, що призводить до зменшення механічної швидкості буріння, збільшення тривалості часу буріння.

Отже, актуальність застосування полімерного покриття поверхні елементів бурильної колони з метою запобігання її прихоплень, підвищення зносостійкості замків бурильних труб під час будівництва нафтогазових свердловин не викликає сумніву.

На основі аналізу літературних і патентних джерел встановлено, що основними напрямками проведення досліджень є:

- технологія полімерного покриття для труб нафтового сортаменту;
- матеріали та складові, для отримання полімерних покриттів;
- технологія та техніка отримання полімерного покриття.

Аналіз існуючих технологій і технік для нанесення зовнішнього покриття труб свідчить, що сучасні тенденції розвитку даної області значною мірою визначаються розробкою нових матеріалів, які можуть забезпечити високу якість покриття. Не залишені без уваги на сьогоднішній день традиційні види матеріалів, зокрема порошки, удосконалення складу яких базується на створенні гібридних сумішей і наповнених композицій. Відповідно, розвиваються технології порошкового покриття поверхонь.

Серед великої кількості полімерних матеріалів, що використовуються в якості захисного покриття, унікальними властивостями володіють фторопласти, що поєднують в собі високу хімічну стійкість до різноманітних агрегатних середовищ, високі діелектричні та антифрикційні властивості.

В роботах [1,2,3,] наведено результати експериментальних досліджень, на основі яких розроблено спосіб приготування полімерного фторопласт-вмісних матеріалів. Наведено технологічні рекомендації з нанесення полімерних покриттів способом авто- і електрофорезу на металеві поверхні такі як сталь, алюміній і їх сплави.

Розробка і застосування ПМК дасть можливість забезпечити низький коефіцієнт тертя, високу роботоздатність, зносостійкість, самозмашування, стійкість до розшарування полімерного покриття в процесі експлуатації в свердловині, вібро- і ударостійкість, термостійкість і хімічна стійкість до агресивних середовищ.

Дослідження [4] показали, що сучасні модифікації епоксидо-фторопластових матеріалів містять в якості матриці епоксидні смоли, а як наповнювачі і антифрикційні матеріали – дрібнодисперсні фторопласти, графіт, дисульфід молібдену, металеві порошки бронзи, свинцю, скло, вуглеграфітові високомодульні волокна тощо, що забезпечує їм необхідні фізико-механічні властивості під час роботи без мастил і у водяних середовищах. Застосування мікроструктурного аналізу дає можливість оцінити дисперсність фторопластових і волокнистих наповнювачів, які визначають ступінь гомогенності внутрішньої структури отримуваних антифрикційних матеріалів. Діапазон температур, в яких можуть експлуатуватися епоксидо-фторопластові матеріали, лежить у межах від мінус 60° С до плюс 120° С, а зовнішні навантаження, які вони витримують, становлять до 500 МПа.

Для практичного застосування теорії міцності стосовно розрахунку довговічності адгезійного з'єднання метал-полімер рекомендується спосіб визначення енергії активації руйнування і коефіцієнта, що характеризує чутливість матеріалу до механічних напружень.

За експериментальними дослідженнями встановлено:

1 найбільш оптимальний технологічний склад полімерно-композиційного матеріалу, що забезпечує високу зносостійкість покриття на сумарному шляху тертя в межах 40 000÷75 000 метрів;

2 найбільш вдало поєднують в собі поставлені вимоги до полімерного покриття – поліаміди, які за зносостійкістю переважають не тільки інші полімери а й над інші антифрикційні метали і сплави;

3 оптимальну товщину полімерного покриття, яка забезпечує необхідну зносостійкість на даному шляху тертя, що складає 0,82÷0,93 мм і разом з тим така мала товщина покриття не сприяє тепловим напруженням поверхонь;

4 підібрана технологія полімерного покриття елементів бурильної колони не залежить від конфігурації поверхні, що покривається, а дотримання температурно-часового режиму забезпечує не лише адгезійну міцність покриття на поверхні, а й стабільність в процесі експлуатації.

#### **Висновки:**

1 Полімерне покриття елементів бурильної колони запобігає корозійно-втомному руйнуванню, що значно підвищує термін їх експлуатації.

2 Отримано склад полімерного покриття, який за незначної товщини 2÷3 мм та відповідної технології нанесення забезпечує високі фізико-технічні характеристики цього покриття на поверхні елементів бурильної колони і в процесі експлуатації володіє низьким коефіцієнтом зношуваності на достатньо великих шляхах тертя, які складають близько 40÷75 км.

3 Поверхня бурильної колони, що покрита отриманим полімерним покриттям, володіючи низьким коефіцієнтом тертя (~0,025) у промивальній рідині, не здатна до прихоплень, а це, в свою чергу, забезпечує безаварійне буріння нафтогазових свердловин, суттєве зменшення часу на їх будівництво, відсутність колосальних затрат, спричинених аваріями через прихоплення бурильної колони.

4 Полімерне покриття внутрішньої поверхні НКТ підвищує їх довговічність в десятки разів, оскільки унеможлиблює осідання нафтопродуктів (парафінів і таке ін.) на їх стінках.

5 Полімерне покриття внутрішньої частини керноприймального пристрою забезпечує збереження цілісності керна, що є важливим фактором для отримання інформації про міцнісні характеристики породи, в якій проводиться процес буріння.

6 Процес полімерного покриття є можливим безпосередньо на базі замовника, оскільки є методом, який можна здійснити в умовах нафтогазових промислів з використанням мобільного устаткування. Наявність такої можливості дозволить отримати полімерне покриття на бурильних, обсадних та насосно-компресорних трубах як на зовнішній, так і на внутрішній поверхнях, де це є необхідним, що з досвіду проведених досліджень є економічно вигідним та екологічно безпечним.

#### *Літературні джерела*

1. Дворниченко Г.Л., Нижник Ю.В., Славиковский Т.В., Николайчук Л.В. Диффузиофоретическое осаждение полимерных дисперсий с целью получения защитных покрытий на металле /Г.Л. Дворниченко, Ю.В. Нижник// Коллоидный журнал. - 1993. - Т. 55, №1.-С. 45-48.

2. Дерягин Б.В., Духин С.С., Ульберг З.Р., Кузнецова Т.В. Микроскопический метод исследования диффузиофореза /Б.В. Дерягин, С.С. Духин// Коллоидный журнал. - 1980. - Т. XLII, №3. - С. 464 - 468.

3. Ульберг З.Р., Дворниченко Г.Л., Ивженко И.И. Диффузиофорез при автоосаждении полимерных покрытий /З.Р. Ульберг, Г.Л. Дворниченко// Лакокрасочные материалы и их применение. - 1985. - №3. -С.29-31.

4. Мошев В.В., Свистков А.Л., Гаришин О.К. и др. Структурные механизмы формирования механических свойств зернистых полимерных композитов. /В.В. Мошев, А.Л. Свистков// Екатеринбург: УрС РАН, - 1997. - 508с.

УДК 504:621.6

## **ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

**Шкіль С. О.**

*Полтавський коледж нафти і газу Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, вул. М. Грушевського 2а, м. Полтава, 36021, pknq@ukr.net*

Найбільш економічно ефективним способом транспортування нафти й газу є трубопровідний транспорт, що визначає його виняткову роль в економіці нашої країни. Трубопровідний транспорт посідає особливе місце в єдиній транспортній системі України. Українська газотранспортна система є однією з найпотужніших у світі. Перший газопровід на території України від міста Дашава до міста Стрий був побудований в 1924 році, а вже в 1948 році був побудований газопровід «Дашава-Київ» і саме цей рік прийнято вважати роком заснування газотранспортної системи України.

На сьогодні практично весь обсяг видобутих нафти та газу транспортується системою магістральних трубопроводів. Створення трубопровідних систем, інтенсивний розвиток нафтогазовидобувних і переробних галузей характеризуються значним антропогенним впливом на землі та інші природні ресурси, що проявляється в їх деградації внаслідок забруднення під час будівництва та експлуатації, а також внаслідок можливих аварійних ситуацій.

Основним показником ефективності роботи трубопровідного транспорту є рівень його експлуатаційної надійності, техногенно-екологічної безпеки, відсутність техногенних аварій.

Магістральні трубопроводи відносяться до категорії об'єктів, експлуатація яких поєднується зі значною екологічною небезпекою. Численні аварії на технологічних трубопроводах, що транспортують пожежонебезпечні та вибухонебезпечні речовини, отруйні та токсичні компоненти, призводять до локальних і загальних забруднень земель, атмосферного повітря та водних об'єктів, тим самим створюючи підвищений ризик для життя і здоров'я населення.

Експлуатація значної частини газопроводів України, які відпрацювали свій амортизаційний термін, провокує ризик прояву аварійно-небезпечних дефектів частин трубопроводу, що супроводжується негативним впливом на навколишнє природне середовище, внаслідок чого

відбувається потрапляння транспортованих продуктів у геосфери, так наприклад, складових природного газу - до атмосферного повітря, нафти та нафтопродуктів - до ґрунту та водою.

Вплив газотранспортної системи на навколишнє природне середовище в різних геосистемах неоднаковий та проявляється з різним ступенем інтенсивності. Екологічна безпека магістральних трубопроводів залежить від ґрунтово-кліматичних умов їх експлуатації. Основною причиною, що викликає порушення екологічної рівноваги під час руйнування магістральних нафтогазопроводів, є агресивне середовище трубопровідного простору, яке впливає на метал труби в місцях порушення ізоляції.

У складній системі взаємодії лінійних споруд з геологічним середовищем виділяють такі основні етапи: пошукові роботи; будівництво; експлуатація.

Кожен з даних етапів впливає на довкілля, але характер такого впливу різний. Найбільш негативний вплив справляють будівництво та експлуатація трубопроводів.

На стадії будівництва в зоні прокладання трубопроводу часто спостерігається деструкція ґрунтового масиву та порушення рівноваги взаємозв'язків між компонентами ландшафту. Ступінь впливу будівництва трубопроводу також значною мірою залежить від діаметра труб, які прокладають, оскільки чим він більший, тим більшою повинна бути траншея, яку готують для прокладання лінії трубопроводу, а отже і зростає величина антропогенного впливу на навколишнє природне середовище. Для прокладання трубопроводів проводиться вирубка лісів, а втручання в екосистеми лісових і мішаних масивів негативно впливає на їх стійкість, спричиняє ерозію ґрунтів, утворення ярів тощо. Трубопроводи, що перетинають водні магістралі, контактують із водою, а отже вуглеводні, які потрапляють під час аварій у воду можуть стати причиною справжнього екологічного лиха, так як нафта і нафтопродукти забруднюють не лише поверхню води, а й товщу її до дна, тому таке забруднення є загрозою для живих організмів, які мешкають на поверхні, в товщі води та на дні.

Аналіз основних ризиків, пов'язаних із будівництвом магістральних трубопроводів, дозволяє виділити основні з них, а саме: природні ризики (зливові дощі або повені), рельєф місцевості (гірська місцевість, болотиста місцевість, прокладання трубопроводів під водою), технологічні небезпеки (особливості ризиків траншейної та безтраншейної технології прокладки), людський фактор (дефекти трубопроводів, що утворилися під час виготовлення труб, їх транспортування, зварювання, укладання, випробування).

Однією з головних проблем, що ускладнюють роботу магістральних трубопроводів є транспортування вуглеводнів, агресивність яких досить висока. Значна частина українських газових родовищ містить сірководень, який зумовлює прискорене руйнування обладнання. Гостро стоїть проблема забруднення внаслідок втрати вуглеводнів через корозію або утворення нещільностей стінок трубопроводів. При відсутності ефективного контролю за станом труб і ґрунтів у зоні магістрального трубопроводу навіть незначні порушення герметичності трубопроводів через тривалий час можуть суттєво зашкодити навколишньому середовищу.

До основних ризиків, пов'язаних з експлуатацією магістральних трубопроводів, можна віднести такі як - природні сили й стихійні лиха, протиправні дії третіх осіб, механічні дії, розрив труби трубопроводу, розгерметизацію трубопроводу, з'єднань труб, запірної та сполучної арматури, загрози забруднення навколишнього середовища.

Аналізуючи систему магістральних трубопроводів слід звернути увагу на нафто- та газоперекачувальні станції, які входять до їх складу як обов'язкові елементи. Наявність на таких станціях комплексу потужних насосів, резервуарів, трубопроводів, турбін, тощо робить ці об'єкти потужним джерелом забруднення навколишнього середовища вуглеводнями; їх експлуатація супроводжується утворенням небезпечних відходів, які частково потрапляють у ґрунти, воду, атмосферне повітря, навіть при безаварійній роботі, а при виникненні аварійних ситуацій кількість забруднюючих речовин, що потраплять у довкілля буде значно більшою.

В зв'язку із старінням газотранспортної системи останнім часом спостерігається збільшення кількості аварій на газопроводах України, що призводить до збільшення кількості локальних екологічних катастроф. Основною причиною екологічного забруднення навколишнього природного середовища внаслідок аварій на магістральних трубопроводах є тривала їх експлуатація, відсутність засобів дистанційної діагностики та контролю трубопроводів, транспортування вибухонебезпечних та пожежонебезпечних речовин.

Отже, специфіка об'єктів транспортування та зберігання газу, нафти і нафтопродуктів як потенційних джерел негативного впливу на навколишнє природне середовище зумовлює необхідність найшвидшого розв'язання проблеми запобігання аварійним ситуаціям, а заходи щодо ліквідації наслідків аварій дозволять знизити їх масштаби та зменшити завдані збитки.

#### *Літературні джерела*

1. Слободян В.І Надійність і безпека магістрального трубопровідного транспорту / В.І. Слободян // Трубопровідний транспорт. – 2012. – № 1(73). – С. 22–23.
2. Корольов П.В. Безпечна експлуатація технологічних трубопроводів компресорних станцій / П.В. Корольов, Ю.Д. Зябченко, Д.В. Коломєєв // Трубопровідний транспорт. – 2012. – № 1(73). – С. 12–15.
3. Саприкін В.Л., Нафтогазовий комплекс та енергетична безпека України: нові виклики і нові можливості // Вісник НГСУ. – 2004. - № 4. - С. 28 – 30
4. Войцицький А. П., Дубровський В. П., Боголюбов В. М. Техноекологія. Підручник – К.: Аграрна освіта, 2009. - 533с.
5. Заверуха Н. М., Серебряков В. В., Скиба Ю. А. Основи екології.//Каравелла.- 2011.- 304 с.
6. Білявський Г. О., Бутченко Л. Г. Основи екології: теорія та практикум: Навч. Посібник – К.: Лібра, 2006. – 368 с.

7. Проблеми забруднення геоекологічного середовища нафтопродуктами у зв'язку з охороною підземних вод в Україні / М.С. Огняник, Н.К. Парамонова, І.М. Запольський // Екологія довкілля і безпека життєдіяльності. – 2003. – №3. – С. 12-17.

УДК 621.643

## ОСНОВНІ ПРИЧИНИ АВАРІЙНОСТІ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ

Яворський А.В., Побережний Л.Я., Цих В. С.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

На даний час, трубопровідний транспорт відрізняється найменшою собівартістю і використовується для перекачування нафти, нафтопродуктів, газу, а також деяких хімічних продуктів (зокрема, аміаку). Він є одним з найефективніших, тому що, порівняно із залізничним чи автомобільним транспортом, доставка нафти чи газу ним є значно дешевшою. Перевагами цього виду транспорту є і можливість функціонування протягом усього року, висока продуктивність праці, відносно мала кількість обслуговуючого персоналу, мінімальні втрати при транспортуванні, можливість прокладання трубопроводів за найкоротшою відстанню незалежно від рельєфу, безперервність процесу транспортування, а також його екологічна чистота [1].

Загалом, до трубопровідних мереж можна віднести наступний перелік комунікацій [2]:

1 Газопроводи металеві: магістральні; промислові газопроводи підземних сховищ газу; промислові газопроводи високого тиску (до ГРП); газопроводи низького тиску(після ГРП);

2 Нафто та продуктопроводи металеві: нафтопроводи магістральні; промислові продуктопроводи (дизельне паливо, мазут);

3 Аміакопроводи та інші продуктопроводи хімічних виробництв.

4 Нафтогазопроводи пластмасові.

5 Трубопроводи міської каналізації: металеві; неметалеві;

6 Трубопроводи мереж тепlopостачання.

Зважаючи на терміни експлуатації газопроводів та їх технічний стан, для підтримання надійного та ефективного функціонування до 2015 року планується повністю завершити реконструкцію всіх компресорних станцій. До 2030 року буде завершено модернізацію та технічного переоснащення газотранспортної системи з використанням найбільш сучасних та ефективних технологій.

Термін експлуатації нафтопроводів складає від 20 до 44 років і 90% з них відпрацювали свій амортизаційний період. Обладнання нафтотранспортної системи утримується в надійному стані, хоча є морально застарілим, потребує заміни або модернізації, додаткових експлуатаційних витрат. На рисунку 1.5 показано карту нафтопровідної системи України.

Забезпечення надійності функціонування нафтотранспортної системи на найближчу перспективу потребуватиме значних фінансових витрат. Необхідно довести існуючу систему нафтопроводів до стану, який відповідає міжнародним стандартам, що передбачає впровадження нових технологій та устаткування: енергоефективних електродвигунів та частотно-регульованого електроприводу, насосів з високим ККД, сучасного обладнання резервуарного парку, впровадження сучасних систем автоматики і телемеханіки, антитурбулентних присадок, ефективних антикорозійних покриттів і систем електрохімічного захисту трубопроводів, ефективних технологій очищення трубопроводів та резервуарів від підтоварної води і парафіністих відкладень, систем обліку обсягів та якості нафти, нових технологій діагностики та ремонту нафтопроводів, інформаційно-аналітичних систем оптимізації режимів нафтотранспортної системи. Стосовно інших європейських держав, то у них ведеться офіційна статистика щодо кількісних змін як у загальній довжині трубопроводів, так і щодо кількості аварійних випадків за той, чи інший проміжок часу. На жаль, в Україні частина такої інформації є конфіденційною і, відповідно, закритою для всезагального перегляду.

Задача забезпечення надійної та безпечної експлуатації трубопроводів, які транспортують нафту та газ до споживача, є важливим стратегічним напрямком стабільного розвитку будь-якої держави. Багато в чому це залежить від результатів аналізу відмов і руйнувань в системі магістрального трубопровідного транспорту. Тільки комплексний підхід до даного питання може дати реальну картину причин, які призводять до порушення стійкого режиму експлуатації.

Базуючись на вітчизняному досвіді, проведений літературний огляд щодо аналізу причин виникнення аварійних ситуацій в системі магістральних трубопроводів дозволив виявити 5 основних груп факторів, згідно з якими проводилася класифікація причин аварійних випадків.

Перша група основних причин, які призводять до виникнення аварій та інших інцидентів, пов'язана з порушенням технологічних регламентів під час проведення робіт в період будівництва чи ремонту об'єктів трубопроводів. До другої групи причин аварійних ситуацій, які порушують умови безпеки транспортування та безпосередньо транспортованого продукту, відносяться корозійні та стрес-корозійні дефекти в результаті як внутрішньої, так і зовнішньої корозії.

До третьої групи факторів відносяться дефекти обладнання та матеріалу, пов'язані із заводським браком та порушенням режиму експлуатації. Четверта група пов'язана з порушенням вимог експлуатації та помилкових дій обслуговуючого персоналу, обумовлених недостатньою його підготовкою чи недобросовісним відношенням до ряду виконуваних робіт. До п'ятої групи аварійних ситуацій



відносяться аварії, які виникають під дією природних чинників – стихійних бід, різних геодинамічних чинників тощо.



**Рисунок 1 – Схема реалізації концепції безпечної експлуатації магістральних трубопроводів**

через замерзання верхнього шару ґрунту погіршуються умови для виходу газу в атмосферу. Саме в цей період року може збільшитися кількість випадків проникнення газу в підвали будинків та інші інженерні комунікації. По-третє, механічні пошкодження підземних газопроводів під час проведення земляних робіт, пов'язані з випадковим збігом ряду помилок і неточностей у проектно-виконавчій документації, помилковими діями технічних і адміністративних працівників, які проводять підземні роботи поблизу газопроводів. Лабораторні дослідження, проведені в ряді газових господарств України, свідчать про те, що швидкість поширення (фільтрації) і знаходження газу в ґрунті коливається від 1 до 4 м/год. і залежить від складу ґрунту (глина, пісок, насипний ґрунт тощо), його стану (ступеня вологості й промерзання), глибини закладення газопроводів, а також від робочого тиску газу в підземному газопроводі.

Таким чином, було б доцільно сформулювати певну концепцію (рис. 1), яка дозволила б запобігати виникненню небезпечних процесів. Така концепція повинна передбачати наступне:

- визначення потенційно і аварійно-небезпечних ділянок на трубопроводах;
- локалізація активних геодинамічних зон і тектонічних порушень;
- виявлення прихованих тріщин відриву ґрунтів і площин ковзання ґрунтових мас на ділянках схилів при прокладанні та експлуатації трубопроводів;
- знаходження ділянок розвитку корозійних процесів.

#### Літературні джерела

1. Транспортний комплекс України: Економіка, організація, розвиток: Сб. науч. трудов. / За ред. Цветова Ю.М. – К.: ИКТП – Центр. – 1995. – 198с.
2. Ващишак С.П. Аналіз ризиків безпечної експлуатації інженерних споруд значної довжини та підходи до їх оцінки / С.П. Ващишак, П.М. Райтер, А.В. Яворський // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ. – 2011. – №2. – С. 54-58.

Одним із найнебезпечніших наслідків негативних впливових факторів може бути розгерметизація трубопровідних систем. Розгерметизація магістральних газопроводів є наслідком появи і розвитку різного роду дефектів, спричинених різними чинниками (у тому числі і геодинамічними). Найбільш інтенсивного руйнування зазнає об'єкт в місцях перетину геодинамічної зони та у випадку розміщення в межах самої геодинамічної зони, що є особливо актуальним для трубопровідних систем.

Причин, що викликають витіки газу на підземних газопроводах, декілька. По-перше, електрохімічна корозія металу труб в анодній зоні і у місцях пошкодження ізоляційного покриття газопроводу. По-друге, незадовільна якість зварювальних робіт, наслідком чого під дією температурних напружень і динамічних навантажень є розрив на підземних газопроводах. Прокладений у зонах геодинамічного ризику газопровід піддається впливу зовнішніх сил, що викликають додаткові напруження в тілі труби, особливо в місцях стикових з'єднань. Механізм впливу зовнішніх чинників на газопровід дуже складний, (і не піддається визначенню), а високий ступінь випадкових збігів впливів різних зовнішніх чинників може призвести до виникнення напружень у тілі труби або зварному з'єднанні, які перевищують границю плинності металу і його розрив. Особливу небезпечними ці два види витоків газу є у зимовий період, коли

---

## РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ, ВІДНОВЛЕННЯ ТА ОХОРОНА ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ/ RATIONAL USE, RESTORATION AND PROTECTION OF LAND RESOURCES

---

### RESPONSE OF A RIVER SYSTEM TO MINING CESSATION

Ciszewski D.

*University of Science and Technology AGH, 30-059 Kraków, Mickiewicza St 30, Poland  
ciszewski@geol.agh.edu.pl*

Environmental impacts of metal mining have received increasing attention in recent years. Extensive investigations conducted at mine sites throughout the world have recognized metal-contaminated wastes and sediments as the most important source of freshwaters contamination with heavy metals. Their persistency results in serious deterioration of natural aquatic species composition long after mining cessation. Nevertheless, natural attenuation of metal contamination of river sediments is observed. In some formerly mine affected catchments it may be even as efficient as expensive remediation measures. It is due to continuous leaching of elements from sediments stored in a river valley. These sediments constitute “hot spots” in a fluvial system whereas, their activity depends on numerous specific environmental factors. There are quite a lot of river systems affected by metal mining in the past however, only few studies documents the response of a river to the mining cessation.

The aim of the researches is to reconstruct recent changes in distribution of heavy metal pollutants and some aquatic species assemblages in subsidence reservoirs on the floodplain of the Chechło River, which were affected for several tens of years by mine effluents from the Pb-Zn mine in Trzebinia in southern Poland. Cessation of mine water discharging 6 years ago reduced also sediment load and changed water chemistry in the river.

We compared the present heavy metal pollution of the river sediment with earlier data from 1992 when the mine operated. The investigations reveal the decrease of heavy metal concentrations in the upper and middle river reaches over that period. This decrease is not proportional but the largest one is observed in the upper river reach where the concentrations were the highest. The Zn concentrations drop from over 10% to less than 1% whereas Cd concentrations decrease from over 600 mg/kg to less than 50 mg/kg. In the upper reach larger drop of metal content is observed in sandbars than at river banks whereas in the middle and lower reach the change in sandbars is generally smaller than at the river banks. At the river banks the change progressively gets smaller and smaller downstream and in the lowest river reach the metal content increases. It seems that fine, polluted sediments are more efficiently winnowed from the channel margins but the polluted material is mixed with the bed material in the active channel.

Most of sandy-silty sediments accumulate in the middle reach, where river flows through several subsidence basins. The off-channel basins are filled with fine sediments during flood episodes. The thickness of sediments vary from over 1 m to few centimeters. The accumulation is rapid at the inflow of water to the basin, and in deltaic section it reaches several decimeters per year. It decline toward the distal part of the basins where the average sediment accretion rate is lower than 1 cm/year. There is a large variability of metal concentrations in vertical profiles sampled in the basins. In most of the profiles, the lowest metal content at the bottom can be related to the beginning of the floodplain subsidence in 1980s whereas after several years the concentrations rises because of inflow of river water transporting mine waters from the Zn-Pb ore mine. Zn concentrations in sediments of the mining era vary in range 1,8-2,5% whereas, cadmium vary from 100 to 300 mg/kg. At the top of some profiles and in the most recent delta sediments decrease of metal concentrations is observed as a result of mining cessation about 10 years ago.

The investigations document also impact of the contamination on diatoms which is reflected in domination of resistant species in sediments of the mining era and changes in species assemblages from more sensitive at the beginning of reservoirs functioning. The present day conditions favour the largest diatom volume and abundance of diatoms species.

Research was funded by National Science Center, Poland grant no. 2014/15/B/ST10/03862.

## РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМИ З ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ, ВІДТВОРЕННЯ ТА ОХОРОНИ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

Боднарук І.Л.

*Івано-Франківський національний університет нафти і газу, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, E-mail: irina-bodnaruk@mail.ru*

Проблема охорони земель у нашій країні є актуальною на всіх ступенях розвитку суспільства. У зв'язку з реформуванням земельних відносин та запровадження приватної власності на землю, виникнуть різні форми господарювання та переорієнтація економічних відносин на ринкові, що призведе до необхідності врахування нових умов у сфері земельних відносин і розроблення цільової програми щодо запровадження заходів для раціонального використання, відтворення та охорони земельних ресурсів.

У сучасних умовах стан використання земельних ресурсів не завжди відповідає вимогам охорони довкілля та природних ресурсів, оскільки в результаті антропогенної діяльності порушено екологічно-безпечне природокористування, в першу чергу порушено допустиме співвідношення площ угідь, зокрема ріллі, пасовищ, сінокосів, земель водного та лісового фондів. Така господарська освоєність земельного фонду, без належних заходів щодо його охорони і відтворення як виробничого ресурсу та важливої складової навколишнього природного середовища привела до прогресуючої деградації земель.

Загалом в Україні переважає нераціональне використання земельних ресурсів, яке не забезпечує їх збереження. Часто воно зводилося до хижацького вичерпування ресурсів, масового неконтрольованого забруднення та суцільного знищення природних ландшафтів. Унаслідок цього на сьогоднішній час багато компонентів природного середовища в Україні перебувають у пригніченому стані, де їх здатність до самовідновлення послаблена.

Розроблення державної цільової програми з впровадженням заходів щодо раціонального використання, відтворення та охорони земельних ресурсів є першочерговим завданням, адже українські землі потребують захисту і охорони від деградаційних процесів згідно положення ст. 14 Конституції України, і практичної реалізації, що забезпечувало б формування та реалізацію державної політики у сфері земельних відносин. Основні стратегічні цілі програми повинні відповідати забезпеченню пріоритетних вимог екобезпеки у процесі використання земель, раціонального розміщення та оптимального забезпечення земельними ресурсами виробничих сил, гармонійного поєднання господарської діяльності з охороною довкілля, захисту та відтворенням ґрунтів.

Отож, вирішення питань з раціонального землекористування повинна базуватись на загальнодержавній програмі та відповідних регіональних програм з охорони земель областей, районах, сільських та селищних радах, де важливість її полягає в першочерговому дотриманні. А також визначення та забезпечення проведення заходів спрямованих на раціональне використання та охорону земель, захист їх від деградаційних процесів та забруднення, відтворення їх родючості та інших корисних властивостей, збереження ландшафтного і біологічного різноманіття, створення екологічно безпечних умов проживання і провадження господарської діяльності. Тому програми повинна включати взаємопов'язану систему заходів:

- першочергове здійснення державної системи моніторингу земель з удосконалення механізму отримання інформації про стан земельних ресурсів;
- проведення оптимізації структури землекористування;
- правове забезпечення збереження земель;
- економічне стимулювання раціонального використання та охорони земель.

Моніторинг земельних ресурсів є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля, який повинен відповідати сучасним викликам сьогоднішнього дня, що потребує удосконалення проведення механізму моніторингу земель. Питання щодо обов'язкового виконання державної системи моніторингу земель є першочерговим, адже моніторинг земельних ресурсів - це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів.

У системі моніторингу земельних ресурсів проводиться збирання, оброблення, передавання, збереження та аналіз інформації про стан земель, прогнозування їх змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану земель та дотримання вимог екологічної безпеки. На даний час, моніторинг земель не здійснюється у повному обсязі та не встановлений порядок ведення державного земельного кадастру, що унеможлиблює ефективне гарантування прав на землю та дієвий державний контроль за використанням та охороною земель.

Оптимізація структури землекористування зводиться до певних заходів, здійснення яких має на меті раціональне використання земельних ресурсів та досягнення такого стану земельних відносин, який відповідав би концепції сталого розвитку — оптимальному поєднанню екологічних, економічних та соціальних інтересів при використанні, охороні та відтворенні земель для задоволення потреб не тільки сучасних, але й прийдешніх поколінь.

Стратегія оптимізації структури землекористування спрямована на досягнення оптимального співвідношення земельних угідь, де слід зазначити, що оптимізація земельних відносин повинна базуватись на таких умовах:

врахування земельно-ресурсної бази, динаміки розселення, регіональних особливостей розвитку продуктивних сил;

здійснення заходів щодо екологічного планування територій, зокрема, консервації малопродуктивних, деградованих та техногенно-забруднених угідь;

обмеження відведення продуктивних угідь для не сільськогосподарських цілей;

застосування економічних важелів впливу на суб'єкти землекористування щодо забезпечення сталості оптимальної структури ландшафтів;

запровадження обмежень права власності та права користування землею, які обумовлюються екологічними особливостями ландшафтів та специфікою землекористування.

Правове забезпечення збереження земель потрібно розуміти, як в широкому розумінні, це коли охорона земель включає у себе весь комплекс регулятивних правовідносин, у яких відображаються економічні, науково-технічні, організаційні заходи, що спрямовані на забезпечення, збереження, раціональне та ефективне використання земель, а також ощадливого та дбайливого ставлення до них, а також і у вузькому розумінні (конкретно-юридичне значення, де охорона земель – це конкретні правові заходи).

Отже, правове забезпечення збереження земель повинно здійснюватись та реалізовуватись за допомогою державно-владного впливу, де з одного боку повинні дотримуватись системи правових відносин, як форми юридичних реалізацій економічних, науково-технічних, організаційних заходів, а з другого боку обов'язкового його дотримування, що забезпечить раціональне, дбайливе, ощадливе, ефективне використання земель, запобіганню їх необґрунтованому вилученню, захист від шкідливого природно-стійкого впливу, відтворення та підвищення родючості ґрунтів, забезпечення особливого правового режиму різних категорій земель та їх цільового призначення.

Суть економічного стимулювання раціонального використання земель полягає у створенні органами державної влади та місцевих органів управління сприятливих умов, які б спонукали землекористувачів активно приймати участь у виконанні заходів, пов'язаних з відтворенням та охороною земель. В умовах сьогодення, повинно скластися розуміння того, що землі України є унікальним (особливим) капіталом у здатності не лише утримувати свою вартість, але й підвищувати її з часом.

Економічне стимулювання землекористування включає механізм ціноутворення, кредитування, пільгового оподаткування, виділення бюджетних і позабюджетних коштів, компенсації зниження доходів тощо. Економічне стимулювання раціонального використання і охорони земель має здійснюватись шляхом: заохочення за поліпшення якості земель, підвищення родючості ґрунтів і виробництво екологічної продукції; надання коштів державного або місцевого бюджету для відновлення земель, порушених не з вини суб'єкта господарювання; надання пільгових кредитів, які здійснюють заходи, спрямовані на раціональне використання і охорону земель; часткова компенсація з коштів бюджету за зниження доходу внаслідок тимчасової консервації земель, порушених не з вини суб'єкта господарювання; звільнення від плати за земельні ділянки, що перебувають на стадії сільськогосподарського освоєння або поліпшення їх стану у період, передбачений проектом проведення робіт.

За вищезазначеним, можна підвести підсумок, що цільова програма з впровадження заходів щодо раціонального використання, відтворення та охорони земельних ресурсів не повинна діяти автоматично, а повинна здійснюватись в комплексі державного регулювання землекористування, а також із залученням організаційних, соціально-правових та економічних стимулів до екологічно спрямованої діяльності у процесі використання земель.

#### *Перелік посилань на джерела*

1. Важинський Ф.А. Економічне стимулювання раціонального використання та охорони земель [Текст] / Ф.А. Важинський., А.В. Колодійчук, М.Л. Потинський // Науковий вісник НЛТУ України, 2011. – Вип. 21.13.- С.123-128.

2. Савченко Т.І. Економічне стимулювання раціонального використання земель як один із механізмів управління земельними ресурсами / Т.І. Савченко [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.nbu.gov.ua/portal/chembiol/vldau/APK/2010\\_1/files/10stmtlr.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/chembiol/vldau/APK/2010_1/files/10stmtlr.pdf)

3. Фостолович В.А., Економічний механізм раціонального використання та охорони земельних ресурсів / В. А. Фостолович, Л. В. Приймак // Збірник наукових праць ВНАУ Серія: Економічні науки, 2012. - №4 (70) Том 2. – С. 212-217.

4. Горбонос Ф., Павленчик Н. До питання раціонального використання земельних ресурсів // Землепорядкування і земельний кадастр. - Вісник Львівського державного аграрного університету.2005.- 133 с.

5. Кваша С.М. Напрями удосконалення механізмів формування ринкової рівноваги на ринках сільськогосподарської продукції /С.М.Кваша// Економіка АПК. – 2011. – № 2. – С. 161–167

## ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛАНДШАФТІВ ЗАКАРПАТТЯ

Г.Д. Горванко, Г.О. Жученко, А.Л.Халак

*Івано-Франківський національний університет нафти і газу,  
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, E-mail: tog@nimg.edu.ua*

Закарпатський регіон включає в себе декілька структурних одиниць, які сформувались на протязі мезозойської та кайнозойської епох складчастості. В геологічному плані Закарпатська область займає південно-західний схил Карпатських гір і прилеглу невелику частину Середньо-Дунайської низовини і разом з іншим структурними одиницями утворює єдину структурно-тектонічну і геоморфологічну, кліматичну і гідрографічну, флористичну і геоботанічну, зоогеографічну і ландшафтну територію Українських Карпат.

Подасмо характеристику найбільш розвинутих ландшафтів Закарпаття.

1. Чопський вид ландшафтів об'єднує Чопський, Гатянський, Вилоцький, Боржавський, в структурі яких абсолютно переважають нижньотерасові рівні рельєфу. Для Чопського виду ландшафтів характерний дуже рівнинний рельєф і сезонна перезволоженість, дерново-глейові ґрунти і періодичні паводки катастрофічного характеру. Закарпатські ландшафти цього типу мають деякі важливі відмінності, за якими виділяють їх в окремі види. Ландшафти Чопського виду мають досить довгий і теплий вегетаційний період: тривалість періоду з температурами понад 5 °С досягає 230-240 днів, що дозволяє вирощувати тут теплолюбиві культури, вони добре окультурені завдяки різноманітним меліоративним роботам (дренажі, обвалування річок тощо). Більшу половину угідь займають орні землі, де вирощуються високі врожаї пшениці, кукурудзи та інших культур, до 4 % займають сади і виноградники.

2. Солотвинський вид ландшафтів знаходиться в закарпатському передгір'ї, в трикутнику, обмеженому з півдня і заходу Вулканічним хребтом, а з півночі і сходу зоною стрімчаків Закарпатського глибинного розлому, що проходить по лінії сіл Горінчове, Драгове, Новоселиця, Солотвино.

Описуваний вид ландшафтів являє собою систему терас, які ступінчато піднімаються від заплави Тиси до високих сильно розчленованих терас. Основу цього виду утворюють заплава і низькі тераси, що простягаються вздовж Тиси смугою рівнини шириною 4-6 км. Поверхня середніх і високих терас досить розчленована, причому глибина розчленування зростає із заходу на схід. Найменше розчленована поверхня Хустського ландшафту, який розташований між р. Рікою і Байловою. Солотвинський ландшафт являє собою терасове низькогір'я з максимальними висотами понад 600 м, інтенсивно розчленоване і заліснене. Названі ландшафти мають спільну тектонічну основу – Солотвинську западину і спільну морфологічну структуротерасову будову місцевості.

Солотвинська улоговина перспективна на нафту і газ, прояви яких відомі в багатьох місцях. Тут є великі поклади кам'яної солі, крупний шток якої виходить на денну поверхню в околиці Солотвини на другій терасі.

По зовнішньому краю западини, поблизу сіл Драгове, Кричове, та ін., на денну поверхню виступають великі брили юрських вапняків так званої Пенінської стрімчаківної зони.

3. Свалявський вид ландшафтів належить до міжгірських долинних, в яких основну роль відіграють низько-, середньо- і високотерасові яруси. Для Свалявського виду ландшафтів властиве тепле літо, середні температури якого досягають 19 °С і вище.

Ландшафти цього виду розташовані в долинах, що розділяють середньогірні та вулканічні ландшафти. Наявність численних розломів по яких відбувалися в пліоцені вулканічні виверження, викликали появу численних мінеральних джерел (Поляна Квасова, Свалява, Синяк).

Теплий клімат, джерела цілющої води, різноманітні продукти садівництва, городництва, виноградарства тощо створюють у ландшафтах Свалявського виду всі необхідні передумови для розвитку санаторіїв, будинків відпочинку, туризму.

4. Стрімчаківий вид ландшафтів поширений у тектонічних зонах Мармароських і Пенінських стрімчаків. Хоч ці зони досить відмінні між собою як щодо історії розвитку, так і особливостей тектонічної структури, проте вони мають певні спільні риси, які дозволяють нам розглядати їх як один вид ландшафту. Ця спільність проявляється насамперед в тому, що в обох зонах зустрічаються вапнякові стрімчаки, утворені відкладами юрського віку. Вони являють собою вапнякові брили різних розмірів (від кількох метрів до кількох кубічних кілометрів), вкладені в породи набагато молодшого віку (верхньокрейдового і палеогенового).

Отже, стрімчаківий вид ландшафтів визначається складною структурою та колоритною мальовничістю. Численні терасові долини, теплий клімат (тривалість вегетаційного періоду 215-220 днів з середньою температурою липня 19 °С), сприяли давньому заселенню та освоєнню ландшафтів, а мальовничі краєвиди сприяють розвитку активних зон відпочинку.

До Стрімчаківого виду входять ландшафти Апшицький, Лужанський і Березівський.

5. Вулканічний вид відмінний від усіх попередніх низькогірних ландшафтів саме тому, що основою його є вивержені породи (андезити, андезитобазальти, базальти і їх туфи, а також дацити, ліпарити і їх туфи, тощо), формування яких відбувалось протягом міоцену і пліоцену. Цими виверженнями створене низькогірне пасмо з середніми висотами 500-600 метрів і дуже своєрідними ландшафтами. Своєрідність їх полягає зокрема в тому, що вони дуже крутосхилі, особливо на

північному-східному боці гряди і в середньому ярусі гір, що перешкоджало заселенню цієї території і веденню господарської діяльності.

Майже суцільне поширення лісів: дубових, дубово-грабових і дубово-букових до висоти приблизно 450 метрів над рівнем моря і чисто букових вище цієї висоти і до самих вершин є другою характерною рисою ландшафтів вулканічної гряди. Терасові підніжжя схилів зайняті переважно виноградниками.

До вулканічного типу входять такі ландшафти на території Закарпаття: Маковиця – між Ужом і Латорицею, Великий Діл – між Латорицею і Боржавою, Тупий – між Боржавою і Тисою та Аваш за Тисою в природній смузі з Румунією.

6. Берегівський тип ландшафтів представлений ландшафтами вулканічного дрібногір'я, які зустрічаються в області поширення низькотерасових ландшафтів Чопського виду. Ці ландшафти являють собою порівняно невеликі ізольовані нагромадження вулканічного матеріалу з абсолютними висотами 200-350 м над рівнем моря, з розчленованими крутими схилами, нижня частина яких розбита терасами і зайнята виноградниками. Верхні частини схилів вкриті дрібними лісами і чагарниками, а більш пологі використовуються як орні землі під сади.

Дрібногірні вулканічні ландшафти займають невеликі площі, але вони настільки різко виділяються серед плоских ландшафтів Закарпатської низовини і мають настільки відмінні від навколишніх низькотерасових ландшафтів морфоструктуру, що їх необхідно виділяти як окремий вид. До цього типу ландшафтів належать такі індивідуальні ландшафти як Берегівський, Косинський, Виноградівський і Шаланківський.

Українські Карпати до складу яких входить і територія Закарпаття є дуже складною в геологічному плані і разом з тим найбільш мальовничою і найцікавішою як у геоботанічному так і географічному відношенні гірською спорудою і справжньою національною скарбницею природи України. Тому вивчення і моніторинг геоекологічних проблем цього регіону є справою всенародно і загальнодержавною.

На протязі останніх десятиліть внаслідок інтенсивної і часто нераціональної діяльності людей, особливо в галузі лісового господарства була порушена як геологічна так і географічна рівновага природних ландшафтів, що привело до посилення деяких стихійних явищ, які негативно позначилися на їх морфоструктурі.

Так у деяких видах ландшафтів значно посилілись явища вітровалів і вітроломів. Особливо характерні вони для ландшафтів Стрімчакового і Вулканічного виду, що утворилися в долиноподібних улоговинах на рихлих щербенистих породах. Передумовою виникнення вітровалів є особливості геологічної будови і рельєфу окремих ландшафтів та нераціональне ведення лісового господарства.

В ландшафтах Чопського, Солотвинського і Свалевського типу досягають значної інтенсивності і повторення дощові і весняно-осінні паводки, що за певних умов набувають характеру водно-кам'яних і грязе-кам'яних потоків, селей, які все руйнують на своєму шляху. Природною передумовою цих паводків є зливові опади та розтавання снігу та наявність крутих кам'янистих схилів, по яких швидко стікають води, а посиленню їх сприяє вирубка лісів і чагарників на шляху стоку.

В зоні цих ландшафтів значно розораних і обезліснених часто повторюються зсуви, а на полях посилюється яркова ерозія.

Зважаючи на посилення різних негативних явищ у природних процесах Закарпаття виникла гостра потреба вироблення комплексних природоохоронних заходів, які сприяли б збереженню існуючих геоекологічних зв'язків в ландшафтах і були спрямовані на поліпшення їх структури і збагачення природних ресурсів.

*Перелік посилань на джерела*

1. Пиотровская Т.Ю. Особенности строения рельефа горной области Закарпатья, обусловленные неотектоническими движениями. (Вестник МГУ. Серия "Геология".-1964.-№5.-с.28-55
2. Вялов О.С., Говура С. П., Даныш В.В. и др. История геологического развития Украинских Карпат.-К.: Наукова думка, 1981.-180 с.
3. Адаменко О.М., Гродецкая Г.Д. Антропоген Закарпатья. Монография. Кишинев. Изд-во: Штиинца, 1987.-149с.

УДК 631.42

## РОЗРОБКА ПОЛОЖЕНЬ ПРОЕКТУ КАТАЛОГУ МЕЖОВИХ ЗНАКІВ

Дрогомирецька Н.П.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу м.Івано-Франківськ,  
вул.Карпатська, 15, 76019, E-mail: nadiadrohomyretska95@gmail.com

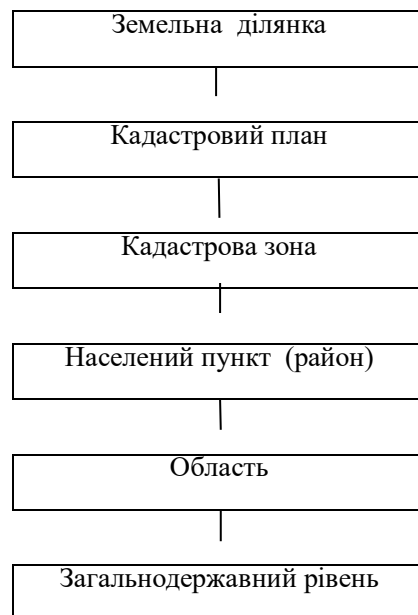
Проведення земельної реформи привело до появи на території України значної кількості закордированих точок, які на місцевості закріплюються межовими знаками, інформація про межові знаки відображається в землевпорядній документації.

Коротко охарактеризуємо сучасну ситуацію з систематизацією інформації про координати межових знаків [1,2]. Необхідність визначення координат поворотних точок земельної ділянки

пов'язана з необхідністю визначення площі земельної ділянки для різних цілей і формується з попиту на ділянок невеликої площі. В основному це зумовлено необхідністю видачі інформаційної довідки з Державного реєстру речових прав на нерухоме майно (колишній державний акт) для населення. Інформація про координати межових знаків представляється в землевпорядній документації в графічних матеріалах:

- 1) креслення меж землекористування, з яких здійснено вилучення земель;
- 2) відомість обробки теодолітного ходу та вирахування координат поворотних точок меж земельної ділянки;
- 3) матеріали польових геодезичних робіт і план земельної ділянки, складений за результатами кадастрової зйомки;
- 4) каталог координат зовнішніх меж земельної ділянки;
- 5) кадастровий план;
- 6) схема прив'язки меж земельної ділянки до геодезичної мережі;
- 7) креслення перенесення меж земельної ділянки в натуру з відображенням геодезичних пунктів (пунктів триангуляції).

Таким чином інформаційний потік межових знаків формується знизу до верху в наростаючому порядку від земельної ділянки, кадастровий квартал, кадастрова зона, населений пункт, район (місто), область та кінцевий етап – загальнодержавний облік, рис.1.



**Рис.1. Схема створення каталогів межових знаків**

Великий обсяг інформації про координати межових знаків (бмлн. державних актів на право власності) не дозволяє застосовувати традиційні засоби створення каталогів, а саме каталоги геодезичних пунктів. Основні положення та вимоги до створення каталогів геодезичних пунктів приведені в державному стандарті [3]. Проведений стислий огляд аналіз змісту ГОСТ 2564-83 показав, що просте перенесення змісту положень для проекту створення каталогу межових знаків не доцільно.

*Перелік посилань на джерела*

1. Державний комітет України із земельних ресурсів. Наказ «Про затвердження Інструкції про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками», від 18 травня 2010 р. N 376.

2. Звіт про інвентаризацію містобудівних, топографо-геодезичних, інших документів, які містять топографо-геодезичні та картографічні дані. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dnipro-petrovska.land.gov.ua/info/rekomendatsii-shchodo-formuvannia-zvitu-pro-inventaryzatsiiu-mistobudivnykh-top>.

3. ГОСТ 25634-83 Каталог координат геодезических пунктов. Форма и содержание. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://znaytovar.ru/gost/2/GOST\\_2563483\\_Katalog\\_koordinat.html](https://znaytovar.ru/gost/2/GOST_2563483_Katalog_koordinat.html)

УДК 631.42

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ВІДОБРАЖЕННЯ МЕЖ ГРУНТОВИХ РІЗНОВИДІВ ПРИ ВЕЛИКОМАСШТАБНОМУ КАРТОГРАФУВАННІ ГРУНТІВ

Дутчин М. М., Ільків Є. Ю., Галярник М. В., Мельник М. Л.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, 76019, E-mail: admin@nung.edu.ua

З метою отримання об'єктивної інформації про якісний стан земель, а також для виявлення земель, що зазнали впливу водної та вітрової ерозії, радіоактивного та хімічного забруднень, інших негативних явищ проводять ґрунтові обстеження.

Облік якості земельних ділянок відображає дані, що характеризують землі за природними і набутими властивостями, які впливають на їх продуктивність та економічну цінність, а також за ступенем технічного забруднення ґрунтів.

Матеріали обстеження земельних ділянок щодо їх якісного стану є вихідними даними для проведення інвентаризації земель.

Інформація щодо ґрунтового покриву території, його гранулометричного стану, меліоративного стану земель, крутизни і експозиції схилу земної поверхні та інших показників є досить цінною також для потреб містобудівного кадастру.

Завершальним етапом великомасштабного ґрунтового обстеження є агровиробниче групування та бонітування ґрунтів.

Бонітування ґрунтів є складовою частиною Державного земельного кадастру, дані якого використовують для економічної, нормативної та експертної грошової оцінок земельних ділянок.

Наявні ж на сьогодні ґрунтові карти і картограми агровиробничих груп ґрунтів, які використовують проектні, наукові та інші зацікавлені організації, складені на основі матеріалів великомасштабних обстежень ґрунтів України, проведених у 1958 – 1961 роках [5].

Однак прояв негативних природних і техногенних чинників за останні десятиріччя призвів до інтенсивного розвитку процесів фізичної і та хімічної деградації ґрунтів, вторинного засолення, дегуміфікації та інших явищ і, як наслідок, низької достовірності результатів бонітування ґрунтів та великомасштабних ґрунтових обстежень у цілому.

У даний час для грошової оцінки земель сільськогосподарських угідь та інших земельно-кадастрових роботах використовують карти ґрунтів, складені за результатами обстежень у масштабі 1:10000, в яких ґрунтові розрізи закладали на 10 – 25 га обстежуваних територій (один ґрунтовий розріз) у залежності від категорії складності місцевості [1].

Величини допустимих похибок нанесення на ґрунтову карту меж ґрунтових різновидів у залежності від картографічних матеріалів, за якими виконували польові роботи (топокарти, аерознімки) і ступені вираженості границь між ґрунтами в натурі складали від 5 до 100 м [3].

Звичайно, таку точність ґрунтових обстежень і, відповідно, визначення меж агровиробничих груп ґрунтів у даний час не можна вважати задовільною, враховуючи збільшення кількості власників землі і землекористувачів та утворенням у майбутньому ринку земель.

Особливо це стосується територій західного регіону України, де розміри землеволодінь особистих господарств у зв'язку з умовами рельєфу і малоземеллям складають переважно 0,25 – 0,60 га [2].

Важливим також є питання про агровиробничі групи ґрунтів населених пунктів і особливо земель сільськогосподарського призначення, так як картографування ґрунтів на цих землях у попередні роки практично не проводили. Складання умовної екстраполяційної карти ґрунтового покриву території населеного пункту тільки частково розв'язує дану проблему [1].

Застосування геоінформаційних технологій у грошовій оцінці земель населених пунктів передбачає складання цифрових карт агровиробничих груп ґрунтів з обов'язковим координуванням меж ґрунтових зон [4].

Створення цифрових карт агровиробничих груп ґрунтів та відповідної таблиці грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення за категоріями угідь населеного пункту неможливе без якісних та детальних ґрунтових обстежень [1].

Сучасний стан розвитку різноманітних технологій топографічного знімання (з використанням матеріалів аерофотознімання) цілком достатній для широкомасштабного високоточного картографування ґрунтів сільськогосподарських угідь, у тому числі у межах населених пунктів.

### Перелік посилань на джерела

1. Дутчин М. До питання точності відображення ґрунтових різновидів при крупномасштабному картографуванні ґрунтів / М. Дутчин, Є. Ільків, І. Біда / Матеріали V міжнародної наук.-практ. конф. «Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні та природокористуванні», 28 – 30 жовтня 2010 р. – Ужгород, 2010. – С. 235 – 237.

2. Ковалишин О. Формування та розвиток особистих підсобних господарств на Львівщині / О. Ковалишин // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. праць. – Львів, 1997. – С. 207 – 210.



3. Новаковский Л. Я. Справочник по землеустройству / Л. Я. Новаковский, В. М. Буленок, Ю.М. Вагин и др. / под. ред. Л. Я. Новаковского. – 3-е изд. – К.: Урожай, 1989. – 352 с.
4. Лященко А. Архитектура адаптивной геоинформационной системы для грошовой оцінки земель населених пунктів / А. Лященко, О. Ціпенко // Містобудування та територіальне планування: Зб. наук. праць. – К.: КНУБА, 2001. – Вип. 10. – С. 76–82.
5. Панас Р. М. Грунтознавство: навч. посібник / Панас Р.М. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2006–372 с.

УДК 631.61:631.171

## ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІН ГРУНТОВИХ ПРОЦЕСІВ У ТЕХНОЗОНАХ БУРОВИХ МАЙДАНЧИКІВ

Журавель М. Ю.<sup>1</sup>, Дрозд О. М.<sup>2</sup>, Яременко В. В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ТОВ «СВНЦ Інтеллект-сервіс ЛТД»

<sup>2</sup> ННЦ «Інститут агрохімії та ґрунтознавства ім. О.Н. Соколовського»

<sup>3</sup> Спільне підприємство «Полтавська газонафтова компанія»

Розробка нафто-газових родовищ традиційно розглядається як один з найбільш небезпечних для навколишнього середовища вид виробничої діяльності. Будівництво свердловин зумовлює передусім докорінні перетворення ґрунтового покриву на обмеженій території. Після закінчення будівельних робіт (буріння та облаштування свердловин, прокладання шлейфів) ці території підлягають рекультивативі для відновлення земель у придатний стан, здебільшого до сільськогосподарського використання, шляхом проведення цілого комплексу визначених робіт, що регламентується відповідними нормативними документами.

Рекультиватива ґрунтів є потужним чинником трансформації морфологічної будови профілю ґрунтів. Серед основних негативних наслідків які, як правило, з'являються після рекультивативі та повернення земельних ділянок власникам, є зміна потужності гумусованого горизонту, реакції середовища ґрунту, сольового складу, агрофізичних властивостей, забруднення ґрунту [1]. На бурових майданчиках, ліквідованих десятки років тому, спостерігаються суттєві відмінності стану та продуктивності культур порівняно з прилеглими полями, що, зокрема, фіксується і на космічних знімках. Такий антропогенний вплив на ґрунти, навіть нетривалий, призводить до змін певних морфологічних ознак ґрунту, що багато в чому визначає рівень ґрунтової родючості, напрямок та інтенсивність ґрунтоутворюючого процесу.

Після рекультивативі ґрунти, як правило, не мають сукупності морфолого-генетичних горизонтів як природні ґрунти. Але вони при цьому є об'єктом взаємодії біокліматичних процесів у змінених екологічних умовах за підвищеної антропогенної дії, в результаті чого формуються ґрунти зі специфічними ознаками та властивостями - техноземи. Профіль рекультивованих ґрунтів із насипним гумусованим шаром складається, як правило, з двох горизонтів: верхнього гумусованого, сформованого із ґрунтового шару, знятого та перевідкладеного в процесі порушення природного ґрунтового покриву та нижнього – безгумусного, складеного трансформованими породами в чистому вигляді або в суміші. У профілі може спостерігатися значна кількість різних за походженням включень. Гранулометричний склад такі ґрунти успадковують від зональних ґрунтів і порід, з яких сформована основа або профіль у цілому. Порівняно природними фоновими ґрунтами, техноземи мають певні особливості швидкості та спрямованості протікання ґрунтових більшості процесів і режимів.

Властивості гумусованого шару успадковуються від зональних ґрунтів, тому вони дуже різні. Потужність гумусованого горизонту значно зменшується і в окремих випадках може становити 30-40 см. Спостерігається також неоднорідність вмісту гумусу, внаслідок потрапляння до гумусованого горизонту домішок вихідних генетичних горизонтів зональних ґрунтів. Колір і структурний склад гумусованого шару рекультивованих ґрунтів може також бути наслідком змін мінералогічного складу таких ґрунтів, що зумовлюються додатковим надходженням компонентів бурових розчинів, накопиченням та розсіюванням на майданчику мінеральної маси вибурених порід, привнесенням компонентів ґрунтоутворюючої породи. Бурові майданчики, що активно експлуатувалися у 70-80 роки ХХ століття, чітко вирізняються по космічним знімкам площинними аномаліями різних тонів, що займають досить значну площу в аграрних ландшафтах. Ореоли розсіяння залишків будівельних та бурових матеріалів від устя свердловини вздовж ріллі можуть займати відстань 100 і більше метрів. На бурових майданчиках, ліквідованих десятки років тому, спостерігаються суттєві відмінності стану та продуктивності культур порівняно з прилеглими полями, що, зокрема, фіксується і на космічних знімках. Основним геохімічним показником зміни кольорової гамми ґрунту в межах від світло-сірого до чорного є заміщення в ґрунтах кремнію та вуглецю карбонатами кальцію, який у великих кількостях застосовується у якості обважнювача бурових розчинів. Фоновий показник відношення Si/Са варіює у межах 16. У техноземах ці значення здебільшого становлять 2. Це явище чітко ілюструється кольоровою гаммою в матеріалах ДДЗ.

Розсіювання компонентів бурових розчинів в процесі їх приготування та використання в технологічних процесах буріння зумовлюють техногенне привнесення важких металів у ґрунтовий профіль майданчику, що характеризуються високими показниками варіативності їх валового вмісту. Найвищі

значення коефіцієнтів варіації виявляються для Ag, Ba, Pb, Ca, Mo. Ця група металів є типовою складовою бурових розчинів, як у якості основних компонентів (Ba, Ca), так і у вигляді домішок (Pb, Mo, Ag). Причиною неоднорідності їх розподілу є нерівномірність розташування локальних джерел надходження у ґрунти – місць складування концентратів для виготовлення бурових розчинів, бурових амбарів тощо. Закономірності просторового розподілу валових концентрацій металів виявляє істотне підвищення їх відносно фону (особливо у шарі 0-30 см), а за окремими елементами і ГДК. Забруднення техноземів важкими металами переважно властиве буровим майданчикам радянських часів, які на даному етапі, періодично повертаються до експлуатації [2, 3].

На територіях нафтогазових родовищ одним з пріоритетних забруднювачів довкілля внаслідок аварійних ситуацій, витоків з розгерметизованих трубопроводів, ремонтних робіт та інших причин є супутні пластові води. Вони мають унікальний полікомпонентний склад, що постійно змінюється, високу геохімічну активність і токсичність. У їх складі присутні нафтопродукти, складний комплекс солей, радіонукліди, важкі метали. В місцях аварійних витоків СПВ утворюються техногенні ореоли різного хімічного складу і інтенсивності. Своєрідний сольовий склад СПВ різко змінює співвідношення іонів вихідних ґрунтових розчинів, зумовлює збільшення концентрації токсичних солей, що визначає засолення та провокує відповідні перетворення в ґрунтовому поглинальному комплексі і призводить до формування техногенних різновидів солончаків і солонців. Техногенний галогенез є найбільш типовим процесом трансформації ґрунтів територій нафтогазових родовищ внаслідок аварійних витоків СПВ. Різноманітний склад супутніх пластових вод зумовлює додаткове привнесення хімічних елементів у ґрунти та/або провокує збільшення вмісту тих хімічних елементів, що у природних, незабруднених ґрунтах містяться у мікрокількостях, або взагалі їм не властиві. Це призводить до порушення фізичного, хімічного та мікробіологічного режиму ґрунтів, може викликати руйнацію органічної речовини і мінеральної частини колоїдів, обумовлювати суттєве зменшення поживних елементів і мікроелементів [3].

Разом з тим, однією з головних причин зниження врожайності сільськогосподарських культур на рекультивованих ґрунтах нафтогазового комплексу є погіршення агрофізичних властивостей, що проявляється головним чином в ущільненні ґрунтів. Ущільнення відбувається внаслідок надмірного тиску на ґрунт ходовими системами транспортних засобів та іншої техніки і значно посилюється при виконанні великих об'ємів земляних робіт на обмежених площах в умовах підвищеної вологості ґрунту та повної відсутності біологічної рекультивації. При цьому ущільнюється не тільки верхній, кореневмісний шар ґрунту, але й нижні глибокі горизонти (30–60 см). Вони під час будівництва свердловини фактично підстилають поверхню, а в процесі рекультивації на етапі планування додатково ущільнюються важкою технікою. Тривалими дослідженнями встановлено, що щільність складення орного шару рекультивованих ґрунтів, як правило, перевищує оптимальні значення на 0,1-0,15 г/см<sup>3</sup> (в окремих випадках на 0,2 г/см<sup>3</sup>), а підорного – на 0,25 – 0,3 г/см<sup>3</sup> [3]. Щільний ґрунт у сухому стані чинить великий опір розвитку кореневої системи рослин, погано фільтрує воду, для обробітки потребує додаткових витрат. Вологоємкість ущільненого ґрунту зазвичай є гіршою, ніж у природному розпушеному стані. У зв'язку з цим рослини постійно відчувають дефіцит необхідної їм вологи.

Таким чином, технологічні процеси розвідки, облаштування, розробки нафтогазових родовищ та недотримання технології рекультивації можуть істотно впливати на родючість ґрунтів, призводячи до їх деградації. Протягом тривалого періоду сільськогосподарського використання рекультивованих ґрунтів відновлення ґрунтових властивостей до рівня фонових значень не відбувається. Основним напрямком попередження негативного впливу на ґрунти є постійно діюча система контролю технологічного процесу освоєння та повернення земель власникам, як елемент системи екологічного управління підприємства нафтогазового комплексу. В умовах земельної реформи та приватної власності на землю при поверненні земельних ділянок власникам необхідна точна інформація про якісний стан техноземів для їх раціонального сільськогосподарського використання. З огляду на зазначене, досліджувані питання набувають особливої наукової і практичної значимості.

#### *Перелік посилань на джерела*

1. John Pichtel Oil and Gas Production Wastewater: Soil Contamination and Pollution Prevention Applied and Environmental / Soil Science Vol. 2016 (2016), 24 p.[Електронний ресурс] – Режим доступу <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2707989>
2. Журавель М.Ю. Трансформація властивостей та стану чорноземних ґрунтів внаслідок аварійного забруднення нафтою / М.Ю. Журавель, О.М. Васильєв, М.М. Лилак // Нафтова і газова промисловість. – 1997. – № 1. – С. 48–50.
3. Журавель М.Ю. Особливості агрофізичного стану та накопичення важких металів у агроєкосистемі рекультивованих бурових майданчиків / М.Ю. Журавель, О.М. Дрозд, Д.В. Дядін, В.В. Яременко // Вісник ХНАУ. – 2014. - № 2. – С. 112-121.

## ОЦІНКА ЯКОСТІ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ҐРУНТІВ БУРОВИХ МАЙДАНЧИКІВ ЗА БІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Журавель М.Ю.<sup>1</sup>, Найдьонова О.Є.<sup>2</sup>, Яременко В.В.<sup>3</sup>

*ІТОВ «СВНЦ Інтеллект-сервіс ЛТД», Україна, 61072, м. Харків, пр. Науки, буд. 56, кім. 520*

*<sup>2</sup>Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Україна, 61024, м. Харків, вул. Чайковська, 4*

*<sup>3</sup>Спільне підприємство «Полтавська газонафтова компанія», Україна, 36002, м. Полтава, вул. Європейська 153, 5 поверх E-mail: oksana\_nayduonova@ukr.net*

Вступ. Технологічні процеси буріння і експлуатації нафтогазовидобувних свердловин та подальші заходи з механічної рекультивації ґрунтів суттєво впливають на якість ґрунтів і призводять до істотних порушень їх властивостей навіть за відсутності забруднення. Внаслідок техногенних змін в ґрунтах нафтогазових родовищ відбуваються порушення структури і функціонування ґрунтових мікробоценозів, які виконують величезну роль в перетворенні органічної речовини ґрунтів, формуванні й підтримці їх родючості. Невід'ємною складовою екологічного моніторингу рекультивованих ґрунтів у місцях видобутку нафти і газу повинен бути мікробіологічний моніторинг. Оцінка стану мікробних угруповань ґрунту є однією з найважливіших задач моніторингу ґрунтів, тому що ґрунтові мікроорганізми є найбільш чутливими індикаторами зміни ґрунтово-екологічних умов. Але, незважаючи на провідну роль мікроорганізмів у функціонуванні та стійкості природних та агроекосистем, застосування мікробіологічних показників для оцінки стану ґрунтів у зонах впливу нафтогазовидобувних підприємств ще не набуло належного поширення.

Мета досліджень полягала у визначенні поточного екологічного стану ґрунтів нафтогазових родовищ за показниками стану мікробних ценозів ґрунтів різної давності рекультивації та в оцінюванні якості рекультивації за мікробіологічними і біохімічними показниками.

Об'єкти і методи досліджень. Дослідження були проведені на території Спільного підприємства «Полтавська газонафтова компанія». Мікробіологічні і біохімічні дослідження проводили в лабораторії мікробіології ґрунтів ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського». У зразках ґрунту, відібраних на ділянках рекультивованого ґрунту свердловини № 23 Ігнатівського родовища (у межах колишнього бурового майданчика) і аналогічного фоновому ґрунту; у зразках ґрунту, відібраних на території кожної з досліджуваних свердловин (№ 103 Руденківського родовища, №№ 134 і 140 Ігнатівського родовища) СП ПГНК. Для оцінювання якості рекультивації ґрунтів відбирали по 5 індивідуальних проб рекультивованого і по 5 проб аналогічного фоновому ґрунту (з того ж поля, де розташована свердловина, але на значній відстані від майданчику) із шару 0 – 25 см. Досліджувані ґрунти відрізняються за давністю проведення бурових робіт і рекультиваційних заходів. Так, бурові роботи на свердловині № 23 Ігнатівського родовища проводились у 1980-ті роки, рекультивацію проведено до 1994 р. Окремі точки ґрунту поблизу свердловини № 23 характеризувалися забрудненням орного шару компонентами бурового розчину (барієм, свинцем, цинком). Буріння свердловини № 103 Руденківського родовища було розпочато у квітні 2010 року, закінчено – у листопаді того ж року. Рекультивацію ґрунту було проведено у листопаді 2013 року, тобто з моменту рекультивації минуло лише 2,5 років. Буріння розвідувальної свердловини № 134 Ігнатівського родовища було розпочато у грудні 2007 року, закінчено в січні 2008 року, механічну рекультивацію ґрунту проведено у травні 2009 року. Тобто з моменту рекультивації вже минуло сім років. Буріння розвідувальної свердловини № 140 Ігнатівського родовища було розпочато у жовтні 2014 року, закінчено – у грудні 2014 року. Рекультивацію проведено у квітні 2016 року і відразу після цього нами було відібрано зразки для мікробіологічних досліджень.

В процесі досліджень визначались наступні біологічні показники ґрунтів: чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп – методом мікробіологічного посіву на щільні поживні середовища; ферментативну активність ґрунту (дегідрогеназну та інвертазну) – фотоелектроколориметричним методом; фітотоксичну активність ґрунту – методом замочування насіння тестових культур у водних витяжках з ґрунту. Була проведена порівняльна оцінка стану ґрунтової мікрофлори в обраних точках рекультивованих ґрунтів і фонових ґрунтів за параметрами розміру, структури і функціонування мікробоценозів. Достовірність отриманих у ході досліджень даних оцінювали із застосуванням дисперсійного аналізу з використанням стандартного пакету програм «Statistica 7.0».

Результати. Було встановлено, що чисельність мікроорганізмів майже усіх досліджуваних груп у рекультивованому понад 20 років тому ґрунті свердловини № 23 була істотно нижчою, ніж у фоновому. Так, чисельність мікроорганізмів, що засвоюють мінеральні форми азоту, була нижчою, ніж у фоновому ґрунті на 32 – 47 %. В точках, де виявлено забруднення ґрунту, виявлено суттєве зниження чисельності актиноміцетів відносно фону: на 28 % – 32 %. Відомо, що актиноміцети є індикаторами забруднення ґрунту ВМ і, скоріш за все, пригнічення актиноміцетів обумовлено саме цим фактором. Чисельність мікроміцетів у рекультивованому ґрунті також була значно нижчою, ніж у фоновому.

Чисельність мікроорганізмів усіх досліджуваних груп у зразках шойно рекультивованого ґрунту території свердловини № 140 була значно нижчою, ніж у зразках аналогічного фоновому ґрунту. Так, середнє значення чисельності органотрофних бактерій для рекультивованого ґрунту було достовірно нижчим порівняно з середнім значенням для фоновому ґрунту на 48 %, мікроорганізмів, що утилізують мінеральний азот, – на 58 %, мікроскопічних грибів – на 40 %, оліготрофів – на 57 %, евтрофних мікроорганізмів – більш, ніж удвічі. За ступенем відхилення чисельності мікроорганізмів у

рекультивованому ґрунті від показників фонового ґрунту стан ґрунту свердловини № 140 відповідає сильному ступеню біологічної деградації.

Мікробіологічні дослідження ґрунту території свердловини № 103, рекультивованого 3 роки тому, показали відсутність негативних відмінностей між чисельністю в ньому мікроорганізмів основних груп і їх чисельністю у фоновому ґрунті. Лише кількість актиноміцетів у рекультивованому ґрунті була достовірно нижчою майже удвічі порівняно з фоновим ґрунтом. На думку багатьох фахівців актиноміцети є чутливими індикаторами негативних змін у ґрунтах.

Дослідженнями зразків рекультивованого ґрунту території розвідувальної свердловини № 134 також виявлено відсутність зниження чисельності мікроорганізмів досліджуваних груп відносно фону. Ґрунт території свердловини № 134 за показниками чисельності мікроорганізмів головних еколого-функціональних груп можна вважати недеградованим. Механічну рекультивацію ґрунту території свердловини № 134 було проведено більше 7 років тому, після чого він знову був залучений в сільськогосподарське виробництво і декілька років поспіль відбувався біологічний етап його рекультивації, внаслідок чого біологічні властивості ґрунту встигли відновитися.

Одним з об'єктивних показників сумарної біологічної активності, що відображають інтенсивність і спрямованість біохімічних процесів, є ферментативна активність ґрунтів.

Інвертазна активність ґрунту свердловини № 23 була значно нижчою за фоновий ґрунт – майже у 4 рази (на 75 %). Істотно і статистично достовірно нижчий рівень активності інвертази, імовірно, пов'язаний із аномальним вмістом важких металів, що узгоджується з численними літературними даними, згідно з якими саме інвертазна активність найбільш чуйно реагує на хімічне забруднення, зокрема на забруднення ВМ.

Значення дегідрогеназної та інвертазної активностей для рекультивованого ґрунту ділянки свердловини № 140 були достовірно нижчими, ніж в фоновому ґрунті – на 9 % і на 30 % відповідно. За ступенем зниження активності інвертази ґрунт ділянки свердловини № 140 є середньо деградованим.

Рівень дегідрогеназної активності у зразках рекультивованого ґрунту свердловини № 103 майже не відрізнявся від значень фонового ґрунту, був лише на 7 % меншим. Проте інвертазна активність рекультивованого ґрунту була помітно нижчою за значення у фоновому ґрунті. Згідно результатів досліджень багатьох авторів, активність інвертази краще за інших ферментів відображає рівень родючості і біологічної активності ґрунтів, тому зниження її активності вказує на наявність дії фактору, що пригнічує функціональну активність мікробного ценозу ґрунту. За показником інвертазної активності ступінь біологічної деградації рекультивованого ґрунту свердловини № 103 середній (зниження показника відносно фону складає 34 %).

Активність інвертази у зразках рекультивованого ґрунту свердловини № 134 була також на 7 % нижчою за значення для фонового ґрунту, а активність дегідрогенази була навіть дещо вищою.

Фітотоксичність ґрунту – інформативний показник, який доцільно використовувати при здійсненні моніторингових досліджень ґрунту з метою оцінки антропогенного впливу на екосистеми. Рекультивований ґрунт свердловини № 23 мав фітотоксичні властивості. Токсичний вплив на ріст і розвиток проростків кукурудзи проявився у пригніченні росту на 30 – 50 % відносно фонового ґрунту. Витяжки з рекультивованого ґрунту свердловини № 140 інгібували схожість насіння кукурудзи, яка була нижчою за водний контроль у середньому на 28 – 38 %. Значення показників токсичності ґрунту свердловини № 103 переважно збігалися зі значеннями показників фонового ґрунту. Згідно шкали, наведеної у відповідній методиці, такий ґрунт не вважається токсичним. Ґрунт свердловини № 134 також виявився не токсичним.

Висновки. Таким чином, оцінка екологічного стану ґрунтів нафтогазових родовищ за комплексом мікробіологічних і біохімічних показників показала, що ступінь порушення стану мікробних угруповань залежить від давності проведення механічної рекультивації і тривалості біологічного етапу рекультивації, а також від наявності або відсутності забруднення ґрунтів. Так, з моменту проведення рекультивації ґрунту свердловини № 103 до відбору зразків минуло лише 2,5 років. За цей період біологічні властивості ґрунту відновилися не в повній мірі, зважаючи на низькі чисельності актиноміцетів і інвертазну активність. Кращий стан біологічних властивостей рекультивованого сім років тому ґрунту свердловини № 134 пояснюється більш тривалим періодом біологічної рекультивації ґрунту. Удвічі нижчі показники чисельності мікроорганізмів головних еколого-функціональних груп і більш низька активність інвертази (на 30 %) у ґрунті свердловини № 140, рекультивованому в квітні 2016 року, зумовлені тим, що на цій ділянці поки проведено лише механічну рекультивацію, і лише після декількох років вирощування на цій ділянці сільськогосподарських культур можна очікувати відновлення чисельності мікрофлори і біологічної активності ґрунту. Більшість параметрів біологічних показників ґрунту різних точках спостереження на території колишньої нафтовидобувної свердловини № 23, рекультивованої до 1994, відхилялася від фоновий ґрунту в несприятливий бік. Причина цього полягає в тому, що старі ділянки, як правило, були рекультивовані з істотним порушенням технології і ґрунт був забруднений компонентами бурового розчину з високим вмістом важких металів.

## ПРОГНОЗУВАННЯ ЗСУВІВ ЯК СКЛАДОВА ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

Ковров О.С.

*Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»,  
просп. Д.Яворницького 19, м. Дніпро, E-mail: kovrova@ntu.org.ua*

Екзогенні геологічні процеси (ЕГП) є суттєвим фактором зміни природних і техногенних ландшафтів.

Одним з найбільш поширених екзогенних геологічних процесів, широка катастрофічна активізація якого відзначається в різних регіонах України, є зсувний процес, розвиток якого завдає значних соціально-економічних збитків, загрожує життю і здоров'ю населення. Зсуви – найбільш вірогідне джерело надзвичайних ситуацій (понад 60% від загальної кількості) серед всіх явищ геологічного походження. Зсувні процеси сприяють руйнуванню населених пунктів і промислових об'єктів, залізних і автомобільних доріг, знижують родючість ґрунтів, призводять до деградації цінних сільськогосподарських угідь [1].

Основними рушійними силами зсувних явищ є: геологічні особливості території, фізико-механічні характеристики порід і ґрунту, кліматичні чинники, процеси урбанізації та техногенної діяльності людини, підтоплення і зміна гідрологічного режиму [2].

Природними чинниками активізації зсувів є метеорологічні, гідрологічні, гідрогеологічні, сейсмічні тощо. Вплив техногенної діяльності на розвиток зсувів пов'язаний з навантаженнями, підрізкою схилів під час будівельних робіт, додатковим обводненням зсувонебезпечних територій, спричиненим надмірним зрошенням, створенням динамічних навантажень. Розвиток зсувного процесу викликає руйнування та деформації багатьох промислових, інженерних, житлових та громадських споруд. Сучасна активізація зсувів, що розвиваються на схилах різного генезису, часто супроводжується ерозією чи абразією, що є чинниками підсилення основного процесу [3].

За останніми даними на території України зафіксовано 22943 зсуви, кількість їх змінюється за рахунок ліквідації, злиття окремих близько розташованих зсувних форм або внаслідок утворення нових. Активізація зсувів відмічається на території майже всіх адміністративних областей, за винятком Волинської та Рівненської областей – територій, які не мають умов для розвитку зсувного процесу. Зсуви найбільш поширені на схилах та прибережних ділянках, які складені з нестійких порід, що мають здатність деформуватись. На схилах річкових долин ці процеси розвиваються з поглибленням урізу долини при тектонічному піднятті території, зі збільшенням потенційної енергії рельєфу, односторонньому зміщенні водотоків, що формує асиметрію річкових долин. Розвиток зсувів гірських районів обумовлений значною висотою та крутизною схилів, наявністю на них потужної товщі вивітрілих порід, інтенсивним розчленуванням рельєфу.

В даний час розвиток зсувів в регіонах України має катастрофічні темпи, що пов'язано зі значними економічними і соціальними збитками. Зсувні процеси руйнують населені пункти і промислові об'єкти, залізні дороги і автомагістралі, зменшують родючість ґрунту і призводять до непридатності використання сільськогосподарських земель. В даний час активні зсувні явища спостерігаються на великих площах Карпат, в долині Дніпра і вздовж берегів Азовського і Чорного морів, в Харківській, Полтавській, Дніпропетровській та інших областях.

Найбільшої шкоди розвиток та активізація зсувів завдає міським територіям зі щільною забудовою та значною чисельністю населення.

У таких містах, як Дніпро забудова території, витік води з водопровідних комунікацій, розвиток мережі доріг призводить до стрімкого підйому рівня ґрунтових вод і погіршення їх розвантаження. На сьогоднішній день Дніпро – одне з найбільш зсувонебезпечних міст в Україні. Місто побудовано на пагорбах і фактично складається з мережі 36 балок і ярів з дуже складними в геологічному відношенні ґрунтами. Особливо це стосується правого берега. На рівнинній лівобережній частині Дніпропетровська, крім кількох ділянок в Самарському районі, зсувних зон практично немає. Третина території міста – це просадочні лесові суглинки. Вони не представляють ніякої небезпеки, коли знаходяться в сухому стані. Але в разі недостатнього дренажу або підтоплення з каналізаційних мереж або зливових колекторів лесові ґрунти насичуються вологою, їх пластичні властивості зростають а опір зсуву зменшується, що призводить до утворення зсувних ділянок.

В кінці 80-х в місті було зареєстровано 17 зсувних ділянок, проте зараз їх більше 100. Фахівці б'ють на сполох – 20 таких зон вимагають негайного впровадження інженерно-технічних заходів. В іншому випадку можуть відбутися трагедії не менш масштабні, ніж у червні 1997 року на житловому масиві Тополя, коли внаслідок аварійного вибою каналізаційних стоків впродовж декількох годин було зруйновано 2 школи, дитячий садок та житловий будинок.

Серед основних причин виникнення зсувів 40% – неконтрольована забудова, засипка балок і як наслідок, підняття рівня ґрунтових вод. Стихійне звалище побутових відходів, вирубка дерев і обводненість суглинків стали першопричиною просідань ґрунту в Тунельній балці м. Дніпро, створюючи зсувонебезпечну ситуацію поблизу потужних ліній електропередач.

В даний час для оцінки стійкості природних і техногенних укосів використовуються різноманітні підходи і методи, що дозволяють розраховувати коефіцієнт запасу стійкості (КЗС) схилів. Якщо  $KЗС > 1$ , то укіс знаходиться в стійкому стані, при  $KЗС = 1$  ґрунтова маса укосу переходить в стан граничної рівноваги, а при  $KЗС < 1$  виникає зсув. Так, для укосів Тунельної балки м. Дніпро визначено найбільш зсувонебезпечні ділянки та розраховано КЗС в залежності від геометричних параметрів і фізико-механічних характеристик ґрунтового масиву в програмі скінчено-елементного аналізу Phase2. Оскільки вологонасичення відіграє першочергове значення у розвитку зсувних процесів в лесових суглинках, були розраховані значення граничних кутів укосів в залежності від вологості. За наявними інженерно-геологічними даними середні значення природної вологості суглинків становлять  $W_{відн} = 16...18\%$ .

Встановлено, що для існуючих гідрогеологічних умов з урахуванням фізико-механічних властивостей суглинків рекомендовані значення  $KЗС = 1,1...1,3$  будуть забезпечені при кутах нахилу укосу  $\alpha = 37...47^\circ$ .

Враховуючи, що геометричні параметри схилів є відносно константними, а вологість поверхневого шару ґрунтів досить змінним чинником, розвиток зсувних процесів в укосах ярів та урочищ обумовлений переважно кліматичними та гідрогеологічними факторами. Ці проблеми, в першу чергу, обумовлені особливостями самих ґрунтів, а також численними житловими будівлями, які розміщені на схилах пагорбів і які переважують схили, а також підтопленням ґрунтів. У свою чергу ґрунти підтоплюються з багатьох причин: наприклад, в приватному секторі люди викидають в балки сміття, який навесні перешкоджає вільному стоку талої води, а в районі багатоповерхівок неправильно сплановані системи водовідведення зливних та каналізаційних стоків.

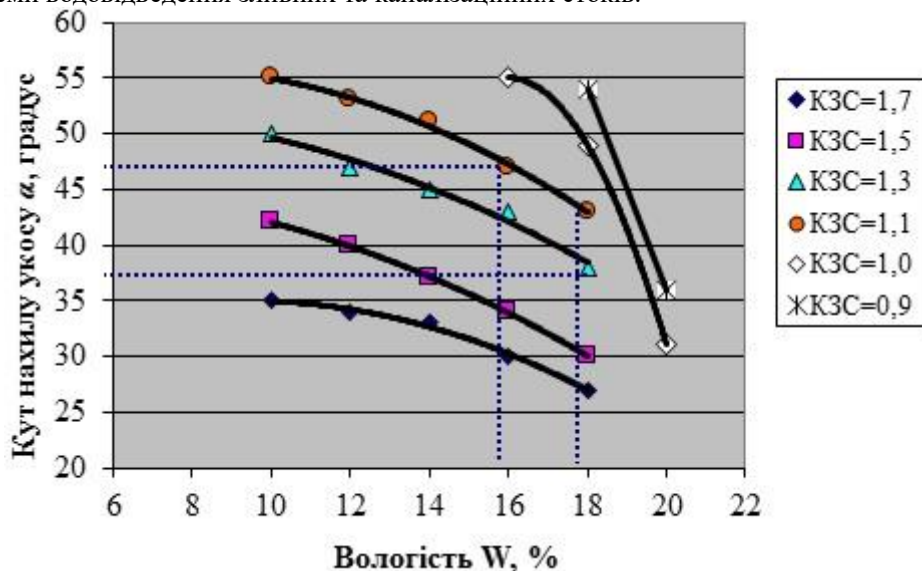


Рис.1. Залежність кута нахилу укосу від вологості суглинків.

Висновок. В даний час кількість зсувів в Україні постійно зростає під впливом природних і техногенних факторів. Ймовірний прогноз виникнення зсувних ситуацій та своєчасне виконання попереджувальних заходів щодо інженерного захисту територій від ЕГП є важливою складовою техногенної та екологічної безпеки України.

Перелік посилань на джерела

1. Инженерная геодинамика Украины и Молдовы (оползневые геосистемы); в 2 т. / Под ред. Г.И. Рудько, В.А. Осюка. - Черновцы; Букрек, 2012. - Т. 1. - 592 с.
2. Ковров А.С., Федотов В.В. Проблема оползней в контексте стратегии устойчивого развития территорий / Матер. научно-практической конференции «Менеджмент, маркетинг, предпринимательство: способствование устойчивому развитию». Днепропетровск-Коттбус: НГУ-БТУ/ под общ. Ред. В.Я. Швеца, Л.Л. Палеховой. – Днепропетровск: Акцент, 2015. – С. 68-70.
3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році.– К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінь Д.С. – 2016. – 350 с.

## ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ КРИЗОВИХ ЯВИЩ НА ЗЕМЛЯХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Кравець О. Я., Іваськів М. М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, E-mail: kravlya@mail.ru

Виконано дослідження питання кризових явищ на землях сільськогосподарського призначення, а саме водної ерозії ґрунтів. Розглянуто питання використання інформаційних технологій. Досліджено спосіб створення та візуалізації цифрових моделей рельєфу, розроблено цифрову модель рельєфу, карти крутизни та довжин схилів, карту експозиції схилів та карту ерозійного потенціалу, на основі яких розроблено комплекс протиерозійних заходів.

Постановка задачі. Якісно новий рівень оцінки та картографування ерозійної небезпеки земель забезпечують геоінформаційні технології – комп'ютерні технології введення, збереження, обробки, аналізу та подання просторово розподілених даних. Практично всі фактори ерозійного процесу, у першу чергу рельєфні, ґрунтові та агротехнічні, характеризуються високою просторовою мінливістю, що вимагає при традиційному профільному підході для більш-менш точної оцінки ерозійної небезпеки великих територій збільшення розрахункових профілів до практично нереально великої кількості. Крім цього, при профільному підході неможливо врахувати поперечну концентрацію схилових потоків, здатну істотно змінювати просторову картину просторового розподілу ерозійної небезпеки і, таким чином, суттєво спотворити її загальну оцінку.

Саме геоінформаційні технології є тим сучасним інструментом, який дозволяє дати детальний опис будови поверхні оцінюваної території, особливостей ґрунтового покриву та використання земель, створює реальні передумови для адекватного відображення просторової варіації факторів ерозійних процесів.

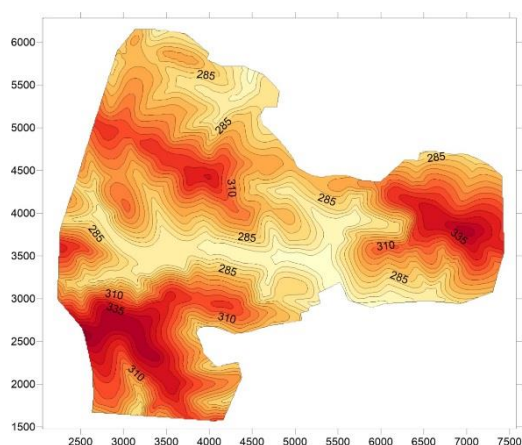


Рис.1. Цифрова модель рельєфу.

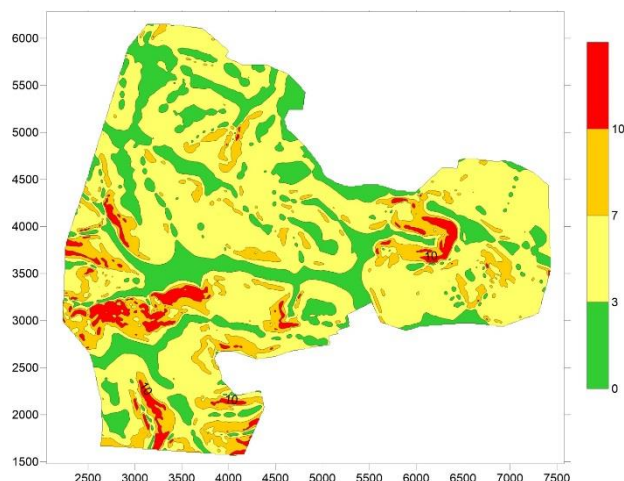


Рис.2. Карта крутизни схилів.

Методика та результати досліджень. Рельєф є провідним елементом при дослідженні геологічних, екологічних, ландшафтних об'єктів. Дослідження рельєфу є актуальними при виконанні кадастрових робіт. Оскільки від рельєфу залежить розробка ґрунтозахисних систем в землеробстві, систем регулювання поверхневого стоку, заходів боротьби з ерозією ґрунтів, відновлення їх родючості, то саме такі характеристики, як довжина, крутизна та експозиція схилів, є визначальними у вивченні ерозійних процесів [1-4].

З метою дослідження ерозійних процесів розроблено цифрову модель рельєфу, карти крутизни та довжин схилів, карту експозиції схилів та карту ерозійного потенціалу, на основі яких розроблено комплекс протиерозійних заходів. На рисунку 1 наведено цифрову модель рельєфу.

На рисунку 2 наведено карту крутизни схилів, а на рисунку 3 – проект протиерозійних заходів на території сіл Уїзд та Жовчів Рогатинського району.

Висновки. Одержані результати можуть бути використані для раціоналізації та екологізації землекористування. Зокрема, розміщення посівних площ сільськогосподарських культур з урахуванням їх ґрунтозахисної здатності та природних передумов прояву ерозії, а також раціонального планування та організації протиерозійних заходів. Таким чином вдасться досягти сталого землекористування, за якого землеробство впродовж тривалого часу не спричинятиме негативних змін властивостей ґрунтів і втрат ґрунтової родючості.

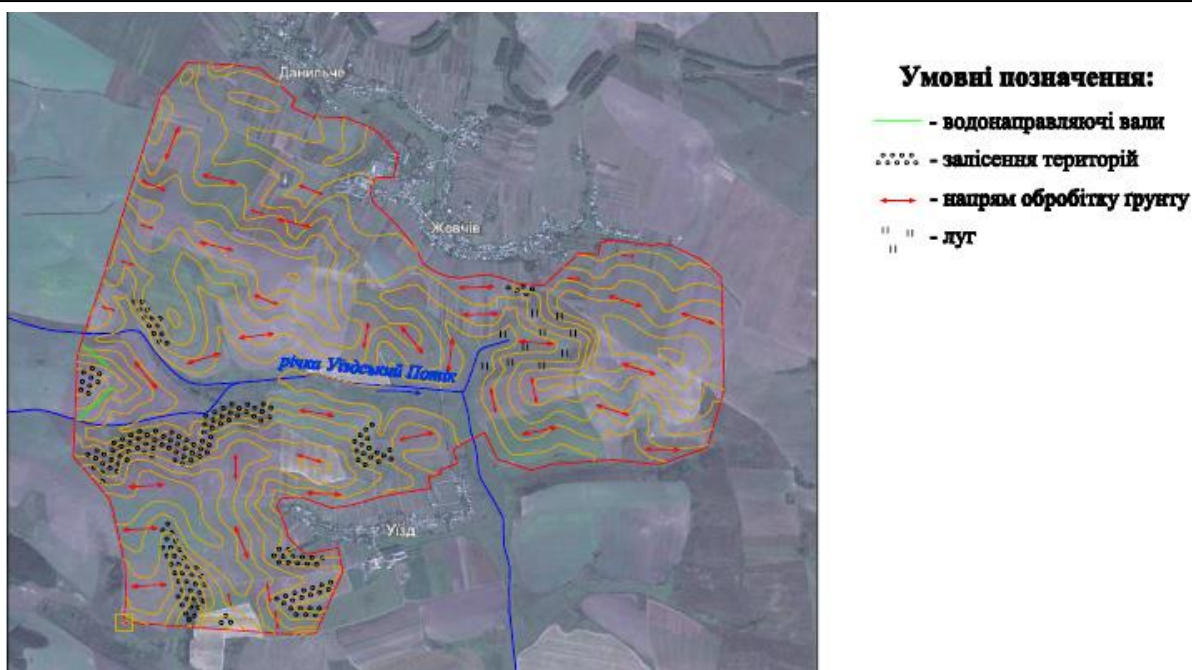


Рис.3. Проект протиерозійних заходів.

*Перелік посилань на джерела*

1. Кравець О.Я. Моделювання рельєфу при вирішенні інженерних та екологічних завдань. /Кравець О.Я., Рудий Р.М., Кравець Я.С.//Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. №1/10. - Івано-Франківськ. – 2005. – С. 131-137.
2. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: Основные закономерности и количественные оценки./ Ларионов Г.А. – М.: Издательство МГУ, 1993.- 200с.
3. Світличний О.О. Основи геоінформатики : Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. О. Світличний, С. В. Плотницький: - Суми : ВТД "Університетська книга.", 2006. - 295 с.
4. Wischmeier W.H. Predicting rainfall erosion losses, a guide to conservation planning: USDA Agriculture Handbook / Wischmeier W.H., Smith D. D. - Washington D.C.: US Department of Agriculture, 1978. -537с.

УДК 332.3:528.4

## КАДАСТРОВІ РОБОТИ З ПОКРАЩЕННЯ КОРМОВИХ УГІДЬ

Лудчак О.Є.

*Івано-Франківський національний університет нафти і газу, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, E-mail: e-mail:kasif@list.ru*

Покращення якості земель сільськогосподарського призначення тісно пов'язане із сучасним інтенсивним використанням природних ресурсів. Покращення родючості сільськогосподарських угідь пов'язане із нормативною основою, а саме Земельним кодексом України та законами України "Про державний контроль за використанням та охороною земель", "Про охорону земель", Указами Президента України "Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення", які визначають правові, економічні та соціальні основи організації державного контролю за використанням та охороною земель і спрямовані на раціональне використання та відтворення природних ресурсів, охорону довкілля. Також кожна область розробляє на певний період часу Програму поліпшення родючості сільськогосподарських робіт.

Проблема погіршення якості сільськогосподарських угідь зумовлена насамперед тим, що немає зацікавленості у виробництві сільськогосподарської продукції з боку інвестора та не використовується система підживлення, не дотримуються сівозмін, неякісною є система обробітку ґрунту, на якому вирощують ту саму культуру, що призводить до інтенсивного використання поживних речовин ґрунтового вбирного комплексу і виснаження ґрунтів.

Одним із етапів вирішення зазначених проблем є визначення якісного стану ґрунтового покриву, який використовується для потреб сільськогосподарського виробництва. Цього можна досягти, визначаючи агрохімічні показники ґрунтів. В зв'язку з цим потрібно провести експериментальні дослідження, які дадуть змогу визначити якісний стан земель.



Для виконання експериментальних досліджень з метою покращення продуктивності кормових угідь було вибрано чотири земельні ділянки сільськогосподарського призначення – пасовища. Земельні ділянки розташовані в межах Тлумацького району Івано-Франківської області.

Земельна ділянка № 1 розташована у північно-західній частині населеного пункту та межує з заходу з землями загального користування (дорога), зі сходу та півдня – із прибудинковими територіями, з півночі – із землями сільськогосподарського призначення (рілля). Ділянка має форму неправильного багатокутника площею 17,9965 га.

Земельна ділянка № 2 розташована у північно-західній частині населеного пункту та межує з півночі із землями сільськогосподарського призначення (рілля), з півдня, сходу та заходу – із прибудинковими територіями. Ділянка має форму неправильного багатокутника площею 6,1626 га.

Земельна ділянка № 3 розташована у північно-західній частині населеного пункту, містить територію стадіону та межує зі сходу з територією школи, з півдня – із землями водного фонду, зі заходу та півночі – із територією господарського двору. Ділянка має форму неправильного багатокутника площею 2,9391 га.

Земельна ділянка № 4 розташована у північно-західній частині населеного пункту та межує з півночі та сходу із землями водного фонду, із заходу – зі землями сільськогосподарського призначення (рілля). Ділянка має форму неправильного багатокутника площею 11,1271 га.

Враховуючи складність рельєфу та ступінь розчленування території, всі обстежені поля поділяли на умовні елементарні квадрати, з яких відбирали змішані зразки. Аналізи проводили за чинними методиками та ДСТУ:

На основі лабораторних аналізів виділено ґрунтові контури з різним забезпеченням елементами живлення (лужногідролізований азот, рухомий фосфор і обмінний калій), вмістом гумусу та ступенем кислотності. Картограми відображають групування ґрунтів за кожним показником за кожним полем окремо.

У результаті отриманих даних для Хотимирської сільської ради доцільно рекомендувати короткочасні спеціалізовані сівозміни, які не вимагають наявності всього комплексу сільськогосподарської техніки та дають високу рентабельність.

Розробляючи сівозміни, також треба мати на увазі особливості морфометричної будови схилів, на яких розміщені обстежені поля. Враховуючи значну крутизну схилів та вертикальну і горизонтальну розчленованість рельєфу для обстеженої території, насичення сівозміни просапними культурами не повинно перевищувати 10–15 %. Основу сівозмін повинні становити густопроривні культури та трави.

Вапнування кислих ґрунтів також дає змогу збільшити продуктивність травостою, оскільки покращує агрохімічні та біологічні властивості ґрунтів, зменшує негативний вплив кислотності на травостій. Вапнякове борошно вносять на пасовищах поверхнево один раз на 5–7 років, якщо є можливість заробки меліоранта, то ефективність вапнування зростає на 30 %. У межах Хотимирської сільської ради із досліджуваних земельних ділянок вапнування потребують поля 3, 4.

Одним з найефективніших заходів підвищення продуктивності пасовищних травостоїв є внесення мінеральних добрив. Як показали аналізи, мінімальним в ґрунтах Хотимирської сільської ради є вміст фосфору, тому внесення саме цього елемента живлення є пріоритетним.

Дослідження показали, що роботи із визначення агрохімічних показників ґрунтів дають можливість продуктивніше та раціонально використовувати кормові угіддя. На основі отриманих результатів розроблено науково обґрунтовані рекомендації щодо застосування мінеральних добрив у системах мінерального живлення сільськогосподарських культур.

#### *Перелік посилань на джерела*

1. Закон України “Про Державний земельний кадастр” / Верховна Рада України. – Офіц.вид. // Офіційний вісник України. – 2011. – № 60. – С. 405.
2. Закон України “Про землеустрій” / Верховна Рада України. – Офіц. вид. // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 36. – С. 282 із змін.
3. Земельний кодекс України / Верховна Рада України. – Офіц.вид // Відомості Верховної Ради України. – 2002. – № 3. – С. 27 із змін.
4. Закон України “Про охорону земель” / Верховна Рада України. – Офіц.вид. // Офіційний вісник України. – 2003 р., № 29, стор. 9, стаття 1431
5. Гуторов О.І. Проблеми сталого землекористування у сільському господарстві: теорія, методологія, практика: монографія / О.І. Гуторов. – Харків: “Едена”, 2010. – 405 с.
6. Богіра М.С. Землекористування в ринкових умовах: екологоекономічний аспект: монографія / М.С. Богіра. – Львів: Львівський національний аграрний університет, 2008. – 225 с.
7. Кулініч В.В. Земельні ресурси України: необхідність еколого-економічної оптимізації використання / В.В. Кулініч // Землеустрій і кадастр. – 2007. – № 1. – С. 20–22.
8. Панас Р.М. Раціональне використання та охорона земель: навч. посібник. Львів: Новий Світ – 2000, 2008. – 352 с.
9. Третяк А.М. Земельні ресурси України та їх використання / А.М. Третяк, Д.І. Бабміндра. – К. : ТОВ ЦЗРУ, 2003. – 143 с. – Бібліогр.: С. 141–142.

УДК 332.33

## ЗАСОБИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ТА ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ В ПОШУКУ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Перович Л. М., Кереуш Д. І.

Національний університет «Львівська політехніка», 79013 м. Львів вул. С. Бандери 12,  
E-mail: levperovych@gmail.com

В даній роботі запропоновано загальну комплексну основу (алгоритм) оцінки придатності земель для оптимального місця розташування фотоелектричних сонячних електростанцій, яка являє собою поєднання географічної інформаційної системи (ГІС), методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), аналізу та прийняття управлінських рішень.

На даний момент на території України існує безліч земельних ділянок, які по тим чи іншим причинам (економічним, соціальним, природно - екологічним) не використовуються або ж використовуються нерационально, не за цільовим призначенням. Ця проблема набула національного характеру і повинна неодмінно бути вирішена. Для цього є необхідним проведення збору та аналізу даних таких земельних ділянок, в результаті чого повинен бути знайдений шлях для їх рационального та ефективного вирішення.

В роботі пропонується сконцентруватися на знаходженні таких земель з метою для подальшого їх використання для потреб паливо-енергетичного сектора держави, а саме об'єктів електроенергетики-сонячних електростанцій.

Структурно-логічна модель досліджень передбачає:

- визначення потреб в альтернативній енергетиці;
- аналіз технічних, природних, екологічних та соціально – економічних вимог щодо місць їх розташування;
- збір необхідної у залежності до вимог інформації і створення бази даних;
- опрацювання вхідної інформації та супутникових зображень території засобами ГІС;
- розроблення та отримання господарських управлінських рішень.

Аналіз вимог щодо розташування сонячних електростанцій включає: кількість сонячної радіації (інсоляції); температурний режим; нахил та азимут земної поверхні; наявність вільної придатної земельної ділянки ( правовий статус); низький рослинний покрив; близькість до лінії електропередач, доріг, населених пунктів, підприємств, тощо.

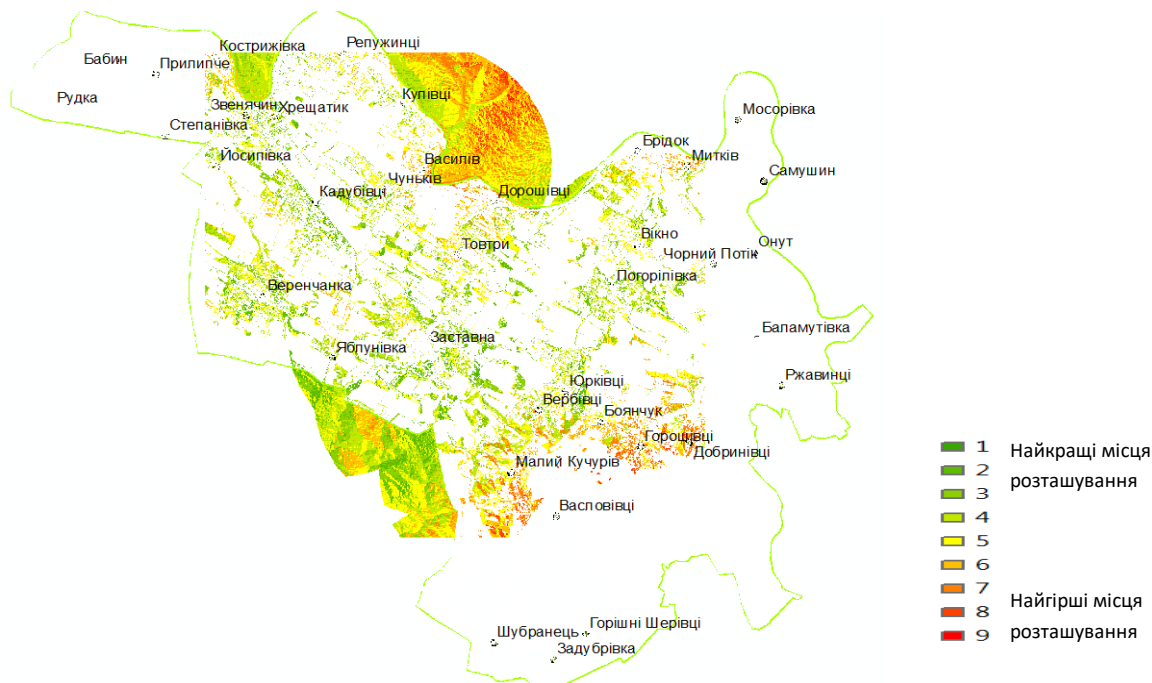


Рис.1. Результуюча карта оптимальних місць розташування станцій сонячної енергетики.

Використовуючи програмний продукт ArcGiS і зокрема програмні модулі ArcGiS Desktop, ArcMap, ArcCatalog, Arcinfo, ArcView з набором додаткових продуктів (extentions) ; серверне програмне забезпечення (Server GiS) та дані дистанційного зондування землі супутником Landsat 8 OLI/TIRS, розроблена методика пошуку придатних для використання в сонячній енергетиці земельних ділянок.

В результаті опрацювання засобами ГІС- технологій матеріалів дистанційного зондування отримана карта оптимального розміщення станцій сонячної енергетики на території Заставнівського району Чернівецької області. (рис. 1.)

УДК 338.14: 332.12

## АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ

Перович Л.Л.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, E-mail: perovichl@mail.ua*

Розвиток людського суспільства в усі часи був нерозривно пов'язаний із землею, яка і на сьогодні залишається основою забезпечення населення планети продуктами харчування і джерелом суспільного багатства. З часу виникнення приватної власності на землю, вона стала товаром, що зумовило розвиток ринку землі [1].

Земля розглядається як природний фактор, як природне багатство і першооснова господарської діяльності. При цьому термін "земля" вживається в широкому розумінні слова. Він охоплює усі переваги, що дані природою у визначеному обсязі і над пропозицією яких людина не владна, будь то сама земля, водні ресурси чи корисні копалини.

У сільському господарстві земля виступає не тільки просторовим базисом для розміщення виробничих споруд, а й водночас є предметом праці, засобом праці та основним засобом виробництва .

Взявши на озброєння досвід європейських країн, Україна стала на шлях розвитку ринкової економіки, при цьому зробивши ставку на приватного власника, сподіваючись, що при ватна власність на землю змушуватиме приватного товаровиробника працювати та ефективно й раціонально використовувати наявні ресурси. Але використання земель новими власниками як єдиного засобу виживання за рахунок їхньої родючості без компенсації втрат призвело до процесу деградації ґрунтів. Внаслідок зростання цін на мінеральні добрива, паливе, техніку та зниження рентабельності виробництва сільськогосподарської продукції товаровиробники не можуть, а тимчасові орендарі — не зацікавлені у відновленні використання земель.

Провівши аналіз за усередненими показниками діяльності аграрних товаровиробників України з метою визначення вагомості факторів впливу на еколого-економічну ефективність використання земель та обґрунтувавши практичну значимість її оцінки, можна зробити висновок, що нагальним питанням зараз є наведення порядку з використанням сільськогосподарських ґрунтів. У вирішенні цього питання також важливу роль відіграє моніторинг сільськогосподарських земель.

Основними причинами низької економічної ефективності використання сільськогосподарських земель в Україні слід визнати:

1. Фінансово-економічне становище сільськогосподарських підприємств доволі слабке, і це сприяє унеможливленню удосконалення технологічних операцій вирощування сільгоспкультур, оновлення матеріально-технічної бази, впровадження у виробництво інновацій. У 2012 р. 26,8% підприємств, що займаються рослинництвом, та 57,2% підприємств, що займаються тваринництвом, одержали чистий дохід від реалізації сільськогосподарської продукції в сумі до 1 млн грн.

2. Порушення структури посівних площ сільськогосподарських культур, що призводить до виснаження ґрунтового покриву. Високий рівень рентабельності виробництва окремих сільськогосподарських культур та спеціалізація великих сільськогосподарських підприємств на вирощуванні експорторієнтованих сільськогосподарських культур зернових груп призвели до розширення площ посівів зернових та зерновобобових культур із 45% у 1990 р. до 56,8% у 2012 р., технічних — з 11,6 до 26,9%. Тепер у структурі посівних площ основних сільськогосподарських культур посівам соняшнику належить 17%, тоді як рекомендована насиченість посівних площ соняшником не повинна перевищувати 12% [2].

До най важливіших організаційно-економічних факторів, які впливають на підвищення інтенсифікації використання земель сільськогосподарського призначення, належать:

- заходи щодо підвищення продуктивності угідь за рахунок дотримання науково обґрунтованих сівозмін і систем землеробства, режиму зрощення, що супроводжуються зниженням затрат на одиницю продукції в основних зонах спеціалізації;

- регулювання земельних і майнових відносин: по розвитку зміни земельних часток — паїв на основі купівлі-продажу, спадкування і дарування, вилучення в неефективних власників, землекористувачів, придбання у приватну власність земельних ділянок із використанням системи моніторингу, поліпшення роботи земельно-кадастрових центрів, інших структур по оформленню правостановлюючих документів на землю;

- стимулювання науково обґрунтованого підходу до системи платежів за землю, що дає змогу ефективно вести сільськогосподарське виробництво на основі ведення єдиних податкових ставок і орендних платежів від грошової оцінки землі для фізичних і юридичних осіб;

• структурно-галузеве перетворення сільськогосподарського виробництва і розмірів землекористування згідно із зональною спеціалізацією та видовим складом сільськогосподарських угідь;

• при формуванні нових землекористувань і землеволодінь передбачити компактність території по відношенню до місць проживання трудових ресурсів і зони їх обслуговування, об'єктів виробничої та ринкової інфраструктури [3].

Пропонуються такі заходи щодо збереження і відтворення родючості ґрунтів:

- здійснити великомасштабне обстеження ґрунтів, включаючи визначення балу бонітету;
- здійснити агрохімічне обстеження земель;
- забезпечити своєчасне субсидування державою придбання мінеральних добрив і хімічних препаратів;
- розробити механізм відповідальності за зниженням родючості земель сільськогосподарського призначення;
- виділити сільгосптоваровиробникам спеціальну техніку для внесення мінеральних добрив на лізинговій основі.

В результаті прийнятих заходів очікується:

- за рахунок систематичного внесення мінеральних і органічних добрив підвищення родючості ґрунтів і вмісту гумусу до 10–15%;
- збільшення валового збору врожаю на 20–50%;
- підвищення якості зерна, насіння і культури землеробства.

Особливу увагу, необхідно приділити створенню законодавства, яке забезпечувало б правове поле і стимулювало розвиток екологічного агровиробництва.

Україна не повною мірою використовує конкурентну перевагу природного потенціалу землі, а також втрачає якість ґрунтового покриву внаслідок нераціонального використання земель [4].

З метою інтенсифікації аграрного виробництва ефективного і раціонального використання земель сільськогосподарського призначення необхідно:

- розробити програму по раціональному використанню земель, підвищенню родючості ґрунтів, посиленню державного контролю земельних ресурсів у комплексі з іншими природоохоронними заходами;
- передбачити розвиток іпотечного кредитування під заставу землі і права землекористування;
- залучити іноземні інвестиції для освоєння земель у встановленому порядку;
- підвищити ефективність робіт по моніторингу сільськогосподарських угідь.

*Перелік посилань на джерела*

1. Паньків З. П. Земельні ресурси: навчальний посібник. / З. П. Паньків. – Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. – 272 с.
2. Ємець М.А. Сучасні системи екологічного моніторингу та ефективність їх функціонування / М.А. Ємець // Екологія і природокористування. — 2012. — Вип. 11. — С. 159–169.
3. Добряк Д.С. Класифікація сільськогосподарських земель як наукова передумова їх екологічно безпечного використання / Д.С. Добряк, О.П. Канащ, Д.І. Бабміндру, І.А. Розумний. — К.: Урожай, 2009. — 463 с.
4. Земельні відносини в Україні: Законодавчі акти і нормативні документи / Держкомзем України. — К.: Урожай, 1998. — 816 с.

УДК 911.9:502.63

## НАУКОВІ ЗАСАДИ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИРОДНИМИ РЕСУРСАМИ І ПЛАНУВАННЯ ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ

Приходько М.М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, E-mail: prihodkon@ukr.net*

Існуюче в Україні управління природними ресурсами та планування розвитку територій побудовані за галузевим принципом без належного врахування законів, правил і принципів природокористування (Реймерс, 1990) та виконуваних природними ресурсами екологічних функцій. Наслідком нераціонального (екологічно незбалансованого) співвідношення різних категорій земель на тій чи іншій території та галузевого управління природними ресурсами є виникнення і розвиток екологічних ризиків (денатуралізація, зниження складності і водоакумулюючої смності територіальних комплексів; вичерпання природних ресурсів; деградація і втрата родючості ґрунтів; збіднення біотичного різноманіття; забруднення ґрунтів, природних вод, атмосферного повітря; формування повеней і паводків) і, як наслідок, зниження рівня екологічної безпеки території. У зв'язку з цим,

актуальним завданням є розроблення наукових засад інтегрованого управління природними ресурсами і планування збалансованого розвитку територій.

Розвиток територій не може бути збалансованим, якщо управління природними ресурсами здійснюється за галузевим принципом без урахування їх екологічних функцій у природно-господарських системах та взаємозв'язків і взаємозалежностей між ними. Згідно правила «інтегрального ресурсу» (Реймерс, 1990), при використанні природних ресурсів різні галузі виробництва наносять шкоду одна одній (тому чи іншому природному ресурсу) тим сильніше, чим більше вони змінюють той чи інший ресурс. При збереженні галузевого підходу до управління природними ресурсами негативні процеси і явища в навколишньому середовищі будуть посилюватися, що призведе до значних матеріальних збитків, зниження рівня екологічної безпеки територій та погіршення умов життєдіяльності людини.

Інтегроване управління природними ресурсами розглядаємо як сукупність заходів, які забезпечують: 1) використання їх потенціалу (ресурсного, екологічного, середовищевірного), виходячи із пріоритетності виконуваних ними в даних умовах функцій, взаємозв'язків і взаємозалежностей між ними та придатності для певного виду господарського використання; 2) підтримання екологічної рівноваги і ходу природних процесів на певній території; 3) гармонійний розвиток господарської і природної підсистем у рамках цілісної системи «природа – суспільство» (тільки за умови гармонізації цих підсистем можливе досягнення цілей збалансованого розвитку та екологічної безпеки територій).

При обґрунтуванні інтегрованого управління природними ресурсами і плануванні збалансованого розвитку територій використовуються геосистемний, ландшафтний і басейновий підходи. При геосистемному підході територія розглядається як геосистема – відкрита система, що складається із взаємопов'язаних і взаємодіючих як природних, так і суспільних компонентів. Ландшафтний підхід передбачає врахування структурно-функціональної організації ландшафтів при обґрунтуванні збалансованого співвідношення земель різного цільового призначення на певній території. Басейновий підхід передбачає, що територіально-господарськими одиницями при обґрунтуванні управлінських рішень і заходів щодо інтегрованого управління природними ресурсами та планування збалансованого розвитку територій є річковий басейн (басейнова геосистема) і сформовані в його межах території сільських рад (територіальних громад).

Основою інтегрованого управління природними ресурсами і планування збалансованого розвитку територій є теорія «керованої стійкості і складності геосистем» та сформованого ними навколишнього середовища (Приходько, 2013). Носієм природних ресурсів є земля (землі різного цільового призначення) і геосистеми (лісові, лучні, водні, аграрні та ін.). Інтегроване управління повинно забезпечити на певній території стійкість і складність геосистем, що дасть їм можливість виконувати тепер і в майбутньому економічні, екологічні та соціальні функції. Стійкість (здатність геосистем відновлювати свій попередній стан після дії на них зовнішніх впливів) є базовою основою просторово-часового функціонування геосистем. Стійкість геосистем прямо залежить від їх складності (множинності цілісних структур будь-якого розміру та ієрархічного рангу). Чим складніша геосистема, тим вона стійкіша. Формування стійких і складних геосистем при інтегрованому управлінні природними ресурсами досягається шляхом дотримання при плануванні розвитку територій та обсягів використання тих чи інших природних ресурсів законів (внутрішньої динамічної рівноваги, необхідності різноманіття, обмеженості природних ресурсів, оптимальності), правил (інтегрального ресурсу, міри перетворення природних систем) і принципів (оманливого благополуччя та ін.) природокористування, а також механізму біотичної регуляції (механізму підтримання екологічної рівноваги) навколишнього середовища.

Стратегія інтегрованого управління природними ресурсами і збалансованого розвитку територій базується на засадах збереження і відновлення природного середовища (природних геосистем), невиснажливого використання і відтворення ресурсів, зменшення забруднення навколишнього середовища. Для обґрунтування управлінських рішень і заходів необхідно розробити проекти землеустрою для річкових басейнів і територій сільських рад (територіальних громад) в яких врахована специфіка багатокладного господарювання і передбачено:

у сфері земельних ресурсів:

- формування в межах річкових басейнів (суббасейнів) збалансованого співвідношення земель різного цільового призначення з урахуванням необхідності забезпечення складної (мозаїчної) структури території, підвищення біотичного та ландшафтного різноманіття, а також створення біоінженерних систем (Приходько, 2013);
- протиерозійні заходи і система управління родючістю ґрунтів (сівозміни, добрива);
- мережа доріг, рекреаційні зони та інші складові інфраструктури розвитку території;
- збільшення площі земель природно-заповідного фонду і формування екологічної мережі;
- у сфері водних ресурсів:
- екологічно допустимі об'єми використання поверхневих і підземних вод та скидання зворотних вод у водні об'єкти;
- перехід на маловодні технології із системами оборотного водопостачання та зменшення втрат води в комунікаціях;
- будівництво нових і реконструкцію існуючих очисних споруд;
- у сфері лісових ресурсів:
- збільшення площі лісів;

- створення лісових насаджень у прибережних захисних смугах уздовж річок, стокорегулюючих і позахисних лісових смуг на сільськогосподарських угіддях;
- допустимі обсяги заготівлі деревини в лісових геосистемах;
- значне зменшення суцільних рубок та заборона вирубування старовікових насаджень і пралісів;
- впровадження наближеного до природи ведення лісового господарства (Чернявський, 2012);
- забезпечення ефективного лісовідновлення;
- створення «енергетичних лісів» (на землях лісгосподарського призначення, в межах прибережних захисних смуг уздовж річок, на еродованих і малопродуктивних сільськогосподарських угіддях);
- використання лісів у рекреаційно-туристичних і оздоровчих цілях.

Впровадження системи інтегрованого управління природними ресурсами та планування збалансованого розвитку територій значно зменшить негативні наслідки розвитку екологічних ризиків завдяки збереженню і відновленню «природності» навколишнього середовища та налагодженню дії механізмів біотичної регуляції, сприятиме реалізації Стратегії сталого розвитку «Україна -2020», Державної стратегії регіонального розвитку на період до 2020 року, Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат (Київ, 2003). Наукові засади інтегрованого управління природними ресурсами і планування збалансованого розвитку територій можуть бути використані органами виконавчої влади і місцевого самоврядування при розробленні програм соціально-економічного розвитку адміністративно-територіальних утворень (областей, районів, сільських рад, територіальних громад). Розроблені для річкових басейнів і територій сільських рад (територіальних громад) проекти землеустрою дадуть можливість органам місцевого самоврядування здійснювати контроль та приймати управлінські рішення щодо виконання землевласниками і землекористувачами необхідних заходів з раціонального використання, відновлення і охорони земель різного цільового призначення та пов'язаних з ними природних ресурсів.

#### *Перелік посилань на джерела*

1. Приходько М. М. Екологічна безпека природних і антропогенно модифікованих геосистем : монографія / М. М. Приходько – К. : Центр екологічної освіти та інформації, 2013. – 201 с.
2. Реймерс Н. Ф. Природопользование : Словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 637 с.
3. Чернявський М.В. Наближене до природи ведення лісового господарства в Україні / М.В. Чернявський // Лісовий і мисливський журнал. – 2008. – № 1. – С. 14-17.

**УДК 504.550.43**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ ПЛАСТОВИМИ ВОДАМИ**

**Пукіш А.В.**

*Науково-дослідний і проектний інститут ПАТ „Укрнафта”, 76019, м. Івано-Франківськ,  
Північний бульвар, 2, E-mail: eco@ndpi.ukrناfta.com*

Однією із найважливіших проблем екології нафтогазового комплексу є територіальне розташування його об'єктів. В Україні родовища нафти і газу часто розташовані в районі природоохоронних територій, цінних сільськогосподарських землях, рекреаційних територіях. При цьому об'єкти інфраструктури нафтогазового комплексу є об'єктами підвищеної екологічної небезпеки і, відповідно, можуть призвести до забруднення земель. Основними забруднюючими речовинами ґрунту є високомінералізовані пластові води та нафтопродукти.

Водно-сольовий режим ґрунтів відіграє надзвичайно важливу роль для нормального функціонування педосфери. Збалансованість вмісту макроелементів у ґрунті є одним із визначальних чинників, що впливає на здатність використання ґрунту для забезпечення росту рослин та функціонування мікрофлори. Порушення водно-сольового режиму може відбуватись під впливом різноманітних факторів як техногенного так і природного походження. Зокрема природні чинники включають рельєф, клімат, характер підстилаючих порід, склад підземних вод, тощо. Техногенні фактори, в свою чергу розподіляються на прямі та опосередковані. Опосередковані техногенні фактори передбачають штучну зміну чинників, що здатні безпосередньо впливати на водно-сольовий режим ґрунту. Прикладом цього може служити зміна форм рельєфу в процесі будівництва, структури ґрунту під час обробки земель, тощо. Прямі ж фактори – це фактори, що спричиняють до безпосереднього внесення водорозчинних солей у ґрунтовий покрив. Одним із таких прямих факторів є розливи пластових вод.

Нами проведено визначення кореляційних зв'язків між основними іонами, що визначають засолення ґрунтів, зокрема катіонами Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, аніонами HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, а також рН, сумарним вмістом токсичних солей, величиною щільного залишку та вмістом нафтопродуктів.

З метою визначення особливостей формування вмісту солей у ґрунтах проведено дослідження на ділянках, що розташовані в районі нафтових родовищ та об'єктів нафтогазової промисловості Охтирського та Полтавського нафтопромислових районів.

Аналітичні дослідження ґрунтів із вказаних ділянок проводились на протязі 2013-2016 років.

Відбір здійснювали працівники лабораторії згідно загальноприйнятих методик методом "конверта" з горизонту 0 – 20 см. Упаковку, транспортування та зберігання проб проводили згідно вимог методик проведення аналітичних досліджень. Підготовку проб ґрунту до аналітичних досліджень проводили відповідно до вимог методик виконання вимірювань.

Для проведення розрахунків результати аналізів були розділені на дві групи - перша група включала результати аналізів проб ґрунту із низьким, наближеним до «фонових» значень загальним вмістом токсичних солей менше - 500 мг/кг, друга відповідно із підвищеним вмістом токсичних солей, концентрацією більше 500 мг/кг. Обидві групи результатів аналізів включали по 80 результатів досліджень.

За результатами проведених розрахунків у першій групі ґрунтів тісні кореляційні зв'язки спостерігаються лише у трьох парах: токсичні солі – гідрокарбонати; токсичні солі – натрій; гідрокарбонати – рН;

Середній кореляційний зв'язок зафіксовано у семи пар компонентів: токсичні солі – рН; гідрокарбонати – кальцій; гідрокарбонати – щільний залишок; магній – кальцій; магній – сульфати; натрій – щільний залишок; токсичні солі – щільний залишок.

Таким чином, встановлені зв'язки у вищеперелічених парах притаманні для незабруднених солями ґрунтів. Крім того, слід відзначити відсутність сильних та середньої сили кореляційних зв'язків для нафтопродуктів та катіону калію, а також хлоридів.

За результатами розрахунків кореляційних зв'язків для ґрунтів із підвищеним вмістом токсичних солей встановлено тісні кореляційні зв'язки у восьми парах: хлориди-натрій; хлориди-щільний залишок; хлориди – токсичні солі; кальцій – щільний залишок; натрій – щільний залишок; натрій – токсичні солі; калій - щільний залишок; щільний залишок – токсичні солі.

Середньої сили кореляційні зв'язки спостерігаються у парах: хлориди – кальцій; хлориди – магній; хлориди – калій; кальцій – магній; кальцій – натрій; кальцій – токсичні солі; магній – натрій; магній – калій; магній – щільний залишок; магній – токсичні солі; натрій – калій; калій – токсичні солі.

У ґрунтах з підвищеним вмістом токсичних солей відзначаємо відсутність попарних кореляційних зв'язків для сульфатів і гідрокарбонатів, а також водневого показника рН.

Таким чином, в результаті проведених досліджень нами встановлено характерні зв'язки для незасолених ґрунтів та засолених ґрунтів, що зазнали техногенного впливу пластових вод.

---

УДК 332.33

## СТАНОВЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ЯКІСНИМИ ОЗНАКАМИ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ

Родзінська О.В., Подголов В.М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, E-mail: admin@nung.edu.ua*

Мета роботи: встановлення зв'язку між якісними ознаками земельної ділянки з метою поліпшення вартісної оцінки земель, та планування землекористувань.

Земельна ділянка на поверхні місцевості характеризується такими якісними ознаками як: відцентрованість, видовження меж, показник інженерної забезпеченості.

Для встановлення зв'язку між ознаками коротко охарактеризую кожен із показників для оцінки земельної ділянки. Для приблизних розрахунків я вибрала найпростішу і найтипівішу земельну ділянку, у формі видовженого прямокутника. Розміром 50 м. × 20 м. .

Показник відцентровості, який характеризує віддаленість точок периметру об'єктів відносно їх центру. Він розраховується через відношення найдовшої і найкоротшої відстаней від центра до периметра.

Цей показник я пропоную розраховувати за формулою:

$$P_{ц.} = \frac{\sum_{i=1, i}^n r_{max}^i}{n r_{min}^i} \quad (1)$$

де  $r_{max}^i, r_{min}^i$  - максимальні і мінімальні відстані відповідно до сторін ділянки, які можуть бути відстанями до поворотних точок, або перпендикулярами до сторін.;  
n- кількість всіх відстаней.

Розрахувавши показник відповідно до вибраної мною ділянки, я отримала значення 0,19.

Аналізуючи отримані дані, можна стверджувати, що чим більший показник відцентрованості, тим більше різних забудов можна здійснити на даній території. Для ділянки, яку обрали, показник є відносно малим, тому дана територія може бути використана тільки для мінімальної забудови, що обмежує її у використанні і відповідно впливає на вартісну оцінку земельної ділянки.

Показник видовження меж (периметра) відображає умовне видовження периметру земельної ділянки по відношенню до еквівалентної за площею базової фігури (кола, квадрата, правильного багатокутника). Розрахунок Пв.п. здійснюється у такій послідовності:

1. Обчислюють Р периметр і S площу ділянки.
2. Розраховують P<sub>0</sub> периметр базової еквівалентної за площею фігури через S.
3. Знаходять показник видовження периметру:

$$П_{в.п.} = \frac{P}{P_0} \quad (2)$$

На основі виконаних мною розрахунків, показник для подібної земельної ділянки становить 1,11. Якщо показник видовження меж (периметру) близький до 1, то така земельна ділянка найбільш ефективно може використовуватися для сільськогосподарських цілей, а саме поділу та обробки земель з мінімальними затратами.

Показник інженерної забезпеченості характеризує екологічно – санітарний стан земельної ділянки. Його розрахунок спрямований на знаходження мінімальної площі на земельній ділянці для розташування коридору інженерних комунікацій, до якого відноситься газопровід, водопровід, різного виду каналізація, а також лінії електропередач.

Я пропоную формулу для розрахунку даного показника:

$$П_{із} = \frac{S_{ін.комун.}}{S_{заг}} \quad (3)$$

де, S<sub>заг</sub> – загальна площа земельної ділянки; S<sub>ін.комун.</sub> – площа, яку займає коридор інженерних комунікацій.

До кожного будинку підведені інженерні комунікації, що мають знаходитись нижче глибини замерзання ґрунту, що для України складає 1м. Згідно чинних нормативних документів забороняється над комунікаціями висаджувати багаторічні насадження, які можуть пошкодити їх, а також необхідний вільний доступ для їх обслуговування і ремонту. І саме за допомогою показника інженерної забезпеченості, що показує яку частину земельної ділянки будуть займати інженерні комунікації, можна спланувати їх зручне розміщення, для більш різноманітного використання земельної ділянки для власних потреб та не порушуючи нормативних документів, що позитивно вплине на цінність цієї ділянки.

Висновок: Таким чином визначені мною якісні показники: відцентрованості, видовження меж(периметра), та інженерної забезпеченості можна використовувати як допоміжний засіб оцінки ефективного використання і просторового розташування земельних ділянок та об'єктів на них, що можуть в свою чергу впливати на вартісну оцінку і розпланування землекористувань.

#### Перелік посилань на джерела

1. Закон України "Про Державний земельний кадастр" // Відомості Верховної Ради України. – 2012р.
2. Фридман Дж. Анализ и оценка, приносящей доход недвижимости / Дж. Фридман, Н.Ордуэн.- М.:Дело ЛТД, 1997 р, - 461с.
3. Организация оценки недвижимости / под общ. ред. Дж. К. Эккерта. – М., РОО, 1999 – 325 с.

УДК 911.9:502.63

## ПРО ТОЧНІСТЬ КЛАСИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ В ЕКОЛОГІЇ

Рудий Р. М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, E-mail: vernjaky@rambler.ru

В багатьох сучасних наукових працях, в яких розглядається класифікація екологічно забруднених територій, не завжди проводиться оцінка якості виконаного розподілу ділянок. Класифікація може виконуватись для ділянок сільськогосподарських угідь, водних масивів, лісів забруднених тими чи іншими поллютантами і т. ін.

Для розв'язку цих задач використовують дані дистанційного зонування Землі, або проби, взяті безпосередньо на об'єктах, що утворює інформаційну основу не тільки для дослідження, спостереження, контролю, оцінки і прогнозу змін навколишнього природного середовища, а й



екологічної оцінки територій та відповідної класифікації земель. Розв'язок вказаних задач потребує оцінки точності класифікації.

Можна вказати ще низку наукових праць, пов'язаних з прогнозом екологічно небезпечних явищ, таких як повені, снігові лавини, селі, зсуви земної поверхні, карстові осідання та ін.. Ці задачі можуть бути подані як бінарна класифікація. Результати, отримані з допомогою бінарного класифікатора теж потребують відповідної кількісної оцінки, без якої зменшується довіра до них.

Проблемі аналізу та класифікації ділянок земної поверхні присвячені публікації вітчизняних та зарубіжних науковців. Для цієї мети використовувався математичний апарат теорії розпізнавання образів та інші методики. Одним з характерних недоліків вказаних методик є відсутність в них обґрунтованої та надійної оцінки точності виконаної класифікації.

Порівняно з математичним апаратом теорії розпізнавання образів штучні нейронні мережі мають ряд переваг. Вони дозволяють не тільки розв'язувати задачі розпізнавання і класифікації зразків, а й досить надійно оцінювати точність виконаної роботи з допомогою тестових об'єктів і, що найголовніше, не завжди потребують відповідного математичного апарату. Це, звичайно, ставить їх привабливішими при розв'язуванні задач класифікації.

Оскільки робота нейронних мереж базується на знаходженні ваг для кожної з ознак зразків, що класифікуються чи розпізнаються, за їх випадковими початковими значеннями, то кінцеві результати в тій чи іншій мірі будуть відрізнятися. Іншими словами нейронні мережі є імовірнісними моделями і вони теж потребують контролю.

Суть бінарної класифікації полягає у вказуванні за результатами певних ознак чи належить об'єкт, наприклад, до місць шкідливих для здоров'я людини; чи вважати вказаний об'єкт в певний час небезпечним і евакуювати з нього людей і т. ін..

Вперше оцінку точності класифікатора з допомогою confusion matrix (український відповідник – матриця неточностей) було запропоновано в роботі On Applied Research in Machine Learning (1998) by Foster Provost, Ron Kohavi. Роботу класифікатора в даній статті пропонується оцінювати за такими метриками як точності (accuracy і precision), повнота (recall) і F-міра. Всі ці метрики обчислюються за даними, що подані в матриці неточностей.

Проведені дослідження полягали у виділенні за цифровою моделлю рельєфу земної поверхні схилів орієнтованих із заходу на схід. Оцінку роботи класифікатора виконують з допомогою матриці неточностей (confusion matrix). Це матриця розміром  $N \times N$ , де  $N$  – кількість класів, в нашому випадку – два. Стовпці цієї матриці показують експертні значення, а рядки – значення отримані автоматично класифікатором. Отже елементами матриці неточностей є вірно розпізнані правильні елементи даного класу, в нашій задачі це схили, орієнтовані із заходу на схід (true positive) і вірно розпізнані неправильні елементи даного класу, в нашій задачі всі інші ділянки земної поверхні (true negative) і помилки. В матриці неточностей цифри в діагональних клітинах показують кількість випадків з правильно класифікованими об'єктами, а недіагональні елементи показують неточності. Отримані результати показали високу об'єктивність роботи класифікатора.

---

УДК 608.2/547.91: 631.8 : 502.31

## ВИКОРИСТАННЯ БІОПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ - КРОК ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

Струмінська О. О.<sup>1</sup>, Байляк М. М.<sup>2</sup>, Лобко Є. В.<sup>3</sup>, Бортницький В. І.<sup>3</sup>, Курта С. А.<sup>2</sup>, Куцела О. Я.<sup>2</sup>

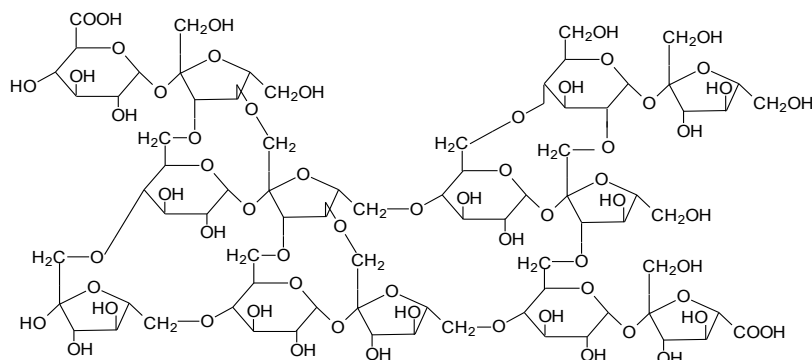
<sup>1</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, E-mail: lena\_thebest@bigmir.net

<sup>2</sup>ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», вул. Галицька, 201, м. Івано-Франківськ, Україна, 76008

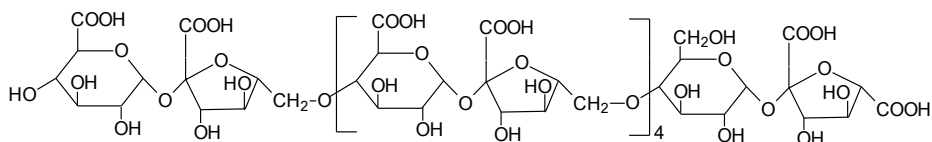
<sup>3</sup>Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, Харківське шосе, 48, м. Київ, Україна, 02160

Використання біополімерів, макромолекулярних сполук природного походження, є перспективним у різних галузях завдяки їх цінним властивостям, оскільки матеріали, що виготовлені з біологічних ресурсів, є екологічно безпечними і економічно вигідними. Актуальними є проблеми створення та використання матеріалів такої природи, у яких не розмножуються патогенні мікроорганізми, зменшення кількості забруднювачів природних ресурсів, до яких належать й мінеральні добрива, а також збільшення врожайності с/г культур за використання меншої кількості мінеральних сполук. Одним зі способів вирощення даних завдань є використання біополімерних композицій [1]. Їх основу складають біополімери-плівкоутворювачі, зокрема ксантан (КСА), натрієва сіль карбоксиметилцелюлози (Na-КМЦ), крохмаль (КР) та карамелізована форма сахарози. Ксантан - екзополісахарид бактерії *Xanthomonas campestris*, складається із залишків простих цукрів, використовується у якості добавки у різних галузях промисловості, технологічних процесах (у нафтодобуванні, бурінні) [2, 3]. Досліджувані плівкоутворювачі розкладаються у ґрунті та є джерелом моно- і дисахаридів, які використовуються рослинами для живлення [1]. Крохмаль та сахароза становлять інтерес за рахунок своєї дешевизни відносно ксантану та Na-карбоксиметилцелюлози.

Експериментальним шляхом було встановлено, що оптимальні концентрації біополімерів у водних розчинах композицій коливаються від 0,5 % (Na-КМЦ) до 4% (КР) [1]. Оптимальна концентрація карамелізованих водних сахарозних розчинів складає 72-83%. При такому складі композицій на поверхні насіння формується плівка оптимальної товщини (20-35 мкм). У її структурі утримується така кількість мінеральних сполук (25 і 30%), при якій спостерігається найбільший приріст врожайності. При цій товщині композиційна плівка не закупорює насіння, а завдяки природі плівкоутворювачів швидко розчиняється у воді. Використовувані біополімери являють собою порошки світлого кольору [2], які при розчиненні у воді утворюють як гелі, так і рідкі прозорі розчини. Їх в'язкість зі зменшенням їх концентрації знижується і наближається до в'язкості розчинника (води). Карамелізація сахарози здійснювалась при температурі 102-105 °С, за якої спостерігається виділення молекул води як зі структури цукру, так і самого розчинника, проте ще не відбувається активних процесів окиснення гідроксильних й гідроксиметиленових груп та руйнування фуранозних і піранозних циклів. Молекули сахарози між собою об'єднуються за рахунок сполучення гідроксогруп, що знаходяться коло метиленової групи та тих, що входять до складу циклів, з утворенням полімерної структури. Тому загальна будова молекул сахарози зберігається майже незмінною в утвореній структурі, яка утримує у своїй сформованій сітці молекули розчинника – води. Теоретична кінцева структура молекули може бути як розгалужена, так і лінійна, а також містити поодинокі окиснені (карбоксильні) групи, окремі піранозні чи фуранозні цикли, наявність якої підтверджується мас-спектрометричним та ДТА-аналізами [4]:



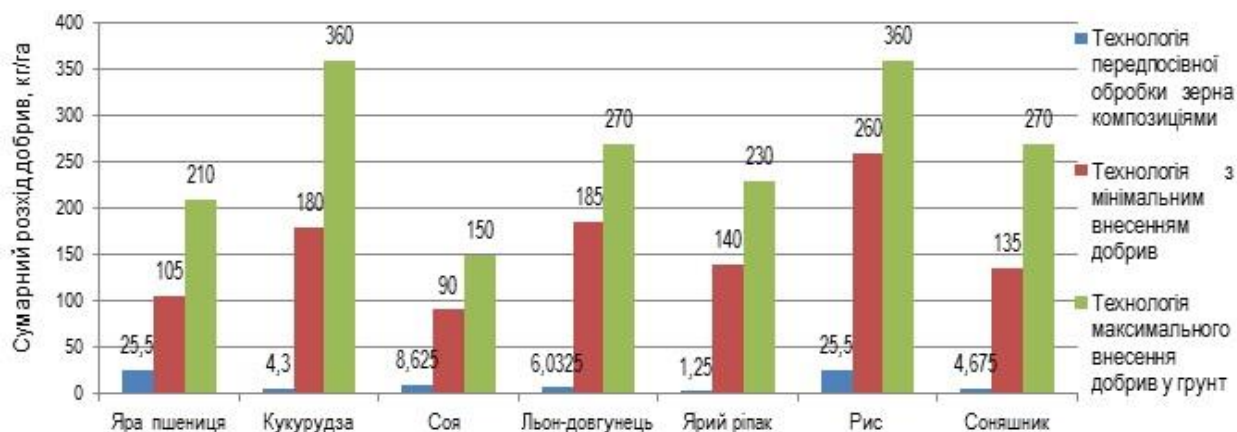
(1)



(2)

За результатами ДТА-аналізу деструктивні процеси у структурі молекули ксантану починаються за 290-293 °С, у молекулі Na-карбоксиметилцелюлози – за 273-275 °С. Високотемпературні перетворення сахарози є більш чіткими. Поведінка карамелізованої сахарози відрізняється: знижується її температура плавлення (на 11-13 °С) та дегідратації (на 11-22 °С), проте температура дегідроксилювання та деструкції є вищою (на 26-44 °С). Композиції на її основі характеризуються меншою температурою плавлення (на 31-66 °С), значно нижчою (майже у 2 рази) температурою дегідроксилювання та деструкції (на 130 °С). Розчини композицій з мінеральними сполуками у своєму складі (до 30%) проявляють бактерицидні та частково фунгіцидні властивості: при посіві композиції на основі КСА виростала у 7,5 разів менша кількість мікроорганізмів, ніж при посіві чистого розчину КСА. У випадку КМЦ та крохмалю кількість вирощених бактерій на відповідних композиціях була у 5,5 та 2,7 рази меншою, ніж на чистих біополімерів [1]. Мікробіологічний аналіз показав відсутність спор цвілевих грибів та дріжджів у досліджуваних зразках карамелізованої сахарози без домішок речовин іншої природи. Невелика кількість дріжджів може бути наявною у її композиціях (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> (кар.) – 80,3 %) [4].

Використання біополімерних композицій є перспективним у різних галузях, зокрема передпосівна обробка насіння ними дозволяє помітно зменшити сумарні витрати мінеральних добрив і мікроелементів, порівняно з контрольними ділянками, де добрива безпосередньо вносили в ґрунт. На прикладі розходу мінеральних добрив реальні їх витрати в кг на 1га площі посіву при нанесенні на поверхню насіння у складі біополімерної плівки були в середньому у 9-45 раз меншими для пшениці, рису, сої та льону, у 41-107 раз меншими для кукурудзи, соняшнику та ріпаку, ніж при внесенні цих добрив в безпосередньо ґрунт (рис.1) [1]. Це чинить істотний вплив на покращення екологічної ситуації.



**Рис.1. Сумарна витрата мінеральних добрив при різних технологіях підживлення с/г культур**

Використання досліджуваних композицій також дозволяє збільшити врожайність с/г культур у середньому до 50-75% [1, 4].

*Перелік посилань на джерела*

1. Струмінська О. О., Байляк М. М., Курта С. А. Мікробіологічні властивості природних плівкоутворювачів // Восточно-європейський журнал передових технологій. — Харків: Технологічний Центр, - 2014. - 2/10 (68). - с. 34-40.
2. Slabaugh, Michael R., Spencer L. Organic and Biochemistry for Today. — 6th. — Pacific Grove: Brooks Cole, 2007.
3. Singh, B. Natural fibers, biopolymers and biocomposites / B. Singh, M. Gupta, A. K. Mohanty, M. Misra, L. T. Drazel (eds). Chap 8. — Taylor & Francis. — New York, 2005. — p.p. 261–290.
4. Струмінська О.О., Лобко Є.В., Бортницький В.І., Куцела О.Я., Курта С.А. Особливості структури карамелізованої сахарози // Матеріали XXIV Української конференції з органічної хімії. (Полтава, 19-23 вересня 2016 р.) – Полтава: Полтавський національний педагогічний університет ім. В.Г. Короленка, 2016. – с. 254

## МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ/ MATERIALS FOR RENEWABLE ENERGY SOURCES

УДК 538.971

### ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ В ЕЛЕКТРИЧНУ

Галушак М.О.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, 76001, Україна, e-mail: galuschak@nung.edu.ua

Сонячна енергетика в поєднанні з термоелектрикою має сьогодні всі передумови, щоб частково вирішити енергетичні проблеми України, особливо по електропостачанню віддалених не електрифікованих осель, електроживленню приладів автоматики та моніторингу навантажень на трубопроводи і їх електрокорозійний захист, рекуперації теплової енергії газоперекачувальних станцій тощо. Системи сонячних батарей і термогенераторів з хімічними акумуляторами є практично єдиними, економічно придатними для живлення апаратури в умовах відсутності мережі центрального енергопостачання. На основі термоелектричних явищ створені термоелектричні генератори і холодильники, які характеризуються великим терміном служби внаслідок відсутності швидкозношуваних рухомих частин, безшумністю і надійністю роботи, малою вагою і високою питомою енергоємністю, відсутністю забруднення навколишнього середовища, можливістю створення комбінованих систем електроживлення та опалення приміщень тощо.

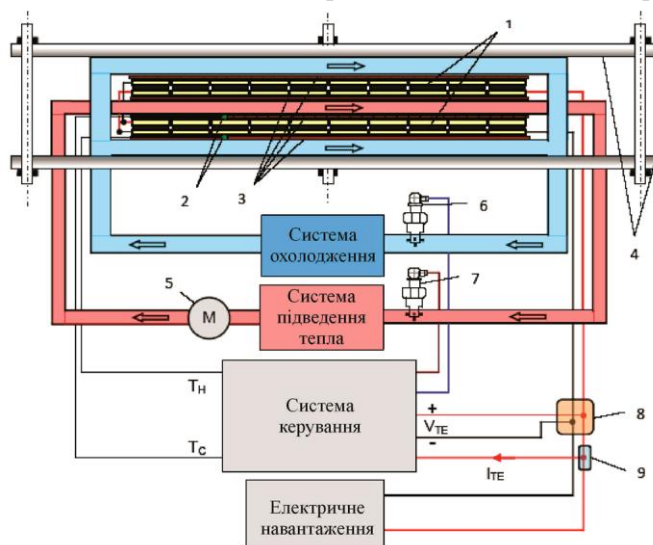


Рисунок – Структура нового портативного ТЕГ 100 Вт:

1 – термоелектричні модулі, 2 – Т-подібна термопара, 3 – мідні теплові стабілізаційні листи, 4 – стабілізатори, 5 – циркуляційний двигун, 6 – витратомір холодної води, 7 – витратомір гарячої води, 8 – датчик напруги, 9 – датчик струму.

ричного матеріалу прямим сплавленням компонентів у запаяних кварцових ампулах. У процесі синтезу ампулу з наважками відкачували до тиску 0,1–0,5 Па та прогрівали до температури не вище 550 K для видалення домішкових газів і нагрівали в печі зі швидкістю близько 0,03 K/c. Синтез проводився при температурі 1000–1100 K. Для покращення властивостей вихідного матеріалу здійснювалося вібраційне перемішування з частотою 50 Гц і тривалістю процесу біля години.

Встановлено основні шляхи покращання термоелектричних параметрів матеріалу через оптимізацію за рахунок зменшення теплопровідності та зростання електропровідності. Так, зокрема,

Дана робота присвячена розробці нового способу одержання термоелектричних напівпровідникових матеріалів з високою термоелектричною добротністю та показано перспективність його використання на основі пльомбум телуриду в інтервалі робочих температур 400–850 K. Зауважимо, що термоелектричні матеріали (ТЕ) характеризуються наступними параметрами, які визначають ефективність їх практичного використання: питомий електричний опір ( $[\rho] = \text{Ом}\cdot\text{м}$ ) або питома електропровідність ( $\sigma = \frac{1}{\rho}$ ,  $[\sigma] = \text{Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$ ), коефіцієнт термо-

Е.Р.С. ( $[\alpha] = \text{В}\cdot\text{К}^{-1}$ ), коефіцієнт теплопровідності ( $[\chi] = \text{Вт}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{К}^{-1}$ ), термоелектрична добротність ( $Z = \frac{\alpha^2}{\rho\chi} = \frac{\alpha^2\sigma}{\chi}$ ,  $[Z] = \text{К}^{-1}$ ), безрозмірна термоелектрична добротність (ZT). Термоелектричні матеріали для яких  $Z \approx 3 \cdot 10^{-3} \text{К}^{-1}$ ,  $ZT \approx 1$  вважаються технологічно оправданими у заданому інтервалі температур. З метою одержання ТЕ з високою термоелектричною добротністю розроблено технологію синтезу термоелект-

вказано, що теплопровідність матеріалу визначається характером розсіювання фононів, яке можна зробити більш ефективним при легуванні ізовалентними чи гетеровалентними домішками у твердих розчинах. Отримано, що питома електропровідність зростає зі збільшенням кількості домішки: зростання кількості введеної домішки призводить до росту концентрації носіїв, що збільшує електропровідність.

Запропоновано нові підходи щодо використання сонячної енергії, які полягають у тому, що за допомогою орієнтованої геліостатом системи колекторів сонячну енергію перетворюють спочатку в теплову, носієм якої є рідина (неорганічна й нетоксична), а у подальшому частину цієї теплової енергії перетворюють в електричну за допомогою термогенератора спеціальної конструкції.

Запропоновано конструкцію термоелектричного генератора (ТЕГ) для перетворення сонячної теплової енергії, акумульованої рідиною, що рухається по циліндричній трубі в електричну. Навколо труби з підігрітою рідиною розміщується система розроблених нами ТЕГ, що складається із двадцяти термоелементів розмірами 5x5x0,4 см при різниці температур 150°C між холодними і гарячими площинами дає корисну потужність 237,3 Вт.

Розроблений новий підхід перетворення сонячної енергії у теплову та електричну апробовано в селі Маріямпіль Тисменицького району Івано-Франківської області.

УДК 539

## ПРУЖНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА АУКСЕТИЧНІСТЬ КРИСТАЛІВ РОМБІЧНОЇ СИНГОНІЇ

Гевик В.Б.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
бул. Карпатська, 15, 76019 Івано-Франківськ, Україна*

Модулі пружності  $C_{ijkl}$ , податливості  $S_{ijkl}$ , коефіцієнти Пуассона  $\mu_{ijk}$  є тензорними величинами, що характеризують пружні властивості анізотропних кристалів. Коефіцієнт Пуассона є найбільш інформативним. За означенням він рівний відношенню поперечного відносного звуження/розтягу до відносного повздовжнього видовження/стиску. Інтервал можливих значень коефіцієнтів Пуассона рівний  $-1 \leq \mu \leq 0,5$ . Для більшості матеріалів  $0 < \mu < 0,5$ , а від'ємні значення  $\mu < 0$  взагалі не відповідають класичній теорії пружності [1]. В останні десятиліття виявлено новий клас матеріалів з аномальними деформаційними властивостями, для яких  $\mu < 0$  – ауксетиками. Вони при розтягу їх у довжину збільшуються у поперечних розмірах. Ауксетичні матеріали використовуються для виготовлення енерго-, ударнопоглинаючих і сейсмічностійких конструкцій, засобів захисту і фільтрів, а також для приладів і пристроїв акустоелектроніки тощо.

Абсолютна ауксетичність, тобто коли  $\mu < 0$  у всіх кристалографічних напрямках, виявляється вкрай рідко, як правило, поблизу, точок фазового перетворення. Від'ємні значення коефіцієнтів Пуассона спостерігаються тільки в окремих кристалографічних напрямках – часткова ауксетичність [1].

У даній роботі із використанням теорії пружності анізотропних кристалів, сучасних методів фізичної акустики і комп'ютерної технології обробки експериментальних результатів створені програми, які дозволяють побудувати характеристичні поверхні модулів Юнга та вказівні поверхні ауксетичності монокристалів ромбічної сингонії Ga, I<sub>2</sub>, SnSe, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> та ін. Встановлені умови виникнення ауксетичності, визначені основні механізми і закономірності формування ауксетичних поверхонь.

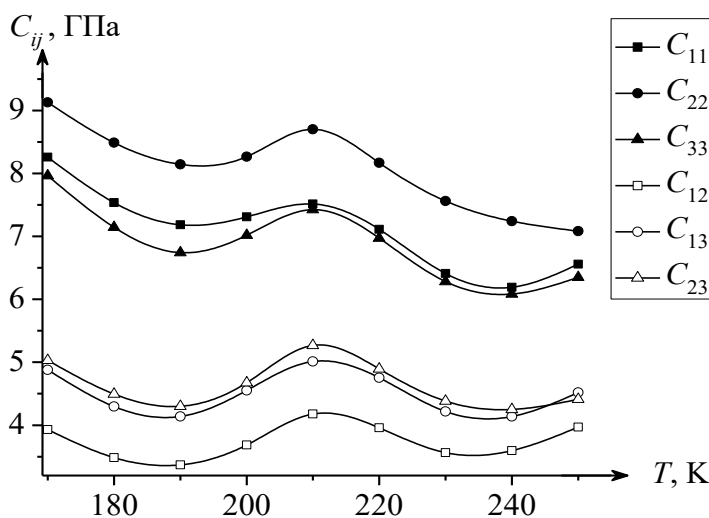


Рис. 1. Температурна залежність модулів пружності монокристалів C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Масив від'ємних значень коефіцієнтів Пуассона формує у просторі певні поверхні – вказівні поверхні ауксетичності за допомогою яких можна визначити необхідні і достатні умови виникнення різних типів ауксетичності монокристалів ромбічної сингонії. Для монокристалів – ауксетиків ромбічної сингонії виявлені випадки, коли для одного кристалу вказівні поверхні ауксетичності формуються одноразово із від'ємних значенням  $\mu$  в двох кристалографічних аксіальних і неаксіальних напрямках [2].

Ауксетичність кристалів виникає внаслідок аномальних деформаційних властивостей анізотропних кристалів. При проходженні монохроматичних УЗ хвиль через кристал зміщення атомів із

положення рівноваги еквівалентне системі незалежних осциляторів з власною частотою  $\omega_i$ . Зростання температури приводить до збільшення амплітуд коливань атомів. Отже, в реальних кристалах спектр частотних коливань атомів у кристалічній ґратці залежить від сумісного впливу термічних і акустичних деформацій, а температурна залежність модулів пружності  $C_{ij}(T)$  є чисто ангармонічним ефектом, який описує взаємодію між тепловими і акустичними хвилями. Внаслідок цього ауксетичні властивості кристалів змінюються суттєво [3].

При нагріванні кристала  $C_6H_6$ , характер поведінки модулів пружності визначається впливом різних процесів. Із ростом температури, внаслідок збільшення амплітуди трансляційних коливань молекул, модулі пружності як «повздовжні», так і «поперечні»  $C_{ij}(T)$  зменшуються (Рис. 1).

Отже основним фактором, який приводить до виникнення ауксетичних властивостей кристалів ромбічної сингонії є анізотропія ангармонічності теплових коливань молекул.

*Посилання на джерела*

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.. Теория упругости – М.: Наука, 1965. – 203 с.
2. Раранський М.Д., Балазюк В.Н., Гулько М.М.. Критерії та механізми виникнення ауксетичності кристалів кубічної сингонії // Металофізика і новітні технології. – 2015. – т. 37, № 3. – С. 379–396.
3. Гольдштейн Р.В., Городцов В.А., Лисовенко Д.С.. Акустическая механика кристаллических материалов // Механика твёрдого тела. – 2010. – № 4. – С. 43–62.

УДК: 538.9: 620

## ФАЗОВИЙ СКЛАД І ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ У СИСТЕМІ Pb-Ag-Te

Галушак М.О.<sup>1</sup>, Мудрий С.І.<sup>2</sup>, Семко Т.О.<sup>3</sup>, Оптасюк С.В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська 15, Івано-Франківськ, 76000, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет імені І. Франка,  
вул. Кирила і Мефодія, 6, Львів, 79005, Україна

<sup>3</sup>ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»,  
вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна, e-mail:fcss@pu.if.ua

<sup>4</sup>Кам'янець-Подільський державний університет,  
вул. І.Огієнка, 61, Кам'янець-Подільський, 32300, Україна.

В останні роки значного приросту термоелектричної ефективності матеріалів на основі плумбум телуриду досягнуто завдяки створенню нового класу сполук  $Ag_xPb_mSb_{2-x}Te_{m+2}$  (LAST) [1-5]. Атоми аргентуму та стибію у цих матеріалах займають позиції у катіонній підґратці і, оскільки, перший є акцептором, а інший донором, скомпенсовують електричну дію один одного, не впливаючи суттєвим чином на концентрацію носіїв. Проте, створювані нанорозмірні порушення періодичності кристалічної ґратки в областях збагачених Ag і Sb ефективно розсіюють фонони, що призводить до значного зменшення теплопровідності. Незважаючи на велику кількість робіт присвячених чотириккомпонентним системам, властивості матеріалів у системи Pb-Ag-Te вивчені значно менше. Проте такі дослідження можуть стати підґрунтям для подальшої модифікації термоелектричних характеристик чотириккомпонентних систем LAST.

В роботі досліджено фазовий склад і термоелектричні властивості легованого сріблом плумбум телуриду з концентрацією домішки 0.3, 0.5, 1.0 ат.% та твердих розчинів  $Pb_{18-x}Ag_xTe_{20}$  ( $x = 0, 0.5, 1.0$ ),  $Pb_{17}Ag_3Te_{20}$ . Синтез матеріалів проводили у вакуумованих кварцових ампулах. Використовували речовини з вмістом основного компоненту 99,99% (метали та халькогени), які піддавали додатковій очистці. Отримані злитки подрібнювали у агатовій ступці та, виділивши фракції розміру (0,05 - 0,5) мм, пресували під тиском 1,5 ГПа. Отримані зразки з  $d = (5-8)$  мм та  $h \approx (8-12)$  мм піддавали відпалу на повітрі при температурі  $T = 500$  К на протязі 5 год.

На основі X-дифракційних досліджень встановлено, що при введенні домішки срібла у  $PbTe$  у зразках проявляються сліди фази чистого свинцю. Залежність параметра елементарної комірки від кількості введеного срібла характеризується немонотонною залежністю з максимумом при концентрації 0.5 ат.% Ag. Концентрація носіїв різко зменшується при додаванні 0.3 ат.% Ag і при подальшому зростанні кількості домішки змінюється несуттєво. Такі закономірності, ймовірно, зумовлені досягненням межі розчинності домішки.

Для твердих розчинів  $Pb_{18}Ag_2Te_{20}$ ,  $Pb_{17.5}Ag_2Te_{20}$ ,  $Pb_{17.0}Ag_2Te_{20}$  стала ґратки і концентрація носіїв практично однакові, а для зразка складу  $Pb_{17}Ag_3Te_{20}$  є більшою. Для усіх зразків твердих розчинів Pb-Ag-Te на дифрактограмах спостерігається додаткова фаза Te та  $Ag_{10.6}Te_7$ . Наявність другої з них зумовлена перевищення області розчинення домішки, а першої – значним надлишком халькогену у шихті в порівнянні з стехіометричним складом.

Легування сріблом призводить до значного зменшення електропровідності, але переходу в р-тип не відбувається. Коефіцієнт термо-ЕРС зразків з вмістом домішки 0.3 та 0,5 ат. % Ag є практично однаковим і монотонно спадає від значень 500 мкВ/К при температурі 100 С, до значень 350 мкВ/С при

температурі 350 С. Температурна залежність коефіцієнта термо-ерс зразків з вмістом домішки 1 ат. % Ag характеризується немонотонною залежністю з максимумом 400 мкВ/С при 200 С. Коефіцієнт теплопровідності слабо зростає з збільшенням кількості домішки.

На відміну від легованого матеріалу, для всіх досліджуваних складів  $Pb_{18-x}Ag_{2(3)}Te_{20}$  ( $x=0; 0,5; 1,0$ ) отримано стабільний р-тип провідності. Електропровідність матеріалу є вищою у порівнянні з легованим матеріалом. Спостерігається виражене зростання величини  $\sigma$  зі зменшенням вмісту свинцю у розчині, хоча згідно холівських вимірювань, концентрація носіїв практично не змінюється. Коефіцієнт термо-ЕРС для всіх складів  $Pb_{18-x}Ag_2Te_{20}$  є практично однаковим і становить  $\approx 300$  мкВ/С при 300 С. Коефіцієнт теплопровідності зменшується зі зменшенням вмісту свинцю у розчині, що можна пояснити збільшенням кількості вакансій плюмбуму, на яких розсіюються фонони. Найнижчим значенням величини  $k$  характеризуються зразки складу  $Pb_{17}Ag_3Te_{20}$ . Важливо, що саме для зразка є найбільш інтенсивними піки додаткової фази  $Ag_{10,6}Te_7$ .

УДК 541.136

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ПРОВІДНОСТІ ЛІТІЙ-АЛЮМІНІЄВО-ЗАЛІЗНОЇ ШПІНЕЛІ

Депутат Б.Я., Вакалюк В.М., Шевчук О.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська, 15, Івано-Франківськ, 7601, Україна, e-mail: bdeputat@gmail.com*

В даний час є досить актуальним створення портативних високоефективних джерел енергії. Перспективними в цьому відношенні є складні залізовмісні оксиди, що містять літій, як рухливий катіон. Вони використовуються при виготовленні катодів для літійових джерел струму. Їх електричні властивості залежать від ряду таких факторів, як метод приготування, умови спікання, хімічний склад, катіонний розподіл і мікроструктура матеріалу.

Керамічним способом за температури синтезу 1273 К отримано серію зразків з очікуваним складом  $(1-y)LiFe_5O_8 + (y)LiAl_5O_8$ , що відповідає формулі стехіометричної літій-алюмінієво-залісної шпінелі. Вихідним матеріалом служили високодисперсні порошки  $LiOH$ ,  $Fe_2O_3$  та  $Al_2O_3$  марки ОЧ. Термічна обробка на завершальному етапі синтезу проводилась з середньою швидкістю охолодження  $VT \approx 0,03$  К/с (зразки охолоджені разом з пічкою).

Провідні та діелектричні властивості синтезованих сполук розраховували на основі експериментальних імпедансних спектрів, отриманих на спектрометрі Autolab PGSTAT 12/FRA-2 в діапазоні частот 0,01 Гц – 100 кГц і температур 293 - 773 К. Температурні зйомки проводились з ізотермічною витримкою через кожні 250С.

Температурні залежності провідності показали, що в синтезованих кераміках  $Li_2O-Al_2O_3-Fe_2O_3$  області температур 295-475 К переважаючою є електронна провідність, яка може реалізуватися за допомогою двох механізмів: стрибкового та активаційного. Активаційна провідність здійснюється дрейфом в електричному полі вільних носіїв заряду, що генеруються в зону провідності або з валентної зони, або з донорних рівнів. Стрибковий механізм електропровідності у цих кераміках головним чином реалізується шляхом перескоку електрона між іонами того самого елемента (в даному випадку це іони  $Fe^{2+}$  і  $Fe^{3+}$ ), що може перебувати більш ніж в одному валентному стані, розподіленими випадковим чином у кристалографічно-еквівалентних позиціях ґратки [1]. В околі температур 295-350 К домінує стрибковий механізм, енергія активації якого лежить в межах 0,10-0,14 еВ, а при  $T = 350-475$  К активаційний,  $\Delta E \sim 0,35$  еВ [2].

В області температур вищих за 475 К в синтезованих кераміках  $Li_2O-Al_2O_3-Fe_2O_3$  переважаючим стає катіонний механізм провідності енергія активації якого лежить в межах 0,9-1,4 еВ.

Збільшення вмісту алюмінію в зразках приводить до різкого зменшення і електронної і катіонної складових провідності при всіх температурах. Зменшення електронної провідності стрибкового типу відбувається внаслідок заміщення двохвалентних іонів заліза трьохвалентними іонами алюмінію. Зменшення електронної провідності особливо значне в зразках із вмістом алюмінію, якому відповідає  $y=0,8$ . В зразках, для яких  $y>0,8$  в області температури 550 К спостерігається стрибок значення активації катіонної провідності, що очевидно є результатом фазового структурного переходу.

### Посилання на джерела

1. Abdullah Dar M. Synthesis and characterization of nano-size dpure and Al-doped lithium ferrite having high value of dielectric constant / M. Abdullah Dar, Khalid Mujasam Batoo, Vivek Verma, W.A. Siddiqui, R.K. Kotnala // J. Alloys and Compounds. – 2010. – Vol. 493. – P. 553-560.

2. Б.Я. Депутат Температурні залежності провідності керамік складу  $Li_2O-Al_2O_3-Fe_2O_3$  від вмісту алюмінію / Б.Я. Депутат // Фізика і хімія твердого тіла. – 2014. – Т.15, №1. – С. 186-191.

## ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ: ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГІЯ ЗЕМЛІ

Дяченко Ю.Г.

*Відокремлений структурний підрозділ Полтавський коледж нафти і газу  
Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка  
вул. М. Грушевського, 2а; м. Полтава, 36021, E-mail: pknj@ukr.net*

Джерела енергії або енергетичні ресурси – це матеріальні об’єкти, в яких зосереджена енергія, придатна для практичного використання людиною.

Види енергії поділяють на відновлювальні і невідновлювальні. Відновлювальні та нетрадиційні джерела енергії – невичерпні, здатні відновлюватись в природі енергетичні ресурси, з вартістю, що наближається до нуля, освоєння та використання яких обумовлює отримання низки загальнонаціональних ефектів [3].

Невідновлювальні джерела енергії – це природньо утворені й накопичені в надрах планети запаси речовин, здатні за певних умов звільняти енергію, що міститься в них. Такими є викопне органічне паливо: вугілля, нафта, природний газ, торф, горючі сланці; ядерне паливо.

Відновлювальні джерела енергії (ВДЕ) – це енергоресурси постійно існуючих природних процесів на планеті, а також енергоресурси продуктів життєдіяльності рослинного і тваринного походження. Характерною особливістю відновлювальних джерел енергії є циклічність їх відновлення, яка дозволяє використовувати ці ресурси без часових обмежень. [2].

ВДЕ існують на основі потоків енергії, які виникають в природі: сонячне випромінювання; біомаса, енергія сонця, вітру, хвиль; гравітаційна взаємодія Сонця, Місяця і Землі наслідком якої є морські припливи і відпливи; теплова енергія ядра Землі та хімічних реакцій і радіоактивного розпаду в її надрах: геотермальна енергія джерел гарячої води – гейзерів [5].

В процесі розвитку і становлення суспільства людство стало шукати все більш сучасні, і при цьому, економічні способи отримання енергії. Для цього зводяться різні станції та використовується енергія, що міститься в надрах землі. Тепло землі – геотермальна енергія, яка утворюється внаслідок розпаду радіоактивних речовин у земній корі та мантії. Геотермальна енергія не залежить від Сонця, на відміну від інших відновлювальних джерел енергії. Слово «геотермальна» походить від грецького слова *geo* (Земля) і *therme* (теплова енергія).

Головними перевагами геотермальної енергії є її практична невичерпність та повна незалежність від умов навколишнього середовища, часу доби і року.

Недоліками геотермальної енергії є висока мінералізація термальних вод більшості родовищ та наявність токсичних сполук і металів, що виключає скидання термальних вод у природні водойми; низька термодинамічна якість; необхідність використання тепла біля місця видобування; зростає вартість спорудження свердловин при збільшенні глибини.

Сучасна потреба в геотермальній енергії, як одного із видів відновлювальної енергії, обумовлена виснаженням запасів органічного палива і залежністю більшості розвинених країн від його імпорту, в основному нафти і газу, а також істотним негативним впливом паливної та ядерної енергетики на навколишнє природне середовище. Виходячи з наявних оцінок запасів геотермальної енергії, пріоритетними районами в Україні є Керченський півострів, Закарпаття, Прикарпаття (Львівська обл.), Донецька, Запорізька, Луганська, Полтавська, Харківська, Херсонська, Чернігівська та інші області.

В Україні визначено шість пріоритетних напрямків розвитку геотермальної енергетики – створення геотермальних станцій для теплопостачання міст, населених пунктів, промислових об’єктів; геотермальних електростанцій, систем теплопостачання з підземними акумуляторами теплоти, сушильних та холодильних установок, схем геотермального теплопостачання теплиць.

Характеристикою гідротермальних ресурсів є придатність теплоенергетичних вод в якості джерела тепла.

Геотермальні води – екологічно чисте джерело енергії, що постійно відновлюється. Воно суттєво відрізняється від інших альтернативних джерел енергії тим, що його можна використовувати незалежно від кліматичних умов і пори року. Аналіз економічної доцільності використання термальних вод показує, що їх варто застосовувати для опалення і гарячого водопостачання комунально-побутових, сільськогосподарських та промислових підприємств, для технологічних цілей, добування цінних хімічних компонентів. Найбільш сприятливі умови для отримання термальних вод існують в межах рівнинної частини Закарпаття [4].

Значні масштаби розвитку геотермальної енергетики в майбутньому можливі лише в разі одержання теплової енергії безпосередньо з гірських порід. Гідрогеотермальні ресурси, придатні для одержання електроенергії, складають 4% від загальних прогнозних запасів, тому їх використання в майбутньому варто пов’язувати з теплопостачанням і теплофікацією місцевих об’єктів. В Україні прогнозні експлуатаційні ресурси термальних вод за запасами тепла еквівалентні використанню близько 10млн. т.у.п. на рік. Кожна 3–4 свердловина в Полтавській та Івано-Франківській областях може бути джерелом геотермальної енергії. Для масштабного використання цього підтипу геотермальних ресурсів немає необхідності в попередній підготовчій роботі, окремій геологічній розвідці, бурінні промислових свердловин, вкладенні значних грошових коштів. Окремі об’єкти геотермальної енергії можна побудувати вже зараз, використовуючи для цього нафтогазові свердловини, на яких припинено видобуток вуглеводнів, але існує можливість видобувати гарячу воду. Доцільно також налагодити видобуток і використання вуглеводнів та термальних вод одночасно.



Найбільш перспективними районами можливого використання геотермальної енергії в Україні є Закарпаття, Крим, Передкарпаття, Полтавська, Харківська, Донецька, Луганська, Херсонська, Запорізька області. Великі запаси термальних вод виявлено і на території Чернігівської та Сумської областей. Сотні свердловин, в яких виявили термальну воду і знаходяться в консервації, можуть бути відновлені для їх подальшої експлуатації в якості системи видобування геотермального тепла [1]. Високоперспективні джерела геотермальної енергії розміщені, насамперед, на ділянках Закарпатського прогину, північно-західній частині Більче-Волицької (зовнішньої) зони Передкарпатського прогину, Пред добруджінського прогину, в степовому Криму, на Керченському півострові, в рамках Донецької складчастості, а також на прилеглих до неї ділянках Дніпровсько-Донецької западини. Реально перспективні території пов'язані з такими геоструктурними елементами земної кори, як Складчасті Карпати, Бориславсько-Покутська (внутрішня) зона Передкарпатського прогину, мегаантіклінорії гірського Криму, Чернігівсько-Брагінський виступ і Дніпровсько-Донецька западина. Решта території України, виключаючи малоперспективний Український щит, його схили і Воронежську антеклізу, відносять до потенційно перспективних.

З точки зору екології негативний вплив на навколишнє середовище при експлуатації геотермальних родовищ значно менший, ніж при застосуванні традиційних енергосистем. Новітні технології дозволяють звести негативний вплив, що виникає при експлуатації геотермальних джерел енергії до мінімуму. Використання геотермальної енергії дає низький рівень викидів парникових газів – приблизно 3% від викидів вуглекислого газу та від викидів електростанцій, які працюють на викопному паливі. Геотермальні електростанції викидають мало сірки і зовсім не викидають оксидів азоту. До того ж, буріння геотермальних свердловин набагато менше впливає на довкілля, ніж розробка інших джерел енергії.

Таким чином, розвиток та використання відновлювальних джерел енергії є вагомим фактором для зміцнення енергетичної безпеки та зменшення негативного техногенного впливу на навколишнє середовище. Розвиток альтернативної енергетики підвищує безпеку енергопостачання, допомагає зменшити залежність від імпорту традиційних видів енергії. Використання відновлюваних джерел енергії є одним з найбільш важливих напрямів енергетичної політики України, направленої на заощадження традиційних паливно-енергетичних ресурсів та поліпшення стану довкілля. Отже, збільшення обсягів використання ВДЕ в енергетичному балансі України дозволить підвищити рівень диверсифікації джерел енергоносіїв, що сприятиме зміцненню енергетичної незалежності країни.

#### Посилання на джерела

1. Атлас енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. – К., 2008. – 54 с.
2. Лукутін Б.В. Відновлювана енергетика в децентралізованому електропостачанні/Б.В. Лукутін, О.А. Свужикова, Є.Б. Шантрова. – М.: Вища школа. 2008. – 231 с.
3. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії /О.І. Соловей, Ю.Г. Лега, В.П. Розен та ін. За заг. ред. О.І. Солов'я. – Черкаси: Вид. ЧДТУ, 2007.
4. Саранчук В.І., Ільяшов М.О., Ошовський В.В., Білецький В.С. Хімія і фізика горючих копалин / В.І. Саранчук, М.О. Ільяшов, В.В. Ошовський, В.С. Білецький. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. – 600 с.
5. Сібікін Ю.Д. Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії: навчальний посібник/Ю.Д. Сібікін, М.Ю. Сібікін. – М.: КноРус, 2010. – 227 с.

УДК 539

## ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ СПОЛУК У СИСТЕМІ Pb-Sb-Te

Криницький О.С.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу; 76018, Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15; e-mail: oleksandr.krnytsky@gmail.com

Запаси викопного палива вичерпуються, в той час як світове споживання енергії з кожним роком зростає. У цих умовах необхідним стає створення і впровадження альтернативних джерел енергії. Термоелектричні явища, суть яких полягає у взаємоперетвореннях теплової та електричної енергії, лежать в основі розробки матеріалів для виробництва енергії з тепла і для охолодження під дією електричного струму.

Ефективність термоелектричних матеріалів визначається безрозмірною величиною, добротністю (ZT):

$$ZT = \left( \frac{\alpha^2 \sigma}{\chi} \right) T \quad (1)$$

де  $\alpha$ ,  $\sigma$ ,  $\chi$ ,  $T$  відповідно коефіцієнт Зеебека, електропровідність, теплопровідність і абсолютна температура. Низьке значення ZT комерційно доступних термоелектричних матеріалів обмежує застосування термоелектричних пристроїв. Метали і сплави металів ZT в яких дуже низьке ( $ZT \ll 1$ ) можуть бути застосовані лише для термопар, для вимірювання температури. Напівпровідникові термоелектричні матеріали такі як  $Bi_2Te_3$  і сплави SiGe з  $ZT \approx 1$  використовуються на комерційній основі в низько потужних охолоджувачах і теплових електрогенераторах малої потужності таких як охолоджувачі напоїв та генераторах для космічних польотів [1].

Основною перешкодою, що стоїть на шляху модифікації властивостей матеріалів для отримання максимально високих вказаних параметрів є те, що усі ці величини зв'язані між собою. Зокрема, підвищуючи електропровідність матеріалу шляхом легування, у зв'язку з ростом концентрації носіїв, відбувається зменшення коефіцієнта Зеебека та ріст електронної складової теплопровідності. Тому, для

кожного конкретного матеріалу необхідно здійснювати індивідуальний підбір хімічного складу і технологічних умов отримання, що забезпечать максимальну ефективність термоелектричних перетворювачів на його основі.

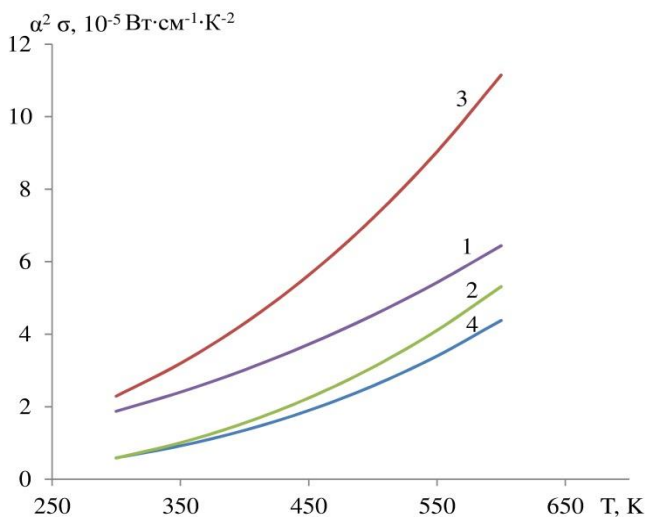
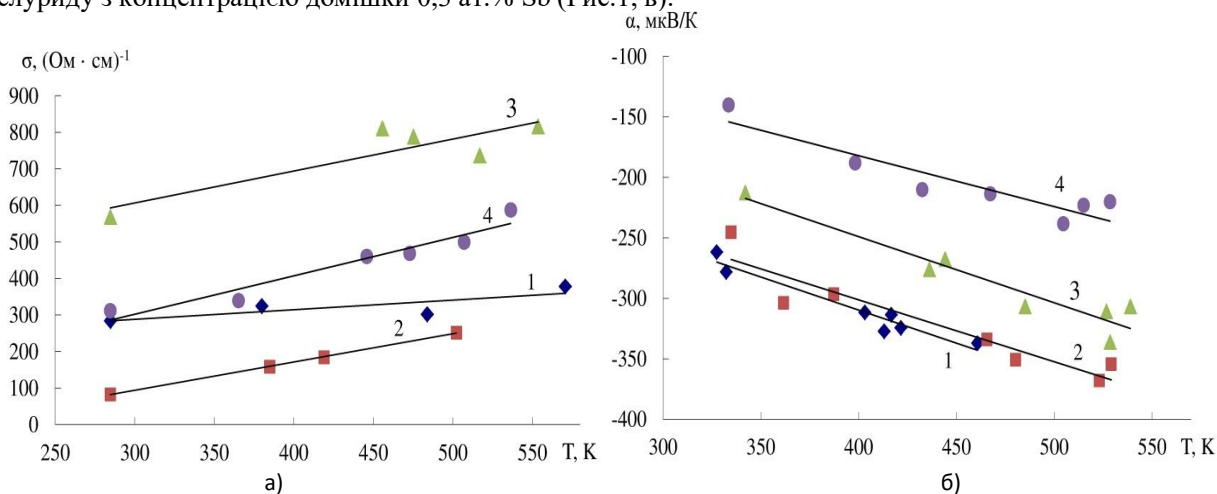
Плюмбум телурид – перспективний термоелектричний матеріал для середньо-температурних (500-700) К перетворювачів теплової енергії, властивості якого можна покращити шляхом легуванням сурмою. При цьому, актуальними є проблеми визначення як оптимальної кількості легуючої домішки так встановлення впливу технологічних умов отримання матеріалу на його властивості.

Бездомішковий та легований плюмбум телурид отримували методом прямого сплавлення попередньо очищених компонентів з їх перемішуванням в процесі синтезу. Отриманий матеріал подрібнювали у агатовій ступці та виділивши фракції розміру 0,05 - 0,5 мм, пресували під тиском 0,75 ГПа, у результаті чого отримували зразки циліндричної форми з  $d = 5$  мм та  $l \approx 10$  мм. Після цього зразки знову піддавались відпалу на повітрі протягом 5 год при температурі 500 К. Отримані зразки володіли стабільним n-типом провідності, коефіцієнт термо-ЕРС та питома електропровідність яких зростає із підвищенням температури (Рис.1, а).

На основі аналізу залежності  $\sigma(T)$  представлені у координатах  $\ln(\sigma) - 1/T$ , оцінено енергію активації провідності, яка для зразків легованих стибієм у кількості 0,1 та 0,3 ат. % становить  $\approx (0,01-0,02)$  еВ.

Припускаючи, що при досліджуваних температурах домінуючим є розсіювання електронів на оптичних фонах, на основі отриманих залежностей  $\alpha(T)$  визначено положення рівня Фермі. Так, для концентрації домішки 0,3 ат. % Sb хімічний потенціал електронів при температурах 300 К і 500 К становить 0,075 еВ і 0,080 еВ, а відповідні концентрації електронів, визначені з використанням чисельного розрахунку інтеграла Фермі, дорівнюють  $\lg(n) = 18,54$   $\text{cm}^{-3}$  та  $\lg(n) = 18,97$   $\text{cm}^{-3}$ . З аналізу розрахованої температурної залежності  $n(T)$ , представлені у координатах  $\ln(n) - 1/T$  отримано енергію активації 0,01 еВ для кристалів PbTe з вмістом стибію 0,3 ат. % Sb. Враховуючи близькість визначених енергій активації з температурних залежностей електропровідності та концентрації електронів, можна зробити висновок про те, що основним чинником росту  $\sigma$  є активація електронів з дефектних рівнів.

На основі аналізу отриманих результатів, зроблено висновок, що оптимальними параметрами для використання в якості матеріалу n- віток термоелектричних перетворювачів володіють зразки плюмбум телуриду з концентрацією домішки 0,3 ат.% Sb (Рис.1, в).



**Рис. 1. Залежність питомої електропровідності  $\sigma$  (а), коефіцієнта термо-ЕРС  $\alpha$  (б) та термоелектричної потужності  $\alpha^2 \sigma$  (в) PbTe:Sb. Вміст Sb, ат. %: 1 (♦) – 0, 2 (■) – 0,1, 3 (▲) – 0,3, 4 (●) – 1,0.**

*Посилання на джерела*

1. Фреїк Д.М., Галушак М.О., Криницький О.С., Матківський О.М. Нові термоелектричні нанокompatитні матеріали (огляд) // Фізика і хімія твердого тіла 14 (2) (2013).

2. Freik D.M. Charge carrier scattering mechanisms in thermoelectric PbTe:Sb/ Freik D.M., Mudry S.I., Gorichok I.V., Dzumedzey R.O., Krynytskyi O.S., Lyuba T.S.// Ukrainian Journal of Physics 2014. – Vol. 59, № 7. – P.706-711.

УДК 537.621; 537.9

## **ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНІ СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ МЕТАЛЕВИХ СПІН-КЛАПАНІВ**

**Логвинов А.М., Пазуха І.М., Чешко І. В., Проценко С.І.**

*Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007 Суми, Україна*

Сучасний етап розвитку електроніки, коли традиційні технології практично вичерпали свій потенціал, характеризується активним пошуком принципово нових підходів до створення енергоне залежних систем зберігання інформації, що відповідає основному пріоритетному напрямку розвитку науки України «Нові речовини та матеріали». З іншого боку, вивчення даного питання дозволить отримати нові наукові результати фундаментального характеру для вирішення прикладних проблем з напрямку «Енергоефективність та енергетика». Оскільки основним очікуваним результатом досліджень роботи буде розробка методики формування термостабільних металевих спін-кляпанних структур як елементів електронних енергоне залежних систем зберігання інформації та пристроїв функціональної електроніки. Крім того, при використанні такої методики можлива реалізація принципу багат шаровості напівпровідникових інтегральних мікросхем, що може бути одним із шляхів вирішення глобальної кризи напівпровідникової електроніки. На даний час на ринку електронних компонент реалізовані лише мікропроцесорні елементи, які створені за технологією багатоядерності кремнієвих мікросхем. Такий підхід дозволив максимально можливо збільшити об'єм та тактову частоту роботи електронного елемента, однак стало лише тимчасовим вирішенням проблеми. Максимальний ефект підвищення швидкодії в системах зберігання інформації можливий лише при створенні ефективних каналів зв'язку між окремими шарами в межах одного напівпровідникового ядра. Запропонована у роботі методика допоможе реалізувати таку технологію та дозволить значно зменшити енерго- та ресурсозатрати в процесі виготовлення електронних систем. Поряд з цим її впровадження не потребуватиме додаткових розробок технологій виробництва, оскільки вона буде повністю сумісна із сучасними технологіями виробництва систем збереження інформації та гібридних інтегральних мікросхем, а термостабільність запропонованих функціональних наноструктур дозволить виготовляти і експлуатувати мікросхеми на їх основі без додаткових обмежень, пов'язаних із впливом факторів зовнішнього середовища.

У роботі представлені результати експериментальних досліджень властивостей плівкових нанорозмірних систем спін-кляпанного типу на основі Co і Cu та Fe і Ag або Au з використанням додаткових функціональних шарів у вигляді мультишарів  $[\text{Co}/\text{Cu}]_n$  та  $[\text{Fe}/\text{Au}]_n$  (з кількістю фрагментів  $n = 4 - 14$ ), одношарових упорядкованих масивів феромагнітних наночастинок  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  і  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  та термостабілізаційних шарів Ru товщиною 3–25 нм. Встановлено, що середні значення показників заломлення  $n_{\text{тр}}$  і  $k_{\text{тр}}$ , утвореного проміжного шару твердого розчину (т.р.) атомів Co в матриці шару Cu в спін-кляпанних системах на основі Cu і Co мають два виражених діапазони: для структурно несучільних шарів ( $d_{\text{ef Cu}} < 20$  нм)  $n_{\text{тр}} = 1,82$  і  $k_{\text{тр}} = -3,34$  та суцільних ( $d_{\text{ef Cu}} > 20$  нм)  $n_{\text{тр}} = 1,00$  і  $k_{\text{тр}} = -5,04$  заміна одного з магнітних шарів спін-кляпана на мультишар  $[\text{Co}/\text{Cu}]_n$  або  $[\text{Fe}/\text{Au}]_n$  призводить до істотного збільшення величини його магнітоопору до значень 0,4 %, яка не змінюється при подальшому відпалюванні наноструктури до температур 900 К. Показано, що в інтервалі температур відпалювання  $T_b = 300-550$  К зразки мають незначну область взаємної дифузії шарів (до 20 нм) обумовлену конденсаційно-стимульованою дифузією та дифузією по міжкристалічних межах, при цьому досягається відносна стабільність робочих характеристик таких функціональних структур (магнітоопір та магнітна чутливість). В інтервалі температур  $600 < T_b < 900$  К активізуються дифузійні процеси на межах поділу між окремими шарами і, як наслідок, процеси утворення неупорядкованих т.р. заміщення Au (Co) та Au(Fe) з кубічною структурою.

Можна зазначити, що отримані результати дослідження фізичних властивостей наноструктур на основі магнітних наночастинок також можуть бути використані при розробці методики формування більш ефективного чутливого елемента нового класу газових датчиків  $\text{NO}_2$ .

Робота виконана в рамках держбюджетної теми № 0116U002623.

УДК 538.971

## ОТРИМАННЯ ТА КОНТРОЛЬ СКЛАДУ МОНОКРИСТАЛІВ $Pb_{1-x}Sn_xTe_{1-y}Se_y$

Луцицький Р.М., Нижникевич В.В., Яцура І.І.

Івано Франківський національний технічний університет нафти і газу  
Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15. e-mail: galuschak@nung.edu.ua

У групі А1УВУ1 пошуки речовин з наперед очікуваними спеціальними фізичними властивостями, які цілком базуються на кристалохімічних закономірностях, привели дослідників до потреби отримання та вивчення кристалів чотирикомпонентної системи  $Pb_{1-x}Sn_xTe_{1-y}Se_y$ . Оскільки найважливішим завданням фізики твердого тіла є встановлення кількісної залежності фізичних і хімічних властивостей кристалів від їх атомної будови і характеру міжатомного зв'язку, нами був розроблений інтерполяційний метод, на основі якого можна розраховувати значення параметрів кристалів в залежності від їх складу.

Наводимо отримані залежності для ширини забороненої зони і густини в залежності від ступеня ізовалентного заміщення в аніонній (X – доля заміни оловом свинцю) і катіонній (Y – доля заміни селеном телуру) підґратках за кімнатної температури:

$$E_g(x, y) = 0,32 - 0,03 \cdot y - 0,5 \cdot x - 0,39 \cdot x \cdot y;$$

$$\rho(x, y) = 8,25 + 0,01 \cdot y - 1,80 \cdot x - 0,281 \cdot x \cdot y.$$

Монокристалічні зливки твердих розчинів  $Pb_{1-x}Sn_xTe_{1-y}Se_y$  були отримані методом Бріджмена-Стокбаргера. Вихідна концентрація дірок становила  $p \sim 10^{19} \text{ см}^{-3}$ . Подальшим ізотермічним відпадом в парах металу були отримані зразки з концентрацією носіїв струму (1017 - 1018)  $\text{см}^{-3}$  як p- так і n-типу провідності.

Особливі труднощі вирощування монокристалів чотирикомпонентної системи PbSnTeSe полягали у визначенні для певного складу значення температури кристалізації, тому що в літературі донині немає таких даних.

Тому були проаналізовані всі доступні нам дані про діаграми стану потрійних твердих розчинів, що обмежують діаграмний квадрат системи PbSnTeSe, і характер зміни кривих солідуса і ліквідуса для складів, що кристалізуються в кубічній структурі. Проведений аналіз показав, що в цьому випадку можна досить точно описати криві солідуса і ліквідуса квадратичною залежністю від складу.

Отримана таким чином формула для температури кристалізації твердих розчинів системи PbSnTeSe - поверхні солідуса - має вигляд:

$$T_c(x, y) = 925 - 150 \cdot x - 97 \cdot y + 28 \cdot x^2 + 252 \cdot y^2 + 96 \cdot x \cdot y - 28 \cdot x^2 \cdot y - 406 \cdot x \cdot y^2;$$

а для температури плавлення - поверхні ліквідуса – вигляд

$$T_l(x, y) = 925 - 106 \cdot x - 7 \cdot y + 16 \cdot x^2 + 162 \cdot y^2 + 276 \cdot x \cdot y - 132 \cdot x^2 \cdot y + 166 \cdot x \cdot y^2.$$

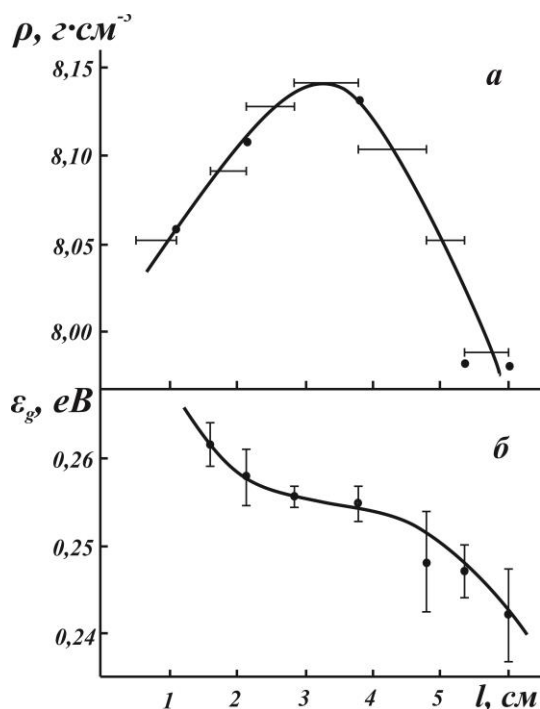


Рисунок 1 Розподіл густини (а) і ширини забороненої зони (б) вздовж монокристалічного зливка

Щоб вибрати потрібний технологічний режим, температура кристалізації визначалась спочатку за отриманою формулою.

Характерний для твердих розчинів розподіл складу вздовж отриманих монокристалічних злиwkів (особливо отриманих методом Бріджмена) не дозволяє однозначно прив'язати отримані значення параметрів кристала до заданого вихідними наважками значення складу. Особливі труднощі виникають в четвертих твердих розчинах, де контроль складу неможливо здійснювати вимірюванням одного з параметрів кристала (наприклад  $E_g$  або постійної ґратки, чи густини) уздовж зливка з використанням відомих емпіричних співвідношень. Для чотирикомпонентних твердих розчинів немає, по-перше, таких емпіричних співвідношень, а, по-друге, потрібно вимірювати вже не один, а два або три параметри вздовж злиwkів.

Для з'ясування цієї обставини нами детально досліджувались кристали прогнозованого складу  $X = 0,1$ ;  $Y = 0,5$ , вирощені методом Бріджмена. Експериментально визначались значення  $E_g$  (ширини забороненої зони) і  $\rho$  (густини) вздовж монозливка. Ширина забороненої зони визначалася зі спектрів поглинання за допомогою залежності  $\alpha^2(h\nu)$ .

Концентрація носіїв становила  $p = (1 - 2) \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ , а товщина плоскопаралельних пластин  $d = (13 - 50) \text{ мкм}$ .

Густина визначалась методом гідростатичного зважування шайб, товщиною  $\sim 1.5 \text{ мм}$ , вирізаних перпендикулярно росту кристала (точки на мал.1а), і більш об'ємних зразків (довжина відрізків на мал.1а відповідає довжині циліндричних зразків). Як видно з мал.1, в середній частині зливка спостерігається область найменшої зміни вимірюваних параметрів, що дозволило зробити припущення про малу зміну складу на цій ділянці.

Використовуючи отриманий розподіл значення ширини забороненої зони та густини вздовж монокристалічного зливка, нами проведено розрахунок складу даних кристалів. Отримані дані вказують на те, що кристал почав рости, маючи менші значення  $Y (\sim 0,1)$  та значення  $X$  близькі до складу наважок. Водночас посередині зливку значення  $Y$  сягають більших значень ( $\sim 0,6$ ), знову зменшуючись до кінця зливка. Отримані результати вказують на зростання температури кристалізації від  $900^\circ\text{C}$  до  $930^\circ\text{C}$  з подальшим зменшенням від середини зливку до його кінця.

---

УДК 539.266+669.018

## ОСОБЛИВОСТІ БЛИЖНЬОГО ПОРЯДКУ У РОЗПЛАВАХ GE-VI

Луцишин Т.І., Шевчук О.В.

<sup>2</sup>ІваноФранківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська 15, Івано-Франківськ, 76000

Фазова рівновага системи Ge-Vi описується простою діаграмою стану з евтектичною точкою, яка практично відповідає нульовій концентрації германію. Близький порядок рідких компонент Ge і Vi має свої особливості, якими в рідкому Ge є конфігурації атомів з рідким пакуванням і вираженими ковалентними зв'язками. Рідкому вісмуту властива структура, складовими якої є мікрообласті з щільним пакуванням, яке відповідає ГЦК-кристалічній ґратці, та мікрообласті з упакуванням типу кристалічної ґратки Vi.

Для з'ясування впливу Vi на структурний стан рідкого Ge аналізувались структурні фактори  $S(q)$  і парні функції розподілу  $g(r)$  розплавів Ge-Vi з вмістом вісмуту в межах від 2.5 до 12.5 ат. %. Структурні фактори розплавів обчислювались за експериментальними кривими інтенсивності, отриманими в мідному  $K\alpha$ -випромінюванні методом рентгенівської дифрактометрії. Крива  $S(q)$  розплаву з вмістом 2.5 ат. % Vi за формою дифракційних максимумів та їх положенням відповідає структурному фактору рідкого Ge з вираженим побічним максимумом при  $q_{\text{поб}}=3.26\text{Å}^{-1}$ . Перший головний максимум кривої  $S(q)$  розплаву фіксується при  $q_1=2.57\text{Å}^{-1}$ , другий – при  $q_2=5.2\text{Å}^{-1}$ . Відношення  $q_1/q_2 = 2.0$ , що властиво для кривої  $S(q)$  рідкого Ge. Із збільшенням концентрації Vi максимуми структурних факторів розплавів зміщуються в малокутову область, однак відношення  $q_1/q_2$  і положення побічного максимуму залишаються сталими.

Детальніший аналіз отриманих результатів проведено з використанням зворотного методу Монте-Карло. З допомогою даного методу було обчислено функції  $S(q)$ , які узгоджуються з експериментальними структурними факторами, що вказує на адекватність отриманих тривимірних моделей реальним структурам. Обчислені парціальні структурні фактори  $S_{Ge-Ge}(q)$ ,  $S_{Ge-Vi}(q)$  і парціальні функції розподілу  $g_{Ge-Ge}(r)$ ,  $g_{Ge-Vi}(r)$  відображають особливості структурного фактору і парних функцій розподілу рідкого германію, що вказує на утворення структурнооднорідного розчину, в якому атоми вісмуту заміщують атоми германію.

---

УДК 538.971

## СИНТЕЗ І ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ PbTe-SnTe

Матеїк Г.Д.<sup>1</sup>, Горічок І.В.<sup>2</sup>, Матківський О.М.<sup>2</sup>, Яворський Я.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська 15, Івано-Франківськ, 76000, Україна

<sup>2</sup>ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»,  
вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна, e-mail:fcss@pi.if.ua

Дослідження альтернативних джерел електричної енергії є одним з найбільш актуальних завдань сучасної науки. Особливим пріоритетом для деяких галузей промисловості, зокрема машинобудування, володіють термоелектричні перетворювачі, що зумовлено, в першу чергу, надійністю їх безперервної роботи впродовж багатьох років, а іноді навіть десятиліть, без особливих вимог до обслуговування.

Ефективність термоелектричних матеріалів визначається безрозмірною термоелектричною добротністю  $ZT = (\alpha^2 \sigma / k) T$ , де  $\alpha$ ,  $\sigma$ ,  $k$ ,  $T$  – коефіцієнт термо-ЕРС, питома електропровідність, коефіцієнт теплопровідності і температура, відповідно. Для діапазону температур  $200-500^\circ\text{C}$ , особливо ефективними є матеріали на основі плумбум телуриду, для яких  $ZT \approx (0.7-0.8)$ . Проте, існує ряд труднощів при отриманні зразків діркового типу провідності. Частково ця проблема може бути вирішена при використанні у якості матеріалу для р-віток термоелементів твердих розчинів на основі PbTe-SnTe. Більшість досліджень таких систем сфокусовані на вивченні оптичних властивостей

матеріалів, переважно складу близького до  $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ . Термоелектричні властивості досліджені значно менше.

Таким чином, встановлення умов, що забезпечать отримання твердих розчинів  $PbSnTe$  з високою термоелектричною добротністю є актуальною задачею і її розв'язання дозволить покращити можливості термоелектричних генераторів на основі пльомбум телуриду.

Зразки для досліджень ( $SnTe$ ,  $PbTe$ ,  $Pb_{0,4}Sn_{0,6}Te$ ,  $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ ) готували методом пресування порошку з наперед синтезованого злитку. Синтез матеріалів проводили у вакуумованих до залишкового тиску  $10^{-4}$  Па кварцових ампулах. Ампули піддавали детальній очистці. Для синтезу використано речовини з вмістом основного компоненту 99,999% (метали та халькогени). Отримані злитки подрібнювали у агатовій ступці та, виділивши фракції розміру (0,05 - 0,5) мм, пресували під тиском 2,0 ГПа. Отримані циліндричної форми зразки піддавали відпалу на повітрі при температурі  $T = 230$  °C на протязі 5 год. Для вимірювання коефіцієнта термо-ЕРС і питомої електропровідності використовували зразки розміром  $d = 5$  мм та  $l \approx 8$  мм, а для вимірювання теплопровідності –  $d = 8$  мм та  $l \approx 10$  мм.

Серед усіх досліджуваних зразків  $SnTe$  характеризується найбільшою питомою електропровідністю та коефіцієнтом теплопровідності і, водночас, найнижчим значенням коефіцієнта термо-ЕРС. При температурі 300 °C термоелектрична добротність становить  $ZT \approx 0,1$ , що є відносно низьким показником.

Для твердого розчину  $Pb_{0,4}Sn_{0,6}Te$  питома електропровідність зменшується у порівнянні з станом телуридом, а коефіцієнт термо-ЕРС при 300 °C збільшується вдвічі. Також, варто відзначити зменшення теплопровідності зразків, що зумовлено як зниженням ґраткової складової, внаслідок збільшення кількості точкових дефектів, так і електронної, оскільки концентрація носіїв зменшилась від значень  $1,4 \cdot 10^{21}$  см<sup>-3</sup> для  $SnTe$ , до  $7,6 \cdot 10^{19}$  см<sup>-3</sup> для твердого розчину  $Pb_{0,4}Sn_{0,6}Te$ . Для встановлення можливості додаткового зменшення теплопровідності частина зразків виготовлена без відсіювання фракції (0-0,05) мм. При цьому, одночасно зі зменшенням величини  $k$  спостерігається незначний ріст питомої електропровідності та зменшення коефіцієнта термо-ЕРС.

Для розчину складу  $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$  величина  $\sigma$  зменшується до значень 10-20 (Ом см)<sup>-1</sup>, а коефіцієнт термо-ЕРС збільшується до 250 мкВ/С при 150 °C. При цьому температурна залежність  $\alpha(T)$  стає немонотонною характеризується максимумом (рис. 3, 6). Суттєве зменшення провідності пояснюється відносно низькою концентрацією носіїв, яка становить  $5 \cdot 10^{18}$  см<sup>-3</sup>.

На основі отриманих залежностей, встановлено що, склад  $Pb_{0,4}Sn_{0,6}Te$  володіє найвищою термоелектричною добротністю, яка при  $T = 300$  °C становить  $ZT \approx 0,3$ .

УДК 538.971

## МЕХАНІЗМИ РОЗСІЮВАННЯ В КРИСТАЛАХ ХАЛЬКОГЕНІДІВ СВИНЦЮ Р-ТИПУ ПРОВІДНОСТІ

Нижникевич В.В., Лучицький Р.М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15. E-mail: galuschak@nung.edu.ua*

Напівпровідники групи  $A^{IV}B^{VI}$  є основними матеріалами для виготовлення пристроїв термоелектричного перетворення енергії, що працюють в середній області температур та лазерів і приймачів випромінювання довгохвильової області інфрачервоного спектра.

Про переважаючі механізми розсіювання в напівпровідниках звичайно говорять за визначеним із різних кінетичних ефектів залежностей часу релаксації від енергії, концентрації носіїв і температури. У сильно вироджених напівпровідниках (напівметалах) залежність рухливості від концентрації визначається зміною часу релаксації при заповненні зони.

Кінетичні параметри напівпровідникових матеріалів у значній мірі визначаються механізмами розсіювання носіїв струму. Відомо, що при низьких температурах, порядку гелієвих, в явищах переносу домінує розсіювання на вакансіях, а при високих – на теплових коливаннях кристалічної ґратки. Детальний теоретичний розрахунок внеску кожного із видів розсіювання носіїв струму суттєво залежить від вибору закону дисперсії. Досліджено домінуючі механізми розсіювання носіїв заряду в монокристалах халькогенідів свинцю р-типу провідності при температурах 4,2-300 К у концентраційному інтервалі  $10^{16}$ - $10^{20}$  см<sup>-3</sup> з використанням квадратичного та неквадратичного законів дисперсії. В роботі показано, що зі збільшенням ширини забороненої зони ( $\epsilon_c$  ( $PbSe$ ) <  $\epsilon_c$  ( $PbTe$ ) <  $\epsilon_G$  ( $PbS$ )) кращу відповідність з експериментальними даними дає неквадратичний закон дисперсії. Реалізацію неквадратичного закону в області високих температур можна пояснити тим, що зі зростанням температури зона легких дірок, яка визначає ширину забороненої зони при низьких температурах, віддаляється від валентної зони і тому зростає вплив зони важких дірок [1].

Дослідження температурних та концентраційних залежностей рухливості носіїв в кристалах халькогенідів свинцю дозволили отримати співвідношення між часом релаксації та концентрацією носіїв  $\tau \sim n^{-1/3}$ , яку можна пояснити розсіюванням вільних носіїв на акустичних та оптичних фонах при кімнатних температурах та на йонізованих домішках при низьких температурах.

З визначення часу релаксації за непараболічним законом виявилось, що при температурі 77 К значення параметра розсіювання найкраще пояснюється розсіюванням носіїв на акустичних фонах, тоді як при 300 К цей параметр пояснюється суперпозицією акустичного розсіювання та розсіювання на полярних коливаннях кристалічної ґратки.

Врахування розсіювання на фонах дає правильну якісну картину, необхідну для характеристики явищ переносу. Роль оптичних полярних фонів значна при температурах 77 та 300 К для концентрацій  $10^{16} - 10^{18} \text{ см}^{-3}$ . При збільшенні концентрації, розсіювання на оптичних фонах зменшується через екранування.

У загальне розсіювання дають дуже малий внесок міждолинні переходи лише в області високих концентрацій ( $\sim 10^{20} \text{ см}^{-3}$ ) і ніколи не є домінуючим видом розсіювання [3]. У певній мірі розсіювання на короткохвильових фонах із обміном електронів між еквівалентними долинами слід враховувати в халькогенідах свинцю р-типу провідності [2].

За високих концентрацій (вищих  $10^{19} \text{ см}^{-3}$ ) розсіювання на оптичних фонах проявляється через їхній деформаційний потенціал, вплив якого на сумарне розсіювання при певних концентраціях стає дуже суттєвим в області кімнатних температур.

Іншим механізмом розсіювання, внесок якого можна оцінити є розсіювання на деформаційному потенціалі оптичних фонів, вплив якого спостерігається при високих температурах і концентраціях носіїв, але у цій області залежність часу релаксації має вигляд, як при розсіюванні на акустичних фонах. Так, стала деформаційного потенціалу, отримана із вимірювань рухливості, може включати у себе деяку частку сталої неполярного оптичного деформаційного потенціалу.

*Посилання на джерела*

1. Д.М. Фреїк, Л.І. Никируй, М.А. Рувінський, В.М. Шперун, В.В. Нижникевич. Розсіювання носіїв струму у кристалах халькогенідів свинцю n-типу // Фізика і хімія твердого тіла, 2(4), сс. 99-102 (2001).

2. Н.П. Гавалешко, П.Н. Горлей, В.А. Шендеровский. Узкозонные полупроводники: получение и физические свойства. Наук.думка, Киев. 256 с. (1984).

3. Ю.И. Равич, Б.А. Ефимова, И.А. Смирнов. Методы исследования полупроводников в применении к халькогенидам свинца PbSe, PbTe, PbS. Наука, М. 384 с. (1968).

4. Д.М. Фреїк, Л.І. Никируй, І.В. Калитчук, В.В. Нижникевич. Особливості зонної структури та механізми розсіювання носіїв заряду електронних кристалів халькогенідів свинцю // Науковий вісник ЧНУ: Фізика. Електроніка, 102, сс. 78-81 (2001).

---

УДК 621.382.82

## КРЕМНІЄВІ ЕПІТАКСІЙНІ СТРУКТУРИ (КЕС) – ЯК МЕТОД ОТРИМАННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ СТРУКТУР СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Новосядлий С.П., Бережанський В.М., Бойко С.І.

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника  
м.Івано-Франківськ, вул.Шевченка 57, e-mail:berezhansky@mail.ru*

Одна із актуальних задач геліотехніки – зниження ціни ФЕП (фотоелектричних перетворювачів). Для вирішення цього питання необхідно: 1) добитися зниження вартісної ціни вихідного напівпровідникового матеріалу; 2) спростити і здешевити технологію формування структур фотоперетворювачів; 3) досягнути підвищення к.к.д. СЕ (сонячних елементів) за рахунок конструкторсько-технологічних удосконалень.

Із напівпровідникових матеріалів, які сьогодні використовуються для виготовлення фотоперетворювачів, найбільш поширене отримав монокремній, який використовувався в ролі бази і є несучим елементом конструкції перетворювача. Отримання монокристалічного кремнію із заданими електрофізичними властивостями є дорогавартісною операцією вирощування монозливків, яка вимагає застосування високотемпературних прецизійних процесів ( $T = 1427^\circ \text{C}$ ), використання високотемпературного спеціального устаткування росту та матеріалів високої чистоти ( $< 10^{-4} \%$ ). Сильнолегований кремній, який не проходить спеціальної очистки (його ще називають металургічним кремнієм), більше ніж в 100 разів дешевий того монокремнію, який сьогодні використовується для створення СЕ з високою ефективністю, використовуючи Si-підкладки, які ідуть на виготовлення ІС.

Формування базової області в епітаксійному шарі зводиться до нарощення плівок з питомим опором  $0,1 - 10 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ , що не передбавляє сьогоденної якоїсь складності при використанні процесів осадження із газової фази і допускає застосування реагентів без їх глибокої очистки. Перевага епітаксії в тому, що виключаються такі домішки як ізоконцентраційний кисень і вуглець.

Застосування методів епітаксійної технології доцільно ще і тому, що можна сумістити в єдиному циклі послідовне формування базової області СЕ та високолегованого, ( $\approx 10^{13} \text{ см}^{-3}$ ) також  $n^+$  чи  $p^+$  шару товщиною 0,1-0,35 мкм. Явище автолегування, яке має місце при осадженні шарів на сильнолегованих підкладах і є негативним в технології ІС, для технології СЕ є позитивним. Викликане автолегуванням проникнення домішки в епі-шар призводить до виникнення витягнутого електричного поля в базі СЕ поблизу металургічної межі, що і сприяє підвищенню параметрів СЕ, зокрема напруги холостого ходу  $V_{OC}$  і фактору заповненості  $FF$ .

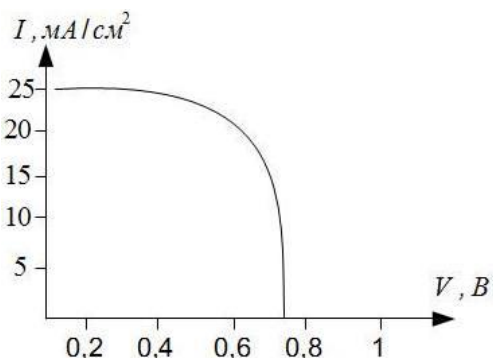


Рис. 1. Вольт-амперна характеристика СЕ на основі епітаксійної плівки Si із структурою  $p-p^+$  при освітленні в умовах АМО.

Епітаксійні структури типу  $n-n^+$ ,  $p-p^+$  були отримані в хлоридному епітаксійному процесі, реалізованому у вертикальному реакторі установки УНЕС-2ПКА під завантаження підкладок  $\varnothing 150\text{мм}$  на карбідизованому графітовому підставі (піраміді). В ролі Si-підкладок використовувались плівки Si, леговані бором (КДБ) чи фосфором (КЕФ) до концентрації  $5 \cdot 10^{18} \text{см}^{-3}$ , з орієнтацією (111). Необхідну величину питомого опору епі-шару досягалися введенням в газову суміш  $\text{SiCl}_4 + \text{H}_2$ , трибромистого бору  $\text{BBr}_3$  або диборану  $\text{B}_2\text{H}_6$  або трихлористого фосфору  $\text{PCl}_3$  або фосфіну  $\text{PH}_3$ . Параметри отриманих шарів вимірювались з використання автоматизованого тестового контролю на системі АУК-ТЕСТ. Із Si-підкладки  $p$ -типу з питомим опором  $\rho = 0,001 \text{ом} \cdot \text{см}$  товщиною 350мкм та епітаксійного шару  $p$ -типу  $\rho = 4 \text{ом} \cdot \text{см}$ , товщиною

20-30мкм виготовлялись структури СЕ без просвітлюючого покриття. На поверхні епітаксійної плівки утворювались гомо- $p-n$ -перехід в результаті дифузії фосфору чи імплантації фосфору на глибину 0,5мкм із опором  $\rho_s = 10 \text{ом} / \square$ .

Після нанесення контактів на тильну сторону та формування струмозбираючої гребінки із алюмінієвого сплаву АКГ-0-1-1 вирізались елементи площею  $10 \times 20 \text{мм}^2$ . Типова для всіх СЕ навантажувальна характеристика, що виміряна під імітатором сонячного випромінювання на основі вольфрамової лампи в умовах АМО при інтенсивності світлового потоку  $1360 \text{Вт} / \text{м}^2$  подана на рис. 1. Коефіцієнт заповнення такого елемента складає  $FF = 0,71$ , а к.к.д  $\eta = 10,2\%$ .

Якщо для такого СЕ використати просвітлююче покриття, яке підвищує к.к.д. на 30%, то такий

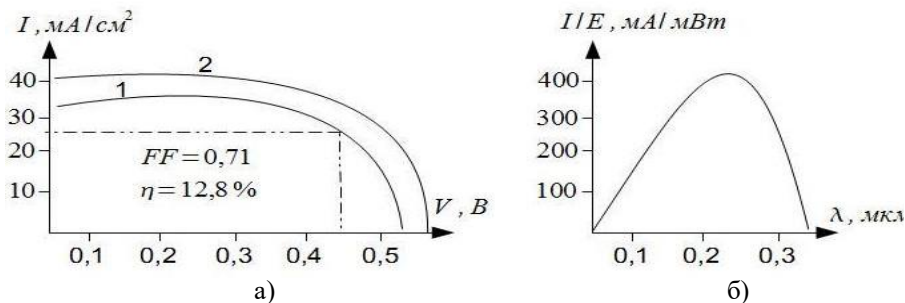


Рис. 2. ВАХ СЕ на основі КЕС  $p-p^+$  а) і моно-Si ЗП б).

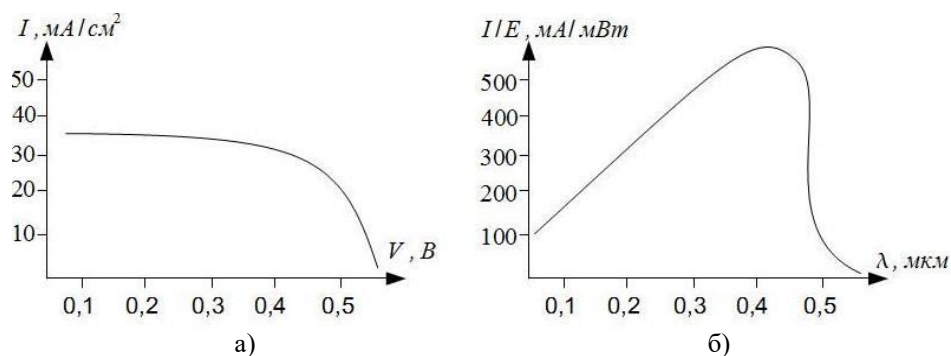
вже елемент забезпечує к.к.д  $\eta = 13\%$ . На рис. 2а, приведені навантажувальні характеристики СЕ при їх освітленні вольфрамовою лампою розжарення з інтенсивністю світлового потоку  $55 \text{Вт} / \text{см}^2$ . Просвітлення на даний елемент не наносилось, щоб не спотворювати спектральної чутливості СЕ, яка подана на

рис. 2б. Спектральна чутливість СЕ вимірювалась на монохроматорі МДР-3. Виготовлені елементи мали дзеркальний тильний контакт із хромового сплаву ВХ-2К. Так як у високолегованій підкладці проходить помітне поглинення довгохвильового випромінювання на вільних носіях заряду, то зменшення товщини приводить до збільшення чутливості елемента в довгохвильовій області спектру за рахунок відбивання від тильного контакту і поглинання в базі вже під час оберненого ходу променя. На цьому ж рисунку приведена спектральна чутливість СЕ, виготовлених на моно-Si ЗП  $p$ -типу з питомим опором  $\rho = 2 \text{ом} \cdot \text{см}$ , товщиною 350мкм, які дали  $\eta = 13,8\%$ .

Порівнюючи криві на рис. 2 бачимо, що елементи з товстою і тонкою базою (КЕС), як з наявності витягнутого поля (за рахунок дифузії домінує із підкладки в епішар) мають майже однакову чутливість у всьому спектральному діапазоні.

Для виготовлення СЕ використовують також епітаксійні структури  $n-n^+$  із наступними параметрами: сильнолегована фосфором підкладка ( $n^+$ -типу) з концентрацією домішок  $2 \cdot 10^{19} \text{см}^{-3}$  товщиною 250мкм та епітаксійна плівка з питомим опором  $4,5 \text{ом} \cdot \text{см}$ , товщиною 30мкм. На рис 8.3 а і б, приведена навантажувальна а) та спектральна характеристики даної структури СЕ. В ролі просвітлюючого покриття тут використовувалась плівка  $\text{ZnS}$ .





**Рис.3. ВАХ СЕ на основі епішару із структурою  $n-n^+$  при освітленні в режимі АМО а) і її спектральна чутливість б).**

Як за ефективністю ( $\xi$ ) так і за спектральною чутливістю вони не відрізняються від СЕ, виготовлених на  $p-p^+$ -структурі, хоча товщина епішару в КЕС може бути знижена до 20-30 мкм. Таким чином, епітаксійні структури  $p-p^+$ ,  $n-n^+$ , типів можуть з успіхом використовувати в геліотехніці. Очевидно, що управління розподілом домішок в  $p$ - і  $n$ -областях таких структур, зокрема, імпульсний фотонний відпал дозволяє певними чином покращувати їх ВАХ. Це вказує на те, що спрацьовує гетерна область  $n^+$  чи  $p^+$ -типів, що покращує чистоту базового шару.

*Посилання на джерела*

1. Новосядлий С.П., Суб- і наномікронна технологія структур ВІС- Івано-Франківськ, Місто НВ – 2010 – 455с.

УДК 538.971

## ТОЧКОВІ ДЕФЕКТИ ТА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛЮМБУМ ТЕЛУРИДУ ЛЕГОВАНОГО СРІБЛОМ

Прокопів В.В.<sup>1</sup>, Межиловська Л.Й.<sup>1</sup>, Мазур М.П.<sup>2</sup>, Мазур Т.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», вул. Шевченка, 57 Івано-Франківськ, 76018, prkvv@i.ua

<sup>2</sup>ІваноФранківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15, Івано-Франківськ, 76000

Питання щодо підвищення ефективності перетворення теплової енергії в електричну в останні роки набуло особливого значення у зв'язку з усвідомленням вичерпності викопних видів палива та значними викидами в атмосферу при їх спалюванні шкідливих газів, які забруднюють оточуюче середовище, пошкоджують озоновий шар Землі та викликають глобальні зміни клімату.

Серед усіх термоелектричних матеріалів слід відзначити плумбум телурид ( $PbTe$ ), оскільки основні його параметри можна ефективно змінювати шляхом легування та створення твердих розчинів. Особливо перспективною домішкою при цьому є срібло.

В роботі проведено синтез та досліджено дефектну структуру і термоелектричні властивості плумбум телуриду легovanого сріблом.

Синтез матеріалів проводили у вакуумованих до залишкового тиску  $10^{-4}$  Па кварцових ампулах. Використовували речовини з вмістом основного компоненту 99,99% (метали та халькогени), які піддавали додатковій очистці. Для підвищення гомогенності сполук в процесі синтезу здійснювали їх примусове перемішування. Охолодження здійснювали зі швидкістю  $5^\circ\text{C}/\text{год}$  до температури  $330^\circ\text{C}$ , а надалі – з швидкістю до  $10^\circ\text{C}/\text{год}$ . Отримані злитки подрібнювали у агатовій ступці та, виділивши фракції розміру (0,05 – 0,5) мм, пресували під тиском 1,5 ГПа. Отримані циліндричної форми зразки з  $d = 5$  мм та  $h \approx 8$  мм піддавали відпалу на повітрі при температурі  $T = 228^\circ\text{C}$  або  $T = 300^\circ\text{C}$  на протязі 5 годин. Фазовий склад і структуру синтезованих злитків та зразків досліджували X-дифракційними методами на автоматичному дифрактометрі STOE STADI P (виробник фірма „STOE & Cie GmbH”, Німеччина). Коефіцієнт термо-ЕРС  $\alpha$ , питому електропровідність  $\sigma$  та коефіцієнт теплопровідності  $k$  визначали за описаними у роботі [1] методами.

Встановлено, що зразки нелегованого матеріалу та з вмістом домішки  $< 0,3$  ат. % є однофазними незалежно від температури відпалу, а при концентрації домішки  $> 0,5$  ат. % у зразках  $PbTe:Ag$  присутня фаза чистого свинцю ( $Pb$ ), що зумовлено досягненням меж розчинності домішки.

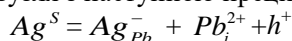
Коефіцієнт термо-ЕРС зразків з вмістом домішки  $< 0,5$  ат. % Ag є практично однаковим і досягає максимальних значень 500 мкВ/К при температурі  $100^\circ\text{C}$ .

Коефіцієнт теплопровідності зростає з збільшенням кількості домішки від 0 до 0,5 ат.% Ag. При вищих концентраціях срібла спостерігається його зменшення.

Залежність холлівської концентрації та рухливості вільних носіїв заряду від кількості введеного срібла характеризується немонотонною залежністю з максимумом, положення якого залежить від температури відпалу зразків. При температурі відпалу 228 °С максимум відповідає концентрації 0.5 ат.% Ag, а при температурі відпалу 300 °С – 0.3 ат.%.

Зразки бездомішкового плюмбум телуриду отримані зі злитку з стехіометричної шихти методом холодного пресування з відпалом на повітрі при температурі 228 °С характеризуються n-типом провідності. Легування сріблом призводить до значного зменшення електропровідності, але переходу в р-тип не відбувається [2].

Для встановлення причин акцепторної дії срібла у  $PbTe$  було проведено кристалохімічний та квазіхімічний аналіз дефектної підсистеми  $PbTe:Ag$ . Зроблено висновок про заміщення сріблом атомів плюмбуму, шляхом їх витіснення у міжвузля з наступною преципітацією.



Оскільки міжвузловий атом плюмбуму є двократним донором ( $Pb_i^{2+}$ ), а атом аргентуму у катіонному вузлі – однократним акцептором  $Ag_{Pb}^-$ , то це може бути поясненням слабкої акцепторної дії срібла.

Такі припущення механізму дефектоутворення в плюмбум телуриді легуваному сріблом підтверджуються встановленим збільшенням сталої ґратки з ростом вмісту (Ag) та появою слідів фази чистого свинцю ( $Pb$ ).

#### Посилання на джерела

1. Фреїк Д.М. Методи вимірювання теплопровідності напівпровідникових матеріалів (огляд) / Д.М. Фреїк, Р.Я. Михайльонка, В.М. Кланічка // Фізика і хімія твердого тіла. – 2004. – Т. 5, № 1. – С. 173–191.
2. Лоп'яно М.А. Термоелектричні властивості легуваного сріблом плюмбум телуриду / М.А. Лоп'яно, С.І. Мудрий, С.В. Оптасюк та ін. // Фізика і хімія твердого тіла. – 2016. – Т. 17, № 2. – С. 188–192. DOI: 10.15330/pcss.17.2.188–192

УДК (553.981:548.562):620.91

## ЩОДО ОЦІНКИ ГАЗОГЕНЕРУЮЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОСНОВНИХ ГАЗОМАТЕРИНСЬКИХ ПОРІД У МЕЖАХ ЧОРНОГО МОРЯ

Трубенко О.М., Мазур М.П., Трубенко А.О., Ігнатюк О.Г.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
Івано-Франківськ, Карпатська, 15, 76019, geotom@nung.edu.ua

Аналіз даних з цілого світу свідчить, що на сьогодні відкрито понад 250 родовищ газогідратів, прогнозні ресурси яких перевищують всі розвідані на Землі сумарні запаси вугілля, нафти і газу.

Не зважаючи на десятирічні дослідження газових гідратів, де виконано значний об'єм науково-дослідних робіт, але на даний час ще не вдалося досягнути значних результатів у теоретичних питаннях механізму їх утворення та існування, а також не встановлено однозначно межі їх просторового розміщення і не оцінені реальні їх ресурси. У зв'язку з тим, що у межах Чорного моря виконаний недостатній об'єм глибинного буріння, більшість даних використано по газоматеринським породам, які опубліковані переважно, по прибережній частині [1].

Стратиграфічний діапазон порід, який вважається в межах акваторії Чорного моря газоматеринським є досить широким від силуру до пліоцену включно. Основними газогенеруючими відкладами слід рахувати породи нижньої-середньої юри, аптсько-альбського ярусів, верхнього еоцену-нижнього олігоцену та міоцену. Одним з найперспективніших є олігоценно-нижньоміоценовий (майкопський) комплекс, складений аргілітами, пісковиками, алевролітами. Вивчення літології та особливостей розповсюдження відкладів майкопської серії шельфу та континентального схилу Чорного моря має значні перспективи оскільки з цими осадовими утвореннями, на нашу думку, пов'язані перспективи відкриття не тільки скупчень нафти і газу, а і газогідратних покладів.

Цей комплекс порід має значну товщину, оскільки він сформувався у межах прогинів, які переважно перебували у процесі занурення, хоча і нерівномірного. Так зокрема товщина майкопських відкладів у Каркінітсько-Північнокримському прогині в його осьовій частині досягає 1600 м, дещо зменшується на бортах до 500-600 м, при глибині залягання біля 300-2500 м. У центральній частині Індоло-Кубанського прогину, в його центральній частині товщина відкладів перевищує 4000 м, та зменшується в бортах до 1000 м і повністю виклинюється в передгірських районах Криму. У межах Чорноморської мегазападини товщина відкладів змінюється від 0-1500 м до 4000-5000 м. У прогинах Сорокіна, Керченсько-Таманського, Туапсинського товщина майкопської серії більше 4000 м, при глибині її залягання понад 6000 м [2].

У результаті комплексного дослідження кернового та промислово-геофізичного матеріалів по свердловинах, які розкрили даний розріз, у межах акваторії Чорного моря, виділено нижньо-, середньо- і верхньо-оцієнові, нижньо-, середньо- і верхньомайкопські, середньо-, верхньоміоценові, нижньо-, середньо- і верхньопліоценові та антропогенові відклади. Одним з найперспективніших є олігоценно-нижньоміоценовий (майкопський) комплекс, складений аргілітами, пісковиками, алевролітами.

Вивчення літології та особливостей розповсюдження відкладів майкопської серії шельфу Чорного моря має значні перспективи оскільки з цими осадовими утвореннями, на нашу думку, пов'язані перспективи відкриття газогідратних покладів.

Незважаючи на широке площове поширення відкладів еоцену і майкопу, нафтогазоматеринська характеристика цих відкладів висвітлена тільки в окремих працях [3, 4]. Особливо це стосується порід верхнього еоцену і нижнього майкопу з центральних, найбільш занурених і складних для визначення нафтогазогенераційного потенціалу прогинів.

Органічна речовина порід майкопу представлена трьома морфологічними типами: дисперсно-розсіяним, гумусоподібно-аморфним і вуглистим. У зразках порід рідко є присутній один тип органічної речовини, зазвичай зустрічаються два або три типи. Також можна виділити, що дуже рідко домінує тонкодисперсна органічна речовина, на долю інших різновидів припадає незначна концентрація. Форма гумусоподібного типу ОР ниткоподібна, довгаста, лінзовидна і приривчаста. Вуглистий тип ОР відзначається у вигляді зерен в основному алевритового розміру. За різними даними, зона термогазогенерації у прогинах Чорноморського регіону має широкий стратиграфічний діапазон від еоцену до верхнього міоцену і товщина цієї зони становить декілька кілометрів. Найсприятливіші характеристики газогенерації виявлені у глинах еоцену і нижнього майкопу. Майкопські глинисті породи містять гумусово-сапропелеві органічні речовини, серед яких переважають сапропелеві ОР [5].

На думку багатьох дослідників, генераційний потенціал майкопських відкладів має великий потенціал. Зокрема їх органічна речовина містить кероген II/III типу,  $C_{орг} = 0,12 - 18,1 \%$ . Параметр  $(S_1+S_2) = 0,71 - 127,33$  кг ВВ/т породи,  $HI = 110-680$  міліграм ВВ/г  $C_{орг}$ . Проте за деякими дослідженнями відмічено, що кращим генераційним потенціалом володіє лише нижня частина майкопської серії [6].

Зокрема, за даними групи ЮНЕСКО МДУ результати піролізу зразків грязевулканічних брекчій з центральної частини моря і з прогину Сорокіна (69 проаналізованих проб), такі: 10 % віднесені до глин середнього майкопу і мають підвищений генераційний потенціал, який становить від 6 до 19 кг вуглеводнів на тонну породи; 25 % проб складені глинами нижнього і середнього міоцену, останні характеризуються середніми генераційним потенціалом; решта 65 % проб мають дуже низький генераційний потенціал. Значення водневого індексу і показника термічної зрілості органічної речовини вказаних зрізків свідчать, що кероген відноситься до II і III типів. Накопичення органічної речовини відбувалося в морських і прибережних морських умовах. Термічна зрілість органічної речовини невисока (від  $410^\circ$  до  $434^\circ$ ) [7].

За даними [3, 7] майкопські відклади характеризуються градаціями катагенезу  $MK_{1-3}$ , вмістом  $C_{орг}$  до 0,7 %, бітумоїдний коефіцієнт сягає 7,7, що свідчить про інтенсивні процеси утворення бітумів і вуглеводнів, хоч ступінь катагенетичного перетворення органічної речовини і, як слідство нафтоматеринський потенціал товщі, значно змінюються за її простяганням залежно від палеогеографічних умов осадконагромадження, швидкості прогинання, геотермічного режиму, літології тощо.

На базі виконаного аналізу глибин залягання і товщин стратиграфічних підрозділів еоценових і майкопських відкладів, із використанням даних літологічних та геохімічних параметрів, нами попередньо встановлені райони поширення потенційно газоматеринських порід. Залягання основних газопродукуючих верхньоеоценових і нижньомайкопських глин, які збагачені органічним вуглецем, прогнозується в Західночорноморській, Центральнорноморській та Східночорноморській западинах та у прогині Сорокіна.

#### Посилання на джерела

1. Баженова О.К. Общерегулярности нефтеобразования в осадочных бассейнах Кавказско-Скифского региона [Текст] / О.К. Баженова, Н.П. Фадеева, Ю.А. Петриченко, М.Л. Сент-Жермес, Е.Е. Тихомирова // Геодинамика и нефтегазовые структуры Черноморско-Каспийского региона. Тезисы докладов. – Симферополь, 2002. – 26-28 с.
2. Нетрадиційні джерела вуглеводнів України : монографія. У 8 кн. Кн. 3. Південний нафтогазоносний регіон / В. А. Михайлов, І. М. Куровець, Ю. М. Сеньковський, С. А. Вишва, К. Г. Григорчук, В. М. Загнітко, В. П. Гнідець, О. М. Карпенко, С. С. Куровець - К. : ВПЦ "Київський університет", 2014. – 215 с.
3. Пономарева, Л.П. Рассеянное органическое вещество и адсорбционные свойства майкопских отложений западной части Азовского моря [Текст] / Л.П. Пономарева, Г.Г. Ткаченко, Ю.И. Деркач // Нефтематеринские свиты и принципы их диагностики. – М.: Наука, 1979. – 175-182 с.
4. Иванов, М.К. Фокусированные углеводородные потоки на глубоководных окраинах континентов: Автореферат докторской диссертации. [Текст] – М. – 1999. – 74 с.
5. Углеводородный потенциал Восточно-Черноморского нефтегазоносного бассейна на основе моделирования / Т. Р. Месхи, А. Л. Мейснер, Н. П. Фадеева, Е. Н. Полудеткина // Сборник докладов международной научно-практической конференции Литологические и геохимические основы прогноза нефтегазоносности. — Санкт-Петербург, 2008.
6. Афанасенков А.П., Никишин А.М., Обухов А.Н. Геологическое строение и углеводородный потенциал Восточно-Черноморского региона. – М.: Научный мир, 2007. – 172 с.
7. Геохимическая характеристика и нефтегазоматеринский потенциал мезозойских и кайнозойских отложений Восточного Причерноморья / О.К. Баженова, Н.П. Фадеева, А.М. Никишин и др. // Вестник МГУ. — Т. 6 из 4 Геология. — МГУ Москва, 2006. — С. 43–51.

УДК669.621.315

## ПЕРСПЕКТИВНІ ТОНКОПЛІВКОВІ МАТЕРІАЛИ ІЗ НАНОВКЛЮЧЕННЯМИ ДЛЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Яворський Р.С., Никируй Л.І., Яворський Я.С., Запихляк Р.І.

<sup>1</sup>ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»,  
буль. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна, liubomyr.nykyrii@ri.if.ua

<sup>2</sup>Математично-природничий факультет Жешувського університету,  
вуль. Пігонія 1, Жешув, 35-959, Польща, roctyslaw@gmail.com

Протягом багатьох років тема пов'язана з енергетикою є однією з найважливіших питань, не тільки в Україні, а й у світі. Довгострокові прогнози показують, що до 2050 року ми споживатимемо до трьох разів більше енергії, ніж зараз. До сих пір звичні для нас ресурси, такі як вугілля, нафта і природний газ, покривали попит на енергію, але через виснаження їх запасів, вони використовуватимуться все рідше. Тому актуальним стало питання використання альтернативних джерел енергії. Найбільш часто використовуваними стали фотоелектричні модулі. Основною перевагою фотоелементів є використання невичерпного і екологічно чистого джерела енергії, на основі Сонця.

Тонкоплівкові структури привертають увагу дослідників через можливості плавного регулювання їх параметрів технологічними методами, суттєве покращення характеристик порівняно із об'ємними матеріалами через використання квантових ефектів, зумовлених пониженням розмірності. Крім того, малі розміри призводять до зменшення ринкової вартості таких елементів. Все це спричинює їх широке використання у приладових структурах сучасної електроніки [1-2]. Найбільш цікавими є тонкоплівкові напівпровідникові наноструктури та матеріали із квантовими крапками, які проявляють особливі властивості, пов'язані із поведінкою густини станів та оптичними відгуками. Виникнення впорядкованих структур на поверхні та в епітаксійних напівпровідникових плівках охоплює широкий спектр явищ у фізиці твердого тіла й в напівпровідниковій технології [1]. Створення 0D (квантових крапок) і 1D (ниткоподібних нанокристалів) нанооб'єктів є актуальним як для фундаментальної фізики, так і для потенційних застосувань в електронних та оптоелектронних приладах.

Широкий спектр фізичних властивостей нанокристалічних плівок на основі напівпровідників II-VI знайшов відображення у масовому їх використанні при виготовленні акустоелектричних приладів (підсилювачів і детекторів ультразвуку, тензодатчиків), світлодіодів, адресних комутаторів в оптичних запам'ятовувачих пристроях, електролюмінесцентних екранів, електрооптичних елементів і т.д. [3]. Останніми роками зростає зацікавлення до матеріалів типу CdX (де X – S, Se, Te), як одних із найбільш перспективних для виготовлення на їх основі плівкових фотоелектричних перетворювачів енергії. Зокрема, як відзначено у [4], ефективність кращих лабораторних зразків тонкоплівкових CdTe сонячних елементів становить 16–17%, а її теоретична межа — 28–30%. Вартість модулів упродовж останніх п'яти років зменшилась утричі й переступила рубіж 1 дол. США/Вт, тобто стала значно нижчою у порівнянні з модулями на кремнієвих пластинах.

Оксид цинку (ZnO) є напівпровідниковим матеріалом групи II-VI з шириною забороненої зони ~3,37 eV [5]. ZnO має високу хімічну і механічну стабільність, крім того, він нетоксичний і широко поширений в природі. Останнім часом, прозорі провідні оксиди (TCOs) були добре вивчені. Оксид цинку є одним з найбільш перспективних матеріалів для виготовлення нового покоління оптико-електронних приладів в УФ-області. Справді, високий оптичний коефіцієнт пропускання у видимій області спектра, і низький питомий опір роблять ZnO важливим матеріалом для виготовлення тонкоплівкових електродів в аморфних кремнієвих сонячних елементів [6].

Тому розробка методів синтезу і вивчення механізмів осадження тонких плівок із наноконденсатами чи тонкоплівкових структур із квантовими крапками являє як науковий, так і прикладний інтерес.

### Особливості технології наноматеріалів на основі напівпровідників II-VI

До основних методів отримання наноматеріалів відносяться порошкова технологія, інтенсивна пластична деформація, контрольована кристалізація з аморфного стану та плівкова технологія. Найбільше поширення для отримання плівок отримали вакуумні методи напылення (включаючи молекулярно-променевою епітаксію) та газозфазне осадження [3]. Залежно від температури підкладки і швидкості осадження, можна отримувати монокристалічні, полікристалічні або аморфні плівки.

До особливостей отримання сполук II-VI відносять:

1. Висока температура плавлення (напр., для CdTe  $T_{пл} = 1365$  K).
2. Сублімація з дисоціацією при випаровуванні ( $AB \rightarrow A + 1/2B_2$ ).
3. Велика різниця тиску компонентів ( $P_A, P_B$ ) сполук.
4. Двофазність (сфалерит та в'юрцит). Сфалерит відповідає найщільнішій кубічній (3C) ґратці

AaBbCcAaBbCc... кристалографічних площин, у той час як в'юрцит характеризується найщільнішою гексагональною (2H) ґраткою ...AaBbAaBbAaBb.

5. Політипізм (низька енергія утворення дефектів пакування).
6. Несиметрична область гомогенності.

Все це ускладнює отримання монокристалів та плівок з керованими властивостями.

У зв'язку із сказаним вище, дослідження методів синтезу та властивостей плівок на основі сполук II-VI конкретного складу важливі як для практичного їх використання, так і для вивчення

фундаментальних фізичних і хімічних процесів, які мають місце при отриманні та експлуатації напівпровідникових структур.

#### **Структури із квантовими крапками**

Впровадження напівпровідникових квантових крапок на основі CdX (де X – S, Se) викликало загальну увагу через їх високий потенціал до поглинання світла. Спектр поглинання CdS знаходиться нижче 550 нм, так як ширина забороненої зони  $E_g = 2,25$  eV. Ступінь поглинання CdSe може бути розширений до 720 нм ( $E_g = 1,7$  eV). Таким чином, деякі дослідники використовують комбінацію квантових точок (CdS і CdSe) для елементів на основі ZnO щоби розширити спектр поглинання і підвищити ефективність фотоелементів [7].

Враховуючи значну кількість теоретичних робіт, важливе практичне значення мають методи отримання нанокристалічних матеріалів, які б забезпечили добре відтворення та високу ступінь керування властивостями у процесі вирощування.

#### **Бінарні сполуки із поверхневими наноконденсатами**

Складність формування тонкоплівкової структури зумовлена дотриманням технологічного процесу із реалізацією наступних стадій: утворення двовимірних кластерів – острівців, що є сукупністю щільноупакованих і приблизно вертикальноорієнтованих молекул; утворення зародків нової фази – нуклеатів; ріст нуклеатів; злиття нуклеатів з утворенням менш щільно упакованої твердої фази.

Згідно фундаментальних робіт [8-11], при парофазному осадженні домінують дифузійний (визначається коефіцієнтом об'ємної дифузії) та вагнерівський (контролюється швидкістю утворення хімічних зв'язків) механізми росту наноутворень. Відзначені механізми характеризуються відповідними потоками часток  $j = j_0 + j_v$ . За умови реалізації дифузійного механізму ( $j = j_0$ ,  $j_v = 0$ ), відношення максимальних ( $r_g$ ) до критичних (середніх) розмірів острівців ( $r_k$ ) чисельно рівне  $r_g / r_k = 3/2$ . Якщо ж домінує тільки кінетика переходу через межу «кластер-матриця» ( $j = j_v$ ,  $j_0 = 0$ ), то реалізується вагнерівський, електронний процес  $ir_g / r_k = 2$ .

Були виконані дослідження для структур CdTe/скло та CdTe/ситал, отриманих за різних технологічних факторів [12]. Отримано, що відношення  $r_g / r_k$  з часом осадження  $\tau$  (при сталих  $T_B$ ,  $T_{II}$ ,  $T_C$ ) близьке до значення  $\approx 1,5$ . Останнє вказує на переважання дифузійного механізму росту наноструктур, тобто через взаємодію часток «пара – тверда фаза» з домінуванням хімічної, електронної складової зв'язку. Цей механізм росту суттєво не змінюється як при зміні температур осадження  $T_{II}$ , так і випаровування  $T_B$ .

#### *Посилання на джерела*

1. Фреїк Д.М. Напівпровідникові тонкі плівки – сучасний стан (огляд) / Д.М. Фреїк, В.М. Чабанюк, Л.І. Никируй. // Фізика і хімія твердого тіла. – 2006. – Т. 7, №3. – сс. 405-417.
2. Шпак А.М. Парофазні методи отримання наноструктур / А.П. Шпак, Д.М. Фреїк, Ю.А. Куницький, І.І. Чав'як. // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. – 2009. – Т. 7, №4. – сс. 1089-1111.
3. Viswanatha R. Growth of Semiconducting Nanocrystals of CdS and ZnS. R. Viswanatha, S. Sapra, H. Amenitsch, V. Sartori, D.D. Sarma // J. Nanosci. Nanotechnol – 2007. – V. 7. – pp. 1726-1729.
4. Косяченко Л.А. Перспективи застосування тонкоплівкового телуриду кадмію в сонячній енергетиці / Л.А. Косяченко, Є.В. Грушко // Укр.фіз.журн. (Огляди). – 2012. – Т. 7, №1. – сс. 3-30.
5. Özgür Ü. Comprehensive view of ZnO material and devices / Ü. Özgür, Ya.I. Alivov, C.Liu, A. Teke, M.A. Reshchikov, S. Doğan, V. Avrutin, S.J. Cho, and H.A. Morkoç // J. Appl. Phys. Rev. – 2005. – V. 98. – p. 041301.
6. Role of defects in tailoring structural, electrical and optical properties of ZnO / Dutta S, Chattopadhyay S, Sarkar A, Chakrabarti M, Sanyal D, Jana D. // Progress in Materials Science. – 2009. – V. 54. – pp. 89-136.
7. Layers of CdTe and Cd Obtained by PLD on ITO substrates / Bylica A, Sagan P, Virt I, Wisz G, Bester M, Stefaniuk I, Kuzma M. // Thin Solid Films. – 2006. – V. 511-512. – pp. 439-442.
8. Ostwald W. Über die vermeintliche isometrische des roten und gelben Quecksilberoxyds und die Oberflächen spannungsfester Körper / Ostwald W. // Zs. phys. Chem. - 1900. - Bd. 34. - pp. 495-503.
9. Венгреневич Р.Д. Обобщенное распределение Лифшица-Слезова-Вагнера / Венгреневич Р.Д., Иванский Б.В., Москалюк А.В // ЖЭТФ. - т. 131, вып.6. — с. 1040
10. Lifshits I.M. The kinetics of precipitation from supersaturated solid solution / Lifshits I.M., Slesov V.V. // J. Phys. Chem. Solids. – 1961. – Vol. 19, №1/2. – pp. 35-50.
11. Wagner C. Theorie der Alterung von Niederschlag durch Umlosen (Ostwald Reifung) / C. Wagner // Zs. Electrochem. – 1961. – Vol. 65, №7. – pp. 581-591.
12. Фреїк Д.М. Структуроутворення у тонких плівках кадмію телуриду на скляних та ситалових підкладках у методі «гарячої стінки» / Д.М. Фреїк, О.Л. Соколов, І.М. Ліщинський, І.С. Біліна. // Фізика і хімія твердого тіла. – 2012. – Т. 13, №2. – сс. 389-398.

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ/ GEOINFORMATION TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENTAL MONITORING

УДК 551.4

### КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ГІС, ДЗЗ, ІТ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЙ РОЗРОБКИ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ

Адаменко О. М., Адаменко Я. О., Мандрик О. М., Мазур М. П., Зорін Д. О.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; E-mail: adolmak@mail.ru, denzor2@mail.ru*

На сучасному рівні розвитку екологічної науки і природоохоронної практики недостатньо давати загальні оцінки сучасної ситуації тої чи іншої території та відносного сучасного стану компонентів довкілля. Необхідно переходити до їх кількісної оцінки, що дозволить не тільки більш об'єктивно оцінити ступінь трансформації природних ландшафтів, а й розробити конкретні природоохоронні заходи подолання виникнення надзвичайних лих, а також виконувати економічні розрахунки необхідних коштів для їх подолання. Тому, маючи матеріали детальних ландшафтно-геохімічних досліджень з відповідними базами даних і оціночними техногеохімічними картами, ми пропонуємо новий спосіб кількісних оцінок сучасного стану на основі вмісту у компонентах довкілля важких металів, концентрації яких в певних інтервалах безпечні для нормального розвитку природно-антропогенних геосистем, що створює безпеку для життєдіяльності населення.

Отже, не зважаючи на ряд досягнень у кількісних оцінках тих чи інших показників сучасного стану геосистем, поки що не має розрахунків екологічно безпечних меж їх існування, а оцінку верхньої межі безпеки життєдіяльності людини прирівнюють до гранично допустимих концентрацій (ГДК) тої чи іншої небезпечної для здоров'я людини токсичної речовини. Тому ми поставили перед собою мету: розробити новий спосіб розрахунків концентраційних інтервалів вмісту важких металів, безпечних для існування геосистем та концентраційних інтервалів безпеки життєдіяльності населення, використавши 1441 точку відбору проб за результатами екологічного аудиту території Карпатського регіону і Західного Поділля, де розташоване 91 родовище нафти і газу та площа проєктованого видобутку сланцевого газу, карти нафтогазогеологічного районування Західного регіону України та ґрунтуючись на базах даних інформативної та поелементних техногеохімічних картах тих же регіонів.

Із проведених досліджень видно, що різні групи нафтогазових родовищ по-різному впливають на безпеку життєдіяльності населення.

1. Вишня-Пинявська, Богородчанська та Надвірнянська групи, а також нафтогазові об'єкти Карпатської нафтогазоносної і Закарпатської газоносної областей створюють нормальний та задовільний екологічний стани довкілля у зоні їх впливу.

2. Рудківсько-Дашавська та Долинська групи більш небезпечні до стану довкілля, тому що у зоні їх впливу екологічний стан напружений і складний, що негативно впливає на стан здоров'я населення.

3. Найбільші зміни у довкіллі відбулись і продовжують зростати під впливом Бориславської групи нафтогазових об'єктів, де сучасний стан довкілля вже досяг незадовільного рівня, а деякі ділянки родовищ перебувають у передкризовому і критичному станах. Це вимагає негайних оперативних заходів для призупинення процесів руйнування природних ландшафтів і зростаючої реальної небезпеки здоров'ю населення.

4. Порівнюючи отримані результати з впливом енергетичних об'єктів та виробництвами цементу, констатуємо, що найбільш небезпечними для здоров'я населення є енергетичні об'єкти, на другому місці - нафтогазові родовища, а далі - виробники цементу та інші промислові підприємства.

5. Із аналізу рівней екологічно безпечних для існування геосистем інтервалів концентрації забруднювачів видно, що запаси стійкості до руйнування природних ландшафтів є тільки на територіях впливу Богородчанської групи, Карпатської нафтогазоносної і Закарпатської газоносної областей. Тут - нормальний і задовільний сучасні стани. Порушених ландшафтів лише 10-15 %, тобто запас стійкості поки що високий - 85 - 90 %.

6. Рудківсько-Дашавська та Надвірнянська групи нафтогазових родовищ поки що призвели до напруженого сучасного стану природних геосистем. Порушених ландшафтів

20-60 % і вони ще в змозі повернутись до свого природного стану, якщо будуть розроблені і втілені відповідні природоохоронні заходи.

7. Найбільші екологічні зміни до рівней складного (60-80 % трансформованих ландшафтів), незадовільного (80 %) і передкризового (більше 90 %) екологічних станів досягнуті в межах впливу Вишня-Пинявської, Бориславської та Долинської груп нафтогазових об'єктів, де без допомоги людей повернутись до природного стану геосистем вже неможливо. Тут необхідні термінові оперативні заходи по збереженню існуючих незмінених островків природи і відновленню майже повністю зруйнованих геосистем до їх нормального стану.

8. Порівняння впливу на довкілля нафтогазових об'єктів з енергетичними і виробниками цементу свідчать про те, що всі вони призвели до незадовільного (80-100 %) і передкризового (більше 90 %) сучасних станів геосистем, що потребує також негайних оперативних заходів для відновлення геосистем. При цьому Бурштинська ТЕС і ПАТ „Івано-Франківськцемент” менше впливають на стан довкілля, ніж їх аналоги - Добротвірська ТЕС та Миколаївський цементний комбінат.

Висновки. Отримані показники дозволяють ранжувати техногенні об'єкти за ступенем їх впливу на довкілля на відповідні екологічні стани за розрахованою шкалою (в % впливу):

- нормальний (втручання у природні ландшафти від 0 до 20%; небезпека життєдіяльності людини 10%);
- задовільний (20-30; - 10-15);
- напружений (30-50; - 15-20);
- складний (50-60; - 20-25);
- незадовільний (60-80; - 25-30);
- передкризовий (80-90; - 30-40);
- критичний (90-100; - 40-50).

У залежності від сучасного стану пропонуються відповідні природоохоронні заходи – негайні, оперативні, довгострокові та ін.

Виконані нами дослідження та відповідні розрахунки за запропонованими формулами і новими комп'ютерними програмами показали, що існує можливість кількісної оцінки тих екологічних загроз існуванню геосистем і безпеці життєдіяльності людини, які склались на територіях впливу небезпечних техногенних об'єктів, таких, наприклад, як нафтогазові родовища. Але для цього необхідні обґрунтовані мережі екологічного аудиту та менеджменту територій і моніторингу довкілля з відбором проб із усіх компонентів довкілля та аналізом на відповідний (характерний для того чи іншого району) комплекс забруднювачів.

---

УДК 504.064.3

## **ОРГАНІЗАЦІЯ РЕЖИМНИХ, ОПЕРАТИВНИХ ТА ЕПІЗОДИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ЯКІСТЮ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МОБІЛЬНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ**

**Бахарев В.С., Маренич А.В.**

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, вул. Першотравнева, 20, Кременчук, 39600, Україна. E-mail: v.s.baharev@yandex.ua*

На сьогодні стан системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні можна визначити як критичний. Це зумовлюється застарілою методичною та технічною базою діючих мереж спостережень і, головне, їх техноетричності, орієнтованістю більше на контроль за діяльністю об'єктів впливу ніж на оцінювання рівня цього негативного впливу на стан довкілля та здоров'я населення. Такий стан ускладнюється з одного боку неготовністю служб, що виконують завдання моніторингу атмосферного повітря до зміни методологічного забезпечення системи моніторингу на місцевому рівні, а з іншого – неготовністю органів муніципальної влади до значних фінансових витрат на докорінне переоснащення, по суті створення «з нуля», діючих мереж спостережень. В таких умовах тимчасовим заходом, спрямованим на забезпечення рівня відповідальності місцевої влади перед громадою в частині оцінювання якості атмосферного повітря є організація системи екологічного моніторингу атмосферного повітря за допомогою пересувних муніципальних екологічних лабораторій (ПМЕЛ). Однак практична реалізація такого рішення ускладнюється недосконалістю методологічної бази організації роботи ПМЕЛ, особливо у частині розробки програм спостереження, які б дозволили реалізувати увесь спектр моніторингових досліджень (режимні, оперативні та епізодичні) за допомогою по суті, лише маршрутного посту відбору проб. Таким чином обґрунтування вимог до організації та проведення вимірювань, а також складання програми режимних (системних), оперативних та епізодичних спостережень за якістю атмосферного повітря із застосуванням ПМЕЛ є актуальним науково-практичним завданням.

Ураховуючи той факт, що ПМЕЛ по суті є маршрутним постом спостережень, базовими для організації її роботи є вимоги діючого РД 52.04.186–89 [1]. Детально вимоги відображені у пп. 2.1, 2.3, 2.5, 3.2.4., 3.4.4 цього керівного документу. Вимоги до розташування пунктів для відбору проб атмосферного повітря для оцінювання його якості у макро- і мікромасштабі чітко зазначені у Директиві 2008/50/ЄС Європейського парламенту та Ради [2] (додаток 3). Базуючись на аналізі зазначених вимог нами сформуовано зведені вимоги до організації та проведення вимірювань із застосуванням ПМЕЛ. За своєю суттю спостереження за допомогою ПМЕЛ є маршрутними спостереженнями за станом

забруднення атмосферного повітря. Спостереження мають бути організовані у маршрутних точках (далі МТС).

У макромасштабі (додатково до виконання вимог РД та Директиви ЄС):

вибір кількості МТС має бути обґрунтований необхідністю виконання завдання щодо оцінювання якості атмосферного повітря в зонах сельбишної забудови міста на території яких можливе утворення значних рівнів концентрацій забруднюючих речовин, що присутні в викидах промислових підприємств міста та автотранспорту, що рухається основними магістралями (далі зони активного забруднення – ЗАЗ) з урахуванням метеокліматичних особливостей населеного пункту;

розташування МТС має бути оптимізованим для одержання диференційованої інформації про стан забрудненні атмосферного повітря в місті: фонового рівня забруднення поза ЗАЗ основних джерел забруднення атмосфери як стаціонарних так пересувних; рівня забруднення атмосферного повітря в межах ЗАЗ, що створюються інтенсивним рухом автотранспорту з урахуванням міських умов; рівнів забруднення атмосферного повітря в межах зон сельбишної забудови, які розташовані в межах ЗАЗ основних промислових об'єктів – забруднювачів атмосферного повітря в місті з урахуванням метеокліматичних особливостей населеного пункту.

МТС, що відображатиме фоновий стан забруднення атмосферного повітря, має бути розташована таким чином щоб на фіксований рівень забруднення не впливало якесь єдине (окреме) як пересувне так і стаціонарне джерело забруднення атмосферного повітря, у той же час вільна від забудови та зелених насаджень ділянка місцевості має складати не менше ніж 50 метрів в усіх напрямках (сегмент вулиці довжиною не менше ніж 100 м), відстань до одиничних пересувних джерел забруднення із працюючими ДВЗ має бути не менше ніж 40-50 метрів.

У мікромасштабі (додатково до виконання вимог РД та Директиви ЄС):

– вимірювання на МТС, що мають відображати загальний рівень забруднення атмосферного повітря в межах зон сельбишної забудови доцільно здійснювати в періоди найменшої інтенсивності руху – орієнтовно з 11-00 до 15-00 годин місцевого часу;

– вимірювання на МТС, що мають відображати вплив транспорту на загальний рівень забруднення атмосферного повітря в місті доцільно здійснювати в періоди пікової інтенсивності руху – орієнтовно з 07-00 до 11-00 годин та з 15-00 до 19-00 годин місцевого часу.

*Проведення системних (режимних) досліджень.*

Системні спостереження за рівнем забруднення атмосферного повітря, що формуються хімічними чинниками екологічної небезпеки (шкідливими речовинами, в т.ч. – твердими частками недиференційованими за складом) здійснюються ПМЕЛ за затвердженням переліком речовин. Вибір місць розташування МТС доцільно обрати з урахуванням диференціації [3] постів спостережень на «фонові», «транспортні» та звичайні мережеві, а також, із урахуванням технічної можливості здійснення замірів концентрацій забруднювачів за допомогою автомобілю ПМЕЛ з урахуванням безпеки персоналу ПМЕЛ та додержанням правил дорожнього руху. Спостереження проводяться за неповною програмою з метою отримання інформації про разові концентрації щодня в 7, 13, 19 ч місцевого декретного часу. При цьому необхідно врахувати поточні особливості ПМЕЛ.

*Проведення оперативних спостережень.*

Згідно даних ПІ оперативні спостереження застосовуються з метою визначення причин різкого погіршення якості повітря. В умовах організації системи спостережень за якістю атмосферного повітря на території техногенно навантаженої урбосистеми, яка історично вже сформована, тобто відомі характеристики переважної більшості стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря, трафік руху автомобільного транспорту основними магістралями та вулицями, основною ланкою організації оперативних спостережень є звернення громадян міста на муніципальні «гарячі» лінії з повідомленнями про можливе наднормове забруднення атмосферного повітря.

Організація системи реєстрації звернення громадян з питань погіршення екологічної ситуації (в даному випадку – різкого погіршення якості атмосферного повітря) є дуже важливим завданням місцевої влади як з точки зору стимулювання контролюючих та управляючих функцій так і з точки зору підвищення рівня екологічної самосвідомості членів громади міста.

Під час оперативного контролю проводиться не менше ніж три послідовних заміри разових концентрацій забруднюючих речовин на межі СЗЗ (СЗЗ + 500м) промислового об'єкта (групи об'єктів) у створювану ЗАЗ яких потрапляє район сельбишної забудови з якого надійшла максимальна кількість з звернень громадян. Заміри проводяться за напрямом вітру, що переважає на час звернень громадян та на час проведення замірів з півднічного боку від об'єктів впливу. У разі фіксації швидкості вітру менше ніж 0,5 м/с (штилю) заміри проводяться з боку зони сельбишної забудови.

Під час проведення оперативних замірів фіксуються як концентрації забруднюючих речовин за переліком так і наявність ненормованих станів забруднення атмосферного повітря, а саме неприємних запахів штучного походження.

*Проведення епізодичних спостережень.*

Організація епізодичних спостережень за допомогою ПМЕЛ має на меті виконання завдань більш детальних, конкретизованих спостережень за станом забруднення атмосферного повітря у безпосередній близькості від джерел негативного впливу. Для організації епізодичних досліджень мають бути створені необхідні передумови: визначено промислові об'єкти міста, які є найбільшими забруднювачами атмосферного повітря; встановлено орієнтовні межі ЗАЗ, що можуть створюватись даними об'єктами; організовано спостереження за станом забруднення атмосферного повітря за



допомогою ПМЕЛ; організовано муніципальну систему реєстрації звернень громадян міста з питань різкого погіршення якості атмосферного повітря.

Епізодичні спостереження варто організовувати та проводити під час настання метеорологічних умов, що сприяють підвищенню рівнів забруднення атмосферного повітря (небезпечних метеоумов НМУ).

Практична реалізація запропонованих програм спостережень дозволить забезпечити розв'язання таких концептуальних завдань:

Забезпечити громаду міста в цілому, окремих громадян, зацікавлені організації незалежно від форми власності інформацією про якість атмосферного повітря на території муніципалітету.

Забезпечити контроль за станом атмосферного повітря в місті як за рахунок систематичних (режимних) спостережень за загальним рівнем забруднення так і шляхом оцінювання внеску конкретних джерел негативного впливу шляхом організації та проведення оперативних і систематичних спостережень на межі СЗЗ цих об'єктів.

Одержати диференційовану інформацію від системи спостереження в обсязі і якості достатніх для обґрунтування управлінських рішень у сфері захисту атмосферного повітря і здоров'я громадян міста.

#### *Літературні джерела*

1. РД 52.04.186–89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/44/44486/](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44486/).

2. Директива 2008/50/ЕС Європейського парламенту та Ради [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/994\\_950](http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/994_950).

3. Bakharev V., Marenych A., Zhuravska M. To the question of stationary air sampling stations location and number determination in urban agglomerations ecological monitoring system // Екологічна безпека: науковий журнал. – 2016. – № 1 (21). – С. 42–45.

---

#### **УДК 911.52**

### **ОЦІНКА ДИНАМІКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ЗЕМЕЛЬ ПЕТРИКІВСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ**

**Бойко А.І., Горай І.В., Непошивайленко Н.О.**

*Дніпровський державний технічний університет, Кам'янське, вул. Дніпробудівська, 2,  
e-mail: anchous1460@gmail.com.*

Метою роботи є оцінка динаміки функціонального розподілу земель Петриківського району Дніпропетровської області. Для досягнення результату було використано інструменти програмного забезпечення ArcGIS.

Для дослідження територіального розподілу земель була використана векторна електронна карта функціонального розподілу земель Петриківського району станом на 2009 рік, що містила шари земель селищних рад району, у тому числі населені пункти, суспільні забудови, землі сільськогосподарського призначення (пасовища, рілля), промислові підприємства, транспортні комунікації, а також шари лісового (лісові масиви, лісополоси, сади) та водного (об'єкти водного фонду, пересихаючі русла, болота) фонду району [1]. З усього набору шарів було використано полігональні шари, що містять інформацію про територіальний розподіл лісів, пасовищ та рілля, боліт та інших об'єктів водного фонду. З метою встановлення змін у територіальному розподілі зазначених земель було використані супутникові знімки високого дозволу (з сервісу Яндекс.карти) даного району за 2015 рік, що знаходяться у вільному доступі на офіційному сайті SASGIS [2].

Використовуючи інструменти програмного забезпечення ArcGIS, проведено редагування полігонів зазначених шарів згідно візуалізації цих об'єктів за даними космоснімку, що дало уявлення про зміни щодо територіального розподілу земель за останні шість років.

Порівняння векторних шарів електронної карти з космоснімками, сприяло розробці нових шарів карти станом на 2015 рік з оновленою конфігурацією існуючих об'єктів, додаванням нових та видалення вже не існуючих об'єктів. Таким чином визначено зміни функціонального призначення земель в даному районі та територіально встановлені місця таких змін. В цілому по Петриківському району, що займає площу близько 92800 га, встановлено близько 20 типів невідповідностей, які обумовлені функціональними змінами такого характеру:

- ділянки, які були відведені під рілля, на момент дослідження використовуються під пасовища (10 випадків);
- ділянки, які були відведені під пасовища, на момент дослідження використовуються під рілля (20 випадків), під ліси (10 випадків);
- ділянки, які були відведені під ліси, на момент дослідження використовуються під пасовища (35 випадків), під рілля (9 випадків);
- ділянки, які були відведені під болота, на момент дослідження використовуються під пасовища (40 випадків), під рілля (15 випадків);
- ділянки, які були відведені під водний фонд, на момент дослідження використовуються під пасовища (25 випадків), під рілля (3 випадки).

В цілому було встановлено, що землі Петриківського району Дніпропетровської області розподілено нерівномірно за функціональним призначенням, а саме, як позначено на рисунку 1, найбільшу частину земель відведено під сільськогосподарське використання (рілля, пасовища), при цьому їх площа збільшилась на 4%. Таке зростання площі даної категорії земель зумовлене перерозподілом з боку інших категорій, а саме за рахунок зменшення площ, відведених під водний фонд, включаючи болота, про що свідчать результати розрахунків, наведених у таблиці 1. Останні було отримано шляхом сумачії усіх об'єктів територіального розподілу земель на карті в межах певної групи функціонального призначення.

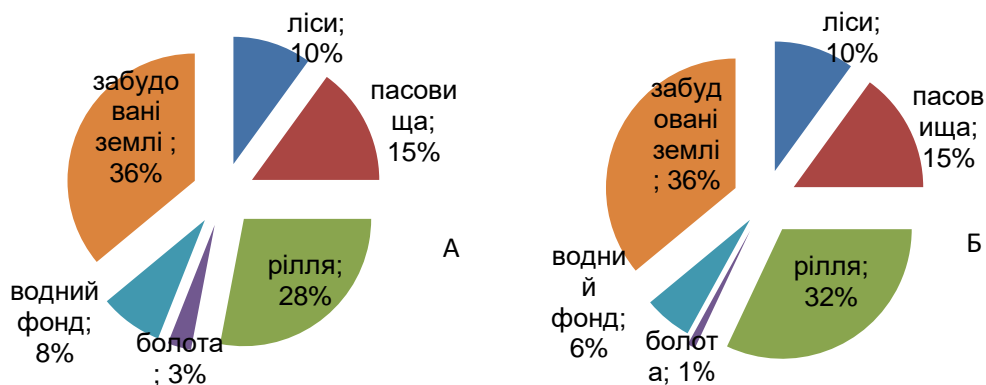


Рис. 1. Розподіл земель Петриківського району Дніпропетровської області за функціональним призначенням: А – 2009р., Б – 2015р.

Таблиця 1 – Площа земель Петриківського району Дніпропетровської області за функціональним призначенням, що були використані для аналізу, тис. га

Функціональне призначення земель	Площа 2009р.	Площа 2015р.	Різниця Δ
Ліси	9,618	9,620	+0,002
Пасовища	13,948	14,221	+0,273
Рілля	25,824	29,835	+4,011
Болота	2,720	0,592	- 2,128
Водний фонд	7,022	5,490	- 1,532

Отримані результати функціонального перерозподілу земель свідчать про поступові зміни в екосистемах території Петриківського району у бік посушливих та ще більш антропогенно навантажених.

Результати роботи доводять необхідність використання ГІС-технологій під час моніторингових досліджень – швидкий та якісний аналіз територіального розподілу земель, відображення та редагування отриманих даних на електронній карті, моделювання та прогнозування ситуації, розробка підходів та методів із запобігання негативних наслідків тощо.

#### Літературні джерела

1. Схема планування території Петриківського району Дніпропетровської області. Київ: Дніпромісто - 2009. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.adm.dp.gov.ua/OBLADM/obldp.nsf/index/BD3FF15F8A97DDCDC2257CE40067145E/>
2. Офіційний сайт SASGIS. Яндекс.Карты, супутник. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.sasgis.org/>

УДК 504.3.064.3(045)

## ВІЗУАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ВИКИДІВ В АТМОСФЕРУ

Савицький В.Д., Бондар А.М., Панченко А.О., Стегній С.І.

Національний авіаційний університет, проспект Космонавта Комарова, 1, Київ, 03680,  
e-mail: annabondar2212m@gmail.com

Географічні інформаційні системи (ГІС) - це інформаційні системи для збирання, накопичення, аналізу, відображення і розповсюдження даних, що мають просторову складову [1]. ГІС – це комплекс,

який складається з програмних і апаратних засобів, просторових даних і методів їх обробки, фахівців [2].

ГІС-аналіз – це процес пошуку географічних закономірностей в даних і взаємовідносин між просторовими об'єктами. Принцип даного аналізу полягає в створенні серії електронних карт (шарів), результуючих таблиць і графіків, моделей ГІС-аналізу [3].

Математико-картографічне моделювання дозволяє розраховувати значення якогось показника або явища на території, що досліджується на основі дискретно розподілених даних [4].

Для цього можна використовувати різні методи геостатистичного аналізу, в основі якого лежить інтерполяція, екстраполяція апроксимація даних, а також різні способи картографічного зображення, які засновані на класифікації даних [5].

ГІС-аналіз стану атмосферного повітря можна виконати за допомогою програми ARCGIS. ARCGIS – це повнофункціональне програмне забезпечення побудови ГІС, призначене для створення, управління, візуалізації та аналізу географічної інформації [7].

При розробці технологій введення, збереження, переробки, аналізу і візуалізації інформації, що використовується для моніторингу атмосферного повітря, доцільно застосовувати ГІС і реляційні бази даних, які спроможні внести значний вклад у вдосконалення моніторингу навколишнього природного середовища (НПС) взагалі, а атмосферного повітря зокрема, забезпечуючи при цьому наочну основу для аналізу, оскільки ця інформація має просторово-розподілений характер [6].

ГІС спроможні інтегрувати дані з різних джерел (бази даних, ДЗЗ, дані метеослужби, Інтернет тощо) [3]. Також, ГІС дозволяють створювати карти розподілу забруднень атмосферних забруднень, відстежувати зміну їх динаміки в залежності від температури, тиску, швидкості вітру, повітряних течій тощо. Інструментарій ГІС забезпечує не тільки введення інформації, але й надає можливість розрахунків допоміжних показників, які характеризують динаміку зміни екологічного стану довкілля як за окремими об'єктами, так і за регіоном в цілому, побудові рейтингових оцінок, що відображають реальний стан довкілля тощо [6].

Застосування геоінформаційних систем в моніторингу атмосферного повітря дозволяє відслідковувати стан навколишнього природного середовища, прогнозувати виникнення надзвичайних екологічних ситуацій та інформувати населення про поточний екологічний стан НПС, динаміку його змін, джерела забруднення, розміщення відходів, характер впливу екологічних факторів на здоров'я людей через забезпечення вільного доступу до екологічної інформації [6, 10].



Рис.1. Структура геоінформаційних систем

На основі ГІС можуть створюватись підсистеми дія підтримки задач управління і прийняття рішень, розробці заходів з попередження викидів в атмосферу, а також геоінформаційних модулів, які будуть доступні пересічним громадянам через Internet [9]. Програмне забезпечення ArcGIS дає можливість інтегрувати ці дані і забезпечити їх спільну роботу [7, 11].

Недоліком ArcGIS є велика вартість у порівнянні з вітчизняними та російськими ГІС-пакетами. Звичайно, є й безкоштовні чи порівняно дешеві складові, але їх функціональність досить обмежена [8].

#### Перелік посилань на джерела

1. Chang Y., Park H. Development of a web-based geographic information system for the management of borehole and geological data // Computers and Geosciences. – 2004. – № 8. – P. 887–897.
2. Алексеев В.В., Куракина Н.И., Желтов Е.В. Система моделирования распространения загрязняющих веществ и оценки экологической ситуации на базе ГИС // журнал «Информационные технологии моделирования и управления», №5(23), Воронеж, 2005. – С. 113 – 116.
3. Lees J.M. Geotouch: software for three and four dimensional GIS in the earth sciences // Computers and Geosciences. – 2000. – № 7. – P. 751 – 761.
4. Єріна А.М., Линюк О. Статистична оцінка рівня забруднення атмосферного повітря стаціонарними джерелами// Наукові записки. Том 19. Спеціальний випуск. Економіка. - К.: НаУКМА. – 2001. – С. 376-381.

5. Ішук О., Придатко В., Залогін М. Систематизація просторової інформації та її обробка засобами ГІС для цілей впровадження місцевих екологічних дій. – К.: Укр. центр менеджменту землі та ресурсів. – 2002. – 63 с.
6. Camp C.V., Outlaw Jr. Constructing subsurface profiles using GIS // *Advances in Engineering Software*. – 2003. – 18. – P. 211 – 218.
7. ArcGis. A Complete Integrated System [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.esri.com/software/arcgis/>.
8. Зелинский С. Удачный расклад. Обзор современных геоинформационных систем // *СНПР. Компьютерный журнал*. – 2000. – №8. – С. 50-55
9. Софиев М.А. Оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по данным моделирования и измерений / М.А. Софиев, В.Ф. Софиева // *Математическое моделирование*. – 2000. – Т. 12. – № 4. – С. 20–32.
10. Берлянд М.Е. Прогноз регулирования загрязнения атмосферы / М.Е. Берлянд. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 272 с.
11. Chang Y., Park H. Development of a web-based geographic information system for the management of borehole and geological data // *Computers and Geosciences*. – 2004. – № 8. – P. 887–897.

УДК 528.83

## МОНІТОРИНГ ЛІСОНАСАДЖЕНЬ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ДЗЗ

Вишняков В.Ю., Грушин О.В.

*Центр прийому обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля (www.dzz.gov.ua) с. Залісці, Дунаєвецький р-н, Хмельницька область, 32444  
e-mail: wishnya\_dzz@ukr.net, rasmusasus@gmail.com*

З підвищенням вартості на енергоресурси, як ніколи, актуальним стало питання збереження лісового фонду України.

Загальна площа лісового фонду України складає близько 10 млн. гектарів, з неї вкрито лісом – 8,6 млн. га. Таким чином лісистість країни складає лише 14,3%, що значно менше, ніж лісистість більшості розвинених країн світу (Угорщина – 18%, Франція – 27,8%, Румунія – 28,1%, Польща – 28,7%, Німеччина – 29%, США – 32,7%, Болгарія – 34,4%). Станом на 1994 рік запаси деревини в Україні склали 1,3 млрд. м<sup>3</sup> [1]. Крім цього, внаслідок виходу певних територій України з під контролю держави, було тимчасово втрачено 4% лісонасаджень (Рис.1).

За даними ЗМІ складається важка екологічна ситуація внаслідок активності вирубки лісу в Івано-Франківській, Закарпатській, Рівненській, Луцькій та інших областях [3]. Не менш проблемним є питання знищення лісових насаджень внаслідок пожеж [4]. Для здійснення контролю за станом лісонасаджень необхідне залучення різноманітних засобів, серед яких: дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) з космічних апаратів, безпілотних літальних апаратів та наземних вишок спостереження.

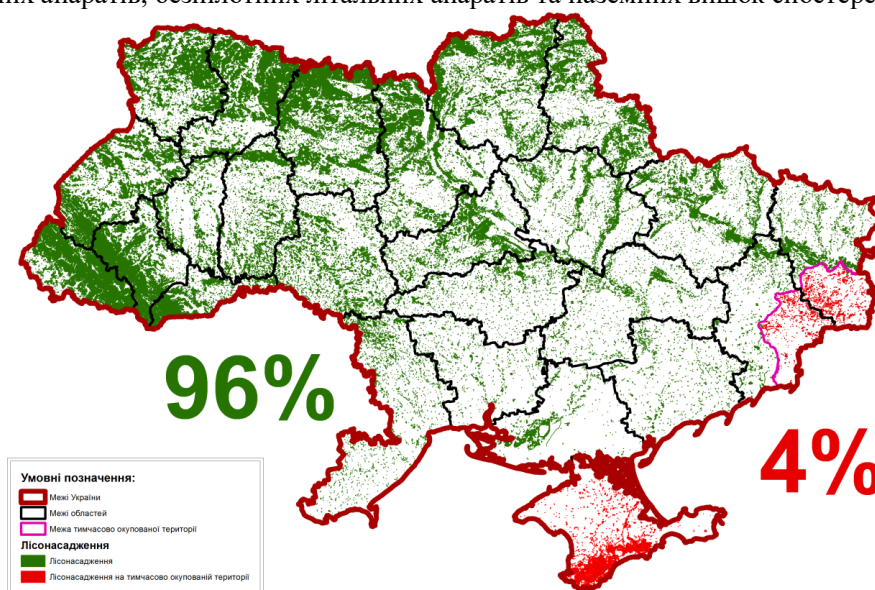


Рис. 1. Розподіл лісонасаджень на території України з врахуванням тимчасово окупованих територій [2]

Згідно ряду Законів України [5, 6] та Концепції реалізації державної політики у сфері космічної діяльності на період до 2033 року й Стратегії космічної діяльності України на період до 2022 року” від 21 травня 2015 року №100 одними з основних принципів національної екологічної політики є:

- моніторинг стану довкілля і контроль у сфері охорони навколишнього природного середовища та забезпечення екологічної безпеки;
- вдосконалення державної системи моніторингу навколишнього природного середовища та системи інформаційного забезпечення процесу прийняття управлінських рішень;
- відповідальність органів виконавчої влади за доступність, своєчасність отримання і достовірність екологічної інформації;
- участь у програмах дослідження Землі та їх застосування спільно з Європейським космічним агентством, щодо моніторингу довкілля, метеорології, аерономії та геодезії, запобігання стихійним лихам.

На сьогоднішній день Державне космічне агентство України надає всім заінтересованим суб'єктам системи моніторингу архівну та поточну інформацію з дистанційного зондування Землі, а також методичну і технічну допомогу щодо інтерпретації та використання аерокосмічних даних.

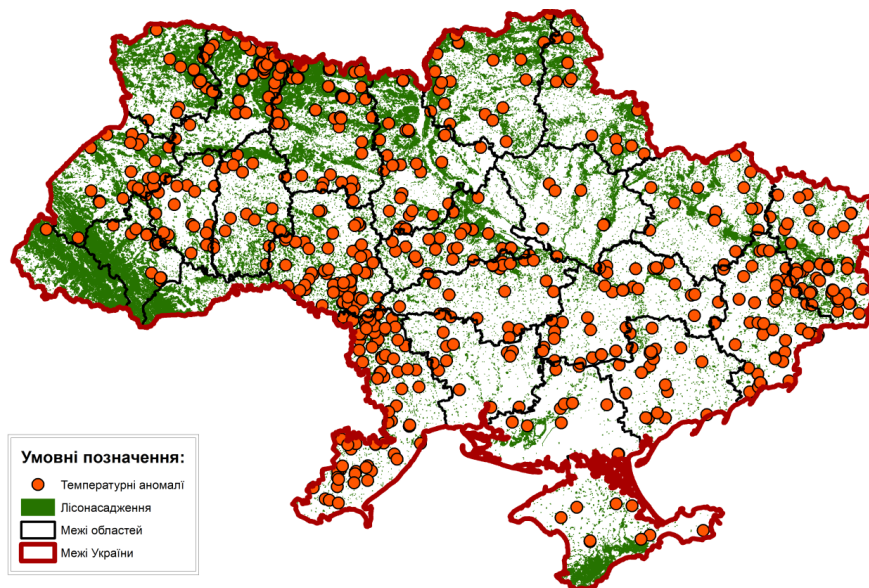


Рис. 2. Температурні аномалії за даними ДЗЗ на території лісонасаджень

З цією метою в ЦПОСІ та КНП у період з 13.01. по 31.10.2016 р. було прийнято та оброблено біля 850 космічних знімків з КА TERRA, AQUA (MODIS), NOAA (AVHRR), SUOMI NPP(VIIRS) для визначення теплових аномалій(пожеж) на території України, в тому числі і в лісових масивах.

Авторами було розраховано статистичні дані по всіх областях України. Найбільшу кількість температурних аномалій було визначено в Одеській (15,97%), Донецькій (9,71%), Дніпропетровській (8,9%), Миколаївській (6,73%), Вінницькій (6,58%), Запорізькій (6,32%) та Херсонській (5,17%) областях.

За 2016 рік за даними ДЗЗ з використанням технологій ГІС було визначено 21 502 температурних аномалій в Україні, з них 1 015 відбувалися на території лісонасаджень, що в загальному становить 4,7% (Рис.2). Було відмічено, що в Луцькій та Рівненській областях спостерігалось скупчення температурних аномалій в районах видобутку бурштину.

Аналіз результатів моніторингу за 2016 рік доводить можливість застосування існуючих космічних апаратів для моніторингу температурних аномалій та необхідність залучення космічних апаратів ДЗЗ високої розподільчої здатності, таких як: Landsat-8, Sentinel 2, 3, Spot, Deimos, Quickbird, для здійснення моніторингу видового складу та стану лісонасаджень на території України.

*Перелік посилань на джерела:*

1. Інтернет посилання: [http://repository.hneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/5018/1/Беренич А.В., Фастівець Т.О. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ВИКОРИСТАННЯ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ.pdf](http://repository.hneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/5018/1/Беренич%20А.В.,%20Фастівець%20Т.О.%20СУЧАСНИЙ%20СТАН%20ТА%20ВИКОРИСТАННЯ%20ЛІСОВИХ%20РЕСУРСІВ%20УКРАЇНИ.pdf).
2. Data from ArcGIS online UNHCR presence. 10.05.2016.
3. Інтернет посилання: <http://lesovod.blogspot.com/2016/11/2016>.
4. Інтернет посилання:<http://news.bigmir.net/ukraine/312352>.
5. Закон України "Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року" від 21.12.2010 №2818-VI.
6. Закон України "Про загальнодержавну цільову програму захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2013-2017 роки" від 7 червня 2012 року № 4909-VI”.

УДК 528.3

## ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА «ARROW» ДЛЯ АЕРОЗНІМАЛЬНИХ РОБІТ

Глотов В.М., Гуніна А.В.

Національний університет «Львівська політехніка» м. Львів вул. С. Бандери 12, 79000

e-mail: gunina\_alla@mail.ru

Як відомо, аерознімання вже протягом століття є ефективним інструментом для виконання пошукових робіт у галузі геодезії, геолого-геофізичних розвідок та проведення різного виду моніторингу. І на сьогодні застосування БПЛА в аерознімальних цілях продовжує стрімко зростати. Це зумовлено багатьма причинами і передусім собівартістю аерознімання, оскільки пілотовані літаки обходяться набагато дорожче як в плані обслуговування так і в плані виробництва.

Спектр застосувань БПЛА також безперервно розширюється і можна очікувати, що ця тенденція збережеться і в майбутньому. Конкретизуючи можна підсумувати, що БПЛА застосовується в наступних цілях: ДЗЗ, цифрове картографування; моніторинг небезпечних для людини об'єктів; контроль за державним кордоном України; контроль за станом лісових масивів, сільськогосподарських посівів, стеження за якістю і своєчасністю проведення різних заходів на цих територіях. Тому одним із важливих завдань є проведення робіт із оновлення та створення топографічних планів.

Стосовно створення та вибору БПЛА для цілей аерознімання, то на наш погляд, загальні вимоги до БПЛА повинні бути такими:

а) забезпечення максимальної стабільності польоту за допомогою відповідного гіростабілізуючого обладнання;

б) наявність на борту геодезичного GPS-приймача, за допомогою якого у кінематичному режимі з достатньою точністю (10–20 см) визначатимуться лінійні елементи зовнішнього орієнтування знімків;

в) вставлення навігаційного обладнання, за допомогою якого можна реалізовувати ручне, напівавтоматичне та автоматичне керування апаратом;

г) наявність аеропристрою, за допомогою яких можна визначати кутові елементи зовнішнього орієнтування з точністю до декількох секунд.

д) безпечність стосовно самого БПЛА та бортового обладнання (парашутна система, радіомаяк);

е) наявність цифрової камери з розрізнявальною здатністю не менше за 20 – 60 МП;

ж) можливість забезпечити політ БПЛА тривалістю не менше однієї години;

з) можливість транспортування БПЛА без наявності спеціальних засобів;

к) бажаним є обмеження злітно-посадкової смуги (реалізація режиму “зліт з руки” і глісади в «точку»);

л) забезпечення визначення у польоті кута зносу та його автоматичне встановлення за допомогою аеропристрою.

Інститут геодезії НУ «Львівська політехніка» та ABRIS Design Group керуючись цими вимогами створили БПЛА «Arrow» (див. рис. 1.).



Рис.1. БПЛА Arrow перед стартом

БПЛА «Arrow» призначений для застосування у важкодоступній місцевості. Транспортування, підготовка до польоту та виконання місії легко забезпечуються силами однієї людини без автотранспорту (повна вага комплексу з усім необхідним обладнанням становить лише 8 кг). Старт літака здійснюється «з руки», посадка - за допомогою парашутної системи. Потужний електричний

двигун та високі льотні характеристики забезпечать стабільну роботу комплексу навіть в умовах високогір'я. Мала робоча висота та швидкість польоту дозволяють отримати високоякісні зображення, точність яких перевищує можливість пілотованих аерознімальних апаратів. Сучасна бездзеркальна камера SONY QX1 дозволяє отримувати зображення з роздільною здатністю від 2 см/піксель. Час польоту до 100 хвилин дозволяє відзняти значні площі в межах однієї місії. Міцна конструкція корпусу додатково захищена з системою амортизаторами забезпечує надійність і довговічність.

Особливістю БПЛА «Arrow» є отримання послідовності добре орієнтованих знімків у відповідності до стандартів класичного аерознімання. Це стало можливим завдяки:

- особливий аеродинамічний схемі та досконалим алгоритмам автоматичного керування, що забезпечують надзвичайну стабільність літака в польоті;
- використанню системи гіростабілізації фотокамери;
- запровадженню системи автоматичної компенсації кута зносу.

Все це дозволяє суттєво зменшити час знімання та необхідну кількість знімків, прискорити створення ортофотопланів та підвищити їх точність.

Робота комплексу від зльоту та посадки є повністю автоматизованою та не вимагає від оператора навичок пілотування. План польоту готується за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення з урахуванням швидкості та напрямку вітру.

Старт та посадка відбуваються точково з майданчика невеликих розмірів. За допомогою дистанційної системи оператор може контролювати хід виконання місії на відстані до 15 кілометрів, редагувати, або скасувати її в будь-який момент. У разі виникнення критичної несправності на борту літак здійснить безпечну посадку за допомогою автоматичної парашутної системи та повідомить свої координати через мережу мобільного зв'язку. Технічні характеристики БПЛА «Arrow» приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Технічні характеристики БПЛА «Arrow»

Характеристики	Значення
Злітна маса, кг	4,8
Камера	Sony QX1
Тип сенсору	APS-C 20MP
Тип об'єктиву	змінний
Ємність батареї, Ah	16
Мінімальна швидкість польоту, км/год	50
Крейсерська швидкість польоту, км/год	60-80
Максимальний час польоту, хв	100
Максимальна дальність польоту, км	100
Максимальне контрольоване віддалення від бази, км	15
Максимальна висота польоту, м	5000
Мінімальна робоча висота польоту, м	75
Максимальна роздільна здатність знімків, см/піксель	2
Швидкість набору висоти (на рівні моря, за умов МСА), м/с	6
Старт з руки	так
Автоматичний старт (з катапульты LuckyLaunch)	так
Автоматична парашутна посадка	так
Рекомендовані розміри стартового майданчика, м	50x30
Габарити в транспортувальній конфігурації, см	120x25x25
Час підготовки до польоту, хв	10
Гранична швидкість вітру, м/с	12

УДК 504.064.3.574 (043.2)

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБСТАНОВКИ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Гай А.Є., Коваль Р.Р.

Національний авіаційний університет, проспекту Космонавта Комарова, 1, Київ, 03680,  
e-mail: 16358@ukr.net

Застосування геоінформаційних технологій при регіональному екологічному контролі в останні роки стало перспективним і актуальним напрямком.

Питання, що пов'язані з геоекологічним картографуванням, присвячено багато робіт вітчизняних і зарубіжних авторів. Загальні підходи і застосовані способи представлення векторних і матричних даних на електронних картах можуть бути з успіхом застосовані для реалізації цілей геоекологічного моніторингу українських міст по електромагнітному (ЕМ) фактору.

Для оцінок ЕМ поля доцільно мати систему узагальнених оцінок, як розміщеного на території обладнання, так і рівнів створюваної ЕМ загрози. Результати цього моніторингу повинні допускати детальний аналіз ЕМ обстановки з оцінкою впливу різних технічних засобів. Саме такий ЕМ моніторинг повинен супроводжувати господарську діяльність в сучасному міському середовищі.

Дані про ЕМ обстановку в масштабах сучасного мегаполісу являють собою масиви даних значного обсягу. При цьому досить суттєвою обставиною, що відрізняє такі дані від результатів, отримуваних в інших формах екологічного моніторингу, є прив'язаність до географічних координат.

Області ЕМ поля виявляються локалізованими поблизу місць розташування технічних засобів-джерел, а результуюча ЕМ обстановка утворює складну просторову картину, прив'язану до рельєфу місцевості.

Невід'ємною частиною технології контролю ЕМ обстановки є технологія візуалізації та графічної обробки геоекологічної інформації.

Першим етапом геоекологічного моніторингу електромагнітної обстановки міста є інвентаризація випромінювальних технічних засобів, яка повинна виконуватися за участю відповідних контролюючих служб господарства міста. Результатом інвентаризації є створення бази даних параметрів і характеристик випромінюючих технічних засобів, необхідних для подальших операцій.

База даних повинна відповідати електронній карті місцевості, на якій у вигляді схематичних планів можна бачити об'єкти з їх параметрами та характеристиками.

Основна складність інвентаризації полягає в отриманні даних від їх власників.

Результати першого етапу дозволяють отримати вихідні дані про розміщення технічних засобів, які обумовлюють результуючу ЕМ обстановку в місті (районі).

На другому етапі, формується карта електромагнітної обстановки з урахуванням даних розрахункових, експериментальних або комбінованих методів з прив'язкою до конкретної географічної локалізації джерела.

При цьому необхідно задавати критерії оцінки електромагнітної обстановки. В якості таких можуть прийматися гранично допустимі рівні інтенсивностей (напруженостей електричного і магнітного полів та щільності потоку енергії ЕМП) для кожного типу об'єкта.



Рис. 1. Фрагмент геоінформаційного представлення СЗЗ радіотехнічного об'єкта

Електромагнітний моніторинг включає в себе:

- розрахункове прогнозування джерел ЕМП, що є дуже важливо на стадії розробки, проектування та розміщення технічних засобів міста;
- інструментальний контроль електромагнітної обстановки на стадії експлуатації об'єктів і їх комплексів;
- розробку заходів і рекомендацій щодо захисту від ЕМП і нормалізації міської ЕМ обстановки.

Тому, застосування ГІС технологій для картографування ЕМ поля є важливим сучасним напрямком в екологічних дослідженнях. ГІС представлення даних повинно проводитись під час процесу проектування і установки радіотехнічного об'єкта. Це унеможливить будівництво житлових будинків у СЗЗ джерела випромінювання. Тому, що ЕМ випромінювання, яке набагато нижче нормативного значення, також може становити потенційну небезпеку для населення з високою чутливістю до цього фактору (1-3% населення світу).

Тривалий вплив на живі організми електромагнітного поля має акумулюючий ефект. В результаті чого можуть виникати негативні процеси і розлади центральної нервової системи, гормональних систем та формування злоякісних пухлин.

#### Літературні джерела

1. А.С.Гай, Р.Р.Коваль Аналіз стану електромагнітного забруднення міста Києва Галузевої проблеми екологічної безпеки. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів. – Х., 2016. – 243 с.

2. Офіційний сайт Міжнародної комісії по захисту від неіонізуючого випромінювання. [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://www.icnirp.org/en/frequencies/static-magnetic-fields-0-hz/index.html>

3. Корнієнко І. В. Використання ГІС в задачах моніторингу електромагнітного забруднення навколишнього середовища / І. В. Корнієнко, Ю. С. Сімакін // Новітні досягнення геодезії,



УДК 528.8.04+551.083

## НОВІТНІ МЕТОДИ ДИСТАНЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ПАРНИКОВИМИ ГАЗАМИ

Горелик С. І.

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ»

Однією з сучасних проблем людства є прискорений темп підвищення середньої температури на планеті, що спричиняє глобальне потепління. Жахливими наслідками цього процесу є: танення льодовиків Антарктиди та Гренландії, що призведе до підйому рівня Світового океану на 2 м до кінця 2100 м [1] та затопленню найбільш заселених територій, а також до зміни клімату.

За даними [2] прискорення темпу глобального потепління почалось с 1970<sup>x</sup> рр. Підвищення швидкості потепління пов'язують з антропогенним впливом, а саме зі збільшенням викидів вуглекислого газу, метану, фреону та ін.[3] З метою зменшення техногенного впливу Рамочною конференцією ООН був прийнятий Кіотський протокол (1997-2016 рр.) та Паризька угода (з 2016 р.), що мають на меті зменшення кількості викидів парникових газів в атмосферу. Для кожної країни-учасника виділена квота викидів. Моніторинг за викидами здійснюється на основі щорічних звітів держав та їх перевірки. Як правило ці звіти ґрунтуються на даних перерахунку кількості використаного палива на вуглекислий газ. Безумовно, ці дані не можуть точно відобразити кількість викидів, тому використання сучасних даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дозволить контролювати викиди парникових газів в атмосферу.

Дистанційний контроль за парниковими газами здійснюється зі супутників Aqua, AURA, GOSAT, Suomi NPP, Metop-B та ін. Сенсори, що встановлені на супутниках є спектрометрами, які дозволяють визначати концентрацію газів в ультрафіолетовому та інфрачервоному діапазонах [4].

Визначення газів в тепловому інфрачервоному (ІЧ) діпазоні проводиться за допомогою метода, що використовує вимірювання спектральної яскравості випромінювання атмосфери і описується рівнянням теплопереносу (1) [4]:

$$I_{\lambda}^{up} = I_{\lambda}^{surf} + \int_0^H (B_{\lambda}(T(h))d\tau_{\lambda}(h, \sum_{j=1}^N q_j(h)) / dh) dh, \quad (1)$$

де  $I_{\lambda}^{up}$  – потік ІЧ радіації, що регіструється супутниковим сенсором,  $I_{\lambda}^{surf}$  – потік ІЧ радіації, випромінюваної підстиляючою поверхнею,  $B_{\lambda}$  – функція Планка (функція температури  $T$  від висоти  $h$  атмосферного шару),  $\lambda$  – довжина хвилі,  $\tau_{\lambda}$  – коефіцієнт пропускання атмосфери,  $q_j(h)$  – профілі концентрацій  $j$  газу ( $j=1 \dots N$ , де  $N$  – кількість газів),  $H$  – максимальна висота.

Метод ультрафіолетового випромінювання використовує змінення відбитого та розсіяного випромінювання за рівнянням Ламберта – Біра (2) [4]:

$$I_{\lambda}^{up} = I_{\lambda}^0 \exp \left[ - \int_0^H (\rho_j(\lambda, h) \sigma_j(\lambda, h) + \epsilon_M(\lambda, h) + \epsilon_R(\lambda, h)) dh \right], \quad (2)$$

де  $I_{\lambda}^0$  – потік випромінюваної відбитої від поверхні землі,  $\sigma_j$  – переріз поглинання  $j$  газу,  $\rho$  – масова доля газу в шарі шириною  $H$ ,  $\epsilon_M$  и  $\epsilon_R$  – розсіяння Мі та Релея.

Контроль за викидами парникових газів можливий при систематичному використанні даних ДЗЗ, які дозволяють проводити постійний моніторинг. Синтезування даних контактних та дистанційних досліджень дозволить більш якісно оцінювати рівень викидів парникових газів кожною країною, що дозволить зменшити техногенну нагрузку на атмосферу та знизити темп глобального потепління.

### Література

1. Vermeera M. Global sea level linked to global temperature /Martin Vermeera, Stefan Rahmstorfb // PNAS. –2009 - Вип.106. – №. 51. – С. 21527–21532.
2. Канило П.М. Ледниковые эпохи и глобальное потепление климата / П.М. Канило // Двигатели внутреннего сгорания. - 2016. - № 2. - С. 97-106.
3. Рамкова конвенція ООН зі змін клімату. 2009-01-14 – Режим доступу: <http://www.webcitation.org/6На63F0a6>. – Назва з екрана.
4. Мониторинг парниковых газов и аэрозоля в атмосфере методом солнечной ИК / С.А. Береснев, В.И. Захаров, К.Г. Грибанов, Л.Б. Кочнев и др. // Научно-технический отчет о выполнении 3 этапа Государственного контракта № П1571 от 10 сентября 2009 г. – Екатеринбург, 2011. – с. 144.

УДК 551.49: 556.388

## МОНІТОРИНГ ПІДЗЕМНИХ ВОД ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК ІНФОРМАЦІЙНА ОСНОВА РАЦІОНАЛЬНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ

Давибіда Л. І.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, E-mail: davybida@yandex.ua*

Івано-Франківська область характеризується розвинутою річковою мережею і належить до найбільш забезпечених поверхневими водними ресурсами в Україні, проте займає одне з останніх місць за запасами підземних вод питного призначення. Незважаючи на це, індивідуальне водопостачання населення і підприємств області переважно здійснюється за рахунок підземних вод. Найчастіше експлуатується перший від поверхні водоносний горизонт [1]. Останнім часом стурбованість викликає зниження рівнів підземних вод у колодязях у посушливі періоди року. Особливо маловодним видався весняно-осінній період 2015 р [1, 2].

Пониження рівня ґрунтових вод є комплексною проблемою, і залежить як від глобальних змін клімату, так і, значною мірою, від антропогенного впливу, а саме, надмірного ресурсоспоживання, вирубки лісів, нелегального забору піщано-гравійної суміші з русел річок тощо. Суттєвою проблемою є також відсутність планів щодо безпечного водопостачання населення в багатоводні та маловодні роки [2].

Управління підземними водними ресурсами, особливо в умовах техногенного впливу, неможливе без кількісного прогнозу стану і властивостей підземних вод. Ефективність вирішення задач управління підземними водами і планування природоохоронних заходів багато в чому залежить від повноти і достовірності інформації про інтенсивність і напрямки змін стану підземних вод. Для забезпечення раціонального видобутку і використання ресурсів підземних вод необхідне ведення гідрогеологічного моніторингу, призначеного для оцінки їх фактичного стану, а також прогнозування його змін під впливом антропогенних і природних чинників. Результати моніторингу повинні забезпечувати постійне оновлення даних і оптимізацію вирішення задач управління водними ресурсами [3, 4].

Метою даного дослідження є оцінка ефективності ведення моніторингу підземних вод на території Івано-Франківської області.

Згідно з районуванням України за умовами формування підземних вод досліджувана адміністративна область розташована на території таких гідрогеологічних регіонів, як Волино-Подільський і Передкарпатський артезіанські басейни, а також Карпатська гідрогеологічна складчаста область. У межах Волино-Подільського артезіанського басейну виділяють Подільський та Прут-Дністровський гідрогеологічні райони. У Передкарпатському артезіанському басейні також виділяють два гідрогеологічні райони: зовнішній охоплює Більче-Волицьку структурну зону прогину і внутрішній – Бориславсько-Покутський та Самбірський покриви. До Карпатської гідрогеологічної складчастої області належить південно-західна частина території, зайнята структурами Скибового покриву з гірським рельєфом.

Складна геологічна будова території зумовила велику різноманітність її гідрогеологічних умов, нерівноцінних за можливістю використання підземних вод. Необхідно відмітити, що існуюча опорна мережа державного гідрогеологічного моніторингу, яка у 2016 році на території Івано-Франківської області налічувала всього 7 свердловин, не виконує покладені на неї функції і потребує серйозної реорганізації і подальшого розвитку.

Згідно Водної Рамкової Директиви ЄС одним із головних принципів організації моніторингу є інтегрована басейнова модель, що передбачає координування водоохоронних заходів щодо поверхневих і підземних вод, які належать до спільних екологічних, гідрологічних та гідрогеологічних систем. У якості таких систем можуть розглядатися водообмінні басейни, виділені за принципом єдності потоків підземних вод від областей формування стоку до його основного розвантаження, яке контролюється єдиним замкнутим балансом підземних вод. Розміри і межі водообмінних басейнів у природних умовах, як правило, визначаються розмірами та конфігурацією річкових басейнів.

Територія досліджуваного регіону розташована в межах двох транскордонних басейнів I порядку – басейну Дністра і басейну Дунаю. Басейн Дністра в межах області включає такі басейни II порядку, як водообмінний басейн Свічі-Лімниці Бистриці-Надвірнянської і Бистриці-Солотвинської, водообмінний басейн правого берега Дністра (від гирла Бистриці до гирла Лядової), а також водообмінні басейни Давидівки – Свіру і Гнилої Липи – Золотої Липи – Стрипи. Басейн Дунаю представлений в межах області водообмінним басейном II порядку в. Прут. Ці природні територіальні формування є просторовою основою для реорганізації державної мережі гідрогеологічного моніторингу і її адаптації до європейських стандартів в найбільш стислі терміни, виконання інвентаризації пунктів спостережень, оцінки їх репрезентативності, розробки концепції реформування системи моніторингу, а також формування єдиної бази даних із залученням ГІС-технологій.

Ефективність системи моніторингу визначається, в першу чергу, проектуванням і створенням репрезентативної мережі спостережних пунктів, яка дасть змогу забезпечити необхідною достовірною інформацією для аналізу і прийняття рішень. План проектування системи моніторингу підземних вод передбачає наступні етапи:

- передпроектний аналіз, що включає оцінку географічних, геологічних, гідрогеологічних, кліматичних, кадастрових (гідротехнічні і водогосподарські споруди) характеристик, водокористування і водоспоживання, джерел забруднення підземних вод, тощо;

- вибір засобів здійснення моніторингу, а саме: вибір статистичної методології для мережі, проектне формування «ідеальної» мережі, аналіз існуючої мережі, формування компромісної мережі, складання реєстру спостережуваних параметрів, визначення вимог до точності результатів моніторингу, частоти і об'єму вимірювань, формування «ідеальної» виміральної бази, яка включатиме методи ведення моніторингу і технічні засоби, аналіз реальної бази для вимірювань на території аналіз реальних об'ємів і інтервалів часу між вимірюваннями, формування «компромісної» бази і умов вимірів;

- розгляд економічних аспектів створення системи моніторингу підземних вод, складання графіку виконання робіт і визначення пріоритетів, визначення джерел і можливостей фінансування (національний бюджет, регіональний бюджет, урядові програми, інвестиції, міжнародні і зарубіжні позики, програми, гранти, тощо). Зокрема, для вирішення сучасних проблем державної системи гідрогеологічного моніторингу в роботі [5] запропоновано зобов'язати суб'єкти господарської діяльності, які забруднюють навколишнє природне середовище, у тому числі й підземні води, створити об'єктовий моніторинг і звітувати перед державними органами виконавчої влади про результати моніторингових спостережень.

Отже, для забезпечення функціонування системи моніторингу як інформаційної основи раціонального використання ресурсів підземних вод Івано-Франківської області необхідно переглянути і розширити мережу спостережних свердловин, забезпечити їх охорону, а також передбачити подальше обладнання автоматизованими приладами для вимірювання рівнів і температури води, розвиток і вдосконалення автоматизованої бази даних на онові сучасних геоінформаційних технологій. Важливим завданням є створення державної системи комплексного моніторингу, тобто спільне вивчення стану підземних вод та інших компонентів довкілля, в першу чергу – поверхневих вод згідно басейнового принципу організації ведення спостережень. Такий підхід дасть змогу проводити сумісний моніторинг прикордонних територій разом із сусідніми країнами для досягнення цілей Водної Рамкової Директиви ЄС в усьому районі транскордонних річкових басейнів.

#### *Літературні джерела*

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області у 2015 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.if.gov.ua/files/uploads/Регіональна\\_доповідь\\_2015\\_Івано-Франківська\\_область.pdf](http://www.if.gov.ua/files/uploads/Регіональна_доповідь_2015_Івано-Франківська_область.pdf) (31.01.2017). – Заголовок з екрану.

2. Ситуаційне дослідження по забезпеченню рівного права на воду і санітарію на території Яремчанської міської ради [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.mama-86.org/images/publications/case\\_study/CS\\_Yaremche.pdf](http://www.mama-86.org/images/publications/case_study/CS_Yaremche.pdf) (31.01.2017). – Заголовок з екрану.

3. Дудин И. Н. Мониторинг подземных вод Новгородской области в системе регионального природопользования / И. Н. Дудин, А. А. Шебеста // Балтийский регион, №1(7), 2011. – С. 90-96.

4. Рациональное использование та відновлення водних ресурсів. Монографія / За заг. ред. Фещенка В. П. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2016. – 250 с.

5. Шестопапов В.М. Стан і шляхи реформування державної системи моніторингу підземних вод з урахуванням міжнародного досвіду та вимог водної рамкової директиви Європейського Союзу / В.М. Шестопапов, Н.Г. Люта // Мінеральні ресурси України. – 2016. -№ 2. – С. 3 – 4.

---

УДК 504.064.3: 574

## **КОНЦЕПУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО МОНІТОРИНГУ ЕВТРОФНИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ В МЕЖАХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ**

**Дмитрієва О.О., Колдоба І.В., Варламов Є.М.,**

*Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»,  
вул. Бакуліна, 6, м. Харків, 61166, [dmitrieva.olena@gmail.com](mailto:dmitrieva.olena@gmail.com)*

З усіх компонент динамічного розвитку критичного стану екосфери населених пунктів значність водного фактору найвища, оскільки наявність достатньої кількості водних ресурсів задовільної якості, рівень організації водокористування є не тільки одним з визначальних аспектів розподілу та розвитку продуктивних сил, але й первинним чинником життєзабезпечення людини, визначаючим стан здоров'я і генофонду, рівень та якість життя населення. Ступінь вирішення водогосподарських проблем слід віднести до найсуттєвіших критеріїв оцінки розвитку країни і реалізації стратегії її сталого розвитку, що вимагає усвідомлення важливості водної політики держави.

Враховуючи екологічну ситуацію, яка склалася в останні десятиріччя, в Україні потрібні нові підходи у галузі використання, охорони, відновлення водних ресурсів як на рівні практичної діяльності, так і для вироблення рішень у напрямку впровадження стратегії сталого розвитку в галузі водокористування.

Мета дослідження – обґрунтування необхідності доповнень вимог до державної системи моніторингу поверхневих вод та до управління водокористуванням з евтрофних водних об'єктів відповідно до Концепції сталого розвитку населених пунктів України.

Авторами проводились дослідження щодо питання з підвищення екологічної безпеки водокористування в населених пунктах, розташованих на евтрофних водних об'єктах, й підготовки

обґрунтованих управлінських рішень з використанням оцінки еколого-медичної небезпеки водного фактору побудованої за результатами еколого-медичних досліджень.

З метою забезпечення запобігання, обмеження й скорочення впливу забруднюючих речовин на водні об'єкти заходи повинні ґрунтуватися на найкращих наявних технологіях. Необхідно також застосовувати, біологічні або еквівалентні процеси з метою обробки комунально-побутових стічних вод, що найменше впливають на водний об'єкт. Крім того, необхідно розробити й здійснювати найкращу в екологічному відношенні практику для скорочення впливу біогенних і небезпечних речовин із дифузійних джерел.

Згідно із Протоколом із проблем води й здоров'я (1999), повинні бути створені ефективні системи моніторингу й оцінки ситуацій, які можуть привести до спалахів або випадків захворювань, пов'язаних з водою, а також ефективні системи реагування на них або їх запобігання. Це буде включати підготовку кадастрів джерел забруднення, огляди стану районів, підданих високому ризику мікробіологічного забруднення й влучення токсичних речовин, і надання звітності про інфекційні й інших захворюваннях, пов'язаних з водою, а також забезпечувати надання такої інформації компетентним органам.

Для забезпечення положень Протоколу необхідна еколого-медична оцінка джерел водопостачання з евтрофних водних об'єктів. Важливі біотичні і абіотичні фактори для функціонування екосистеми на додаток до біологічних факторів, тому слід застосовувати методи комплексної екологічної оцінки. Такі методи повинні ґрунтуватися на окремих «значимих» параметрах, які є сприйнятливими до загального або специфічного впливу на елементи річкових екосистем.

Одним з найбільш вагомих факторів, який негативно впливає як на стан водних екосистем, так і на життєдіяльність мешканців населених пунктів, розташованих поблизу водних об'єктів, є антропогенне евтрофування вод. Велику небезпеку являє сезонний прояв евтрофування – «цвітіння» вод. За даними світової статистики приблизно у 40–50 % випадків при «цвітінні» у воді накопичуються токсини та метаболіти водоростей, які викликають захворювання людей та тварин. Останнім часом таке явище позначають терміном «шкідливе «цвітіння» водоростей» (ШЦВ).

Негативними наслідками шкідливого «цвітіння» є: погіршення якості води за органолептичними, гідрохімічними та санітарно-мікробіологічними показниками, накопичення біологічно активних речовин – вітальних виділень водоростей і продуктів їх розкладу, у тому числі токсичних, алергенних і канцерогенних. Використання «квітучих» водних об'єктів у рекреаційних цілях та в якості джерел питного водопостачання призводить до небезпеки здоров'ю людини, в першу чергу, через наявність у воді токсинів та метаболітів водоростей (кон'юнктивіти, алергія, токсикози, ураження печінки й ін.); у результаті супутнього «цвітіння» біологічного забруднення вод – бактеріального, вірусного, грибового (холера, гастроентерити, лямбліози, енцефаліти й ін.), а також до підвищення ризику утворення шкідливих речовин у процесі обробки води за існуючими технологіями (наприклад, утворення діоксинів при хлоруванні води, забрудненої фенольними сполуками). Це свідчить про екологічну та соціальну значимість проблеми антропогенного евтрофування поверхневих вод.

Особливо уразливою до токсичного впливу синьозелених водоростей є сенсibiliзована група населення з підвищеним ризиком захворюваності. Для зменшення ризику виникнення спалахів захворюваності у таких групах необхідно мати інформаційне підґрунтя для оперативного ранжування і впровадження запобіжних заходів.

Для підвищення екологічної безпеки водокористування в населених пунктах, розташованих на евтрофних водних об'єктах, пропонується, в якості обґрунтування прийняття управлінських рішень на початковому етапі, використовувати оцінку еколого-медичної небезпеки водного фактору, побудовану по результатах еколого-медичних досліджень та моніторингу вод.

На відміну від відомих з наукових інформаційних джерел підходів до отримання оцінок стану поверхневих вод, вона полягає у поєднанні в ній взаємоузгоджених та взаємодоповнюючих уявлень щодо якісного стану водних екосистем як унікальних компонентів природних ландшафтів, і впливу водного фактору на стан здоров'я та умови життєдіяльності населення. Таким чином, передбачено сумісний розгляд екологічного, ресурсного та медичного аспектів проблеми забезпечення безпеки водокористування.

Комплексне еколого-соціальне оцінювання поверхневих водних об'єктів, на відміну від існуючих підходів до отримання аналогічних оцінок, складається з двох програм: екологічного дослідження водних екосистем та еколого-медичного дослідження впливу водного фактору на життєдіяльність населення за допомогою суто медичних методів і являє собою багаторівневий процес послідовних дій, який містить:

- розробку програм екологічних досліджень водних екосистем та еколого-медичних досліджень умов життєдіяльності мешканців населених пунктів, розташованих на узбережжі водних об'єктів;
- дослідження основних факторів формування стану водних екосистем та умов життєдіяльності населення, які включають як умови
- існування їх сучасного стану, так і основні фактори впливу на екосистеми та життєдіяльність населення; одержання екологічної оцінки стану водних екосистем, яка містить оцінку стану водного середовища, донних відкладів та біотичної складової;
- дослідження основних факторів впливу водного фактору на життєдіяльність населення, які включають існуючу характеристику демографічного стану населення, його соціально-побутові умови, захворюваність, а також результати дослідження екологічного стану водних об'єктів;
- проведення медичних досліджень впливу водного фактору на стан здоров'я населення та визначення потенційного ризику захворюваності населення внаслідок водокористування зазначеним водним об'єктом;

– розробку комплексної еколого-соціальної оцінки безпечності життєдіяльності населення при водокористуванні, що розглядається (стосовно поверхневих водних об'єктів).

Для цього потрібно буде створити національні й/або місцеві системи спостереження й раннього попередження. Робота над такими системами усе ще перебуває на самому початковому етапі. Поки ще не створені ефективні системи моніторингу для виявлення одиничних випадків захворювань, пов'язаних з використанням води в рекреаційних цілях (наприклад, із забрудненням води токсичними речовинами). Крім того, спалахи захворювань лише в рідких випадках реєструються як такі через відсутність або неадекватність систем інформування.

Суттєвий внесок у своєчасне інформування про стан водного об'єкта дає використання методу дистанційного зондування землі (ДЗЗ), зокрема, із визначенням показників з використанням космічних знімків, що дозволяє одержати оперативну оцінку ступеня безпеки водокористування в залежності від рівня розвитку евтрофування поверхневих водних об'єктів.

Використання у системі моніторингу методу ДЗЗ із визначенням космічних показників дозволяє одержати оперативну оцінку ступеня безпеки водокористування в залежності від рівня розвитку евтрофування поверхневих водних об'єктів.

Ефективність методу оцінки ступеня безпеки водокористування з поверхневих водних об'єктів у залежності від рівня їх евтрофування за даними космічного моніторингу було перевірено на практиці в процесі визначення оцінки ступеня безпеки водокористування для потреб населення у зоні, що прилягає до дамби Кременчуцького водосховища.

#### **Висновки**

Враховуючи результати досліджень можна стверджувати, що є необхідність проведення комплексного еколого-соціального оцінювання поверхневих водних об'єктів, яке має складатись з двох програм: екологічного й еколого-медичного дослідження водних екосистем і дослідження впливу водного фактору на життєдіяльність населення за допомогою суто медичних методів та формування спеціалізованої мережі моніторингу поверхневих водних об'єктів з використанням методів ДЗЗ для отримання, накопичення і надання необхідної інформації для прийняття управлінських рішень, які відповідатимуть вимогам міжнародних документів та Концепції сталого розвитку населених пунктів України.

Вирішення цих питань дозволить поліпшити еколого-санітарну ситуацію та створити задовільні умови ступеня безпеки водокористування для потреб населення.

УДК 502.568:528.8.04

## **ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТОВО-РОСЛИННОГО ПОКРИВУ В ЗОНІ ДОВГОТРИВАЛОГО ВПЛИВУ ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКОЇ АЕС**

**Дудар Т.В.<sup>1</sup>, Станкевич С.А.<sup>2</sup>, Свіденюк М.О.<sup>1</sup>, Щербаченко В.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Національний авіаційний університет

*пр. Космонавта Комарова, 1, Київ, Україна 03058, e-mail: dudar@nau.edu.ua*

<sup>2</sup> Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі

*вул. Олесь Гончара, 55-б, Київ, Україна 01601, e-mail: st@casre.kiev.ua*

Метою представленого дослідження є оцінка стану ґрунтового-рослинного покриття території в радіусі приблизно 30 км навколо діючої Південноукраїнської АЕС (ПУ АЕС) за період 2001-2016 рр. із використанням даних дистанційного зондування Землі та сучасних геоінформаційних технологій з наступним підрахунком економічних втрат сільськогосподарського виробництва, спричинених деградацією земельних ресурсів.

Територія розташування ПУ АЕС знаходиться у Ново-українському фізико-географічному районі степової області південних відрогів Придніпровської височини Правобережно-Дніпровської провінції степової зони. Цій території властиві ландшафти кальцієвого класу на ерозійно-денудаційній слабкопології та слабохвилястій лесовій рівнині із звичайними неглибокими середньо- і малогумусовими чорноземами.

Для дослідження деградаційних процесів земельних ресурсів було використано методу картоування деградації земель [1] на основі дворівневої моделі обробки багатоспектральних космічних знімків та статистичного злиття даних. Для виявлення змін рослинного покриття та динаміки ерозійних процесів як двох індикаторів, що найповніше характеризують деградацію земель, окрім багатоспектральних супутникових зображень середньої просторової розрізненості Landsat, залучалися допоміжні геопросторові дані: цифрова модель рельєфу місцевості, карта ґрунтів та кліматичні характеристики досліджуваної території. Додатково було враховано дані по гранулометричному складу, ерозійному та гідрологічному показниках чорноземів та дерново-піщаному ґрунтах, що переважають у районі дослідження, включаючи Національний природний парк (НПП) “Бузький Гард” (Таблиця 1).

Таблиця 1 - Характеристика показників ґрунтів, використаних для дослідження

№	Тип ґрунту	Щільність ґрунту, г/см <sup>3</sup>	Розмір структурних часток ґрунту, мм	Ерозійний фактор, мм/міс	Гідрологічний показник
1	Чорнозем типовий мало-гумусний	1,1-1,3	0,5	0,28	74
2	Чорнозем типовий середньо-гумусний	1,1-1,3	0,5	0,28	74
3	Чорнозем звичайний середньо-гумусний потужний	1,2-1,4	0,5	0,28	85
4	Чорнозем звичайний мало-гумусний	1,2-1,4	0,5	0,28	85
5	Дерново-піщаний ґрунт	1,5-1,6	0,12 - 0,15	0,24	62

На основі аналізу фізико-географічних умов району розташування діючої ПУ АЕС оцінено стан деградації ґрунтово-рослинного покриву із використанням багатоспектральних космічних знімків періоду 2001-2016 рр. У результаті було побудовано тематичну карту, яка відображає стан земельних ресурсів досліджуваного району (Рисунок 1).

За допомогою отриманої карти визначено території з низьким, середнім та високим рівнями деградації земель. Селітебні території змін не зазнали. Позитивні зміни відбуваються на заповідних територіях природно-заповідного фонду та рекультивованих сільськогосподарських землях. Низьким, середнім та високим ступенем деградації характеризується приблизно 30-35% площі всієї території дослідження.

Для підрахунку економічних втрат сільськогосподарського і лісгосподарського виробництва, спричинених погіршенням якості земель, які підлягають відшкодуванню, використовувалась наступна формула, описана і затверджена у Постанові Кабінету Міністрів України [2]:

$$P_v = (1 - K) * H_v * P_d,$$

де  $P_v$  – розмір втрат, тис. гривень;  $K$  – коефіцієнт зниження продуктивності угіддя;  $H_v$  – середній розмір втрат з розрахунку на 1 гектар;  $P_d$  – площа ділянки, гектарів.

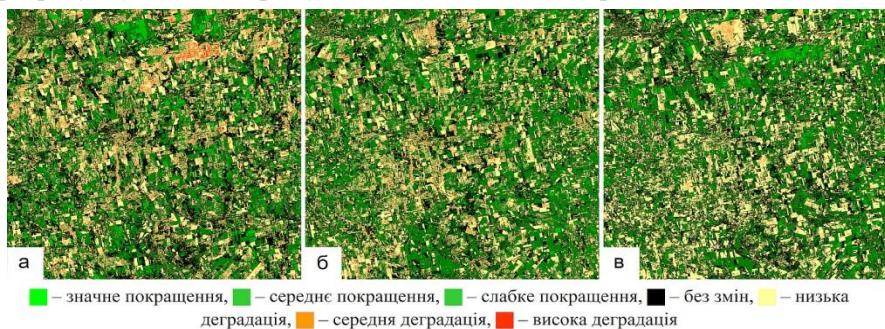


Рис. 1. Карта деградації ґрунтово-рослинного покриву 30-ти кілометрової зони ПУ АЕС:  
а – 2001-2010 рр.; б – 2001-2016 рр.; в – з 2010-2016 рр.

Методика розрахунку для демонстрації практичного застосування методів дистанційного зондування Землі при вирішенні еколого-економічних задач застосована на ділянці природно-заповідної зони НПП «Бузький Гард» вздовж течії річки Південний Буг від м. Первомайськ до м. Олександрівка (Рисунок 2).

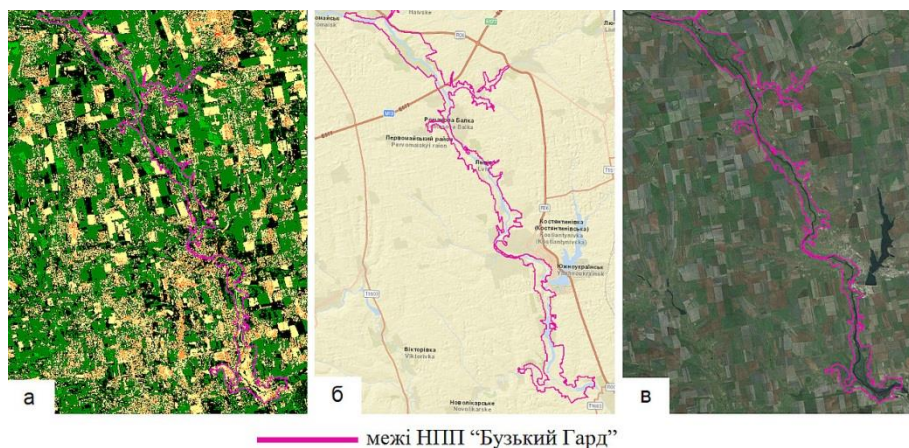


Рис. 2. Карта деградації земельних ресурсів території НПП «Бузький Гард» та суміжних територій у період з 2001-го по 2016-й роки (а), топографічна карта території (б) та вигляд за матеріалами космічної зйомки Landsat-8 OLI (в)

Площа природно-заповідної зони складає 128,82 тис. га, та здебільшого включає землі сільськогосподарського призначення. Території, що виділяються як зони лісових насаджень, не зазнали негативних змін, що означає відсутність людської діяльності з лісозаготівлі на даній території. Тому лісові ділянки зазнали лише позитивних змін, що означає накопичення біомаси вищих рослин. Площа деградованих земель складає майже 38 тис. га, що у відсотковому співвідношенні до площі цієї ділянки сягає 29%. Відшкодування втрат земельних ресурсів на даній території складає 387,4 млн. грн.

Перелік посилань на джерела

1. Дистанционная оценка риска деградации земель с использованием космических снимков и геопространственного моделирования / М.А. Попов, С.А. Станкевич, А. А. Козлова // Доповіді Національної академії наук України. – 2012.– № 6.– С.100-104.

2. Постанова Кабінету Міністрів України від 17 листопада 1997 р. № 1279 “Про розміри та Порядок визначення втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, які підлягають відшкодуванню” [Електронний ресурс]. – 1997. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/962-15>.

УДК 504.453

## ОЦІНКА СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ Р. ЗАХІДНИЙ БУГ ЗА РІВНЕМ ЗАБРУДНЕНOSTІ

Калько А.Д.<sup>1</sup>, Басюк Т.О.<sup>1</sup>, Гопчак І.В.<sup>2</sup>, Мушка Г.Г.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, м. Рівне, вул. акад. Степана Дем'янчука, 4, e-mail: edissey@meta.ua

<sup>2</sup>Інститут водних проблем та меліорації НААН України, м. Київ, вул. Васильківська, 37, e-mail: gorchak\_igor@ukr.net

<sup>3</sup>Західно-Бузьке басейнове управління водних ресурсів, м.Луцьк, вул. 8-го березня 1, e-mail: zbbuvr@gmail.com

Проблема екологічного стану поверхневих вод на сьогодні дуже актуальна для всіх водних басейнів України. Основними причинами їх забруднення є: скид неочищених та не досить очищених комунально-побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти й через систему міської каналізації; надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води із забудованих територій і сільгоспугідь; ерозія ґрунтів на водозабірній площі, тощо. Тому, необхідним є своєчасне проведення спостережень за якісним станом поверхневих вод басейну та виконання аналізу й узагальнення інформації про стан водних об'єктів, прогнозування його змін і розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття відповідних управлінських рішень у галузі використання та охорони водних ресурсів [1, 2].

Нами було виконано оцінку стану поверхневих вод басейну р. Західний Буг (у межах України) за рівнем забрудненості.

Західний Буг – річка транскордонна, яка протікає не лише територією України, а й Білорусі та Польщі. Довжина річки на території нашої держави становить 404 км.

Загальна площа басейну р. Західний Буг в межах України складає 11205 км<sup>2</sup> (28,4% від загальної площі басейну), в тому числі по Волинській області – 4619 км<sup>2</sup>, по Львівській області – 6586 км<sup>2</sup>. Середньорічний поверхневий стік, який формується в межах України, становить 1317 млн.м<sup>3</sup>. Головні притоки р. Західний Буг в межах України, на яких проводиться моніторинг якості поверхневих вод, це р. Рата, Полтва, Луга та Гапа [1, 2].

Спостереження за якісним станом поверхневих вод в басейні р. Західний Буг проводилися на 13-ти затверджених пунктах (створах) спостережень (табл. 1).

Таблиця 1 - Пункти державного моніторингу якості вод басейну р. Західний Буг [3]

№ з/п	Назва створу	Відстань від гирла річки, км	Водний об'єкт	Область
1	р. Полтва, с. Кам'янопіль	30	р. Полтва	Львівська
2	м. Кам'янка Бузька	704	р. Західний Буг	Львівська
3	Добротвірське водосховище, нижній б'єф	689	р. Західний Буг	Львівська
4	р. Рата, м. Великі Мости	22	р. Рата	Львівська
5	м. Сокаль	637	р. Західний Буг	Львівська
6	с. Старгород	632	р. Західний Буг	Львівська
7	с. Литовеж	631	р. Західний Буг	Волинська
8	с. Амбуків, 500 м нижче впадіння р. Хучва	584	р. Західний Буг	Волинська
9	м. Устилуг, 500 м нижче впадіння р. Луга	569	р. Західний Буг	Волинська
10	р. Луга, с. П'ятидні	6	р. Луга	Волинська
11	р. Гапа, нижче озера Ягодинське	2	р. Гапа	Волинська
12	с. Забужжя	468	р. Західний Буг	Волинська
13	оз. Світязь, с. Світязь, Шацький район	385	р. Західний Буг	Волинська

На основі аналізу багаторічної динаміки кількості забруднюючих речовин [3], які потрапили з стічними водами у поверхневі водойми басейну р. Західний Буг встановлено, що основний вплив на якість поверхневих вод басейну здійснюють комунальні та промислові підприємства Львівської області. Вплив підприємств Волинської області на якість води річки незначний. Так, як об'єм відведених у поверхневі водойми зворотних вод від об'єктів Волинської області становить лише 5% від загального водовідведення у поверхневі водойми басейну (рис. 1).

Визначення забрудненості поверхневих вод басейну р. Західний Буг проведено шляхом розрахунку коефіцієнту забрудненості для всіх розрахункових створів відповідно до [4]. Коефіцієнт забрудненості (КЗ) є узагальненим показником, що характеризує рівень забрудненості сукупно по низці показників якості води, які багаторазово виміряні у кількох пунктах (створах) спостережень водних об'єктів.

За вихідні дані було прийнято результати проведених вимірювань у 2015 р. [3] лабораторій Волинської гідрогеолого-меліоративної партії й Львівської гідрогеолого-меліоративної експедиції. Результати дослідження наведено у табл. 2.

Отже, згідно усереднених результатів лабораторних досліджень та проведених розрахунків щодо визначення коефіцієнта забруднення було встановлено, що: 1) найбільші значення коефіцієнту забруднення спостерігаються у створах Львівської області; 2) найгірше значення у створі – р. Полтва (с. Кам'янопіль Львівської області), після скиду з очисних споруд Львівводоканалу (V клас якості); 3) води басейну в цілому відносяться до помірно забруднених внаслідок впливу р. Полтва (III клас якості); 4) загалом вода річки Західний Буг за значенням коефіцієнта забруднення відноситься до помірно забруднених (III клас якості).

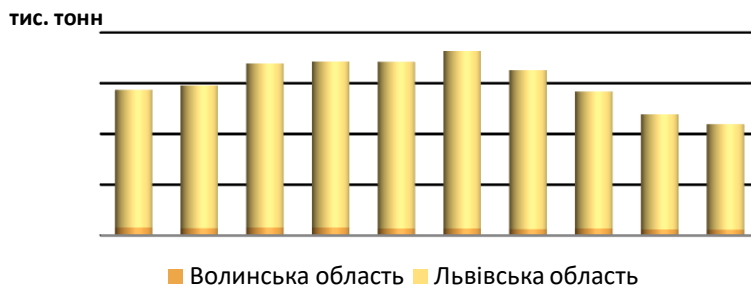


Рис. 1. Динаміка кількості забруднюючих речовин, які потрапили з стічними водами у поверхневі водойми басейну р. Західний Буг

Таблиця 2 - Оцінка якісного стану поверхневих вод басейну Західного Бугу відповідно до коефіцієнтів забрудненості

№ з/п	Найменування контрольних пунктів (створів)	Характеристика коефіцієнта забрудненості	
		кількісна	якісна
1	р. Полтва, с. Кам'янопіль	17,51	брудні
2	р. Західний Буг, м. Кам'янка Бузька	3,04	помірно забруднені
3	Добротвірське водосховище, нижній б'єф	2,76	помірно забруднені
4	р. Рата, м. Великі Мости	1,44	слабко забруднені
5	р. Західний Буг, м. Сокаль	2,55	помірно забруднені
6	р. Західний Буг, с. Старгород	2,93	помірно забруднені
7	р. Західний Буг, с. Литовеж	3,19	помірно забруднені
8	с. Амбуків, нижче впадіння р. Хучва	2,80	помірно забруднені
9	м. Устилуг, нижче впадіння р. Луга	2,33	слабко забруднені
10	р. Луга, с. П'ятидні	1,51	слабко забруднені
11	р. Гапа, нижче озера Ягодинське	1,91	слабко забруднені
12	оз.Світязь	1,05	слабко забруднені
13	с. Забужжя	2,09	слабко забруднені
	В цілому по басейну річки	3,44	помірно забруднені
	По річці Західний Буг	2,84	помірно забруднені

#### Літературні джерела

1. Гопчак І.В. Оцінка екологічної ефективності використання поверхневих вод річки Західний Буг / І.В. Гопчак, Т.О. Басюк, Г.Г. Мушка // Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, 19-20 травня 2016 р.). – Дніпропетровськ: «СВИДЛЕР», 2016. – С. 30-32.
2. Гопчак І.В. Моніторинг якості поверхневих вод р. Західний Буг / І.В. Гопчак, Т.О. Басюк, А.С. Мельничук // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню води «Вода і робочі місця» (22 березня 2016 р.). – Київ: ІВПіМ, 2016. – С. 26-27.
3. Інформаційний бюлетень про якісний стан поверхневих вод басейну річки Західний Буг у 2015 році. – Луцьк, 2016. – 50 с.
4. Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів) КНД 211.1.1.106-2003 – Київ, 2003. – 70 с.

УДК 550.832

## ДІАГНОСТИКА НАФТОГАЗМАТЕРИНСЬКИХ ТОВЩ ГЕОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Карпенко І.<sup>1</sup>, Карпенко О.<sup>1</sup>, Башкіров Г.<sup>2</sup>

1 - Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, вул. Васильківська, 90; 2 - ДП "Науканафтогаз" м. Вишневе, вул. Київська; e-mail: karpenko.geol@gmail.com

Аналіз напрямків досліджень площ, перспективних на нафту і газ, свідчить, що в останні роки з'явилась стійка тенденція щодо пошуків крім традиційних резервуарів, ще й потенційних



нафтогазоматеринських товщ на тій самій ділянці, які можуть слугувати також джерелом вуглеводнів (ВВ). Окрім того, детальна різноманітна інформація про такі об'єкти слугуватиме основою для створення просторових вуглеводневих моделей території дослідження [1].

Щодо еволюції наукових поглядів на розсіяну органічну речовину (ОР), то першочерговий об'єкт вивчення був пов'язаний не з "сланцевим газом", а з материнськими породами, які й вивчались для відстеження шляхів міграції ВВ. Проте, у випадку нетрадиційних порід-колекторів ми маємо справу із утворенням ВВ сполук безпосередньо в породі-колекторі. Досвід країн, що на сьогодні розробляють родовища "сланцевого газу", відкриває перспективи в цій галузі і для України. Слід використовувати наявну геолого-геофізичну, петрофізичну інформацію для розуміння геологічної природи перспективних об'єктів на "сланцевий газ". Безумовно, для отримання достатньої діагностичної характеристики гірських порід із підвищеним вмістом органічної речовини (ОР) слід мати в арсеналі ефективні методи та прийоми їх ідентифікації, оцінки промислового потенціалу.

Розробка методичних прийомів виділення перспективних у газо/нафтоносному відношенні об'єктів, пов'язаних зі сланцевими породами, за комплексом ГДС, що використовується у вітчизняних геофізичних підприємствах – пріоритетне завдання, рішення якого базується на аналізі існуючих методик вивчення сланцевих порід за даними ГДС, аналізі геолого-геофізичних факторів перспективних сланцевих об'єктів та їх відображення в геофізичних полях, аналітичних дослідженнях літологічного та речовинного складу, фізичних параметрів сланцевих порід.

Всі методики визначення вмісту органічного вуглецю (надалі - ВОВ), або ОР в породі базуються на їх особливих петрофізичних властивостях і відповідно, їх відображенні в геофізичних полях. Петрофізичні параметри керогену відрізняються від параметрів порід, що його утримують; на основі цих відмінностей здійснюються діагностика, оцінка та розрахунки кількості вмісту ОР.

Встановлені недоліки існуючих методик використання даних ГДС для ідентифікації керогеновмісних товщ в ДДз сприяли розробці нового способу оцінки вмісту ВОВ [2,3]. В новому способі враховано особливості та властивості керогеновмісних порід ДДз та аналогів з відомих родовищ США [4]. В способі задіяні дані гамма-каротажу, нейтронного каротажу, акустичного каротажу та (не обов'язково) щільнісного гамма-гамма-каротажу, які, як правило, застосовуються під час досліджень пошуково-розвідувальних і експлуатаційних свердловин на території України. Кожне з чотирьох запропонованих петрофізичних рівнянь описує сумарний вплив компонентів петрофізичної моделі на відповідну геофізичну характеристику – нейтронну пористість, природну радіоактивність, густина та інтервальний час поздовжньої акустичної хвилі. Коректне використання методу в певних типах розрізу коригується петрофізичними коефіцієнтами. Система з 4 алгебраїчних рівнянь розв'язується за методом Гаусса. Розроблений спосіб дозволяє визначити вміст ОР з похибкою не більше 1,0-1,5 % навіть за умови відсутності кернових даних. Використання даного способу в розрізах свердловин дозволило визначити необхідні характеристики нафтогазоматеринських товщ при побудовах 1D-2D-3D вуглеводневих моделей південної прибортової зони ДДз [1].

*Перелік посилань на джерела*

1. Карпенко І. О. Просторова модель нафтогазової системи південно-прибортової зони ДДЗ / І. О. Карпенко // Нафтогазова галузь України. – 2016. – № 6. – С. 10–14.
2. Карпенко О. Визначення вмісту органічної речовини в гірських породах за геофізичними даними / О. Карпенко, Г. Башкіров, І. Карпенко // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2014. – №. 3. – С. 71–76.
3. Passey Q.R., Creaney S., Kulla J.B., Moretti F.J., Stroud J.D. A Practical Model for Organic Richness from Porosity and Resistivity Logs // AAPG Bulletin. - V.74. – No 12. - December, 1777-1794. - 1990. - pp. 1777-1794.
4. Карпенко І. О. Петрофізичні передумови оцінки вмісту керогену в гірських породах за даними промислової геофізики / І. Карпенко, О. Карпенко, Г. Башкіров // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2014. – №. 4. – С. 44–48.

---

УДК 0049.9+620.9+205.174 (477.8)

## ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТЕРИТОРІЇ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Касіянчук Д.В., Гриб Н.В., Крив'юк І.В., Штогрин Л.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, e-mail: dima\_kasiyanchuk@ukr.net*

Усі енергетичні ресурси на Землі, що є продуктами безперервної діяльності Сонця, можуть бути поділені на дві основні групи: на акумульовані природою й у більшості випадків непоновлювані та на неакумульовані, але постійно поновлювані. До першої групи належать запаси паливних копалин: нафта, кам'яне та буре вугілля, торф і підземні гази, а також термоядерна і ядерна енергія. До другої групи належать сонячне випромінювання, вітер, потоки рік, морські хвилі та припливи, внутрішнє тепло Землі.

Основою забезпечення усіх видів життєдіяльності суспільства була і залишається енергетика. На даний момент в галузі склалася критична ситуація з постачанням сировини та сплатою за її споживання, а енергозбереження – єдиний шлях до поліпшення цієї ситуації.

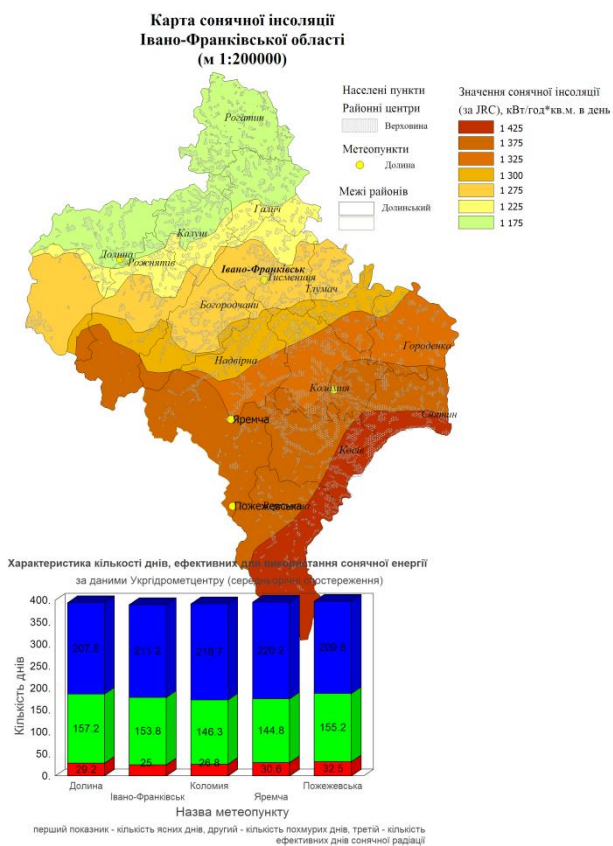
Поняття енергоефективності, яке у вузькому розумінні є лише скорочення обсягів споживання первинних енергоресурсів для виробництва тієї самої кількості енергії, насправді в нинішній ситуації в Україні є питанням енергетичної безпеки держави, і, зокрема, Івано-Франківської області. Основними

проблемами енергетики регіону є: надмірна енергомісткість (кількість витраченої енергії на виробництво одиниці продукції) продукції промислових підприємств; критична залежність виробництва теплової енергії від імпортованого природного газу (більше 90%); критично низький рівень енергоефективності (енергетичні параметри) житлових та громадських будівель (близько 270 кВт\*год/м<sup>2</sup>); надзвичайна низька ефективність та зношеність ТЕЦ і котелень в системах тепло генерації; критична зношеність мереж систем централізованого теплопостачання у містах; відсутність системного підходу до споживання енергоресурсів в побуті.

Основними видами енергетичних ресурсів, які споживаються в області, є вугілля, природний газ і електроенергія, а групами споживачів – промисловість, населення, бюджет та підприємства комунальної сфери [23].

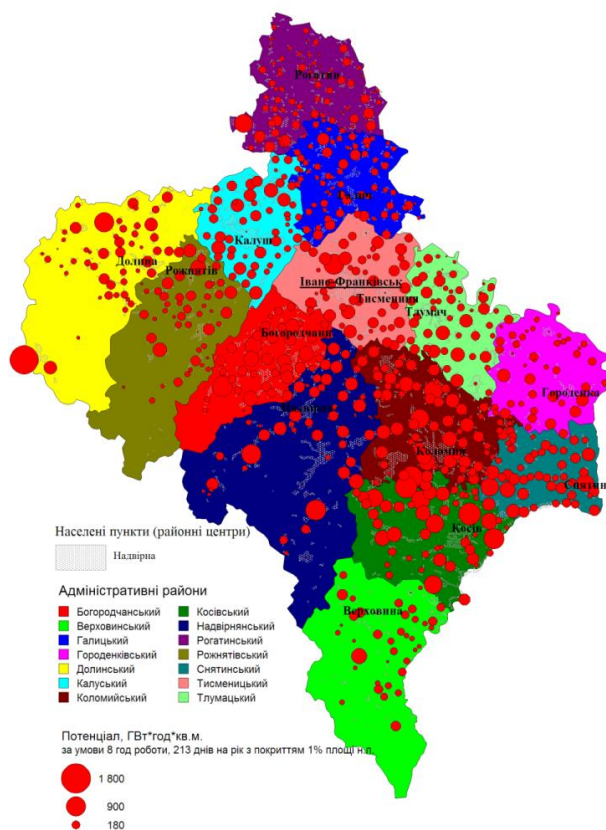
Споживання електричної енергії в Івано-Франківській області у 2016 році склало 262,0 млн кВт\*год та у порівнянні з 2015 роком збільшилося вдвічі в основному, за рахунок промисловості та житлово-комунального господарства. При цьому обсяги споживання електроенергії населенням області за останні роки мали стійку тенденцію до зростання. Це пов'язано із значним зростанням енергозброєності приватних домогосподарств за рахунок встановлення додаткового побутового обладнання.

Можна стверджувати, що область відноситься до енергодефіцитних, з коефіцієнтом забезпеченості 0,45. Зважаючи на значне вичерпання покладів нафти та природного газу (із попутними продуктами видобування), а також спрямованість області на розвиток туристично-рекреаційної сфери послуг, підвищення рівня енергозабезпеченості доцільно вести за рахунок комплексного використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) з одночасним підвищенням енергоефективності та реалізації заходів з енергозбереження.



**Рис. 1. Сумарний річний питомий потенціал сонячної радіації для оптимально орієнтованої поверхні на території України (за даними JRC – Joint Research Centre)**

**Карта потенціалу використання сонячної енергії, ГВт\*год\*кв.м. на прикладі населених пунктів Івано-Франківської області (м 1:200000)**



**Рис. 2. Побудована карта потенціалу використання сонячної енергії на прикладі окремих населених пунктів області**

Використання енергії сонця в обсягах технічно-досяжного потенціалу справляє мінімальний вплив на навколишнє середовище в місцях його використання. Основним недоліком використання сонячної енергії є її низька концентрація, що призводить до значних габаритів сонячних колекторів та батарей. Це в свою чергу призводить до значної землемісткості (0,003-0,004 га/кВт), що значно перевищує показники

установок з перетворення енергії традиційних палив. У той же час, розміщення таких об'єктів на будівлях та непродуктивних землях дозволяє уникнути вилучення продуктивних земель із обігу.

Станом на сьогодні в області вже діють сонячні електростанції у с. Старі Богородчани Богородчанського району та с. Радча Тисменицького району загальною потужністю 6,5 МВт. Минулого року ними вироблено 6,6 млн. кВт\*год.

На основі виконаних розрахунків побудована карта потенціалу використання сонячної енергії на прикладі окремих населених пунктів області (рис. 2). На основі побудованої карти створені запити для визначення значення сонячної радіації для населеного пункту. Для розрахунку потенціалу створені нові запити, які дозволили нам виконати оцінку потенціалу використання сонячної енергії, чи то у вигляді сонячних панелей, чи сонячних колекторів. З цією метою проведений аналіз кількості ясних та похмурих днів на пунктах метеостанцій вище перелічених параметрів. Спостереження проаналізовані, а розрахунок потенціалу виконаний за умови, що середня тривалість дня, коли ефективно використовувати сонячну енергію складає 8 годин, 213 днів на рік з орієнтованим покриттям площі населеного пункту 1%.

Економічна складова в основі вибору користувачем одного чи іншого джерела енергії, часто спрямована на вибір менш витратного. Диверсифікування потенційних джерел отримання енергії для окремих територій дозволить покращити інвестиційні вигоди від використання відновлюваних джерел енергії над традиційними. Важливою є розробка загальних підходів до енергетичного аналізу регіонів з використанням сучасних технологій.

Застосування ГІС для розробки проектів аналізу потенціалу ВДЕ значно спрощує прийняття рішень у сфері енергетичного менеджменту, дозволить покращити планування розташування установок у найбільш сприятливих районах. Поєднаний картографічний матеріал регіону з базами даних про об'єкти карт, реалізований в зручному програмному середовищі та різноманітним аналітичним інструментарієм покращить управлінську роботу регіональних територіальних адміністрацій.

---

УДК 556.3(477-25):[910:004.65]

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЇ М. КИЄВА ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кошляков О.Є., Диняк О.В., Кошлякова І.Є.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ «Інститут геології»  
03022, Київ, вул. Васильківська, 90, irkos@ukr.net*

Останнім часом в Україні спостерігається тенденція до погіршення якості питних підземних вод. Ця проблема притаманна не лише Україні і зараз знаходиться в стадії наукового осмислення. Називають різні чинники такого погіршення, починаючи з глобальної зміни клімату, але запобігання погіршенню вимагає здійснення негайних заходів. Саме на це спрямовані вимоги Водної рамкової директиви ЄС (Директиви 2000/60/ЄС, зміненої та доповненої Рішенням № 2455/2001/ЄС), Директиви 98/83/ЄС (щодо якості води, призначеної для споживання людиною), Директиви 76/160/ЄЕС (щодо води для купання). В цілому, згідно Угоди про асоціацію з ЄС, Україна має імплементувати шість європейських водних директив.

Проблема зміни стану підземних вод у межах Київської промислово-міської агломерації вивчається з 80-х років минулого століття. Так за даними В. М. Шестопалова та ін. [1], внаслідок багаторічної експлуатації питних підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу наприкінці ХХ ст. в структурі водообміну на території м. Києва відбулися суттєві зміни. У долинах річок у районах розташування водозабірних свердловин зафіксована найбільш значна інверсія потоку: зони природної висхідної фільтрації перетворилися місцями в ділянки активної низхідної фільтрації і, відповідно, додаткового живлення сеноман-келовейського водоносного комплексу. На ділянках інтенсивного інверсійного живлення в зонах впливу водозаборів темп водообміну зріс у 6 - 10 разів. Також суттєво змінилася структура латеральної фільтрації. Фактично підземні водозабори перетворилися у головні дренажні системи водоносного комплексу, а ті ділянки у долинах річок, які не охоплені п'єзометричними воронками, на сьогодні являють собою лише додаткові зони розвантаження.

Авторами досліджувався стан підземних вод території м. Києва із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій, а саме математичного гідрогеологічного моделювання та ГІС. Зокрема, аналізувались дані режимних спостережень за рівнем ґрунтових вод [2], вивчались зміни хімічного складу питних підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу за весь тривалий час його експлуатації [3, 4]. При виконанні дослідження були також застосовані балансовий, гідродинамічний методи, аналітичне визначення активності тритію у зразках води з сеноман-келовейського водоносного комплексу та обробка власних ізотопно-радіогеохімічних даних [4]. Результати досліджень візуально представлені у вигляді відповідних графіків і схематичних карт у середовищі ГІС.

Узагальнюючи отримані результати, можна зробити такі висновки.

До 1970 р. природне інфільтраційне живлення ґрунтових вод переважало техногенне в 3 рази. Приблизно у 1985 році техногенне живлення зрівнялося з природним. Після 1980 року саме антропогенний чинник визначає характер сумарної інтенсивності інфільтраційного живлення ґрунтових вод м. Києва, техногенна складова станом на 2005 рік у 2 рази перевищує природну. Це суттєво змінило гідрогеологічні умови ґрунтових вод протягом 1950 – 1980 рр.. Причиною є забудова території індустріальними методами та відповідної зміни умов поверхневого стоку, живлення і розвантаження ґрунтових вод. Значні регіональні зміни гідрогеологічних умов ґрунтових вод м. Києва проявилися через 20 – 30 років після початку масового індустріального будівництва. Помітне скорочення такого

будівництва привело до відносної стабілізації режиму ґрунтових вод у нових техногенно змінених умовах. Оскільки з початку ХХІ століття відбувається інтенсифікація будівництва в місті з використанням якісно нових технологій, для якого є характерним збільшення поверховості споруд (в тому числі підземної частини), інженерне освоєння територій із складними і дуже складними інженерно-геологічними умовами та майже повна відсутність належного комплексного еколого-геологічного обґрунтування такого освоєння, у майбутньому можна очікувати прояв нових помітних змін у системі ґрунтових вод території м. Києва.

Зміни хімічного складу питних підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу є нерівномірними за площею і пояснюються передусім тривалою експлуатацією підземних вод, що спричинило суттєві порушення у співвідношеннях гідродинамічних напорів між суміжними водоносними шарами та інтенсифікацію низхідного руху в зоні активного водообміну. Результати орієнтовних балансових розрахунків інтенсивності водообміну свідчать, що на теперішній час доля атмосферних опадів та техногенних втрат у формуванні ресурсів сеноман-келовейського водоносного комплексу дорівнює приблизно 21 %, а час надходження поверхневих вод до згаданого комплексу складає приблизно 12 років. Це об'єктивно підтверджується результатами розрахунків за вмістом тритію у підземних та поверхневих водах: процент надходження поверхневих вод до сеноман-келовейського водоносного комплексу дорівнює 23, а час надходження – приблизно 10,4 роки.

Темп погіршення якості питних підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу прискорюється. Проблема може бути вирішена лише з урахуванням природного та порушеного людиною кругообігу води, тобто з урахуванням динамічного взаємозв'язку поверхневих та підземних вод. Якщо навіть усунути чинники погіршення, поліпшення якості вод буде відбуватись дуже повільно, протягом життя щонайменше двох-трьох поколінь, тому практичне вирішення проблеми у вигляді можливих запобіжних заходів повинно бути негайно втілене в життя.

#### *Література:*

1. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в нарушенных условиях / В.М. Шестопалов, Н.С. Огняник [и др., отв. ред.: В.М. Шестопалов]. - К.: «Наукова думка», 1991. – 528с.
2. Кошляков О.Є. Аналіз даних режимних спостережень за рівнем ґрунтових вод у м. Києві / О.Є. Кошляков, О.В. Диняк, І.Є. Кошлякова // Матеріали ХІ Міжнародної конференції «Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти», – К., 2015, електронне видання.
3. Кошляков О.Є. Виявлення динаміки змін хімічного складу підземних вод сеноман-келовейського водоносного комплексу в м. Київ за допомогою методів математичної статистики / О.Є. Кошляков, Т.О. Кошлякова // Науковий вісник Нац. гірничого ун-ту. – Дніпропетровськ, 2014. – №3(141). – С. 5–10.
4. Кошлякова Т.О. Оцінка інтенсивності водообміну в сеноман-келовейському водоносному комплексі на території м. Київ в умовах техногенного впливу / Т.О. Кошлякова, О.Є. Кошляков, В.В. Долін, В.І. Скрипкін // Вісник Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Геологія. – К., 2015. – № 68. – С. 66–70.

УДК 528:502.51+504.6:556

## **РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КОСМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТАМИ ЧОРНОГО МОРЯ**

**Красовский Г.Я.<sup>1</sup>, Радчук В.В.,<sup>2</sup> Трофимчук О.М.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Національний аерокосмічний університет ім. Жуковського М.Є. «ХАІ», 61070, м. Харків-70, вул. Чкалова 17, E-mail: khai@khai.edu*

*<sup>2</sup>Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ, Київ-186, Чоколівський бульвар, 13, E-mail: valentyn.radchuk@gmail.com*

Чорне море - об'єкт стратегічних інтересів України. Розвинуті внутрішні і зовнішні транспортні зв'язки через порти Одеси, Іллічевська, Південного, Миколаєва, Херсону, колосальний рекреаційний потенціал узбереж морів, запаси морепродуктів, сировини для хімічної промисловості, будматеріалів, корисних копалин і багато чого іншого обумовлюють важливу роль України в її геополітичному положенні. В той же час територіальні води і морська економічна зона Українських секторів Чорного моря піддаються істотному антропогенному навантаженню, що вносить помітний внесок у динаміку формування екологічного стану не тільки морських акваторій, але й приморських регіонів. На рівень і просторово – часовий розподіл забруднень територіальних вод і морської економічної зони України нафтопродуктами впливають берегові джерела - у першу чергу великі населені пункти на узбережжі, скиди промислових підприємств, муніципальні стічні води, інфраструктура судноплавства – порти, судноремонтні і суднобудівні заводи, якірні стоянки, днопоглиблювальні заходи. Значний вплив на стан прибережних вод Чорного моря в районах великих міст має поверхневий стік, який формується в періоди інтенсивного танення снігів і зливових опадів. Через відсутність централізованої зливової каналізації й очищення в деяких приморських містах цей стік транспортує в море забруднюючі речовини, серед яких: нафтопродукти, феноли, тетраетилсвинець, бензопирени та інші. Треба відзначити, що в акваторіях українських портів за останні роки спостерігається стабілізація рівнів нафтових забруднень продуктів на рівні ГДК –(0.05 мг/л). А ось для донних відкладень портових

акваторій характерне регулярне нагромадження продуктів антропогенних походжень. У зв'язку зі зниженим кисневому режиму придонних шарів води знижується окисний потенціал, відбувається деградація хімічних сполук у донних відкладах. Так, у донних відкладах низки портів спостерігаються високі концентрації не тільки нафтопродуктів, а і важких металів, фенолів, СПАВ та інших токсичних з'єднань. Це все приводить до вторинного забруднення морської води при проведенні днопоглиблювальних робіт і дампінгу. Треба відзначити, що одними із потенційно можливих джерел надходження нафтопродуктів у морські води є аварійні ситуації на судах і при вантажно-розвантажувальних роботах в портах, а також аварійні скиди з очисних муніципальних споруд.

Нафтові забруднення моря достатньо надійно ідентифікуються на космічних знімках як оптичного, так і надвисоко - частотного (НВЧ) діапазонів. Одна з суттєвих переваг знімків НВЧ – діапазону полягає в можливості їх отримання незалежно від хмарності неба. На рис. 1 наведено зразок таких знімків ділянок моря, прилеглих до Керченської протоки в період їх аварійного забруднення в другій половині листопада 2007 року. Радіолокаційні методи ідентифікації нафтових забруднень в НВЧ –діапазоні ґрунтуються на контрасті ефективної площі розсіювання (ЕПР) радіолокаційного сигналу ділянок акваторій з наявними та відсутніми нафтовими плівками. Плівки впливають на характер хвилювання морської поверхні, інтенсивність та спектр якого зазвичай розглядається в рамках двохмасштабної моделі, згідно з якою структура поверхні описується накладанням дрібномасштабної (вітрової) складової хвилювання на великомасштабну (гравітаційну). Наявність на водній поверхні нафтової плівки, пригнічує дрібномасштабну складову, що впливає на ЕПР.

Таблиця 1 - Узагальнені технічні характеристики супутників NOAA

Номери каналів	Спектральний діапазон (мкм)	Ширина смуги огляду	Період зйомки	Просторове розрізнення
1	0,58 – 0,68	близько 3000 км	101 хв	1100 м
2	0,725 – 1,10			
3А	1,58 – 1,64			
3В	3,55 – 3,93			
4	10,3 – 11,3			
5	11,5 – 12,5			

Під керівництвом і особистій участі авторів доповіді на базі платформи ARC\VIEW 10.0 був розроблений макет спеціалізованої геоінформаційної системи (ГІС) підтримки рішень з питань управління екологічною безпекою територій прибережних областей та українського сектору акваторії Чорного моря. У складі інформаційних ресурсів цієї ГІС містяться геомоделі забруднення морських вод нафтопродуктами, синтезовані тематичним дешифруванням космічних знімків повної лінійки роздільності і оперативності. Оперативність забезпечувалася щоденним прийомом космічних знімків NOAA власною станцією Національного аерокосмічного університету ім. Жуковського М.Є. «ХАІ». Узагальнені технічні характеристики супутників NOAA наведені в табл. 1.

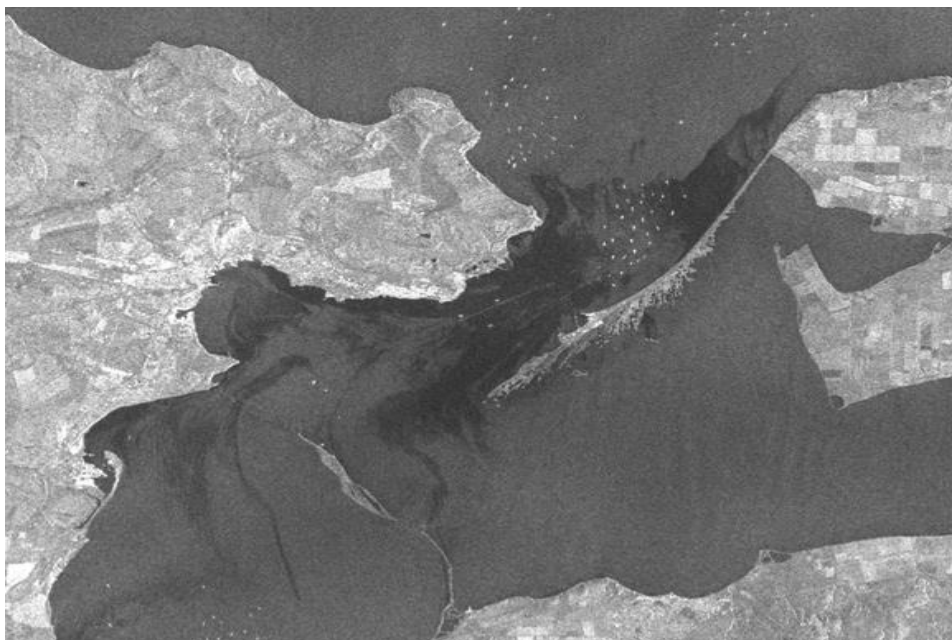


Рис.1. Нафтові забруднення Керченської протоки станом на 16 листопада 2007р., як наслідок аварійних ситуацій на судах.

Як видно з табл. 1. обладнання супутників NOAA дозволяє отримувати зображення по п'яти спектральних каналах з достатньо широкою смугою огляду (близько 3000 км). Розрізнення - 1,1 км дозволяє з високою якістю вирішувати завдання моніторингу не тільки атмосфери і погодних явищ, але і таких крупномасштабних об'єктів, як Чорне море. Отримувана інформація безперервно передається на наземні приймальні станції в діапазоні 1,7 ГГц у режимі прямого віщання (Direct broadcast – DB).

*Перелік посилань на джерела*

- Красовський Г.Я., Радчук В.В., Трофимчук О.М. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря. К.:Інформаційні системи.2010 - 302 с.  
Красовський Г.Я., Радчук В.В., Трофимчук О.М. Сучасні інформаційні технології екологічного моніторингу Чорного моря. К.:Інформаційні системи.2010 - 302 с.

УДК 911.53:551.435.76:504.064.3(477.43-25)

## ЛЕСОВІ КАР'ЄРИ ЯК ПРІОРИТЕТНІ ОБ'ЄКТИ МОНІТОРИНГУ

Колтун О.В.

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Університетська, 1, 79000, Львів, Україна, e-mail: oksana.koltun@lnu.edu.ua*

Моніторинг довкілля, у тому числі й екзогенних геологічних процесів, в Україні цілеспрямовано мав би проводитися з часу прийняття відповідної Постанови Кабінету Міністрів у 1998 р. [10]. Однак через економічні труднощі держава постійно зменшує видатки на цю статтю, так, у 2011 р. припинено дію «Комплексної програми протизсувних заходів на 2005–2014 роки» [6], а щодо кількості ділянок, де проводили моніторинг екзогенних геологічних процесів, то у 2000 р. їх було 385, а у 2015 р. залишилася тільки 51 [3]. Тоді як зсуви, карст, абразія, підтоплення, просідання дії не припиняють і завдають збитків щороку. Неодноразово про загрозу національній безпеці з боку екологічних проблем, у тому числі, недоліків системи моніторингу, у аналітичних записках зазначав Національний інститут стратегічних досліджень [1, 9]. Наукові дослідження, як наприклад [7], приходять до аналогічних висновків: неадекватність заходів протидії загрозам від екзогенних процесів масштабам цих процесів.

Тому виникає необхідність оптимального вибору ділянок моніторингу навіть в умовах недофінансування, причому не тільки в районах, де процеси набули загрозливих масштабів, але щонайменше у великих містах з огляду на значну густоту населення і відтак значно більші ризики для життя громадян, а не тільки ризик фінансових збитків від дії несприятливих геологічних процесів.

Одним з можливих пріоритетних об'єктів моніторингу, на наше переконання, повинні стати лесові кар'єри з різним ступенем рекультивациі та забудови. Леси як керамічна і цегельно-черепична сировина тисячоліттями видобуваються на більшій частині території України, однак через поширення таких кар'єрів, їхнє швидке вертикальне перепланування після закінчення експлуатації ми не звикли звертати на них особливої уваги ані в повсякденному житті, ані в наукових дослідженнях.

Як показали наші дослідження колишніх лесових кар'єрів у місті Хмельницькому, – а це десять кар'єрів, що походять з ХІХ ст., і 17 – з ХХ ст., – попри те, що морфологічні ознаки нівельовані (борти кар'єрів виположені чи терасовані, часто – забудовані, також терасованими бувають і колишні днища), саме на схилах колишніх кар'єрів активно розвиваються зсувні процеси [4, 5]. Йдеться і про повільні переміщення поверхневого матеріалу, і про швидкі – з утворенням тіл зсувів.

Лесові кар'єри у Хмельницькому мали площу від кількох десятків гектара до кількох десятків гектарів (дубівські кар'єри, кар'єр цегельного заводу). Польові спостереження 20 з 27 кар'єрів у 2014–2016 роках засвідчили, що у 11 є тіла зсувів завдовжки від кількох метрів до кількох десятків метрів. Два колишні кар'єри повністю змінені зсувами – один з ружичнянських (площа близько 0,5 га) і на південь від вул. Купріна (44 га). Зсуви на схилах трьох кар'єрів (вже згаданий у Ружичні, 1977, по вул. Тернопільській, 1996, по вул. Щедрина у Дубовому, 2000) входять до кадастру зсувів, який з середини 1970-х років на території області проводить Подільська гідрогеологічна партія.

Слід звернути увагу і на той факт, що у Хмельницькому у зв'язку з браком сприятливих для будівництва територій тепер доводиться освоювати ділянки з менш сприятливими умовами, у тому числі, порушені відкритими виробками та з розвитком зсувів. У 1950-х роках відпрацьовані кар'єри масово віддавали під індивідуальну забудову. Якщо нині забудовники захочуть «вклинювати» багатопверхівки у мікрорайони зі щільною 1-2-поверховою забудовою, то позитивні наслідки таких змін у ґрунтах з просадочними і тиксотропними властивостями за сприятливої для розвитку зсувів гідрогеологічної та геоморфологічної обстановки передбачити важко. І це ще один аргумент на користь належної організації моніторингу на таких ділянках.

Показово, що при рекультивациі і забудові бортів лесових кар'єрів у Хмельницькому найкращий протизсувний результат дало терасування зі спорудженням уступів різної крутості, включно з найбільш крутими – вертикальними підпірними стінками, але при цьому висота уступів становила переважно 1,5–3,0 м. Якщо висота уступів терас чи просто виположеного борту більша 5 м, то там розвиваються зсуви. Слід врахувати, що виположення здійснене шляхом підсилення так званого будівельного сміття, відходів цегельно-черепичного виробництва і природних ґрунтів з порушеною структурою, тому щільність утвореного насипного шару та його міцнісні характеристики для давніших – влєжаних – горизонтів не поступаються природнім, а невлєжані шари, особливо біля брівки уступів зазнають інтенсивніших зсувних деформацій і в свою чергу викликають деформації розташованих на них будівель.

Одним з прикладів такої ситуації з насипними відкладами у рекультивованих кар'єрах є дані інженерно-геологічних вишукувань 1997 р. на території цегельного заводу, проведені

Хмельницький будрозуванням. Потужність насипних відкладів на території об'єкта становила 2,8–7,0 м. Верхній шар був невлежаний, його, згідно ДБН, не рекомендували як основу для фундаментів, і в лабораторії зразки з цього шару не досліджували. А нижній – влєжаний, однорідний, з міцнісними характеристиками, які не поступалися природним лесовим відкладам нижче, зокрема, модуль загальної деформації становив  $E=10$  МПа для насипних ґрунтів, 14 – для лесоподібного суглинку, питоме зчеплення в обидвох випадках  $C=24$ . Однак приблизно 100 м на південь від цієї ділянки знаходиться уступ заввишки до 6 м, верхня частина якого – насипні відклади, і станом на травень 2016 р. найближчі до брівки уступу промислові будівлі мали численні деформації (нахил стін, тріщини), хоча і були скріплені по периметру і підперті контрфорсами.

Щодо вибору місця і переліку необхідних заходів у лесових кар'єрах, то варто організувати моніторинг за змінами поверхні, відкладів і ґрунтових вод за зразком [11] як мінімум для однієї ключової ділянки на схилі південної експозиції заввишки 5 м і більше (в Хмельницькому – це типові риси зсувних ділянок на уступах колишніх лесових кар'єрів). Поки нема можливостей для такого повноцінного різностороннього моніторингу за зсувами, то доцільно використати космомоніторинг, перспективи якого для західного регіону розглянуті у [2 та ін.], і фотограмметрію, яка у світовій практиці давно зарекомендувала свою економічну доцільність [12].

Наскільки актуальним є саме такий об'єкт моніторингу, як лесові кар'єри в масштабах України, показує статистика з видобутку цегельно-черепичної сировини: йдеться про 1930 родовищ станом на 2014 р. [8], щоправда, окрім лесів і суглинків (з тексту довідника не зрозуміло, якого походження), у переліку також вказані легкоплавкі глини, аргіліти, алеволіти та глинисті сланці. Однак за запасами суглинки і супіски (тут, на с. 233, уже леси не згадані, хоча як відомо, леси і лесоподібні породи за гранулометричним складом бувають пилуватими, суглинковими і супіщаними) припадає понад 70 % балансових запасів цегельно-черепичної сировини. На першому місці за кількістю родовищ – Вінницька область (173), на другому – Хмельницька (127), на третьому – Черкаська (107). Найменше таких родовищ у Криму (12) та в Херсонській області (20). Кількість родовищ, що розробляються, значно менша – 349, з них 35 – у Львівській області, 32 – у Вінницькій, 30 – у Тернопільській. Таким чином, 1581 родовище не розробляють, вони вже стали чи стануть незабаром об'єктами рекультиваци, забудови тощо, а відтак – територіями з підвищеним ризиком розвитку екзогенних процесів, зсувів насамперед.

Враховуючи те, що за запасами домінують суглинки і супіски, можна стверджувати, що серед родовищ цегельно-черепичної сировини, а відтак і кар'єрів з її видобутку саме лесові переважають. Тому лесові кар'єри мають бути розглянуті як пріоритетні об'єкти для моніторингу за екзогенними процесами у містах різних регіонів України, та насамперед у тих, що розташовані на Подільській та Придніпровській височинах.

#### *Літературні джерела*

1. Аналітичні матеріали: Національна безпека / Національний інститут стратегічних досліджень. – URL: <http://www.niss.gov.ua/catalogue/13/>
2. Байрак Г.Р. Напрями космомоніторингу сучасних екзогенних процесів Львівської області // Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку та безпеки: Матеріали доповідей. К.: Наукова думка, 2014. С. 119–121.
3. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів за даними моніторингу ЕГП. К.: Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство “Державний інформаційний геологічний фонд України”, 2016. 89 с.
4. Колтун О.В. Геоморфологічні процеси у кар'єрах XIX ст. у м. Хмельницькому // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій. Вип. 1(6). Львів: ЛНУ ім. І.Франка, 2016. С. 104–117.
5. Колтун О. Лесові кар'єри XX ст. у Хмельницькому: сучасна морфологія і морфодинаміка. Вісник ЛНУ ім. І.Франка. Серія географічна. Вип. 50. Львів, 2016 (у друці).
6. Комплексна програма протизсувних заходів на 2005–2014 роки: Постанова Кабінету Міністрів України від 22 вересня 2004р. № 1256. К.: 2004. – URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1256-2004-p>.
7. Луцик А. В., Саніна І. В., Люта Н. Г., Климчук Л. М. Стан системи моніторингу екзогенних геологічних процесів державного й регіонального рівнів та способи її вдосконалення. Зб. наук. праць УкрДГРІ. Вип. 2. 2015. С. 65–77.
8. Мінеральні ресурси України. К.: Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2014. 270 с.
9. Моніторинг та оцінювання екологічних ризиків техногенного походження: Аналітична доповідь. К.: Національний інститут стратегічних досліджень, 2012. 52 с. – URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/1025/>
10. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля: Постанова Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 № 391. – URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/391-98-p>.
11. Uhlemann S., Smith A., Chambers J., Dixon N., Dijkstra T., Haslam E., Meldrum P., Merritt A., Gunn D., Mackay J. Assessment of ground-based monitoring techniques applied to landslide investigations. *Geomorphology*. Vol. 253 (2016). P. 438–451.
12. Westoby M.J., Brasington J., Glasser N.F., Hambrey M.J., Reynolds J.M. ‘Structure-from-Motion’ photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*. Vol. 179 (2012). P. 300–314.

УДК 550.37

## ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ АНОМАЛІЙ ПРИРОДНОГО ІМПУЛЬСНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ НА ДІЛЯНКАХ ПІДЗЕМНО-НАЗЕМНИХ ПЕРЕХОДІВ ТРУБОПРОВІДІВ

Крижанівський Є.І., Кузьменко Є.Д., Тараєвський О.С., Багрій С.М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, 76019, Україна

Траси діючих газопроводів на окремих ділянках знаходяться під впливом непередбаченого додаткового силового навантаження, що є можливою причиною виникнення аварійних ситуацій. На газопровід як на підземних ділянках, так і на ділянках надземних переходів за рахунок різноманітних причин діють сторонні сили. Розподіл цих сил є нерівномірним. При цьому диференціація навантажень повинна відбуватись у відповідності до конструктивних особливостей газопроводу. Крім того, додаткові навантаження з'являються у зв'язку з дією геологічних процесів, насамперед, зсувів, просідань та провалів поверхні, суфозії, землетрусів, порушень фізичних властивостей ґрунту внаслідок зміни кліматичних умов і техногенних навантажень.



Рис. 1. Ділянка газопроводу з переходом підземного прокладання у надземне

Аналіз існуючого комплексу діагностики газопроводів і прилеглих ділянок приводить до висновку про необхідність залучення на першочергових етапах обстеження наземного мобільного та економічно незатратного експрес-метода. Зазначеним методом може слугувати метод природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ), який дозволяє за параметром інтенсивності поля виявити та діагностувати наявність додаткового силового впливу на окремі ділянки та споруди газопроводів. Метод з успіхом використовувався на протязі останніх десятиріч для дослідження ділянок розвитку небезпечних геологічних процесів, стійкості промислових споруд і будівель.



Рис. 2 Графік інтенсивності поля ( повний вектор Т ) уздовж нитки газопроводу УПУ

Дослідження методом ПЕМПЗ були проведені на ділянці переходу від надземної частини до підземної для газопроводу Уренгой – Помари – Ужгород (УПУ) у Передкарпатті (рис. 1). Отримані аномалії інтенсивності узгоджувались з окремими конструктивними елементами: опори, місця повороту



ниток ГП, зони переходу від надземної частини до підземної як за своєю інтенсивністю, так і конфігурацією (рис. 2).

Класифікація визначених аномалій за величиною та формою свідчить про диференціацію аномальних значень інтенсивності поля у відповідності до додаткових силових навантажень і про можливість ідентифікації аномалій. Елементи ниток ГП, що розташовані в таких аномальних зонах (рис. 3), потребують діагностичних досліджень механічних напруг.

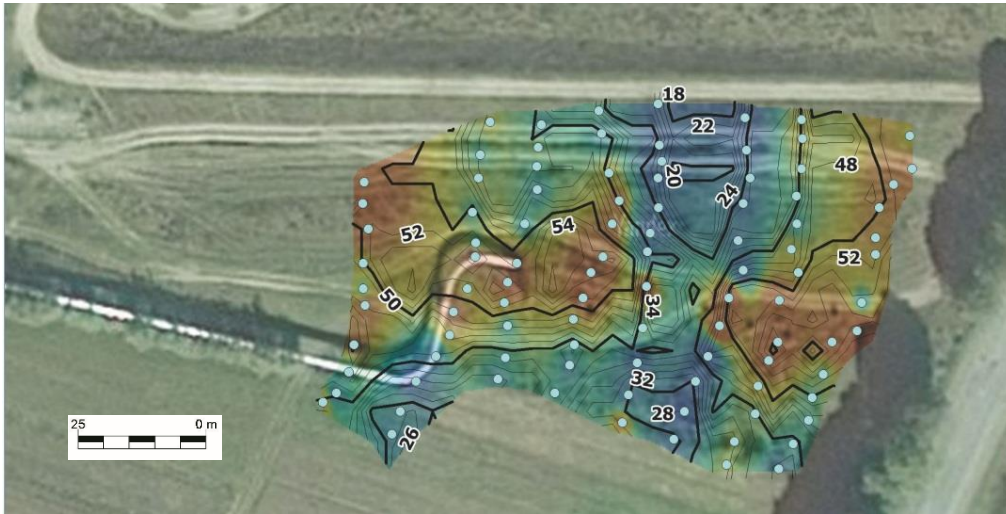


Рис. 3. Карта інтенсивності поля для ділянки дослідження (повний вектор напруження Т).

Наведені результати досліджень дозволяють стверджувати, що метод ПЕМПЗ є ефективним і відповідно перспективним на першочерговому етапі досліджень. Подальше застосування його на ділянках газопроводів дозволить перейти від окремих класифікаційних схем до узагальненої науково обґрунтованої методичної основи нового діагностичного методу контролю надійності експлуатації газопроводів.

УДК 550.370:902.22

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ НА ТЕРИТОРІЇ ПАЛАЦУ ПОТОЦЬКИХ У МІСТІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКУ

Кузьменко Е.Д.<sup>1</sup>, Багрій С.М.<sup>1</sup>, Дзьоба У.О.<sup>1</sup>, Романець В.Ф.<sup>2</sup>, Семенюк В.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; E-mail: gbg2008@bk.ru

<sup>2</sup>Дочірнє підприємство "Культурна спадщина Прикарпаття" Державного підприємства "Науково-дослідний центр "Охоронна археологічна служба України" Інституту археології НАН України" 77474, Івано-Франківська обл., Тисменицький район, село Старі Кривотули, ШЕВЧЕНКА, будинок 28

Метою представленої роботи є оцінка можливостей окремих геофізичних методів щодо вирішення задачі пошуків та картування підземних пустот (ходів, галерей, комор) як археологічних об'єктів по території Палацу Потоцьких в місті Івано-Франківську (давньому Станіславові).

Передумовою постановки означеної задачі є позитивний досвід застосування різноманітних геофізичних методів для вирішення археологічних задач, як у цілому світі так і на території України, зокрема досвід роботи авторів на об'єктах Західної України.

Розгляд результатів інтерпретації електричного (вертикальне електричне зондування), електромагнітного (метод природного імпульсного електромагнітного поля Землі), сейсмічного (резонансно-акустичне профілювання) дозволяє стверджувати наявність декількох аномалій по кожному методу одна із яких узгоджується за розташуванням та фізичним змістом із гіпотетичним підземним ходом, що прокладений у глинистих породах на глибині 2 – 4 м від поверхні та має ширину біля 1.5 м. При умові обов'язкової кореляції аномалій по кожному методу над підземним ходом ідентифікація останнього стає однозначною (рис. 1).

Міжпрофільна кореляція результативних аномалій природного імпульсного електромагнітного поля землі (ПЕМПЗ) та резонансно-акустичного профілювання (РАП) по різних параметрах свідчить про можливість використання зазначених методів для відслідковування протяжних пустот в плані та визначення глибин їх залягання.

В силу попередніх тверджень слід вважати за доцільне залучати геофізичні методи, як першочергові при виконанні археологічних розкопок для цільового спрямування та підвищення їх ефективності.

Серед таких методів у першу чергу слід розглядати ПЕМПЗ та РАП. Згідно із літературними джерелами у сприятливих умовах доцільно зазначений комплекс доповнювати георадарним методом.

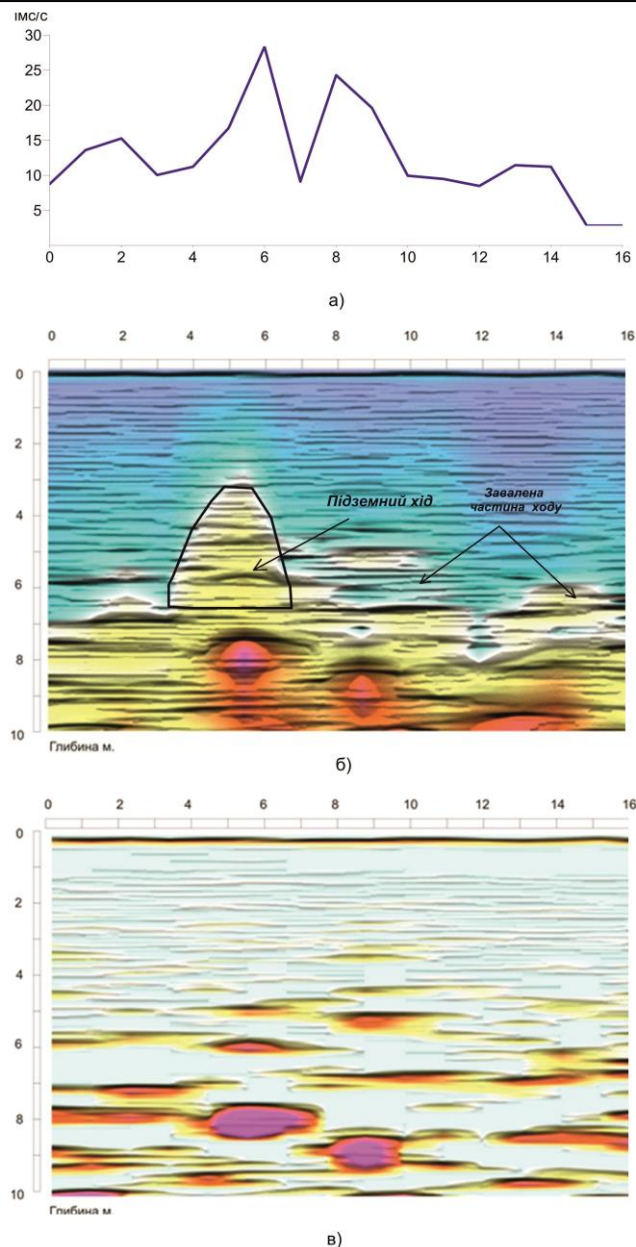


Рис. 1 – Результати інтерпретації по всіх методах по профілю узгоджені з наявним підземним ходом: а – графік ПІЕМПЗ для вектора Т; б) псевдо електричний розріз; в) поле повного спектру та локальних складових методу РАП

УДК 004.65

## ПРОЕКТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ LANDSAT 8 ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОШУКУ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Лазарева О.Є., Склярова М.В.

Національний аерокосмічний університет ім. М.С.Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, вул. Чкалова, 7

**Мета:** Оптимізація пошуку аерокосмічних знімків для подальшого раціонального використання їх в геоінформаційних системах (ГІС) при вирішенні різних завдань моніторингу довкілля.

**Актуальність:** На теперішній час існують величезні обсяги інформації, для полегшення пошуку та зручності роботи з якими доцільно використовувати ГІС з багатофункціональним і зрозумілим для користувача інтерфейсом.

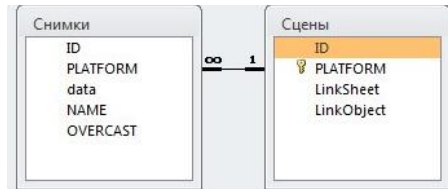
**Для досягнення мети були сформульовані наступні завдання:**

- створення бази даних (БД) супутникових знімків у відкритому доступі, отриманих з космічного апарату (КА) Landsat 8;

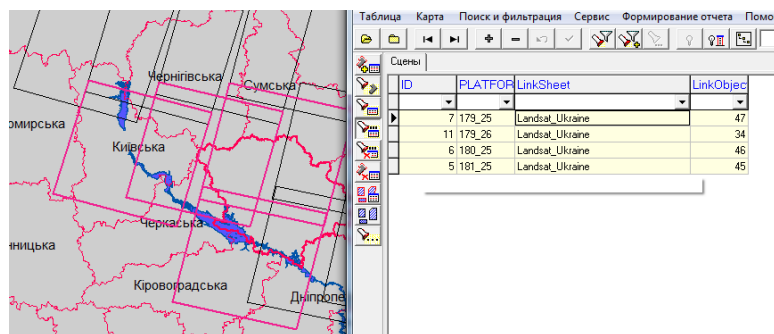
- підключення спроектованої БД до проекту в програмному продукті ГІС «Карта 2011»;
- встановлення зв'язку між об'єктами на карті і об'єктами БД;
- побудова просторових запитів на вибірку об'єктів з БД;
- розробка інтерфейсу користувача для оптимізації пошуку аерокосмічних знімків.

**Методика створення ГІС для пошуку аерокосмічних знімків та подальшого їх використання:**

1. Визначення та ознайомлення зі складом даних програмних і технічних засобів;
2. Проектування і нормалізація бази даних знімків КА Landsat 8, які знаходяться у відкритому доступі, в програмному середовищі MSAccess (рис.1);
3. Створення проекту в програмному продукті ГІС «Карта 2011» і підключення до нього раніше спроектованої БД;
4. Встановлення зв'язку між підключеною БД і об'єктами на карті (рис.2);

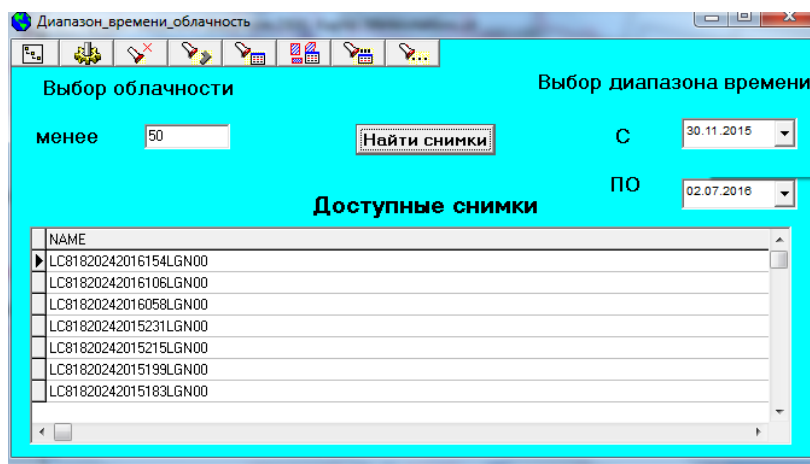


**Рис. 1. Схема бази даних**



**Рис. 2. Приклад зв'язку об'єктів бази даних з картою**

5. Розробка запитів на вибірку об'єктів БД;
6. Реалізація запитів на вибірку даних в програмному продукті ГІС «Карта 2011» ;
7. Розробка користувацького інтерфейсу для швидкого пошуку аерокосмічних знімків та подальшого їх використання (рис.3).



**Рис. 3. Форма користувача на запит із зазначенням діапазону часу та проценту хмарності**

**Висновки:** Спроектвана БД аерокосмічних знімків Landsat 8 дозволяє проводити більш якісний і швидкий пошук супутникових зображень для вирішення різних ГІС-завдань моніторингу водних, лісових, сільськогосподарських та інших об'єктів на території дослідження. Створена ГІС для пошуку і подальшого використання знімків надає користувачеві зручний багатofункціональний інтерфейс, який дає можливість скоротити час витрати на побудову і отримання результатів запитів до БД.

UDK 528+550.837+553.98

## APPLICATION OF FREQUENCY-RESONANCE METHOD OF SATELLITE IMAGE PROCESSING FOR THE DETECTION AND LOCALIZATION OF TECHNOGENIC ACCUMULATION OF LOST OIL PRODUCTS

Levashov S.P.<sup>1</sup>, Yakymchuk N.A.<sup>1</sup>, Korchagin I.N.<sup>2</sup>, Bozhezha D.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, korchagin@karbon.com.ua*

Mobile direct-prospecting technology, that include the method of frequency-resonance processing and interpretation (decoding) of remote sensing data (RS data, satellite images) [2-4], as well as ground-based geoelectric methods of forming a short-pulsed electromagnetic field (FSPEF) and the vertical electric-resonance sounding (VERS) [1, 4], are used extensively to search for ore and fossil fuels, as well as for operational solutions of various tasks of near-surface geophysics. In particular, the mobile FSPEF and VERS methods have been used repeatedly for the following problems solving : a) prospecting and mapping of aquifers, water-saturated horizons and deposits of mineral and geothermal waters; b) identification and mapping of areas of high soil moistening, underground water flows (naturally occurring and man-made), leaks from underground water communications; c) the study of engineering-geological and hydrogeological conditions and monitoring for their changes on the territories of historical and architectural monuments, buildings and parks location; d) geotechnical studies carrying out on the sites of construction of bridges, subway lines of near surface occurrence, industrial buildings, residential buildings and objects of social and cultural facilities, etc. Geoelectric methods FSPEF and VERS were also applied for the detection and localization of oil polluted zones [5]. The report analyzes some of the results of applying the frequency-resonance method of satellite images processing to map the areas of "lost oil products" accumulation.

We can note that the individual components of direct-prospecting technology (frequency-resonance method of the remote sensing data processing and interpretation [2-4] and ground-based geoelectric methods FSPEF and VERS [1, 4]) are based on the principles of "substance" paradigm of geophysical research [4], the essence of which is to find the particular (desired in each case) substance – oil, gas condensate, gold, iron, water, etc. Distinctive features and potential of mobile methods are described in numerous publications and research reports on completed investigations, the reference in [1-5] including. The features of the work conducting at different stages (in the laboratory and in the field) are shown by a video, posted on the website [<http://www.geoprom.com.ua/index.php/ru/>]. The presentation on the same site contains also numerous results of practical applications of the described direct-prospecting methods.

On the ground-based storage of petroleum products only the first phase of research has been made – the processing of satellite image has been conducted for detection and mapping of oil accumulation zones (technogenic deposits) in the upper part of the cross-section. On the territory of storage there are a significant number of containers (tanks) of various sizes, from which over a long period of its operation a significant amount of oil leaked into the ground, which form a "technogenic accumulation of fuel" of various kinds. Processing of satellite images was carried out at a scale of 1: 2500 (Figure 1).

On Figure 1 the red dots T1 and T2 shows the location of two wells, from which the fuel samples (samples #1 and #2) were selected. The resonant frequencies of these fuel samples have been identified in laboratory; they were then used during the satellite image frequency-resonance processing. As a result, within the surveyed area 11 anomalous zones were detected and mapped at the resonant frequencies of the sample #2 and one anomalous zone at the resonant frequencies of the sample #1 (Figure 1). The most prospective areas for drilling wells to extract the "lost" fuel have been highlighted within the contours of detected anomalous zones by the values of anomalous response intensity.

The presence of man-made fuel accumulations in the contours of the detected anomalous zones has been confirmed by drilling.

In June 2014 the satellite image of the fragment of airport area has been processed at a scale of 1:3000 to detect the location of the "lost" aviation fuel zones. Within the surveyed area two anomalous zones of the "aviation fuel" type have been detected and mapped (Figure 2). At the central points of these zones T1 and T2, the depths of fuel location were estimated at 4.0-4.5 m by vertical scanning. The total area of the two anomalous zones is  $S = 65400 \text{ m}^2$ . If we assume that the average thickness of the fuel over the groundwater level is  $H=0.4 \text{ m}$ , and the porosity of the collector is  $P = 0.2$ , then the estimate of fuel volume within two anomalous zones will be following:  $Q = 5400 \times 0.4 \times 0.2 = 5232 \text{ m}^3$ .

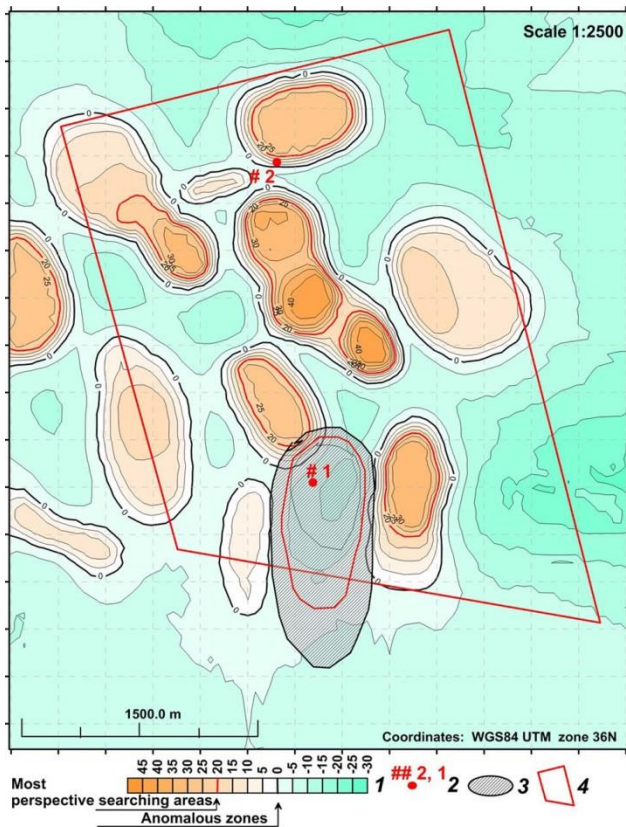
Evaluating the results of the conducted research as a whole we can say the following.

On the surveyed area of ground-based storage 12 anomalous zones were detected and mapped at the resonant frequencies of fuel samples from two drilled wells. Within the contours of detected anomalies the most prospective areas for drilling wells to extract the "lost" fuel have been highlighted. The presence of man-made fuel accumulations in the contours of the detected anomalous zones have been confirmed by drilling.

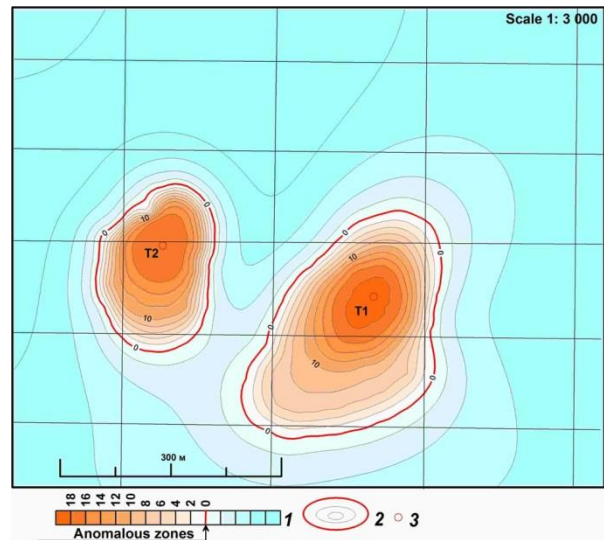
The conducted studies indicate of a high performance of frequency-resonance method of satellite images processing and ground-based geoelectric methods FSPEF and VERS [5] during the search for the "technogenic" accumulations of various oil products.

The method of the satellite images frequency-resonance processing and an areal survey by FSPEF method allow to locate and map effectively the areas of oil accumulation, zones of underground water flows

migration and areas of high moistening of soil. The methods of satellite images vertical scanning and vertical electric-resonance sounding make it possible to determine the depth of the "man-made (lost)" petroleum products, wetlands, underwater streams, boundaries between different rock complexes, suffusion cavities, sinkholes and valleys.



**Figure 1. Map of geoelectric anomalous zones such of the "man-made fuel reservoir" type on the territory of the petroleum storage depot in the Kiev region (according to the frequency-resonance interpretation (decryption) of satellite images). The resonant frequency of the sample number 2. 1 – the scale of the intensity of the anomalous response (arbitrary units); 2 – wells of fuel sampling; 3 – contour of the anomalous zone on the resonance frequencies of the sample number 1; 4 – border of oil product depot.**



**Figure 2. Map of the anomalous zones of "aviation fuel" type in the investigated area of airport. 1 – intensity scale of anomalous response (arbitrary units); 2 – an anomaly of the "aviation fuel" type; 3 – points of the vertical scanning to assess the lost fuel depth.**

This complex of methods allow to carry out the research in the laboratory and field geophysical measurements quickly and operatively, in a short time, which in turn leads to a significant reduction in the timing of the works of environmental, engineering and surveying character.

#### References

1. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Electric-resonance sounding and its use to solve the problems of ecology and engineering geology. Geological journal, 2003, no. 4, pp. 24-28 (in Russian)
2. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. New possibilities for the oil-and-gas prospects operative estimation of exploratory areas, difficult of access and remote territories, license blocks. Geoinformatika, 2010, no. 3, pp. 22-43 (in Russian).
3. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Assessment of relative values of reservoir pressure of fluids in collectors: results of conducted experiments and prospects of practical application. Geoinformatika, 2011, no. 2, pp. 19-35 (in Russian).
4. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Frequency-resonance principle, mobile geoelectric technology: a new paradigm of geophysical investigation. Geophysical journal, 2012, vol. 34, no. 4, pp. 166-176. (in Russian).
5. Levashov S.P., Yakymchuk M.A. Korchagin I.N., Pyschaniy Ju.M. Oil polluted zones mapping by geoelectric methods. Near Surface 2004 - 10th European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Utrecht, The Netherlands, 6 - 9 September 2004b. Extended Abstracts P002, 4 p. <http://earthdoc.eage.org/publication/publicationdetails/?publication=1774>

UDK 550.3+550.8

## SOME RESULTS OF THE FREQUENCY-RESONANCE METHOD APPLICATION FOR PHOTO-IMAGES PROCESSING DURING THE GEOACTIVE ZONES ON THE EARTH SURFACE STUDYING

Yakymchuk N.A.<sup>1</sup>, Korchagin I.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, korchagin@karbon.com.ua*

From 2010 onwards, the authors began to use actively the frequency-resonance method of the remote sensing data (satellite images) processing for the purpose of mineral resources of various types prospecting and exploration [2-3]. Numerous experimental results in this direction have been allowed within the frequency-resonance principle of the image processing to formulate a new "substance" paradigm of geophysical research [3].

In parallel to this, the works have been conducted purposefully to develop the effective methods and instrumentations for the intensity of electric fields measuring during the geological and geophysical studies [1, 4]. Practical application of the developed equipment enabled to conduct a series of studies, including the study of electromagnetic radiation of different substances. Some of the received results are analyzed in [4-6].

Recently, the frequency-resonance principle of electromagnetic radiation detection and of satellite images processing began to be used for the study of electromagnetic radiation of living beings, as well as geoactive (geopathic) areas (zones) on the Earth's surface [7]. The photos and frequency-resonance method of theirs processing were used during these studies carrying out [2-3]. The obtained results in this field of investigation are analyzed in this report. Note that a full list of the literature on this issue can be found in papers [1, 4-7].

The photo-image is very important for the knowledge of the world. Starting from 1822, after the method of photo-images of objects producing on photosensitive materials appearance, the significant progress was achieved in the process of its improvement, but in reading or interpretation of photographs it is necessary to make many more. Today on the image you can see the outer side of the fixed object or phenomenon, on satellite image – the terrain of planet and its color. The ultraviolet and infrared ranges allow to obtain an additional information on the still images of the object, which is not visible in the visible range. After processing the satellite images in other bands, it is possible to observe the internal structure of the object through the frequency-resonance interpretation of the wave packet, created by the objects under the surface area and fixed on satellite image [2-3].

Interest for the geopathic zones study is due by the following circumstance. It was revealed that the terrestrial radiation is the trigger for diseases such as cancer, cardiovascular, unbalancing the hormonal system, immunosuppression, multiple sclerosis, defeat all human joints, problems with blood clotting and others. Common to all of the people in these areas is low sensitivity to any methods of treatments. The main places of prolonged stay (location) of man are his workplace, as well as the area, where he is resting (place the bed location).

It was found several factors that contribute to the geopathic zones formation in accordance with the previously accepted model of this phenomenon. First of all, it is the intersection of underground water flows at different levels, imposing lines of the so-called global networks and the geological faults formation. It should be noted that such areas as real physical phenomena, have the characteristic only for this type, magnetic fields, electric conductivity of the soil, the atmospheric electric field over the area and other physical parameters. By correct is the statement that the solution of these zones problems is closely linked with the global geomagnetic framing grid and power lines. Today, two types of zones - "positive" and "negative" are known for professionals, which act in different ways on the living and inanimate objects of nature, which are located in these zones.

Traditional medicine does not pay enough attention to specified areas, as there are no precise instruments for their fixing and there is uncertainty in the assessment of the physical nature of radiation in these areas – the main enemy of human health. According to the literature the geopathic zones are associated with geological factors and the presence of a kind "energy grid", covering the surface of the globe. The researched volume of photographic materials gives reason to believe that there are five types of active zones, although the literature mentions only two – positive and negative. The last two types do not change the orientation of the magnetic field of the person. The magnets of human body and the earth are parallel; this confirm the produced by the human body the electric field intensity, which was recorded (measured) and received data are described in [1, 5]. All living and non-living objects of nature have an analogue of the magnetic field of the Earth in miniature, in their bodies. The other three zones, each of which somehow block the human magnetic field, were first discovered. This indicates a lack of support of the human field by Earth's magnetic field. This state of human, which is typical and for other living objects of nature, corresponds to the state with a lowered immunity, or lack of it. Data on these areas are missing in the literature.

Active zones that have been identified on the Earth surface, completely repeat similar zones that exist around the bar magnet. Therefore, it can be argued that the main reason for the existence of geoactive zones on the surface of the Earth is the earth magnet, the length of which is 12 000 km. Only in the case of disclosure of

the secrets of this magnet impact on the environment, the law of distribution of geoactive zones on the surface, inside and around the Earth becomes clear. In our view, a magnet that can be used in tests, – it is an object, made of a homogeneous material with the appropriate physical characteristics, and with located in its poles an electrical charge of left and right rotation (resin and glass electricity).

With the geological structure of the area of the active zones placement it is associated the wave packet of these zones with appropriate polarization and amplitude of signal. The dimensions of the active areas are following, cm: length - 140, width - 90 and height - 90. If such parallelepipeds fall into the zone of rest (bed) or workplace area, than corresponding their frequency content, acting invisibly, creates many problems to human health – from chronic diseases to a sharp reduction of the duration life. The distance between the zones varies from 200 to 250 cm in all three dimensions. For a specific definition of the parameters of this zones themselves, as well as the distance between them, it is necessary to conduct appropriate studies for different latitudinal zones of the Earth.

Processing of photos of geoactive zones and of the people, who are regularly some time in these areas, gave interesting results. The wave packet, which emits zone, is fixed in varying degrees in the human body, in one of its organs, if such an influence of zone took place. Every healthy human body has its own oscillation frequency. Pathogens (neoplasms) that are formed in the human body under the action of the wave packet of geoactive zones, have opposite polarization with respect to healthy cells and block the radiation of the organ in which they form a colony. In other words, the neoplasms, caused by the action of the wave packet of the three above-mentioned zones, block the magnetic field of the person that gives rise to the relevant diseases. The magnetic field lines of a healthy person and of a person, who was under the influence of positive and negative zones, his "bar magnet", are parallel to the magnetic field lines of the Earth. Action of three zones, which block the human magnetic field, leads to the fact that the "magnetic stripe" of a person is placed perpendicular to the "bar magnets" of Earth. Unlocking the human magnetic field gives him the opportunity to live in harmony with nature and escape of the negative influence of geoactive zones on the state of health.

Determination of the frequency spectrum on the photo-image of a person allows you to record the presence of formations, caused by geoactive zone, as well as the body (organ) from which they send "their signals". The received results can be used for human health saving – to carry out quickly (operatively) routine inspection and diagnosis. Today we can draw the following conclusions about the impact of geoactive zones on human health: the well-known positive and negative geoactive zones do not block the magnetic field of the person, but contribute to the formation of colonies of pathogens, which change the energy state of the healthy cells of a human body. This leads to serious illnesses – from various kinds of chronic diseases of individual organs to cardiovascular disease and cancer.

The negative impact of the third zone and the fourth and fifth, each of which blocks the magnetic field of the person in their own way, have been found in peoples, suffering from tuberculosis, AIDS, cerebral palsy, Down syndrome, and others. For such diseases as multiple sclerosis, Alzheimer's disease and others it was found the magnetic fields blocking of the humans that were being in the fourth geoactive zone on the Earth's surface. Blocking of the magnetic field, characteristic for the fifth zone, is observed, for example, at the peoples, suffering from Batten disease

The impact of geoactive zones is due to solar activity, which is very grown over the past 60 years. Perhaps this explains the increase in the number of times of the cancer patients, which is caused by the growth of the geoactive zones "aggressiveness". According to the number of zones per unit area, the positive and negative zones dominated of the five selected.

The results of these studies allow us to state that having studied the laws, with which the geoactive (geopathic) zones are placed on the planet, a person gets a real opportunity to protect themselves and their children from their harmful effects.

#### *References*

1. Bazhenov V.G., Yakymchuk N.A., Gruzin S.V., Pidlisna I.S. Method and equipment for the electric fields strength measurement in the geological and geophysical investigation. Theoretical and applied aspects of geoinformatics, 2014, iss. 11, pp. 17-29.
2. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. New possibilities of the oil-and-gas prospects operative estimation of exploratory areas, difficult of access and remote territories, license blocks. Geoinformatika, 2010, no. 3, pp. 22-43.
3. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Frequency-resonance principle, mobile geoelectric technology: a new paradigm of geophysical investigation. Geophysical journal, 2012, vol. 34, no. 4, pp. 166-176.
4. Yakymchuk N.A. The electric field and its role in the life of the Earth. Geoinformatika, 2014, no. 3, pp. 10-20.
5. Yakymchuk N.A. Atom physics: a new look. Theoretical and applied aspects of geoinformatics, 2015, iss. 12, pp. 151-165.
6. Yakymchuk N.A. Pressure, temperature and tension of atmospheric electricity. Geoinformatika, 2015, no. 4, pp. 60-64.
7. Yakymchuk N.A. Geoactive zones in a person's life. Geoinformatika, 2016, no. 4, pp. 92-97.

УДК 550.37, 550.38

## ГЕОМАГНІТНИЙ ТА МАГНІТОВАРІАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ У ЗАКАРПАТСЬКІЙ СЕЙСМОАКТИВНІЙ ЗОНІ

Максимчук В.Ю., Климкович Т.А.

Карпатське відділення Інституту геофізики ім.С.І.Субботіна НАН України, м.Львів, вул.Наукова, 3б, vmaksymchuk@cb-igph.lviv.ua

Вивчення просторово-часової структури геомагнітного поля та його варіацій має важливе значення як при розв'язуванні фундаментальних проблем фізики Землі, таких як дослідження вікових варіацій та походження головного магнітного поля Землі, вивчення геодинамічних процесів у зв'язку з прогнозуванням землетрусів і вулканічної активності, екологічного моніторингу, так і при рішенні прикладних задач, пов'язаних з пошуками корисних копалин.

Особливо актуальними являються питання дослідження сейсмотектонічних процесів і розробка методів вивчення провісників землетрусів. Актуальність вивчення екобезпечних геодинамічних процесів зростає з посиленням техногенного навантаження територій, інтенсивного видобутку корисних копалин, у першу чергу нафти і газу, будівництвом гідротехнічних споруд тощо.

Значний досвід сейсмотектонічних досліджень та вивчення провісників землетрусів накопичений у Закарпатській сейсмоактивній зоні на Карпатському геодинамічному полігоні [1]. З 1980-х років тут функціонує мережа режимних геофізичних станцій (РГС): „Нижнє Селище”, „Тросник”, „Берегове” і „Брід”, на яких виконуються неперервні магнітоваріаційні та геомагнітні спостереження.

За результатами спостереження геомагнітного поля визначається параметр  $\Delta T$  – різницеве магнітне поле та вивчаються його зміни в часі. Як показав досвід сейсмопрогностичних робіт у різних сейсмоактивних зонах світу, перед землетрусами спостерігаються варіації  $\Delta T$  – тектономагнітні ефекти різної тривалості та інтенсивності.

На основі геомагнітних спостережень на Карпатському геодинамічному полігоні за 2000–2015 рр. досліджено типи і характерні риси аномальних ефектів у рядах  $\Delta T$  (форму, інтенсивність, тривалість) та проведено співставлення з місцевою сейсмічністю. Переважна їх більшість має бухтоподібну форму, хоча також виділено ділянки з підвищеною дисперсією, різкі зміни поля з поступовим поверненням до попереднього рівня, тренди та знакозмінні аномалії. Але, оскільки Закарпаття відноситься до району з помірною сейсмічністю (інтенсивність місцевих землетрусів не перевищує 7 балів за шкалою MSK-64, глибина вогнищ 5-10 км), аномалії провісникового типу мають невеликі амплітуди, співрозмірні з шумами природного та техногенного походження, що значно ускладнює їх виявлення. Найчастіше аномальні ефекти тривають 10–20 діб і їх амплітуди не перевищують 2 нТл. І лише землетрусам з  $M > 3$ , або роєм землетрусів відповідають аномалії більшої тривалості, зазвичай 60–80 діб.

Тривалий час на Карпатському полігоні виконуються також неперервні режимні магнітоваріаційні спостереження. Рівень сучасної цифрової апаратури дозволяє проводити неперервний магнітоваріаційний моніторинг з великою частотою опитування (до 86 400 вимірів на добу), що дозволяє значно ущільнити ряди векторів індукції, підвищити якість моніторингу.

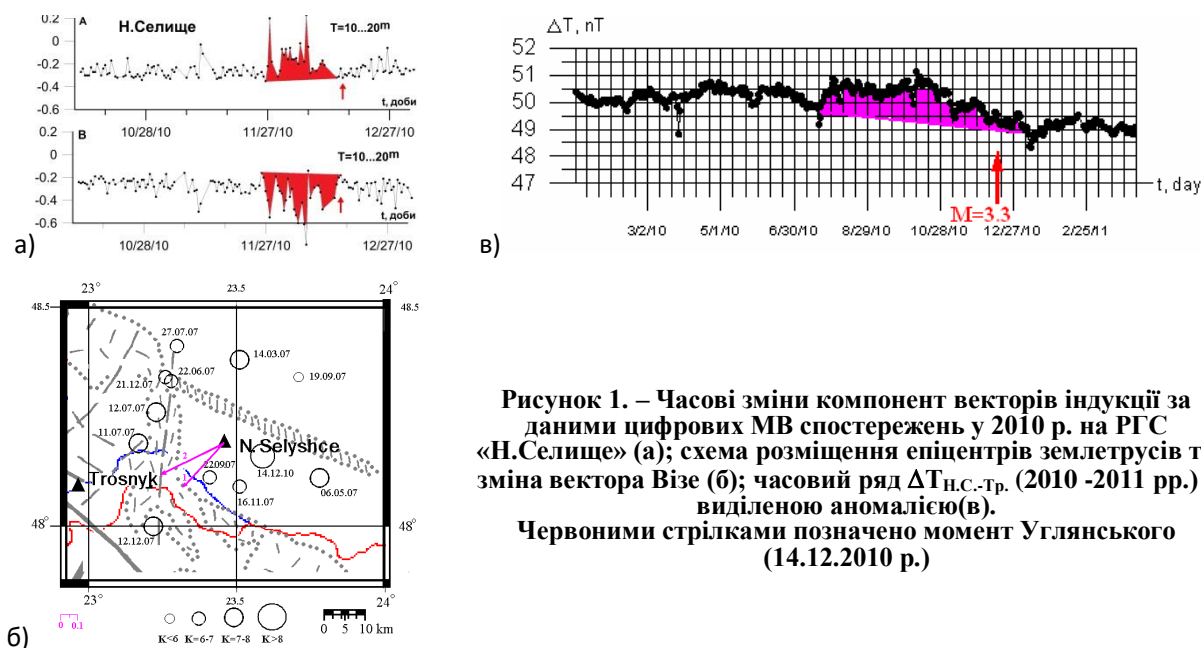


Рисунок 1. – Часові зміни компонент векторів індукції за даними цифрових МВ спостережень у 2010 р. на РГС «Н.Селище» (а); схема розміщення епіцентрів землетрусів та зміна вектора Візе (б); часовий ряд  $\Delta T_{Н.С.-Тр.}$  (2010 -2011 рр.) з виділеною аномалією(в). Червоними стрілками позначено момент Углянського (14.12.2010 р.)



Станції розташовані у різних тектонічних зонах Закарпатського прогину та у різних геоелектричних умовах. Основним джерелом, що визначає напрям і величину векторів Візе у Закарпатському прогині, є Карпатська аномалія електропровідності, однак довготривалі спостереження показують, що нерідко напрями векторів індукції відхилялися від значень, обумовлених Карпатською аномалією електропровідності. Аналіз можливих зв'язків аномальних змін векторів індукції, виявлених протягом 1990-2010 рр., та місцевою сейсмічністю у Закарпатському прогині зроблено у [2,3].

Переконаливий експериментальний результат стосовно аномальних змін вектора Візе та геомагнітного поля  $\Delta T$  був отриманий перед сильним для Закарпаття землетрусом з  $M=3,3$  з епіцентром поблизу с.Угля 14.12.2010 р. (рис. 1).

Проведений аналіз просторово-часового зв'язку аномальних ефектів з сейсмічністю дозволив виявити певні закономірності. При цьому з аналізу виключається частина землетрусів за формальною ознакою - співвідношенням магнітуди сейсмічної події та відстані від епіцентру до найближчої РГС з врахуванням наявності даних спостережень. Оскільки Закарпаття є техногенно навантаженим регіоном з великою кількістю кар'єрів, каталоги нерідко містять події не тектонічного походження, у випадку їх виявлення ці події теж не розглядаються.

Землетруси були розділені на наступні класи: I- землетруси яким не відповідають аномальні зміни у часових рядах  $\Delta T$ ; II - землетруси, яким виділені аномалії відповідають лише формально, III - землетруси, яким відповідають аномалії, амплітуди яких менші ніж  $2\sigma$  для відповідного часового ряду та IV - землетруси, яким відповідають аномалії, що задовольняють усі необхідні критерії (високий коефіцієнт кореляції ( $|\rho|>0,7$ ), просторова та часова відповідність, достатньо велика амплітуда). Слід зауважити, що події, які відбувалися у близьких часових і просторових рамках вважаються однією подією.

За період 2000-2014 рр. 28 подій (22,4%) не співпали у часі з аномаліями у різницевою полі  $\Delta T$ . Частина подій (12 подій, 9,6%) співпадала з аномальними ефектами лише формально. Значна частина подій (28 подій (22,4%)) при виділенні методом синус-кореляції з високими коефіцієнтами кореляції співпадають з аномаліями, які відповідають просторовим та часовим критеріям відбору, але не являються репрезентативними внаслідок їх невеликих амплітуд (від 1 до 2 середньоквадратичних відхилень за рік). Із всієї сукупності 57 землетрусів (45,6%) співпали в часі з виділеними аномаліями, які задовольняють усім критеріям: високий коефіцієнт кореляції ( $|\rho|>0,7$ ), просторова та часова відповідність, достатньо велика амплітуда.

Синхронна реєстрація магнітних варіацій в 4-х пунктах дозволяє підвищити ефективність робіт та достовірність виділення аномальних ефектів в часових рядах передавальних функцій. За результатами синхронних магнітоваріаційних спостережень для всіх 4-х станцій побудовано вектори Візе для різних періодів геомагнітних варіацій – від 5 до 60 хв.

За результатами режимних магнітоваріаційних спостережень 2000 р.- 2014 рр. побудовані часові ряди компонент передавальних функцій та проведено їх співставлення з місцевою сейсмічністю. Слід зауважити, що аномальні зміни у часових рядах компонент векторів індукції здебільшого проявляються збільшенням дисперсії однієї або обох компонент. Переважна кількість землетрусів, епіцентри яких знаходяться у 30-кілометрових околах РГС, супроводжуються аномальними змінами однієї або обох компонент вектора індукції у одному, або декількох діапазонах періодів. Слід зауважити, що за вказаний період переважна більшість землетрусів мають  $M \leq 2$ .

Отже, результати попередніх досліджень, дозволяють зробити висновок, що процес підготовки землетрусів може відображатися в аномальних змінах геомагнітного поля та аномальній поведінці векторів індукції. Однак, у регіонах з помірною сейсмічною активністю, до яких належить Закарпатський прогин, задача виявлення зв'язків між підготовкою сейсмічних подій та геомагнітними процесами і аномаліями локального магнітного поля є складною. Отримані результати свідчать про інформативність геомагнітного та магнітоваріаційного моніторингу та перспективність їх використання для вивчення провісників місцевих землетрусів в Закарпатській сейсмоактивній зоні.

#### *Список використаних джерел*

1. Сучасна геодинаміка та геофізичні поля Карпат і суміжних територій: монографія / К.Р.Третяк, В.Ю.Максимчук, Р.Ф.Кутас, І.І.Рокитянський, О.М.Гнилко, О.В.Кендзера, Р.С.Пронишин, Т.А.Климкович, В.Г.Кузнецова, Д.О.Марченко, О.М.Смірнова, О.В.Серант, В.І.Бабак, А.І.Вовк, В.В.Романюк, А.В.Терешин; за заг. ред. К.Р.Третяка, В.Ю.Максимчука, Р.І.Кутаса. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 420 с.

2. Максимчук В. Динаміка аномального магнітного поля Землі / В.Максимчук, Ю.Городиський, В.Кузнецова. – Львів: Євро світ, 2001. 306 с.

3. Климкович Т.А. Дослідження часових змін параметрів векторів індукції у Закарпатському сейсмоактивному прогині / Т.А.Климкович, Ю.М.Городиський, В.Г.Кузнецова, В.Ю.Максимчук // Геофиз. журнал.-2009. –№6.– т.31. – С.147-152 .

УДК 504.054:528.8+519.23

## МЕТОДИКА ДИНАМІЧНОГО КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ

Миرونцов М.Л., Охарев В.О.

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,  
01386, м. Київ, Чоколівський бульвар, 13, okhariev.vo@gmail.com*

Одним із завдань екологічної безпеки є пошук та детермінація нових чинників техногенного навантаження або неврахованих подій, що призвели до змін динаміки забруднення довкілля. Всі показники, що фіксуються в рамках системи моніторингу довкілля, фактично є параметрами моделі техногенного навантаження. За допомогою дослідження коливань таких показників можна дослідити та визначити тенденцію, яка свідчить про наявність додаткової складової. Так можна удосконалити процеси оперативного моніторингу довкілля та попередження надзвичайних екологічних ситуацій.

Авторами було проаналізовано масив багаторічних даних моніторингу (зокрема: забруднення атмосфери – з 2007 по 2014 рр.; поверхневих вод – з 2006 по 2014 рр. по території Рівненської області). Параметрами, що описують процес, є дані про забруднення навколишнього природного середовища в конкретній просторово детермінованій точці в момент часу. Для більшої достовірності результатів аналізу було обрано місячний інтервал між кожним новим значенням. Інтерпретація даних проводилась методами статистичного аналізу, зокрема, методом динамічного кореляційного аналізу, що заснований на методі розрахунку коефіцієнта кореляції за Пірсоном (1) [1]:

$$r_{XY} = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}} \quad (1)$$

де  $r$  – коефіцієнт кореляції для значень  $X$  та  $Y$ ;  $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$  та  $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$  – середнє значення вибірок.

Для опису динаміки екологічних змін та визначення тренда взаємозв'язку процесів забруднення складових довкілля використовувався метод «вікна». Від параметра  $l$  залежить розмір «вікна», що визначає величину часового інтервалу, для якого розраховується коефіцієнт динамічної кореляції. В даному випадку для кожного виміру розраховується коефіцієнт кореляції з урахуванням обмеженого числа сусідніх вимірів для кожного з процесів. Таким чином, ми можемо проаналізувати динаміку взаємозв'язку результатів вимірів.

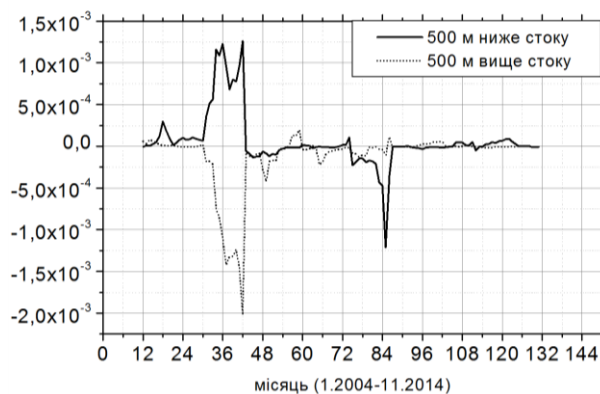
Для проведення більш глибокого аналізу значення конкретного джерела техногенного забруднення в підсумковій оцінці екологічного стану довкілля запропоновано модифікувати методику, апробовану вище. Для цього необхідно порівняти динамічну кореляцію показників забруднення в двох просторово визначених точках, тісно пов'язаних між собою характером техногенного забруднення. Пункти відбору проб води на річці відповідають таким умовам, якщо між ними за течією розташовано джерело техногенного забруднення (наприклад, промислове підприємство), оскільки є можливість порівняти кореляцію між показниками в обох точках і, відповідно, детермінувати незафіксовані в процесі моніторингу тенденції [1].



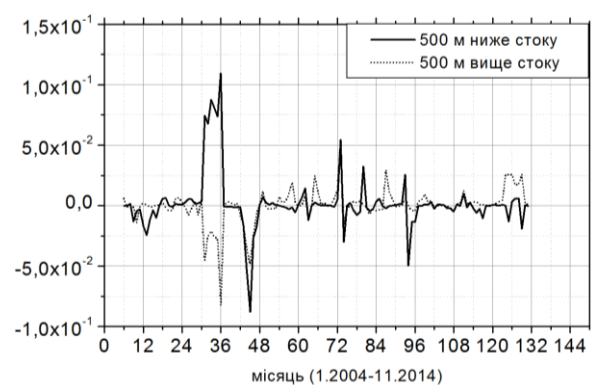
Рис.1. Вікно розрахунку коефіцієнтів динамічної кореляції для групи показників забруднення водних ресурсів

Для проведення аналізу обрано ділянку на р. Устя, відповідно, на 500 м вище та нижче скидів РОВКП ВКГ «Рівнеоблводоканал» і набір показників з 2004 по 2014 роки за наступними речовинами: завислі речовини, рН, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню (БСК), амонійний азот, нітратний азот та нітритний азот, фосфати, хлориди. Наступні тенденції можна побачити за результатами кореляційного аналізу забруднення річок Горинь і Устя, що знаходяться в зоні впливу

обласного центру, а також великого підприємства із виробництва азотних добрив – ВАТ «Рівнеазот». Даний індустріальний об'єкт є важливим чинником техногенного навантаження і доцільно порівняти, як корелюють між собою показники забруднення, що розташовані вище або нижче за течією. Результати розрахунку коефіцієнтів динамічної кореляції показані на рис. 2 (а, б).



**Рис. 2 (а).** Динаміка коефіцієнтів кореляції для показників забруднення р.Устя на території м. Рівне (завислі речовини, кислотність, біохімічне споживання кисню, азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфати).



**Рис. 2 (б).** Динаміка коефіцієнтів кореляції для показників забруднення р.Устя на території м. Рівне (завислі речовини, кислотність, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню, азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний, фосфати, хлориди).

Різкі зміни кореляції в короткі моменти часу показали високу вірогідність скиду забруднюючих речовин в даний період, який може мати несанкціонований характер. Відповідно, програмний продукт може бути використаний в задачах оперативного моніторингу та запобігання надзвичайних ситуацій. На рис. 1 представлено приклад реалізації в розробленому програмному забезпеченні методики для аналізу даних із створів води, що розташовані в межах м. Рівне, на р. Устя, відповідно на 500 м вище (зелена крива) та 500 м нижче (червона крива) міських каналізаційних очисних споруд, де моніторинг проводиться РОВКП ВКП «Рівнеоблводоканал».

Дані аналізу свідчать про наявність неврахованих чинників забруднення, що знижує кореляцію, а також про складність процесів техногенного забруднення. Також можна вважати, що використання кореляційного аналізу дає можливість оперативної діагностики динаміки антропогенного навантаження та детермінації нових, неврахованих джерел забруднення.

Аналіз графіків, додання чи віднімання деяких показників за допомогою програмного забезпечення показує можливість використання даного методу в системі екологічної безпеки, зокрема, різкі зміни взаємної кореляції груп показників можуть свідчити про несанкціоновані скиди або викиди. Запропонована методика може дає можливість аналізувати великі масиви статистичних даних. Для їх отримання здебільшого використовують контактні методи моніторингу, але найбільшого ефекту надасть поєднання їх з методами дистанційного зондування Землі з космосу (ДЗЗ).

#### Літературні джерела

1. Information Technology in Environmental Monitoring for Territorial System Ecological Assessment / O. Trofymchuk, D. Kreta, M. Myrontsov, V. Okhariev, V. Shumeiko, S. Zagorodnia // Journal of Environmental Space and Engineering A1. – 2015. – Vol. 4, № 2. – P. 79 – 84.

УДК 528.94

## ФОРМУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ І НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ БІОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТУ «РОЗТОЧЧЯ»

Мороз О.І., Петрушка І.М., Мокрий В.І.

Національний університет «Львівська політехніка», вул. Генерала Чупринки 130, м. Львів, 79057, Україна, e-mail: iept@lp.edu.ua

Охорона і збереження природних ресурсів України, значимість її екологічного потенціалу в Європейському союзі визначають напрямки реалізації геоінформаційних технологій моніторингу екосистем транскордонних територій Розточчя. Проблема інвентаризації природно-техногенних комплексів біосферного резервату (БР) «Розточчя», який включено у світову мережу біосферних резерватів, з використанням геоінформаційних систем (ГІС), що вимагає виконання міжнародних стандартів його функціонування та управління, є актуальною і має важливе наукове й прикладне значення.

Розточчя, як транскордонна природна фізико-географічна формація, є визначальним об'єктом в інтеграції національної екомережі до Всеєвропейської, через створення міждержавних природоохоронних територій. На природоохоронних територіях Польщі та України створено Біосферний резерват (БР) «Розточчя», площею понад 74 тис.га, як українську складову транскордонного українсько-польського біосферного резервату в регіоні Розточчя. Функціональними

складовими БР «Розточчя» є об'єкти природно-заповідного фонду: природний заповідник (ПЗ) «Розточчя», Яворівський національний природний парк (НПП), регіональний ландшафтний парк (РЛП) «Равське Розточчя», багато ландшафтних заказників, заповідних урочищ і пам'яток природи. Площа природоохоронних територій Українського Розточчя перевищує 45% [1]

За останні чотири десятиліття спостерігається помітне зацікавлення широкого кола фахівців Українським Розточчям – своєрідною, порівняно мало зміненою людьми територією. Вирішенню проблеми інвентаризації гідрологічних ресурсів Розточчя присвячена робота [2], створено тематичний шар ГІС «Гідрологічна мережа Равське Розточчя». На основі матеріалів лісоупорядкування розпочато формування ГІС-лісових екосистем ПЗ «Розточчя» [3]. Розв'язання проблеми екологічного моніторингу екологічної безпеки територій БР «Розточчя» з використанням ГІС-технологій започатковано авторами [4], запропоновано технологію створення геопорталу «Екологічна безпека транскордонних територій». Поглиблені і детальні, але фрагментарні та розрізнені ландшафтознавчі дослідження Розточчя не інтегровані в систему просторово-часових георозподілених баз даних результатів екологічного моніторингу. Тому, максимально наближене до природи ресурсокористування потребує застосування сучасних інформаційно-аналітичних технологій моніторингу процесів урбанізації екосистем БР «Розточчя».

Мета виконаних досліджень – створення тематичної цифрової карти дорожньої мережі і населених пунктів БР «Розточчя» на основі комплексного підходу до сучасних інформаційно-аналітичних технологій та інструментальних засобів.

Методи дослідження ґрунтуються на геоінформаційних технологіях, програмних комплексах та інструментарію аналізу близькості геопросторових об'єктів. Синтез еколого-картографічної моделі реалізовано ГІС-технологіями MapInfo Professional.

Результати виконаних досліджень полягають у відпрацьовані алгоритмів, методів і технологій екологічного моніторингу, які представлені у вигляді тематичної ГІС-моделі техногенних об'єктів БР «Розточчя» Геоінформаційними технологіями. шляхом поєднання тематичних шарів і методів буферизації, районування, злиття і розбивки об'єктів, просторової й атрибутивної класифікації створено еколого-картографічну модель антропогенних факторів екологічної безпеки – дорожньої мережі і населених пунктів, з ієрархічною структурою легенди.

Вихідними даними для проекту були шейп-файли лісів, річок, озер, природоохоронних об'єктів, населених пунктів, доріг, адміністративно-територіальних одиниць масштабу 1:200000, для яких створені векторні шари по темі території дослідження. Для створення цифрової карти регіону встановлено меж БР «Розточчя», розташування населених пунктів, створення графа автодоріг, елементів ландшафту (найвищі точки) та відображення геоморфологічних та ландшафтних районів Розточчя.

В узагальненому вигляді ГІС «Дорожня мережа і населені пункти БР «Розточчя»» складається з двох баз даних: картографічної (графічної) та семантичної (аналітичної, атрибутивної), а також підсистем маніпулювання цими даними. Картографічна база даних формується на основі однієї або кількох електронних карт, які вводяться в комп'ютер методом дигіталізації (оцифровки), сканування твердих носіїв або іншим способом (координати точок із клавіатури компютера, дані дистанційного зондування землі тощо). Семантична база даних включає текстові та цифрові записи, таблиці, схеми, рисунки, що органічно пов'язані з картографічною базою даних.

Граф доріг та дорожніх споруджень створюється у вигляді окремої користувальницької карти (шару) без розподілу на номенклатурні аркуші. Об'єкти, що описують граф доріг, становлять окремий шар у класифікаторі цифрових навігаційних планів міст. Граф доріг створюється по виділених об'єктах дорожньої мережі і містить інформацію про зв'язність мережі й атрибути для рішення пошукових задач.

Екологічна безпека Розточчя визначається функціями збереження біологічного різноманіття і ландшафтів, проведенням наукових досліджень, а також вирішенням проблем сталого соціально-економічного розвитку природних і адміністративних регіонів, підтримки традиційного невиснажливого природокористування, максимально наближеного до природи лісокористування та еколого-освітньої роботи з місцевими громадами. Екосистеми Розточчя зазнали суттєвих антропогенних трансформацій – кар'єри і відвали гірничовидобування, гідротехнічні споруди і водойми, розвиток ставкових господарств, скорочення лісопокритих площ, меліорація заболочених угідь, зміни русел річок тощо. Однією з особливостей природно-господарського каркасу Розточчя є функціонування на третині його території Яворівського військового полігону, де переплелися різні види діяльності – мілітарна, лісокористування, сільськогосподарська, природоохоронна. Природно-техногенні екосистеми різного рівня трансформації займають близько 60% території БР, на орні землі припадає понад 27%, під забудовою майже 4%.

Суттєвим фактором екологічної безпеки природоохоронних об'єктів є функціонування дорожньої мережі, який необхідно враховувати в стратегії формування екологічної мережі Розточчя. Негативний вплив доріг на екосистеми пов'язаний не тільки з небезпекою від пересування автомобілів дорогами, але і з фрагментацією та деградацією екосистем внаслідок будівництва доріг, хімічним та звуковим впливом доріг, сприянням поширенню інвазійних видів рослин та деградацією генетичного різноманіття. Негативний вплив доріг на стан екосистем у майбутньому може тільки посилитися у зв'язку з прогнозами щодо збільшення глобальної мережі доріг на 60% до 2050 року.

Таким чином, розроблена ГІС «Дорожня мережа і населені пункти БР «Розточчя»» дає можливість оптимізації функціонального зонування української і польської частин БР «Розточчя», його заповідної, буферної та транзитних зон (зон антропогенних ландшафтів). При оптимізації

функціонального зонування БР «Розточчя» слід враховувати необхідність збереження ділянок земної поверхні з високим екологічним потенціалом, вільних від доріг.

#### Література

1. Біосферний резерват «Розточчя»: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.loda.gov.ua>.
2. Мокрий В. І. Інформаційні технології роботизованого моніторингу гідрологічної мережі РЛП «Равське Розточчя» / В. І. Мокрий В.І., О. М. Трофимчук, Р. М. Гречаник, Р. Т. Гасько, І. І. М'якуш, В. В. Радчук, І. В. Радчук, С. А. Загородня, І. М. Курляк // Проблеми та перспективи розвитку економіки і підприємництва та комп'ютерних технологій в Україні: збірник тез доповідей XII наук.-практ. конф. – Львів. ННІПТ НУ «Львівська політехніка». – 2016. – С.25-27.
3. Бунь А. Формування геоінформаційної системи природного заповідника «Розточчя» / А. Бунь, С. Сивній, О. Савчин, О. Стрямець // Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка". – 2011. – № 694. – С. 127-131.
4. Трофимчук О. М. Концепція формування геопорталу «Екологічна безпека транскордонних територій» / О. М. Трофимчук, В. І. Мокрий, В. В. Радчук, І. В. Радчук, С. А. Загородня, О. С. Бутенко, Г. Я. Красовський, В. М. Триснюк, Р. Т. Гасько, І. М. Курляк // Матеріали II міжнар. наук.-практ. конфер. «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи». – Львів: – ЛДУ БЖД. – 2015. –С.240–243.

УДК 550.83+551.435

## ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОАКУСТОЕМІСІЙНОГО ТА ГЕОЕЛЕКТРОМАГНІТНОЕМІСІЙНОГО (ПІЕМПЗ) МЕТОДІВ У ГЕОДИНАМІЧНИХ ТА ГЕОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Назаревич А.В.

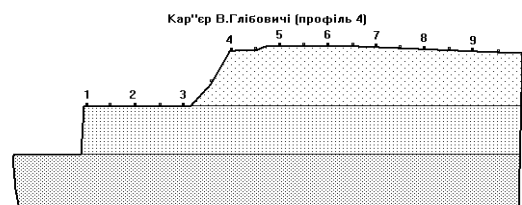
Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України,  
Україна, 79060, м. Львів, вул. Наукова, 3-б, e-mail: nazarevych.a@gmail.com

Геоакустоемісійний та геоелектромагнітноемісійний (ПІЕМПЗ) методи вже довгий час використовуються у геодинамічних та геоекологічних дослідженнях. Перші з них досить широко застосовуються у шахтній та рудничній геофізиці (наприклад, відома апаратура ЗУА для контролю стійкості підземних виробок), другі – для контролю локальних приповерхневих геодинамічних процесів (зокрема, апаратура РХІНДС). В загальному відомо, що фізичною основою цих методів є акустичні та електромагнітні ефекти, що виникають при тріщиноутворенні в гірських породах у зонах концентрації напружень і деформацій. Але ряд аспектів стосовно фізики явищ, що лежить в основі цих методів, ще не до кінця з'ясовані, що заважає ширшому та більш ефективному застосуванню вказаних методів у практиці геофізичних досліджень.

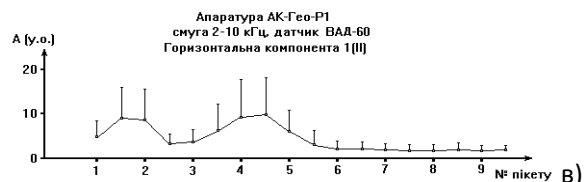
Нами вже багато років проводяться геоакустичні сейсмопрогностичні дослідження на режимних геофізичних станціях у Закарпатті [1-6] і в зонах гірничих виробок, зокрема, піщаних кар'єрів (див. рис.), а також разом з колегами проведено ряд досліджень методом ПІЕМПЗ [7], і за цей час накопичено значний матеріал, що дає змогу зробити певні висновки щодо особливостей фізики явищ, що лежать в основі цих методів.



а)



б)



**Рис. 1** Піщаний кар'єр біля села В. Глібовичі (а) (поблизу м. Бібрки, Перемишлянський район, Львівська обл.), схематичний розріз вхрест борту кар'єру в зоні геоакустичного профіля 4 (б) (показано локалізацію пікетів вздовж профіля) і рівень геоакустичного поля на цих пікетах (в умовних одиницях) (в) (середні та середні пікові значення, горизонтальна компонента, орієнтація датчика паралельна профілю).

Відомо, що підвищений рівень геоакустичної та геоелектромагнітної емісії порід спостерігається в тріщинуватих зонах – зонах деструкції гірських порід, особливо інтенсивної там, де наявна

концентрація напружень розтягу і зсуву. Такі зони прийнято називати геоактивними і саме там ставити точки геодинамічного моніторингу.

Отже, з цього можна у явному вигляді сформулювати такий основний висновок – базовими у даних питаннях є геомеханічні закономірності деформування та руйнування гірських порід.

Наступний важливий момент – такі геоактивні точки концентруються в першу чергу у приповерхневих зонах (це зони на денній поверхні або контури гірничих виробок). Тут важливими є 2 аспекти. Перший з них – геомеханічний: у приповерхневих зонах гірські породи найбільш розвантажені від дії літостатичного тиску та бокового розпору (абсолютно чи відносно), отже, наявне найбільше відношення диференціальних напружень, які спричиняють руйнування порід, до всестороннього тиску, який цьому перешкоджає, працюючи на консолідацію цих порід. Другий аспект пов'язаний з особливостями поширення геоакустичних та геоелектромагнітних сигналів – обидва ці сигнали поширюються від джерел (точок збудження) об'ємним (кульовим) фронтом, тому при віддаленні від джерела амплітуда сигналу різко спадає (пропорційно квадрату відстані), при цьому амплітуда обох сигналів додатково спадає за рахунок їх загасання в гірських породах. Тому у точках реєстрації геоакустичних та геоелектромагнітних сигналів реально (враховуючи рівень природних геоакустичних та геоелектромагнітних шумів і завад) реєструються сигнали тільки з порівняно невеликого (залежного від частотного діапазону / масштабного рівня) околу точки спостережень, сигнали з більш віддалених зон масиву порід через загасання «тонуть» у шумах.

Отже, для приповерхневих досліджень зонами генерації геоакустичних та геоелектромагнітних сигналів є, в першу чергу, зони концентрації диференціальних напружень та їх варіацій у так званій корі вивітрювання (в основному перші 4-6-10 м вглиб від земної поверхні), а для гірничих виробок – приконтурні (щодо контурів виробок) зони розвантаження (до зон опорного тиску).

Ще один важливий момент – це вплив на такі геоактивні зони постійно діючих у масивах гірських порід фонових (шумових) пружних хвиль широкого частотного діапазону – від квазіпостійних тектонічних до припливних (із своїми півдобовими, добовими, тижневими та іншими складовими) і до мікросейсм у діапазоні від десятків секунд до десятків Герц. Такі хвилі постійно «накачують» гірські породи енергією, протидіючи процесам консолідації порід і підвищуючи їх тріщинну (у т.ч. параметричну) тензочутливість до найменших змін напружено-деформованого стану.

І четвертий важливий момент – самі процеси тріщиноутворення і розкриття/закриття різномасштабних тріщин у породах, саме ці процеси є безпосереднім генератором відповідних геоакустичних та геоелектромагнітних сигналів. Причому для геоелектромагнітних сигналів ці процеси є одним (хоч і основним) з механізмів генерації сигналу – сигнал генерується за рахунок виникнення заряджених поверхонь (берегів) при утворенні тріщини або за рахунок їх зникнення/виникнення при її закритті/розкритті. Це так званий сейсмоелектричний ефект першого роду. Інший механізм (сейсмоелектричний ефект другого роду) має модуляційну природу – це зміна провідності порід при виникненні або розкритті/закритті тріщин і модуляція тим самим різних природних (телуричних) струмів, що протікають у породах. За своєю суттю цей механізм аналогічний дії відомого в телефонії вугільного мікрофона.

Підсумовуючи, зазначимо, що врахування викладених фізичних основ геоакустичного та геоелектромагнітноемісійного (ШЕМПЗ) методів дає можливість ефективно та адекватно до задач і фізики досліджуваних процесів та явищ планувати проведення відповідних досліджень і проводити інтерпретацію їх результатів.

#### *Перелік посилань на джерела*

1. Назаревич А.В., Назаревич Л.Є. Нелінійна пружність і тензочутливість гірських порід (дослідження та застосування для геодинамічного моніторингу) // Вісник КНУ ім. Т.Шевченка. Геологія. – 2002. – № 23-24. – С. 33-38.
2. Назаревич А.В., Назаревич Л.Є. Параметричні сейсмогеоакустичні методи і комплексні технології моніторингу природних та техногенних геодинамічних процесів та прогнозу катастроф // Вісник КНУ ім. Т.Шевченка. Геологія. – 2002. – № 23-24. – С. 43-47.
3. Назаревич А.В. Баштевич Н.В. Мыкыта А.Ю. Геоакустические методы и аппаратура для задач геодинамического мониторинга // Международная геологическая конференция «Изменяющаяся геологическая среда: пространственно-временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов». Казань, 13-16 ноября 2007 г. – Казань. – 2007. – Т. 2. – С. 96-99.
4. Назаревич А.В., Латынина Л.А., Назаревич Л.Е. Геоакустические и деформационные предвестники землетрясений Украинского Закарпатья // Международная геологическая конференция «Изменяющаяся геологическая среда: пространственно-временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов». Казань, 13-16 ноября 2007 г. – Казань. – 2007. – Т. 1. – С. 250-254.
5. Назаревич А.В. Геофізичні провісники деяких відчутних закарпатських землетрусів як відображення процесів формування вогнищевих зон // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – Київ. – 2010. – С. 274-285.
6. Назаревич А.В. Методико-апаратурні проблеми моніторингових геофізичних досліджень та шляхи їх розв'язання (на прикладі геофізичного сейсмопрогностичного моніторингу в Закарпатті) // Вісник КНУ ім. Т.Шевченка. Геологія. – 2011. – № 55. – С. 57-60.
7. Ляшук Д.Н., Назаревич А.В., Назаревич Л.Є. Геоелектромагнітноемісійний метод в моніторинзі локальних геодинамічних процесів // Вісник КНУ ім. Т.Шевченка. Геологія. – 2003. – № 26-27. – С. 92-97.

## ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА TRIMBLE UX-5 ДЛЯ МОНІТОРИНГУ НАСЛІДКІВ ЗСУВУ НА ЛЬВІВСЬКОМУ МІСЬКОМУ ПОЛІГОНІ ТПВ

Нікулішин В.І., Савчин І.Р., Ломпас О.В., Лозинський В.А.

Національний університет «Львівська політехніка»  
вул. Карпінського, 6, м. Львів, Україна, 79013, e-mail: viktor.lozynski@gmail.com

Львівський міський полігон твердих побутових відходів (ТПВ) розпочав своє функціонування 1959 році впродовж свого функціонування на території полігону відбувалося складування відходів утворених з міста Львова та таких прилеглих районів як Жовківський, Пустомитівський, Миколаївський та інші. Складування ТПВ відбувається лише з частковою герметизацією шарів сміття, внаслідок чого не забезпечується біотермічне та анаеробне розкладання відходів, що призводить до легкого пропускання шкідливих речовин через фільтраційні шари та потрапляння їх у поверхневі води (Екологія Львівщини-2008, 2009). Також в ряді джерел акцентується увага на край незадовільний екологічний стан Львівського міського полігону ТПВ (Мальований, 2011, Гайдін, 2013, Голець, 2013).

З огляду на це працівниками Інституту геодезії Національного університету «Львівська політехніка» було виконане аерознімання з використанням БПЛА TRIMBLE UX-5 станом на жовтень 2015 року в результаті отримано ортофотоплан (рис.1) та цифрову модель рельєфу (ЦМР) (Лозинський, 2016).

28 травня 2016 року на Львівському міському полігоні ТПВ, виникла пожежа. А вже 30 травня стався зсув сміття, в результаті чого загинули троє працівників служби з надзвичайних ситуацій та зниклим залишається один працівник Львівського комунального підприємства «Збиранка».

Для оперативного отримання інформації про ситуацію після зсуву, було виконане повторне аерознімання в результаті було створено ортофотоплан (рис.2) та ЦМР станом на червень 2016 року.

З використанням ортофотопланів визначено площу ділянок складування відходів станом на 2015 та 2016 роки, яка становить 0,27 км<sup>2</sup> та визначено межу сміття, що обвалилося. Використовуючи різниці ЦМР визначено імовірну ділянку, яка обвалилася.

Застосування БПЛА Trimble UX-5 дало можливість провести аерознімання Львівського міського полігону ТПВ в таких складних умовах як небезпека повторного зсуву сміття, що спостерігалася в червні 2016 року. З високою просторовою роздільною здатністю створено ортофотоплан та ЦМР, процес польових робіт зайняв декілька годин, а результати можуть використовуватися для аналізу таких параметрів як ухили, експозиції, тай загалом для моніторингу такого типу об'єктів.

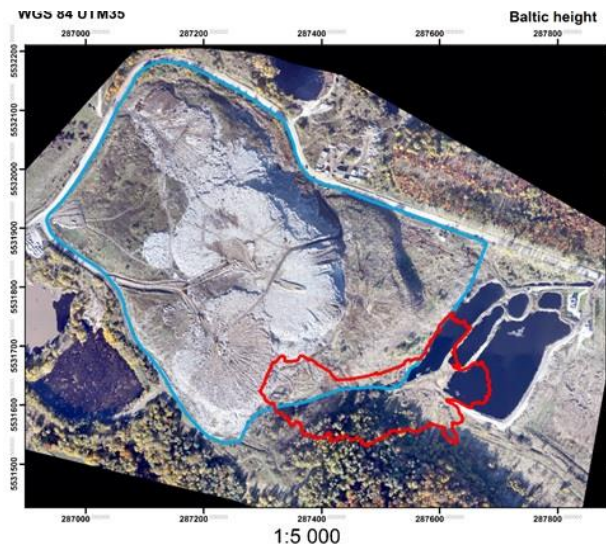


Рис. 1. Ортофотоплан Львівського міського полігону ТПВ станом на жовтень 2015 року

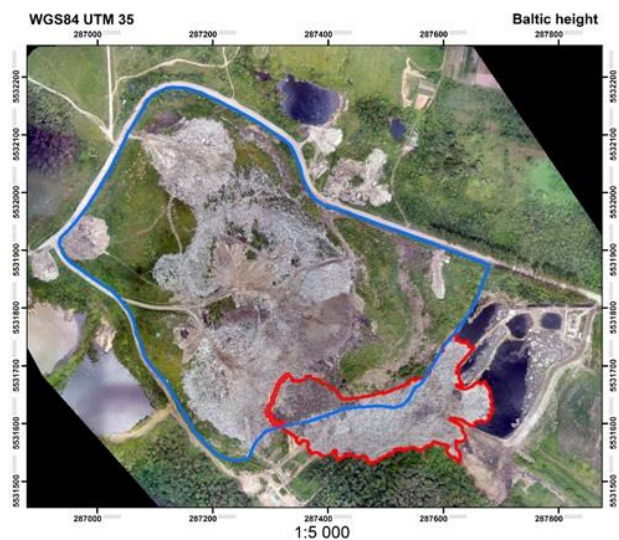


Рис. 2. Ортофотоплан Львівського міського полігону ТПВ станом на червень 2016 року

### Список літератури

1. Гайдін М. Хімічний склад фільтрату Львівського полігону твердих побутових відходів / М. Гайдін, В.О. Дяків, В. Д. Погребенник, А. В. Пашук // Природа Західного Полісся та прилеглих територій : зб. наук. пр. / Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки ; [редкол.: Ф. В. Зузук та ін.]. – Луцьк, 2013. – № 10. – С. 43-50.
2. Голець Н. Ю. Розрахунок класу небезпеки фільтрату Грибовицького полігону твердих побутових відходів / Н. Ю. Голець, М. С. Мальований, Ю. О. Малик // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. - 2013. - № 7. - С. 219-224.
3. «Екологія Львівщини-2008», Держуправління ОНПС в Львівській області. – Львів, 2009.– 160с.

4. Лозинський В. Методика визначення об'єму Львівського полігону ТПВ з використанням архівних картографічних матеріалів та БПЛА TRIMBLE UX-5 /В.А. Лозинський, В.І. Нікулшин, К.Р. Третяк, Є.О. Шило // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2016.–Вип. 83. – С.64-82.
5. Мальований М. С. Тверді побутові відходи м. Львова та їх вплив на довкілля / М. С. Мальований, О. Я. Голодовська, М. І. Пастернак // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Львів, 2011. – № 700: Хімія, технологія речовин та їх застосування. – С. 250-252.

УДК 553.5 (477.42): 550.8.028

## ОБЛІК, ОЦІНКА І МОНІТОРИНГ ТЕХНОГЕННИХ РОДОВИЩ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Павличенко А.В., Бучавий Ю.В., Федотов В.В.

*Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», пр. Д. Яворницького 19, м. Дніпро,  
e-mail: pavlychenkoa@nmu.org.ua*

Проведено аналіз існуючої системи державного обліку техногенних родовищ України. Запропоновано ряд нових показників техногенних родовищ, що суттєво розширюють можливості оцінки їх екологічного стану і ресурсного потенціалу. На базі програми ArcGIS розроблена інтерактивна геоінформаційної системи «Техногенні родовища Дніпропетровської області», яка може слугувати основою ведення геоecологічного моніторингу техногенних родовищ на регіональному і загальнодержавному рівнях.

За десятиріччя інтенсивного видобування, збагачення і переробки мінеральної сировини в Україні накопичилась величезна кількість гірничопромислових відходів, які з одного боку суттєво забруднюють довкілля, а з іншого – мають перспективи до промислового освоєння, тобто розглядаються в якості техногенних родовищ. Кодексом України про надра техногенні родовища визначаються як місця, де накопичилися відходи видобутку, збагачення та переробки мінеральної сировини, запаси яких оцінені і мають промислове значення [1]. Такі родовища можуть виникнути також внаслідок втрат при зберіганні, транспортуванні та використанні продуктів переробки сировини.

У категорію родовища техногенне утворення може бути переведено тільки у разі його позитивної техніко-економічної оцінки в результаті спеціальних геологорозвідувальних робіт та апробації запасів сировини територіальною комісією по запасах. В Україні з більш ніж 1500 техногенних утворень, тільки 13 мають статус техногенного родовища [2]. Найбільша кількість офіційних техногенних родовищ – 5 об'єктів – розташована на території Дніпропетровської області. Така мала кількість офіційно зареєстрованих техногенних родовищ вказує на значні складності процедури отримання цього статусу і правові неузгодженості у сфері поводження з промисловими відходами [3].

Стратегічно важливим для формування ресурсної політики держави в умовах виснаження мінерально-сировинних ресурсів є створення дієвих сучасних інформаційних систем забезпечення обліку і моніторингу запасів мінеральної сировини, у тому числі техногенних родовищ [4].

Техногенні родовища, маючи рівноцінний з природогенними родовищами статус, мають бути обліковані у Державному балансі запасів та Державному Кадастрі родовищ та проявів корисних копалин. Гірничо-видобувні підприємства, що розробляють техногенні родовища звітують за формою обліку 8-ГР (техногенні корисні копалини), що затверджена Наказом Мінстату України від 28 серпня 1998 р. №138. Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України № 488 від 24 грудня 2001 р. затверджено «Порядок ведення Державного кадастру родовищ та проявів корисних копалин» згідно з яким паспорти об'єктів кадастрового обліку складаються в автоматизованому режимі за уніфікованими формами у відповідності з певними групами корисних копалин: родовища металічних корисних копалин (форма А), родовища неметалічних корисних копалин (ф. Б), розсіпні родовища (ф.В), прояви металічних корисних копалин (ф.Г1), прояви неметалічних корисних копалин (ф. Г2), прояви вугілля (ф. Г3), родовища нафти та газу (ф. Д), родовища вугілля та горючих сланців (ф. Е), родовища гідромінеральної сировини (ф. Ж), родовища торфу і сапропелю (ф. К), техногенні родовища (ф. Л). Зазначені форми паспортів різні за змістом, але однакові за структурою. Геолого-економічна інформація в паспорті про те чи інше родовище корисних копалин згрупована в розділах: «Загальні відомості», «Вивченість об'єкта», «Геологічна характеристика об'єкта», «Якісна характеристика корисних копалин», «Обсяг, запаси та ресурси корисних копалин», «Умови розробки родовища, товарна продукція, споживачі, довкілля», «Інформаційні джерела про об'єкт», а при необхідності надаватиметься схематична геологічна карта, розріз або схема розташування родовища [5].

Для ефективної розробки техногенних родовищ необхідне інформаційне забезпечення, яке дозволить проводити їх інвентаризацію, класифікувати і оцінювати їх стан за еколого-економічними та фізико-хімічними показниками, а також складати проектну документацію з розробки конкретного техногенного родовища. Ці завдання можуть бути вирішені за рахунок формування єдиної геоінформаційної системи техногенних родовищ, яка може бути реалізована як на регіональному, так і на державному рівні. Узагальнена структура даної ГІС представлена на рисунку 1.

ГІС техногенних родовищ може бути сформована на основі офіційних документів, якими можуть бути, наприклад, форма 1 «Відходи», реєстри місць утворення та видалення відходів, додатковим



джерелом інформації є власні спостереження, які необхідні для вирішення основних завдань по отриманню додаткової інформації про конкретні родовища засобами ГІС. В результаті вирішення цих задач буде сформовано електронний паспорт техногенного родовища, що стане основним документом для підготовки проектів з його освоєння.

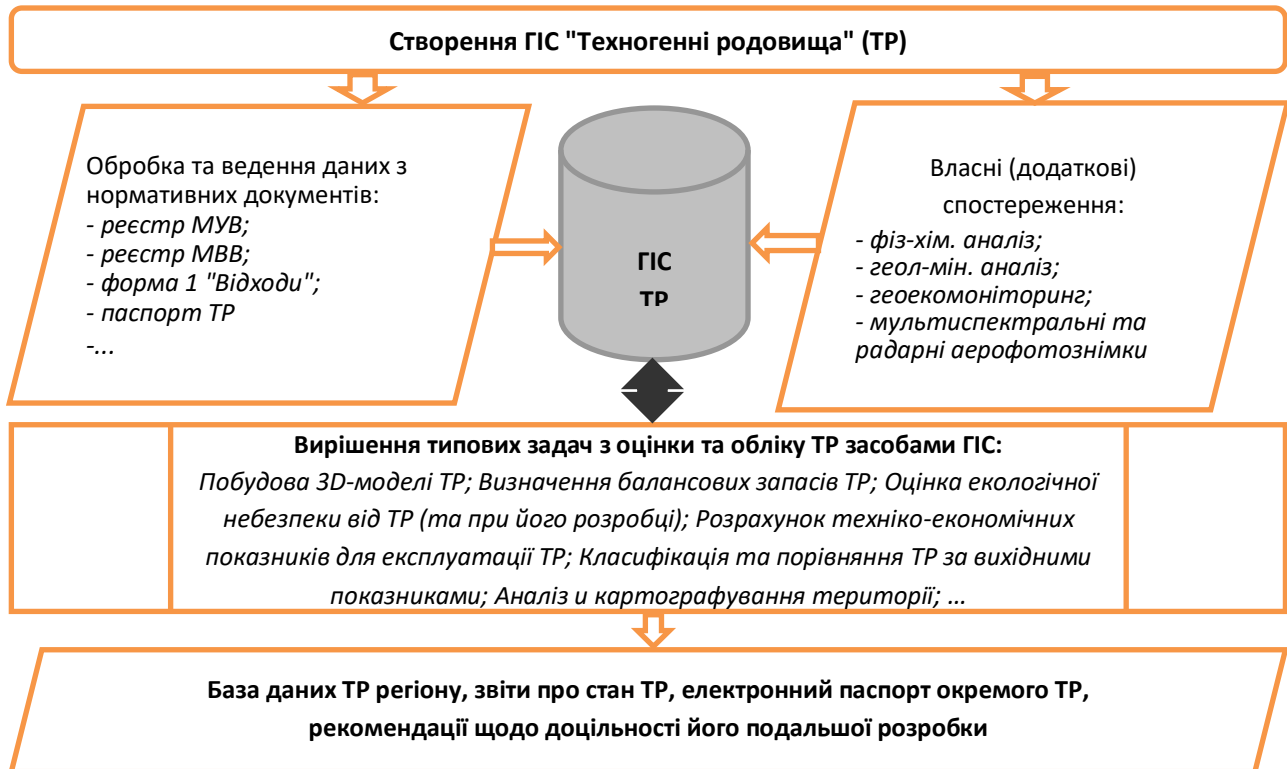


Рис. 1. Формування регіональної ГІС техногенних родовищ

Таким чином, використання розробленої ГІС техногенних родовищ буде сприяти оптимальній розробці проектів і рішень, спрямованих на підвищення ефективності та збільшення обсягів утилізації промислових відходів, що в свою чергу дозволить:

- підвищити рівень раціонального використання органічної і мінеральної сировини;
- розширити сировинну і паливну базу промисловості регіону з одночасним зниженням витрат первинної сировини і палива на виробництво вторинної продукції;
- знизити витрати на видобуток вугілля і руди, а отже собівартість виробництва їх концентратів;
- зменшити екологічне навантаження на навколишнє середовище в районах видобутку і збагачення корисних копалин.

Перелік посилань на джерела

1. Кодекс України про надра, затверджений Законом України від 27.07.1994 № 132/94-ВР [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/132/94-vr/page>.
2. Гнеушев В.О. Формування та розробка техногенних родовищ. Навч. посібник. – Рівне: Волинські обереги, 2013. – 152 с.
3. Разметаєв С.В. Правові питання визначення техногенних родовищ корисних копалин / Актуальні питання кодифікації екологічного законодавства України : зб. тез наук. доп. учасн. «круглого столу», 9 листоп. 2012 р. / Нац. ун-т. «Юрид. акад. України ім. Ярослава Мудрого». – Харків, 2012. – С. 70–73.
4. Довгий С.О., Шестопапов В.М., Коржнев М.М. та ін. Реструктуризація мінерально-сировинної бази та її інформаційне забезпечення. – К.: Наукова думка, 2007. – 347 с.
5. Назаренко М.Д. База даних техногенних об'єктів державного кадастру родовищ та проявів корисних копалин як система управління відходами / Режим доступу: <http://waste.ua/cooperation/2005/theses/nazarenkor.html>

УДК 502.173

## ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД В РАЙОНІ СУМСЬКОЇ ТЕЦ

Пляцук Л.Д., М'якаєва Г.М., М'якаєв О.В.

Сумський державний університет, Україна, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2,  
e-mail: hannahurets@yahoo.com

На сьогоднішній день підприємства теплоенергетики України відносяться до основних забруднювачів навколишнього середовища. Вони здійснюють значний негативний вплив на гідросферу, зокрема на підземні води. Основним об'єктом уваги при дослідженні можливого впливу ТЕС на підземні води, як правило, виступає золошлакозакладач, який представляє собою відкритий відстійник, куди шляхом гідротранспортування подається вугільна зола та шлами хімічного очищення.

Шлаки та зола доволі токсичні, їх токсичність складається з токсичності поліароматичних вуглеводнів (в основному бенз (а) пірену), важких металів і невідомих органічних токсикантів. Концентрація оксидів важких металів в шлаку і золі на 2-3 порядки (а іноді і більше) вище, ніж у паливі. За даними в золі міститься значна кількість важких металів. Під час контакту золошлакової суміші з атмосферними водами вони здатні вилугуватися, переходити у розчинені форми і потрапляти до ґрунтових вод шляхом інфільтрації.

Крім того в золовідвал надходять усі виробничі стоки, що утворюються на майданчику: стоки хімічного очищення; стоки з територій мазутного та реагентного господарств і складу вугілля; стоки від охолодження підшипників насосного й вентиляційного обладнання та продувні води котлоагрегатів. Основними забруднюючими речовинами у стоках хімічного очищення є завислі речовини, реагенти для регенерації катіонних та аніонних фільтрів, а також регенерат, що містить уловлені іонообмінними фільтрами іони (переважно це  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ) і не зв'язані форми реагентів ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ). Основними забруднювачами інших категорій стоків (крім продувних) є завислі речовини й нафтопродукти.

Суттєвий вплив інфільтрації з території золошлакозакладачів на хімічний склад та мінералізацію підземних вод встановлено за результатами режимних спостережень. Золовідвали є джерелами надходження у підземну гідросферу фтору, селену, берилію, радіоактивних речовин та деяких інших вельми токсичних компонентів органічного походження.

Золошлакозакладач сумської ТЕЦ розташований на лівому низькому березі р. Псел. Він представляє собою двохсекційний відстійник ємністю 195 тис. м<sup>3</sup> з розмірами секцій у плані 150x178 м кожна, загальною площею 5,3 га, до якого надходить золошлакова суміш шляхом гідротранспортування та стічні води системи хімічного очищення.

Визначальну захисну роль при міграції забруднюючих речовин відіграють насамперед ґрунтові шари. Потім вже слід розглядати захисні властивості, що визначаються складом порід зони аерації.

У геоморфологічному відношенні Сумська ТЕЦ розташована на правому березі р. Псел в межах її IV надзаплавної тераси. Верхня частина геологічного розрізу даної території складається з четвертинними, палеогеновими і крейдовими відкладами. За літологічним складом четвертинні і палеогенові утворення представляють собою перешарування піщаних і глинистих порід з тріщинуватими опоками у підшві, а крейдова система представлена мергельно-крейдовою товщею, тріщинуватою у покрівлі. Завдяки відсутності у розрізі витриманого водотриву, дана товща утворює єдиний безнапірний водоносний комплекс з достатньо глибоким від поверхні землі рівнем залягання ґрунтових вод – до 30 м. Водовмісними породами виступають тріщинуваті опоки палеоцену та крейда, що й обумовлює хімічний склад підземних вод. Виходячи з абсолютних відміток статичних рівнів, потік підземних вод даного горизонту відбувається переважно у північно-східному напрямку, тобто у бік р. Псел.

На цій ділянці покрівля верхньокрейдових відкладів залягає на глибині 8-22 м від поверхні землі. Крейда перебивається четвертинними алювіальними піщано-глинистими відкладами заплавної і старичних фацій (піски від дрібних до пилюватих, супіски з малопотужними прошарками замулених, місцями заторфованих суглинків). Тріщинуваті мергельно-крейдові породи утворюють з четвертинними осадами єдиний безнапірний водоносний комплекс з рівнями залягання підземних вод 2,5-7 м від поверхні землі, що підтверджується поступовим зниженням абсолютних відміток статичних рівнів підземних вод від свердловини № 1 до свердловини № 5 убік ріки. Безпосередньо на майданчику золовідвалу, де розташована спостережна свердловина № 1, розріз доповнюється техногенними насипними утвореннями - золошлаковою сумішшю і ґрунтами, що складають обвалування.

На території в місці розміщення золошлаковідвалу ґрунти над водотривким горизонтом мають неоднорідний склад, це піски від дрібних до пилюватих, супіски з малопотужними прошарками замулених, місцями заторфованих суглинків. Безпосередньо на майданчику золовідвалу розріз доповнюється техногенними насипними утвореннями - золошлаковою сумішшю і ґрунтами, що складають обвалування.

Результати досліджень підземних вод першого від поверхні четвертинно-верхньокрейдового водоносного комплексу на ділянці золошлакозакладача в 2016 році вказують на наявність трансформації їх хімічного складу навколо нього за рахунок фільтрації вод із золовідвалу. Ознаками цього є підвищений вміст у воді із спостережних свердловин хлоридів, сульфатів, натрію, заліза. Хоча перевищення ГДК для питних підземних вод за межами золовідвалу не спостерігається, збільшення концентрації забруднюючих речовин вимагає проведення заходів по прогнозуванню впливу золошлакозакладача на підземні води.

Захищеність підземних вод можна охарактеризувати якісно і кількісно. У першому випадку в основному розглядаються тільки природні фактори і оцінка проводиться за сумою умовних балів. Кількісна оцінка базується на природних, техногенних, а також на фізико-хімічних факторах (час розпаду забруднюючої речовини і т.і) і може бути виконана на основі визначення часу, за який забруднюючі речовини досягнуть рівня підземних вод. Оцінка умов захищеності (якісна і кількісна) носить переважно порівняльний характер. Детальна оцінка захищеності підземних вод з урахуванням

особливості вологопереносу в зоні аерації і характеру взаємодії забруднення з породами і підземними водами вимагає, як правило, створення гідрогеохімічної моделі процесів проникнення забруднення у водоносний горизонт. Ступінь захищеності підземних вод можна визначати безпосередньо за часом фільтрації забруднених вод від поверхні землі до водоносного горизонту.

В даний час найбільш вживаними для вирішення практичних завдань, які зачіпають питання використання та захисту підземних вод, є програма MODFLOW і ряд пов'язаних з нею програм: MODPATH, MT3DMS, PEST та ін. MODFLOW - програма Геологічної служби США [1], що реалізує блочно-центрований балансовий метод кінцевих різниць (МКР) стосовно до умов нестационарного (в окремому випадку стаціонарного) тривимірного, неоднорідного за фільтраційними властивостями потоку. У редакції 2000р. в MODFLOW включений і багатосітковий метод.

Для прогнозування впливу золошлакозачистувача на гідросферу були використана інформація з Google Планета Земля (карта місцевості), FAO (карти ґрунтів). На території, що примикає до промислового об'єкту, вибирались кордони модельованої області. При цьому для того щоб можна було коректно сформулювати граничні умови до рівняння руху ґрунтових вод, межі цієї області вибирали по лініях вододілу, т. я. потік води через них дорівнює нулю, або по лініях річок, озер, тому що на них відомий рівень ґрунтових вод. Далі в програмі MODFLOW створювалась гідрогеологічна модель розглянутої території, в якій кожному ґрунтовому шару вибирається свій коефіцієнт фільтрації. Для супісків, легких суглинків коефіцієнт фільтрації змінюється в межах 0,01 – 0,1 м/добу [2]. Також враховувалась кількість атмосферних опадів та температура поверхні. Середньорічна кількість опадів по м. Суми складає 0,0017 м/добу, температурний градієнт 280 К на поверхні ґрунту та 275 К на глибині трьох метрів.

На підставі розрахованого значення інтенсивності надходження забруднюючих речовин в ґрунтові води за допомогою програми MT3DMS виконувалось моделювання їх подальшого поширення в ґрунтових водах. За результатами моделювання можна зробити наступний висновок: протягом наступних 30 років відсутня можливість попадання забруднюючої речовини у річку Псел.

*Використані літературні джерела:*

1. Harbaugh, A. W. Programmer's Documentation for MODFLOW-96, an update to the U.S. Geological Survey Modular Finite-Difference Ground-Water Flow Model / A. W. Harbaugh, M. G. McDonald; U.S. Geological Survey. – Reston, 1996. – 228 p
2. Заносова, В.И. К методологии эколого-гидрогеологических оценок состояния территорий / В.И. Заносова // Ползуновский вестник. – 2011. - №4-2. - С.11 -14.

---

УДК 504.054+504.064:528.8+330.15:368.021.28

## ІНСТРУМЕНТАРІЙ МОНІТОРИНГУ І ОЦІНКИ ВПЛИВУ СМІТТЄЗВАЛИЩ НА ДОВКІЛЛЯ

Рогожин О. Г., Новохацька Н. А., Кодацький М. Б., Васинюк А. В.

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Чоколівський б-р 13, м.Київ 186, 03150, novokhatska.natalia@gmail.com; Novohatska@nas.gov.ua*

Запровадження європейських екологічних стандартів щодо поводження з відходами, крім іншого, передбачає інтерактивне картографічне відображення інформації створених територіально розподілених баз даних про потоки твердих побутових відходів (ТПВ), стан місць їх вивезення (як організованих, так і стихійних), про фоновий та аварійний вплив на довкілля ТПВ, складованих на звалищах і полігонах тощо. При цьому передбачається застосування геоінформаційних (ГІС) технологій для належного врахування всього комплексу наявної інформації, оскільки саме ці технології ефективно поєднують традиційні операції роботи з базами даних із засобами повноцінної візуалізації і географічного (просторового) аналізу, що надає картографування.

На жаль, після 2010 р. в Україні стався фактичний розвал централізованої системи обліку вивезення і складування ТПВ. Ліквідована практика екологічної паспортизації і постійного екологічного моніторингу місць видалення відходів (звалищ і полігонів), як потенційно небезпечних об'єктів для довкілля і здоров'я населення. На необхідність негайного відновлення обліку поводження з відходами та екологічного моніторингу за їх потоками і накопиченням на основі сучасних ГІС-технологій звертають увагу у своїх працях фахівці з екологічної безпеки. Однак проблема відновлення втрачених даних щодо місць видалення відходів (МВВ) в структурах Мінекоресурсів досі не вирішена.

Інвентаризаційні електронні карти МВВ існують лише в деяких регіонах і лише для зареєстрованих звалищ і полігонів, причому ці об'єкти відображені на картах значками, а не контурами земельних відводів і фактичного розміщення відходів. Несанкціоновані, самочинні звалища ідентифіковані і обліковані лише частково, причому їх почали відображати на інвентаризаційних картах Мінекоресурсів тільки починаючи з 2016 р..

В Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України наразі проводяться роботи з відпрацювання програмного забезпечення блоку екологічного моніторингу і оцінки впливу сміттєзвалищ, що здійснюється на методичному прикладі Київської області, де ситуація з розміщенням відходів надзвичайно загострилася. Для цього створено і оновлюється тематичний цифровий картографічний шар електронної карти wastes, об'єктами якого є геоприв'язані контури всіх зареєстрованих і частини незареєстрованих звалищ ТПВ Київської області.

Для автоматизованої картографічної візуалізації контурів звалищ розроблено метод виявлення та розпізнавання сміттєзвалищ, який ґрунтується на дистанційному зондуванні Землі з космосу (ДЗЗ).

Модель автоматизованого виявлення території (контуру) звалища програмно реалізована у середовищі Erdas Model Maker за критеріями середнє, дисперсія, асиметрія та ексцес відповідних спектральних діапазонів [1]. До об'єктів цифрового картографічного шару *wastes* прив'язана інформація із створеного електронного реєстру сміттєзвалищ Київської області. Цей реєстр містить розрізнену тематичну інформацію за 28 показниками про 177 МВВ. Інформація атрибутивної таблиці картографічного шару *wastes* використовується як джерело даних для розрахунку узагальненої екологічної оцінки впливу звалищ і полігонів ТПВ на довкілля на об'єктовому та регіональному рівнях.

Оскільки на національному і регіональному рівнях прийняття управлінських рішень дані екологічних паспортів МВВ, як правило, відсутні, то для оцінки стану звалищ і полігонів ТПВ традиційно обмежуються показниками їх загальної характеристики, наведеними у реєстрах про стан звалищ і полігонів, що складаються на певний обліковий рік. З огляду на це, авторами розроблена інформаційна модель узагальненої екологічної оцінки впливу МВВ на об'єктовому (рис.1) і регіональному (рис.2) рівнях на основі ГІС-технологій, що відображає ступінь антропогенного навантаження звалищ і полігонів ТПВ на довкілля. Зазначені технології надають змогу ефективно використовувати інструментарій для математичного моделювання та прогнозування впливу на складові навколишнього середовища.

Значне забруднення відбувається за рахунок міграції токсичних речовин із фільтратом, межі зони ураження обумовленні відповідними шляхами розповсюдження шкідливих речовин, що утворюються в тілі полігону. Оскільки пряме вимірювання практично неможливе через надзвичайно складний механізм формування шляхів міграції фільтрату з тіла полігону в підстилаючі ґрунти та ґрунтові води, було запропоновано використати методи математичного моделювання та прогнозування міграційного потоку забруднювачів із застосуванням ГІС інструментарію.

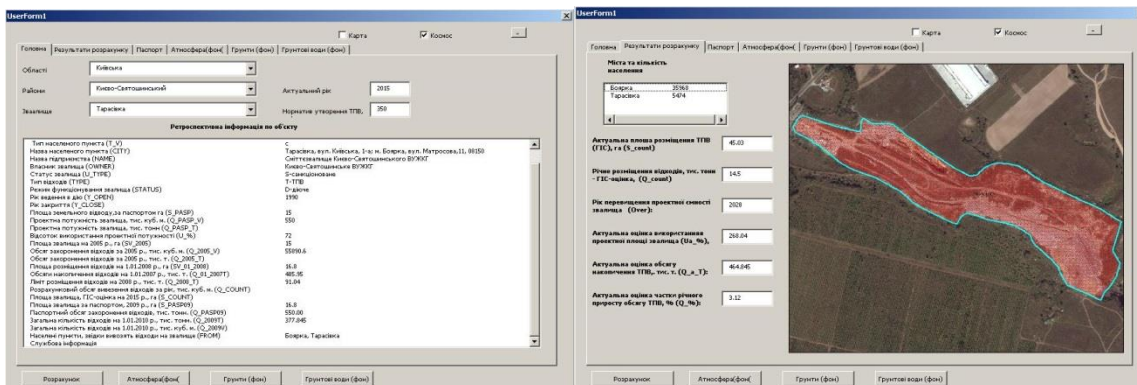


Рис. 1. Інтерфейс модуля пооб'єктних оцінок

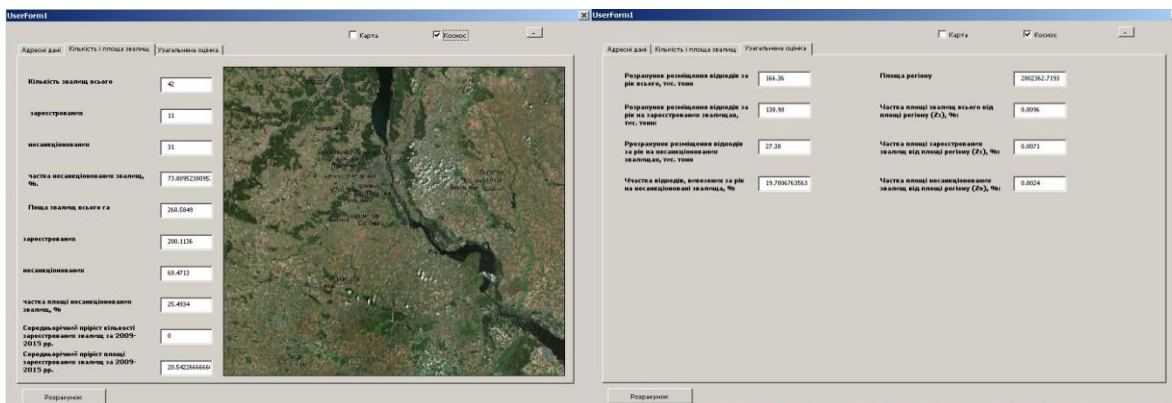


Рис. 2. Інтерфейс модуля регіональних оцінок

Найістотнішого впливу від сміттєзвалищ зазнають ґрунтові води, до яких забруднення потрапляє з поверхні ґрунтового покриву за рахунок фільтрації. Міграція забруднення вглиб відбувається в результаті дії конвективного і дифузно-конвективного переносу разом із основним переносом за напрямом потоку [2]. Зазначені особливості процесу фільтрації враховані в розробленому програмному модулі блока «Екологічний моніторинг і прогнозування впливу МВВ на довкілля». Так, в модулі пооб'єктних оцінок активізація вкладок «Ґрунтові води (фон)», «Сценарій аварії (вода)» та/або «Аварійне забруднення (ґрунт-вода)» призводить до виводу у стартове вікно просторової моделі імовірної надзвичайної ситуації внаслідок максимальної аварії (картографічний шар з контурами ставків-накопичувачів фільтрату, водозбірної площі, нововивезених ТПВ, імовірної зони аварійного

забруднення залповим виливом фільтрату та прогнозування екологічних наслідків реалізації такої НС) для кожного сміттєзвалища за результатами просторового моделювання, що здійснюється експертом.

*Перелік посилань на джерела:*

1. Новохацька Н. А. Технологія інвентаризації місць видалення відходів методами дистанційного зондування Землі / Н. А. Новохацька, О. М. Трофимчук // Екологічна безпека та природокористування. – 2014. – № 14. – С. 31-40.

2. Довкілля в умовах впливу сміттєзвалищ / О. І. Бондар, Б. П. Клімчук, М. І. Колядинський, Я. О. Мольчак. – Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2013. – 246 с.

**УДК 551.3**

## **ПРИНЦИПИ РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ЗА УРАЖЕНІСТЮ ЕКЗОГЕННИМИ ГЕОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ**

**Пона О.Я., Чепурний І.В.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна, e-mail: ksenjka.p@gmail.com*

Екзогенні геологічні процеси (ЕГП) (зсуви, селі, обвали, ерозія та ін.) виникають в результаті закономірного розвитку приповерхневої частини літосфери, обумовленого дією як внутрішніх сил Землі, так і зовнішнім впливом на літосферу. Катастрофічний прояв екзогенних геологічних процесів наносить значну шкоду господарству: руйнують населені пункти, залізниці й шосейні дороги, сільськогосподарські угіддя тощо. Районування територій за ступенем ураженості екзогенними геологічними процесами дає можливість враховувати ризики проявів ЕГП при плануванні господарської діяльності, проводити заходи щодо запобігання чи послаблення негативних наслідків їх проходження і безумовно є актуальним завданням. Метою даної роботи є представлення принципів районування території за ступенем ураженості ЕГП.

Екзогенні процеси – геологічні процеси, що відбуваються на поверхні Землі та в її приповерхневих шарах (вивітрювання, денудація, абразія, ерозія, діяльність льодовиків, підземних вод); зумовлені, головним чином, енергією сонячної радіації, силою тяжіння і життєдіяльністю організмів; тісно пов'язані з ендегенними процесами [1]. В межах території України найбільш інтенсивний розвиток мають ЕГП, що пов'язані з дією сили тяжіння (обвали, осипи, зсуви, лавини), пов'язані з дією поверхневих і підземних вод (схилловий змив, ерозія, селі, карст, суфозія, просадка лесових порід), а також багатофакторні процеси (вивітрювання).

Районування - поділ території за певними ознаками. Районування території за ступенем ураженості ЕГП може проводитись на основі оцінки щільності проявів точок ЕГП на одиницю площі. У якості таксономічних одиниць для яких проводиться оцінка щільності можуть виступати адміністративно-територіальні одиниці, тектонічні зони, літофаціальні зони, зони поширення четвертинних відкладів певного типу, гідрогеологічні райони тощо. Також у арсеналі методів геоінформаційного аналізу ГІС є способи районування за щільністю точок, Карти районування території робіт за умовами формування та ризику виникнення надзвичайних ситуацій під впливом ЕГП будуються таким чином, щоб якнайкраще відповідати загальній концепції національної інфраструктури геопросторових даних різних рівнів (державного і регіонального).

В даній роботі засобами геоінформаційного аналізу поєднано районування території Івано-Франківської області на основі щільності точок (полігони Вороного) з районуванням на основі карт умов розвитку ЕГП (тектонічних зон, геологічної будови, інженерно-геологічного районування).

Полігони Вороного являють собою області, утворені на заданій множині точок таким чином, що відстань від будь-якої точки області до даної точки менше, ніж для будь-якої іншої точки множини. Алгоритм побудови полігонів Вороного застосовується до набору точок і на виході видає полігони, по одному для кожної точки. Межі полігонів Вороного є відрізками перпендикулярів, відновлених до середин сторін трикутників в триангуляції Делоне, яка може бути побудована відносно тієї ж точкової множини [2].

Виконано районування території Івано-Франківської області за ураженістю ЕГП на основі полігонів Вороного. Ділянки, виділені полігонами Вороного з однаковими діапазонами ураженості об'єднано в спільні райони. Таким чином територію було поділено на райони, за різним ступенем ураженості екзогенними геологічними процесами. Використання суто формального підходу цього виду геоінформаційного аналізу, при оцінці ураженості ЕГП, дає не зовсім коректні результати, оскільки точки розміщені нерівномірно.

Основним видом районування, за ступенем ураженості, є районування з використанням умов території, які зумовлюють розвиток ЕГП. Сюди відносять геологічні, тектонічні, геоморфологічні, інженерно-геологічні чинники [3]. У середовищі ГІС побудовано карти ураженості тектонічних зон, інженерно-геологічних районів екзогенними геологічними процесами. Карти побудовані у трьох варіантах. Перший – шляхом визначення кількостей зсувів на територію, другий – шляхом відношення кількостей зсувів до площі зони, третій – відношення площі прояву ЕГП до площі зони.

Одержані результати щодо ураженості ЕГП можуть відрізнитися при різних видах районування. Тому дослідження для встановлення оптимальних чинників районування та градації їх значень є складною, але актуальною задачею. Доцільним є суміщення геостатистичного районування (полігони Вороного) та районування за допомогою виділення зон ураженості на основі природних умов. Створено карту районування території за ураженістю зсувними процесами на основі полігонів Вороного суміщених з інженерно-геологічними районами у результаті виділено нові зони з іншою ураженістю.

Суміщення геостатистичного районування (полігони Вороного) та районування за допомогою виділення зон ураженості на основі природних умов дозволяє додатково диференціювати територію за ступенем ураженості ЕГП.

*Перелік використаних джерел:*

1. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика/ В.Д. Ломтадзе. – Ленинград:Недра. 1977. – 480 с.
2. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред. О.О. Світличного. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. — 295 с.
3. Кузьменко Э.Д. Универсальный алгоритм прогнозирования экзогенных геологических процессов/ Э.Д. Кузьменко// Матеріали VIII Міжнар. наук. конф. “Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища”. - Київ: Київський національний університет, 2007.-С.16-17.

**УДК 504.61**

## **СИСТЕМА РЕГІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЇЇ ЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ**

**Триснюк В.М.**

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ,  
Чоколівський бульвар 13, e-mail: trysnyuk@ukr.net*

Актуальні завдання у сфері регіональної екологічної політики вимагають активної участі нашої держави у зусиллях міжнародного співробітництва з попередження та зменшення негативних наслідків регіональної безпеці. Дослідження проблем безпеки регіонів для належного захисту особи, господарських об'єктів та навколишнього середовища дають підстави для запровадження ризик-орієнтованого підходу для підвищення дієвості і ефективності державної системи захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій різного походження.

Система управління екологічною безпекою геосистем забезпечується шляхом створення раціональних «конструкцій», які передбачають:

- відповідну організацію території;
- вибір форм і видів господарювання з урахуванням особливостей протікання в геосистемах небезпечних процесів і явищ (екологічних ризиків);
- проведення заходів щодо попередження виникнення екологічних загроз.

Аналіз ризиків на регіональному рівні пов'язаний з аналізом загроз, які відповідно визначають рівень безпеки регіону. Теоретичною основою оцінювання рівнів безпеки регіонів може бути теорія надійності, відповідно до якої надзвичайні ситуації слід розглядати як «відмови» елементів систем, що призводять до порушення їхньої стійкості [1].

Загалом управління екологічною безпекою – це складний, багатоетапний процес, що потребує належного технічного оснащення і відповідно теоретичного обґрунтування. Розглянемо більш докладно алгоритм цього процесу, представлений на рис. 1.

Визначення небезпеки полягає в ідентифікації та попередньому оцінюванні ступеня небезпеки елементів забруднення, характерних для певної території. До них можна зараховувати такі: радіація певного виду, хімічна речовина, тверді частки (наприклад, цемент, азбест) і т. ін. На етапі інвентаризації об'єктів та джерел небезпеки визначаються не тільки джерела забруднення, а й канали їхнього надходження в навколишнє середовище, причому окремо в атмосферу, ґрунт, водойми, харчові продукти або безпосередньо в організм. Це необхідно насамперед для організації подальшого ефективного моніторингу, без якого управління екологічною безпекою є практично неможливим. Моделювання на основі різних методів – за допомогою фізичних вимірювань, анкетування, побудови складних математичних моделей – полягає в тому, що тільки таким шляхом можуть бути обґрунтовані обрані рецепторні точки для моніторингу. Саме на основі свідчень у рецепторних точках надалі здійснюватиметься управління відповідними процесами. Загальна кількість моніторингових точок залежить переважно від площі досліджуваної території, концентрацій та експозицій елементів забруднення на різних територіях, а також економічних можливостей контролюючої організації [2]. Для оцінювання захворюваності та смертності від індивідуальної і сумарної дії елементів забруднення, що становлять небезпеку для здорової людини, як правило, рецепторні точки диференціюються за критеріями канцерогенності. Цей етап потребує знань і відомостей, отриманих на попередніх етапах, а за необхідності – додаткових досліджень. При постановці завдання оцінювання ризиків, створюваних стаціонарними джерелами, цей процес може плануватися як для підприємств, розташованих тільки на контрольованій території, так і з урахуванням суб'єктів господарювання на суміжних територіях. Для подальшого ефективного управління необхідно представляти результати досліджень у вигляді сумарних карт забруднення території та матриці канцерогенного впливу.



**Рис. 1. Схема-алгоритм управління екологічною безпекою**

Вираховується похибка в оцінці невизначених ризиків, що характеризуються такими показниками як коефіцієнт варіації, середньоквадратичне відхилення, довірчий інтервал.

Управління геосистемами з метою забезпечення їх екологічної безпеки, розглядаємо як діяльність з організації раціональних взаємодій між господарством, технікою, людською діяльністю і геосистемами. За випереджувального управління прогнозується стан геосистем за різних навантажень, визначаються норми дії, а також допустимі наслідки. За оперативного управління контролюється відповідність реального стану геосистеми нормативним характеристикам, а також підтримання заданого режиму за допомогою різних технологічних процесів.

Для ДЗЗ/ГІС-технології управління екологічною безпекою визначаються кількісні альтернативні та інші засоби, що дозволяють досягати визначеної мети.

Кінцевим показником, за яким буде проводитись класифікація територій, обрано відносний інтегральний індекс антропогенного навантаження на одиницю досліджуваної території.

Антропогенне навантаження слід розуміти як будь-який негативний вплив людської діяльності на життєдіяльність екосистеми, який можна виміряти кількісно. Це інтегральні індекси забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів і земельних ресурсів.

Більшу об'єктивність забезпечує комплексне поєднання польових методів спостереження, методів математичного моделювання і методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) в поєднанні з активним використанням технологій геоінформаційних систем (ГІС). Особливу увагу варто приділити саме впровадженню ДЗЗ/ГІС-технологій, оскільки методичний комплекс дешифрування космічних знімків є універсальним, а також використання зазначених можливостей дає змогу автоматизувати процес оцінювання та прогнозування поточної екологічної ситуації в межах спеціалізованої регіональної геоінформаційної системи [3].

Для вирішення проблем, пов'язаних з показниками екологічної стійкості територій, необхідне застосування системного підходу, при якому враховується наявність багатьох чинників антропогенного походження, що впливають на екологічну ситуацію в регіоні. Значну частину екологічних проблем регіонів становлять саме ті, що пов'язані з неефективним механізмом прийняття рішень, недостатньою інформативністю екологічних показників, дискретністю підрозділів системи моніторингу довкілля тощо.

#### Список літератури

1. Адаменко О.М., Міщенко Л.В. Екологічний аудит територій: Підручник. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 342 с.
2. Триснюк В.М. Екологія Гусятинського району. Тернопіль. Тернограф, 2004. – 219 с.
3. Красовський Г.Я., Трофимчук О.М. Інформаційні системи тематичної обробки геоданих в завданнях моніторингу довкілля і природних ресурсів на регіональному рівні // Матеріали наради «Можливості супутникових технологій і сприянні вирішення проблем Харківщини» Харків, 2011, с.65-68.

УДК (553.981:548.562):620.91

## ВИКОРИСТАННЯ ЯДЕРНО-ФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЛІТОЛОГІЧНОГО РОЗЧЛЕНУВАННЯ ТОНКОШАРУВАТИХ НЕОГЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ БІЛЬЧЕ-ВОЛИЦЬКОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ

Федоришин Д.Д., Трубенко О.М., Федоришин С.Д., Бойчук Н.Я.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
Івано-Франківськ, Карпатська, 15, 76019, geotom@nung.edu.ua*

Складна геологічна будова газових і газоконденсатних родовищ Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину утруднює використання результатів ГДС, зокрема гама-каротажу для літолого-стратиграфічного розчленування тонкопорошкових порід. Одним із прогресивних напрямків вивчення порід з підвищеною радіоактивністю є гама-спектрометричні вимірювання. Вивчення енергетичних спектрів гама-випромінювання природної радіоактивності, радіаційного захоплення теплових нейтронів та наведеної радіоактивності в свердловинах, дозволить розв'язати низку важливих задач при пошуку та розробці нафтогазових родовищ.

Гірські породи, що вивіваються геологічні комплекси відрізняються між собою як умовами осадконакопичення так і гідродинамічними та фільтраційно-ємнісними характеристиками. Особливо це досить яскраво видно на прикладі геологічної будови розрізу неогенової системи Летнянського, Вижомлянського та інших газових родовищ Крукенецької западини. Мінералогічна будова матриці порід-колекторів насичених вуглеводнями гелльветських, баденських та сарматських ярусів вище вказаних родовищ, у більшості випадків, обумовлена умовами генезису їх утворення та приналежністю до тієї чи іншої генетичної групи. Так, наприклад "прості" породи, які представляють першу генетичну групу формувалися у відносно спокійній гідродинамічній обстановці відкритого моря, мають невелику міжзернову, вторинну пористість та незначну ефективну пористість. Сформовані в цей період дрібнозернисті пісковики з гідрослюдисто-глинистим цементом (св.№5-Летня, 1607,3 м) складаються із клиноподібних і напівзаокруглених уламків більшість з яких мають хвильове згасання, носять сліди стискування, що свідчить про їхній виніс із древніх метаморфізованих порід. Із мінералів у цих породах присутні циркон, мусковіт, гідрослюда розміром до 0,1 мм, дрібні уламки іліту. Поряд із цими породами відмічають гарні за фільтраційно-ємнісними параметрами колектори, які відрізняються від ущільнених пісковиків, співвідношенням уламкових матеріалів та складом цементу.

У процесі дослідження структурної будови порід-колекторів неогенової системи встановлено, що пісковики з хлорито-глауконітовим та хлорито-кальцитовим цементом близькі за складом до алевритистих різновидностей порід-колекторів. Сортування уламків окремих літотипів у таких породах відбувається краще, однак у більшості випадків такого типу пісковик є поганим колектором. У той час, як пісковик із кальцито-глинистим цементом характеризується хорошими колекторськими властивостями. Порода виповнена системою тріщин, має хорошу міжзернову пористість яка змінюється у межах від 8 % до 27 %. У складі матриці такого типу пісковиків зустрічаються уламки циркону, альбіту, піриту та глауконіту. Рідко в породі спостерігаються незначні скупчення (0,6-1,5 %) яскраво зеленого хлориту, який також впливає на забарвлення породи. На показах геофізичних методів, зокрема радіоактивних, такі пісковики характеризуються підвищеною інтенсивністю гамма поля ( $J\gamma = 18-22$  мкр/год) за рахунок глауконіту та циркону, а на кривих електричних методів відмічаються пониження значення питомого електричного опору ( $\rho_p=1,0-1,7$  Омм), яке обумовлене наявністю таких мінералів, як пірит, халькопірит та глауконіт.

Враховуючи те, що потенційними породами-колекторами насиченими вуглеводнями у відкладах неогену є також алевроліти, нами досліджувалась їхня структура та мінералогічна будова, визначались петрофізичні параметри. Результати досліджень показали, що у більшості випадків цемент цієї породи є кварцево-глинистим і складається з добре відсортованих уламків кварцу, розмір яких змінюється в межах від 0,1 мм до 0,5 мм.

Із проаналізованих шліфів видно, що цемент локалізується в окремих порах і не завжди заповнює їх повністю. Біля 5 % великих міжзернових пор виповнені згустками кальциту та кварцу округлої, або амебовидної форми. Такий розподіл у породі мінералів, а також мінералогічний склад алевролітів, дозволяє зробити висновок про те, що вони формувалися в прибереговій мілководній обстановці, яка обумовила їхні добрі колекторські властивості.

Серед уламків, що формують будову матриці алевролітів із покращеними колекторськими властивостями, зустрічаються розсіяні згустки мінералів глауконіту, піриту, ставроліту, циркону та поодинокі частинки бурштину. У глинистих згустках цементу породи зустрічаються форамініфери.

Такі особливості будови порід неогенової системи сарматського ярусу, що вивіваються геологічний розріз, який розкрили свердловини №№ 9, 15-Летня, дозволяють допустити, що формування їх відбувалось у підводній частині дельти древньої течії річки, що в подальшому було підтверджено результатами сейморозвідки та описано в монографії Заяць Х.Б. [1].

Окрім вище вказаних алевролітів у геологічному розрізі неогенової системи зустрічаються гравійно-піщанисті алевроліти з нерівномірно розподіленим кальцитовим та гравійно-гідрослюдисто-глинистим цементом із залишками фауни. Найбільш розповсюджені такого типу алевролітів у міоценових відкладах газових та газоконденсатних родовищах Крукенецької западини, на території



Передкарпатського та Закарпатського прогінах. Відображення таких порід у геофізичних полях є неоднозначне, часом спотворене та екранує продуктивні породи-колектора. Деталі дослідження матриці породи показали, що основна маса породи складається із уламків кварцу. Розмір кварцевих уламків змінюється в межах від 0,9 мм до 2,7 мм та складає 9 % від маси породи, піщана фракція розміром (0,05-0,1) мм складає (10-15)%. Цемент породи базальтовий, заповнення пор відбувається частинками гідролітичного бурого кольору гідролітою, близькою до монтморелоніту, яка обволікує уламки кварцу.

Основна маса цементу виповнена приховано кристалічною глинистою речовиною в якій зустрічаються одиничні уламки циркону, сфену, вуглистих частинок і рідкісні дрібні включення аутогенних мінералів хлориту, глауконіту і піриту. (міоценові відклади глибина 1673,3 м, 1678,1 м, 1670,4 м відповідно у свердловинах 2-Летнянська, 3-Грушівська, 4-Гайська).

Вище вказані породи сформувались у прибереговій зоні палеорусел рік та лагунних умовах із незначним коливанням рівня води у слаболужному середовищі. Поряд з цими породами зустрічаються перемиті піщано-глинисті вапняки (зразок 1422-1585 м, св.№10-летнянська). За результатами петрографічних досліджень вони містять значну кількість уламків глинистого вапняка розміром від 0,5 мм до 0,1 мм мергелю, піщанистого вапняку, фауни і різних черепашок невизначеного типу.

У багатьох специфічних первинних органічних структурах такого типу спостерігається скупчення піриту від 1 % до 5 %. Дуже рідко в цементі зустрічаються одиничні відокремлення хлориту, навколо яких розміщується перекристалізований кальцит, що свідчить про епігенетичне накладання рудної мінералізації при слабкому метаморфізмі, на формування породи. Із вище вказаного видно, що порода сформувалась у умовах консидементаційного підняття в морських та лагунних умовах мілководного перемиву осаду.

У той час перемитий піщано-глинистий вапняк складається із перемитих уламків слабозернистого мергелю, вапняку і уламків різної фауни (мшанок брахіопод).

В окремих уламках фауни чітко виділяється частинки арагонітової голкоподібної структури. Цемент кальцитовий і менш глинистий ніж уламки. Породу сформувалась у приберегових умовах, або на консидементаційному піднятті, де активно перемивався свіжий осад. Пористість змінюється в межах від 8 % до 19 %.

Таким чином за результатами експериментальних досліджень, нами встановлено, що неогенові відклади сарматського ярусу виповнені високопористими, середньопористими та низькопористими породами –колекторами, які характеризуються значними літолого-фаціальними та петрофізичними відмінностями. Така особливість будови відкладів геологічного розрізу неогенової системи негативно впливає на покази та результати геофізичних методів, що затрудняє виділення продуктивних порід-колекторів за даними ГДС, а в окремих випадках до їхнього пропуску в процесі пошуково-розвідувальних робіт.

*Літературні джерела:*

1. Заяць Х.Б. Глибинна будова надр Західного регіону України на основі сейсмічних досліджень і напрямки пошукових робіт на нафту і газ / Х.Б. Заяць. – Львів: Центр Європи, – 2013. – 136 с.

---

**УДК 550.83**

## **НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПРОСІДАНЬ НА ТЕРИТОРІЇ СГХП ПАТ «ПОЛІМІНЕРАЛ»**

**Чепурна Т.Б., Самборська О.І.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна,  
м. Івано-Франківськ, 76019, вул. Карпатська, 15, e-mail: t.misak@yandex.ua*

Унаслідок розробки одного з найбільших в Україні родовищ калійних солей, Стебницького родовища, геологічне середовище території, прилеглої до гірничодобувного підприємства СГХП ПАТ «Полімінерал», зазнало різких змін. Тут спостерігаються просідання денної поверхні і розвиток карстових явищ.

Об'єктом дослідження є просідання денної поверхні в межах гірничого відводу рудника № 2 ПАТ СГХП «ПОЛІМІНЕРАЛ». Предметом дослідження є дані моніторингу просідання денної поверхні (544 реперні точки). Дані абсолютних відміток за 1987-2014 рр.

Мета дослідження, результати якого представлені нижче, виконати прогностичне нейромережеве моделювання динаміки просідання земної поверхні у межах зони інтенсивних зміщень. Для цього поставлено і вирішено наступні завдання:

- побудовано і верифіковано еталонну тестову модель нейронної мережі,
- виконано прогностичне моделювання динаміки просідання на прогностичний рік,
- візуалізовано результати прогнозу шляхом побудови картографічної моделі для ділянки з найбільшими просіданнями.

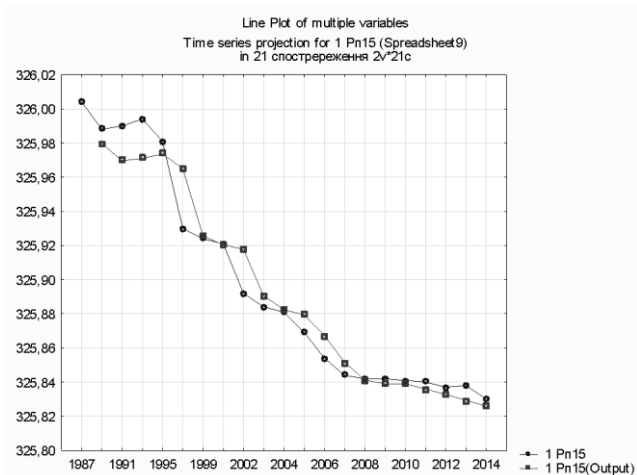


Рис. 1 Графік кросперевірки еталонної мережі 1

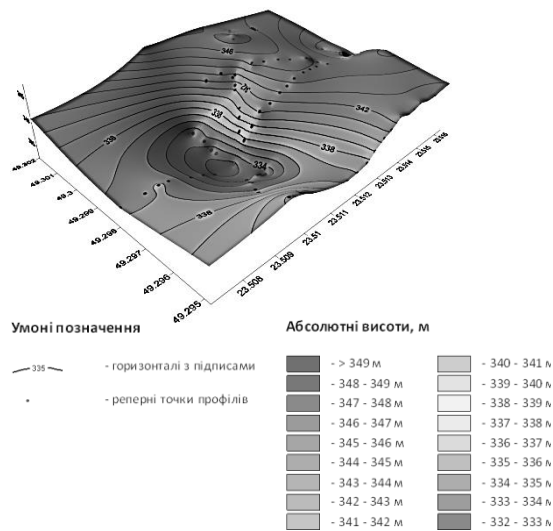


Рис. 2 Ділянка просідань за прогнозними даними на 2020 р

За період з 2000 по 2014 р. з 544 точок 133 (25%) за висотою просіли більше ніж на 30 см, 80 точок (15%) - більше ніж на 50 см, 10 точок (2%) змінили своє положення більше ніж на 100 см. Для детальних досліджень обрано ділянку біля траси Трускавець-Львів з найбільшими зміщеннями. Це район залягання пласта № 10. На позначеній ділянці знаходиться 160 точок. З цих 160 було вибрано 75, зміщення по висоті на яких було більшим ніж 30 см за період з 2004 по 2014 рр. та які мають достатню кількість даних для того, щоб виконувати прогноз. Оскільки екстраполяція виконувалась на період з 2015 по 2020 рр., були вибрані точки з часовими рядами, як містять не менше 18 значень. Це реперні точки за номерами 434, 435, 648, 666, 665, 325, 12, 327, 55, 53, 329, 328, 760, 326, 56, 759, 667, 660, 98, 57, 758, 54, 755, 58, 323, 754, 749, 97, 750, 605, 605, 31, 606, 602, 603, 604, 748, 600, 95, 668, 62, 601, 322, 607, 96, 599, 317, 240, 57, 93, 747, 237, 321, 94, 241, 319, 318, 746, 238, 659, 656, 63, 239, 1164, 1158, 1160, 245, 1163, 658, 669, 246, 1161, 247.

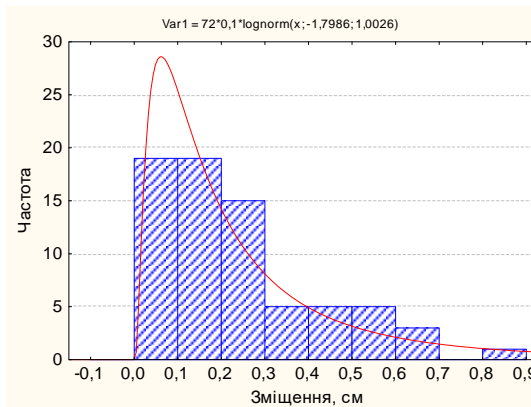


Рис. 3 Гістограма прогнозованих зміщень за період 2015-2020 рр.

Нейромережеве прогнозування виконано у середовищі програми Statistica. Далі подаємо коротко основні початкові параметри для моделювання. Тип мережі – Time series (regression), оскільки змінна є неперервною; вхідна змінна - часові ряди зміни абсолютної висоти за реперними точками. Стратегія мережі - Automated network search. Об'єми навчальної і тестової вибірки: 30 і 70 відповідно. Тип мережі - MLP (multilayer perceptron) - багатошаровий перцептрон. Кількість мереж для навчання - 50.

Після аналізу продуктивності мереж і виконання кросперевірки (рис. 1) між вихідними і прогнозними рядами еталонною моделлю обрано верифіковану модель, з найбільш достовірним результатами. Середня абсолютна помилка становить 0,00015, яка є допустимою для виконання подальшого прогнозу.

На основі еталонної нейромережевої моделі для кожної з вище наведених реперних точок виконано прогнозування на період 2015-2020 рр. Для унаочнення прогнозу на 2020 рік побудовано прогнозу модель у середовищі Surfer методом Kriging. На рис. 3 наведена гістограму за значеннями зміщень за 5 років.

Результати наведені вище можуть використовуватись для візуалізації і контролю динаміки просідань на території Рудника №2 СГХП ПАТ «ПОЛІМІНЕРАЛ».

#### Літературні джерела

Гайдін А. М. Техногенний карст / А. М. Гайдін, Г. І. Рудько ; Держ. комісія України по запасах корисних копалин. – Київ ; Чернівці : Букрек, 2016. – 196 с.

Довгострокове прогнозування провальньо-просадкових проявів карсту: монографія / Кузьменко Е. Д., Чепурний І. В., Чалий П. П. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. – 272 с.

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ УМОВ РОЗВИТКУ ПРОЯВІВ СУЛЬФАТНОГО ТА КАРБОНАТНОГО КАРСТУ ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Чепурний І.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна, м. Івано-Франківськ, 76019, вул. Карпатська, 15, e-mail: igor.chepurny@yandex.ua*

Карст є небезпечним екзогенним геологічним процесом (ЕГП), прояви якого значно поширені на території України. Як випливає з [1], здатними до карстоутворення є території Львівської, Тернопільської, Чернівецької, Івано-Франківської областей. Карстові площі мають різні ступені стійкості, тобто різну інтенсивність утворення карстових провалів, що визначається природно-техногенними умовами кожної окремої території. Тому питання дослідження умов розвитку карстових процесів при розробці прогностичних моделей є актуальним.

Метою дослідження, результати якого наводяться в цій доповіді, є порівняння основних умов розвитку карбонатного та сульфатного карсту, що дозволить зробити висновок про доцільність розподілу поверхневих проявів сульфатного та карбонатного карсту при прогнозуванні.

Для досягнення поставленої мети були виокремлені такі завдання:

– на прикладі території, де поширені одночасно прояви сульфатного та карбонатного карсту, надати детальний опис геологічної будови території, що дозволить виявити основні типи поверхневих карстових форм відповідно до геологічних умов залягання карстової товщі;

– методами просторового аналізу ГІС, використовуючи відповідні картографічні шари, визначити кількісні характеристики просторових факторів поширення сульфатного та карбонатного карсту;

– статистичними методами порівняти отримані масиви даних кількісних характеристик факторів для карбонатного карсту та сульфатного карсту, застосувавши відповідні статистичні критерії.

У якості досліджуваної території обрано територію в межах Львівської області, де зафіксовано 3549 карстопроявів, серед яких 2264 прояви карсту згідно каталогу віднесено до сульфатного, 1285 – до карбонатного. Із геологічної точки зору територія досліджень має складну геологічну будову. Це в першу чергу наявність великої кількості тектонічних порушень, що значно сприяє карстоутворенню, враховуючи їхню дренажну дію, а також підвищену тріщинуватість порід у прилеглих до розломів ділянках. Іншою специфічною особливістю є складність розділення дністровського (гіпсангідритового) і ратинського (надгіпсового) горизонтів тираської світи. Це значно ускладнює можливість просторового прогнозування карсту в регіональному масштабі, оскільки при прогнозуванні необхідні детальні дані про геологічну будову території, які можуть бути отримані або з карт масштабів 1:25 000, 1:50 000 і крупніших, до яких є обмежений доступ, або за даними буріння.

Найбільш поширеними поверхневими карстовими формами є воронки, які мають різноманітне походження та відповідно різну будову. Виконаємо порівняння за морфометричними параметрами поверхневих карстових проявів. Побудовано гістограми розподілу для двох параметрів карстових воронок: глибина та площа. Як впливає із аналізу гістограм, та підтверджується розрахованими D-критеріями Колмогорова-Смірнова розподіли не є нормальними, тому вимагають застосування для оцінки незалежності двох вибірок непараметричних статистичних критеріїв. Одним із таких критеріїв є U-критерій Манна-Уїтні. Тому для оцінки ступеня незалежності двох статистичних вибірок (морфометричних параметрів для проявів сульфатного та карбонатного карсту) розраховано непараметричний U-критерій Манна-Уїтні. Знайдене значення критерію виявилось значимим ( $p < 0.05$ ) для площі карстопроявів та незначимим ( $p > 0.05$ ) для глибини карстопроявів. Тобто дві вибірки для двох типів карсту сульфатного та карбонатного за параметром площа є незалежними, а за параметром глибина карстопрояву – залежними, тобто належать до однієї генеральної сукупності.

Описовими (якісними) характеристиками поверхневих проявів карсту є їхня форма в плані, форма у розрізі, тип механізму утворення, ступінь обводнення, фаза розвитку. За типом механізму утворення, згідно каталогу, практично всі прояви карсту віднесені до корозійно-суфозійних, за ступенем обводнення – до сухих. За формами в розрізі та в плані прояви карбонатного і сульфатного карсту розподіляються в загальному однаково, а от за фазою розвитку є відмінності – значно більша кількість древніх форм сульфатного карсту та домінування стабільних проявів карбонатного карсту, але кількість активних провалів є більшою для сульфатного типу карсту.

З метою порівняльного аналізу впливу факторів на розвиток карстопроявів сульфатного та карбонатного карсту засобами аналізу ГІС визначено окремі кількісні характеристики факторів у точках карстопроявів. Розглядалися такі факторні характеристики:

– геологічні – літологічний склад четвертинних відкладів, геологія дочетвертинних відкладів, відстань до тектонічного порушення;

– геоморфологічні – відстань до базису ерозії;

– гідрогеологічні – рівень ґрунтових вод, водопровідність неогенових відкладів, значення гідроізопс четвертинного та міоценового водоносного горизонту, ізопотужності четвертинного та міоценового водоносних горизонтів;

– інженерно-геологічні – відстань до найближчого карстопрояву;

– техногенні – відстань до ділянок порушення геологічного середовища (кар'єрів, водозаборів), відстань до населеного пункту, відстань до доріг.

Встановлено, що найбільш ураженим поверхневими карстопроявами є дністровський горизонт, і відповідно тут переважає кількість проявів сульфатного карсту (448 проявів проти 22 карбонатного),

для зони поширення баранівських шарів коефіцієнт контрастності теж високий, але площа поширення їх незначна (0,001% території) і відповідно кількість карстопроявів теж (8 сульфатного та 8 карбонатного карсту). Зона поширення косівської світи займає найбільшу площу серед зон, у межах яких присутні прояви карсту (11 % території досліджень), розрахований коефіцієнт контрастності – 2,92 для усіх карстопроявів, 3,09 для проявів карбонатного карсту, 2,82 – сульфатного; загальна кількість карстопроявів 1580 (більше половини), з яких 607 – карбонатного, а 973 – сульфатного карсту. Цей результат є закономірним оскільки під косівськими відкладами залягає тираська світа, з якою пов'язаний розвиток як сульфатного (дністровський горизонт) так і карбонатного (ратинський горизонт) карсту. Щодо території поширення нараївських вапняків, то коефіцієнт контрастності для усіх карстопроявів рівний 1,88, для проявів карбонатного карсту – 3,08, сульфатного – 1,20. Кількість карстопроявів для цієї зони рівна 796, з яких 472 – карбонатного, а 324 – сульфатного карсту. Постає питання, щодо поширення проявів сульфатного карсту у межах цієї зони, оскільки, як зазначалося раніше, сульфатний карст на досліджуваній території пов'язують із дністровським горизонтом тираської світи, який згідно геологічного розрізу залягає вище. Такий результат може бути пов'язаний із масштабом досліджень, оскільки розглядається регіональний масштаб, який не передає усю складність геологічної будови території.

Побудовано суміщені гістограми (за типами карсту), із яких можна зробити висновок про відсутність багатомодальних законів розподілу. Це означає, що кардинальної різниці у впливі обраних факторів на розвиток карстових провалів немає. Розраховані значення D-критерію Колмогорова-Смірнова для різних факторних характеристик, одержаних в точках карстопроявів різних типів карсту, значна різниця у значеннях критерію відсутня. Найбільші відхилення в значеннях критерію спостерігаються для факторних характеристик «відстань до розлому», «водопровідність неогенових відкладів», «рівень ґрунтових вод», «абсолютні відмітки міоценового водоносного горизонту», що співставимо з геологічною будовою території. Також використано непараметричний U-критерій Манна-Уїтні для оцінки незалежності пар вибірок сульфатного та карбонатного карсту відповідних факторних характеристик. Як виявилось, тільки за факторною характеристикою «відстань до ділянок порушення геологічного середовища (водозаборів, кар'єрів)» вибірки для сульфатного та карбонатного карсту належать до однієї генеральної сукупності. Враховуючи результати досліджень наведені в роботі [3], щодо порівняння ефективності використання непараметричного U-критерію Манна-Уїтні та параметричного T-критерію Стьюдента, одним із висновків якої є вказівка доцільності використання двох критеріїв, одночасно було розраховано T-критерій для оцінки незалежності вибірок сульфатного та карбонатного карсту для різних факторів. Із розглянутих 11 факторів тільки за трьома – «відстань до ділянок порушення геологічного середовища (водозаборів, кар'єрів)», «потужність четвертинного водоносного горизонту», «потужність міоценового водоносного горизонту» значення T-критерію виявилось не значимим, що вказує на залежність вибірок сульфатного та карбонатного карсту за цим факторами. За іншими факторами значення T-критерію виявилось значимим ( $p < 0.01$ ).

Висновки. Дослідження статистичних розподілів морфометричних параметрів карстових форм на етапі візуального аналізу та з використанням D-критерію Колмогорова-Смірнова дозволяє стверджувати, що статистичні розподіли є одномодальними, карстові прояви сульфатного та карбонатного типів представляють один масив даних. Таке твердження є вірним на представленому етапі досліджень. Проте з погляду на відсутність однозначного нормального закону розподілу для різних факторів доцільно використати більш «жорсткі» критерії, які не залежать від законів розподілу. Зокрема використано U-критерій Манна-Уїтні. В результаті маємо незалежність масивів даних для переважаючої більшості факторів для різних типів карсту. Тому доцільним у подальшому створювати прогностичні просторові моделі окремо для поверхневих форм різних типів карсту – у даному випадку карбонатного та сульфатного.

У перспективі, подальшим розвитком досліджень, викладених у цій роботі є розробка прогностичних моделей просторового розвитку карстопроявних процесів для інших карстових територій України. Питання розділення чи спільного розгляду поверхневих проявів сульфатного і карбонатного карсту повинне розглядатись для кожної окремої території і визначатись у першу чергу складністю геологічної будови території, наявністю необхідних крупномасштабних картографічних матеріалів, характером просторового розподілу проявів карбонатного та сульфатного карсту.

#### Література

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році. – Київ: ДП «Агентство «Чорнобильінформ», 2014. – 542 с.
2. Закономерная связь между величинами вероятностей возникновения и оползневой опасности при комплексном воздействии природно-техногенных факторов. Научное открытие. Диплом №310/ [Кузьменко Э.Д., Крыжановский Е.И., Карпенко А.Н. и др.] // Научные открытия: Сборник кратких описаний научных открытий, научных идей, научных гипотез.– Москва: МААНОИ, 2007.– С. 64–65
3. Корнеев А. А. Условия применимости критериев Стьюдента и Манна–Уитни/ А. А. Корнеев, А. Н. Кричевец // Психологический журнал.– 2011.– том 32, № 1.– с. 97–110.

## АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ СТАРОДАВНІХ КЛАДОВИЩ М.ЛЬВОВА НА ОСНОВІ КАРТОГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДАНИХ ДЗЗ

Четверіков Б.В.

Національний університет «Львівська політехніка», 79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12,  
e-mail: chetverikov@email.ua

**Постановка проблеми.** Вивчення історії кладовищ - це надзвичайно важлива тема, не тільки в меморіальному, але й історико-пізнавальному плані. Практично, без залучення цієї категорії пам'яток, неможливо відтворити об'єктивну історію як кожного населеного пункту, так і України в цілому. Особливий інтерес, становлять так звані історичні поховання — могили видатних діячів культури, науки, держави, церкви, які складають неминущу славу нації. Так, історія людства окремої країни складається з життєписів конкретних осіб [1]. Особливо актуальним є поєднання даних дистанційного зондування з архівними картографічними матеріалами, оскільки вони дають змогу оцінити території некрополів якими вони були раніше та, що від них залишилось на сьогоднішній день.

**Аналіз досягнень в даному питанні.** Аналізу сучасного стану об'єктів давніх поховань при поєднанні архівних і сучасних даних приділяється все більше уваги вітчизняними науковцями. Так, наприклад археологічні дослідження поховань на цвинтарі біля шпиталю Святого Духа (пл.Івана Підкови) описала в своїй роботі Оксана Денис. Цікавою є також згадка про цвинтар біля катедрального римо-католицького костелу, описаний на підставі архівних документів Денисом Зубрицьким [2]. Завданням цієї роботи є використовуючи дані дистанційного зондування, а саме космічний знімок та архівну карту Львова оцінити та проаналізувати сучасний стан стародавніх кладовищ міста.

**Виклад основного матеріалу.** У Львові налічується 13 цвинтарів. Серед них **Голосківський, Сихівський, Ряснянський, Янівський цвинтар, цвинтар на вулиці Варшавській, цвинтар на Старому Сихові, цвинтар на вулиці Тракт Глинянський, Левандівський, Замарстинівський, Знесіння, Білогорща і музей-заповідник "Личаківський цвинтар"**[3].

На основі польської архівної карти Львова та сучасного космічного знімка, отриманого з супутника GeoEye-1, проаналізовано видозміни 5-и найвідоміших із них.

**Городецьке кладовище.** Обслуговувало західну частину міста. Розташовувався вздовж вул. Смаль-Стоцького, заснований у другій пол. 17 ст. З давніх пам'яток зберігся пам'ятний стовп із святою коронацією ікони Богородиці у домініканів 1753 р. і декілька знищених надгробків. На цвинтарі хоронено перших митрополитів - Ангеловича, Яхимовича, Литвиновича, в 1880 р. їх перенесено на Личаківський цвинтар, - однієї тільки могили Ангеловича вже не відшукано. На даний час всю територію цвинтаря займають житлові квартали і частково Привокзальний базар (рис.1)

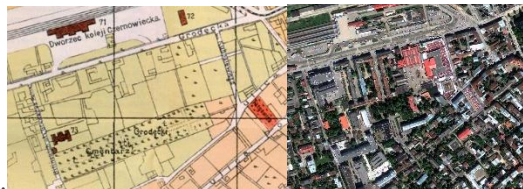


Рис.1. Територія Городецького кладовища (на архівній карті і космічному знімку)



Рис.2. Територія Нового єврейського кладовища (на архівній карті і космічному знімку)

Новий єврейський цвинтар. Нині три чверті Нового єврейського цвинтаря займають християнські могили, що розміщені в перекопаних єврейських похованнях. У південній частині цвинтаря є біля сотні мусульманських могил. Єврейські поховання (після 1944 р.) зосереджені на декількох полях біля головної алеї. На місці колишнього меморіалу єврейським воїнам на початку 60-х років минулого століття були побудовані гаражі. На частині поховань побудували проїждж вулицю Єрошенка (рис.2) [4].

Старий єврейський цвинтар розміщувався в межах сучасних вул. Раппапорта, Клепарівської, Броварної та Базарної на місці сучасного ринку "Краківський". Це був один із найдавніших єврейських цвинтарів в Європі, перша згадка про який сягає 1414 р. Сьогодні не існує. Під час Другої світової війни та в післявоєнний період більшість надгробків було вивезено для укріплення автодорожнього полотна (рис.3)[5].



Рис.3. Територія Старого єврейського кладовища на архівній карті і космічному знімку

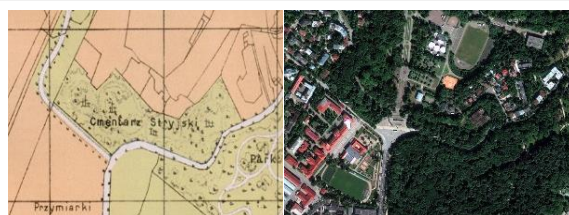


Рис.4. Територія Стрийського кладовища на архівній карті і космічному знімку

Стрийське кладовище. Обслуговувало південну частину міста. Займало теперішні житлові квартали і частково Стрийський парк. Під час Першої світової війни у Стрийському парку поліг при повітряній катастрофі австрійський летун, його могила була біля Палати мистецтва. В листопаді 1918 р. були могили українських стрільців, що полягли у бою (рис.4) [3].

Цвинтар на Папарівці - колишній цвинтар у Жовківському передмісті Львова. Цвинтар на Папарівці знаходився з північного боку підніжжя гори Високого замку між сучасними вулицями Замковою та Папарівкою. Нині певна частина цвинтаря опинилася під колією залізничної станції Підзамче, а більшу ділянку колишнього цвинтаря займають приватні оселі по вул. Замковій 21 і 23 та промислова зона Львова (рис.5)[5].



Рис.5. Територія кладовища На Папарівці на архівній карті і космічному знімку

**Висновки.** Проаналізована загальна кількість старовинних некрополів, що існували у Львові.

Результати аналізу сучасного стану найвідоміших із старовинних кладовищ подано на основі порівняння архівної карти із сучасним космічним зніском.

#### Літературні джерела

1. Зубрицький Д. Хроніка міста Львова. – Львів: Центр Європи, 2002. – С.122-123.
2. Бойко Х. С. До методики наукового опрацювання Єврейських кладовищ: європейський досвід / Вісник ХДАДМ. – Львів. - Сходознавчі студії. - С.154-167.
3. Електронний ресурс Режим доступу: <https://explorer.lviv.ua/forum/index.php?topic=4051.0>
4. Електронний ресурс Режим доступу: <http://www.ji.lviv.ua/n51/texts/helston2.htm>
5. Електронний ресурс Режим доступу: [http://www.lvivcenter.org/uk/lia/objects/?ci\\_objectid=272](http://www.lvivcenter.org/uk/lia/objects/?ci_objectid=272)
6. Харчук Х. Р. Цвинтар на Папарівці – один з перших замських цвинтарів Львова (XVII – початок XX століття) / Х. Р. Харчук // Молодий вчений. - 2014. - № 9. - С. 30-34 .

УДК(550:004.71):624.131

## ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНИХ НЕБЕЗПЕК ФАКТОРІВ АТО У ДОНБАСІ

Яковлев Є.О.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, Київ-186, Чоколівський бульвар, 13, yakovlev@niss.gov.ua

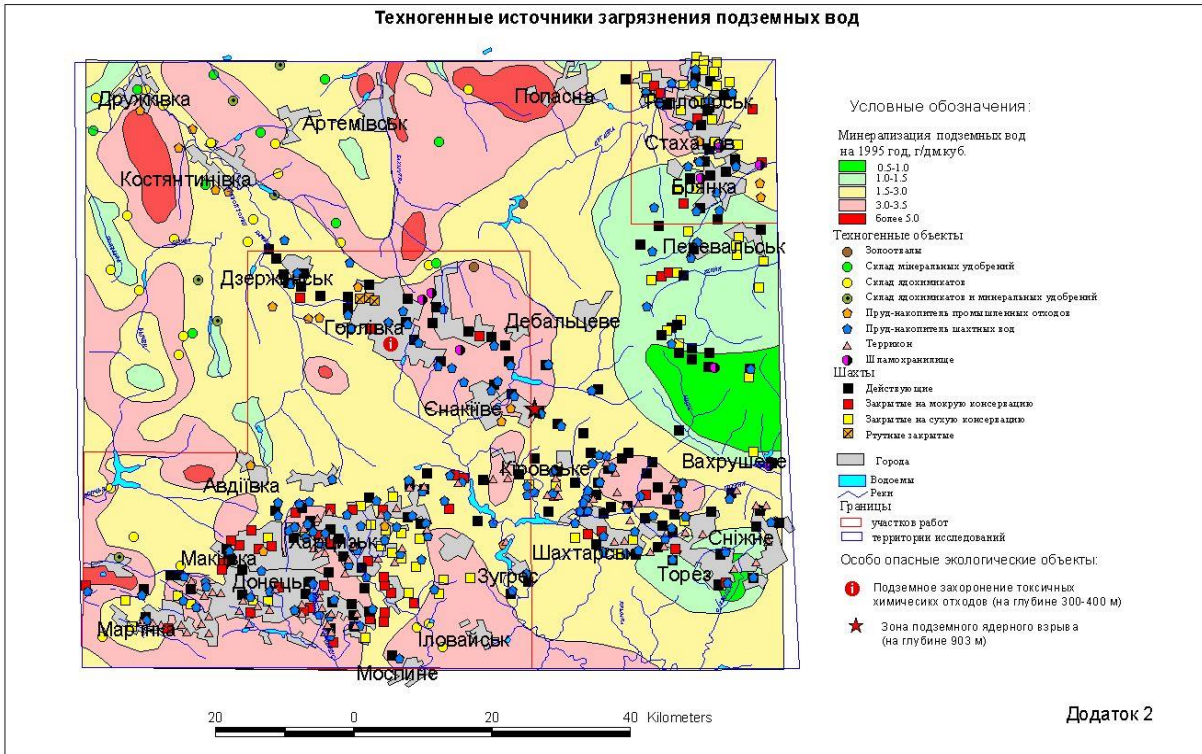
За умови зростаючих техногенних і природних змін екологічних систем навколишнього природного середовища (НПС-атмосфери, ґрунтів, гідросфери, надр, біосфери) географічні інформаційні системи (ГІС) є сучасним досконалим інструментом оцінки стану і параметризації географічного середовища. Як свідчать дослідження з оцінки екологічного стану більшості регіонів України (проф.Адаменко О.М., проф.Кузьменко Е.Д., проф. Рудько Г.І., проф.Архіпова Л.М., проф. Трофимчук О.М., проф.Красовський Г.Я., проф.Адаменко Я.О., проф.Шкіца Л.Є., проф.Лущик А.В. і ін.). ГІС-технології широко використовуються при оцінці і прогнозі екостану складних природно-техногенних геосистем (ПТГС) регіонального, територіального і локально-об'єктового рівня. В комплексі з матеріалами ДЗЗ вони є ефективними для рішення еколого-геологічних завдань з просторовао-розподіленими даними, які можуть бути базовими для картографічних узагальнень, розробки моделей (математичних, аналогових і ін.), створенні баз даних [1-4].

Дослідження виконані у техногенно перевантажених ПТГС. Ак.Лялько В.І., ак.Шестопапов В.М., проф. Кузьменко Е.Д., проф.Лущик А.В., проф.Хрушов Д.П., чл.-кор. Шехунова С.Б., д.т.н. Шкіца Л.Є.,

проф. Семчук Я.М. і ін. засвідчили, що ГІС значно підвищують комплексність і вірогідність результатів еколого-геологічних робіт у розвинутих (“старих”) гірничо-добувних районах (ГДР).

Донбас в еколого-техногенному плані є однією із складних і великих світі ПТГС з регіональним довгостроковим порушенням рівноваги надр і їх взаємодії з приземною атмосферою, ґрунтами, поверхневою і підземною гідросферою, біосферою. В межах регіону вилучено до 12 млрд.м.куб.вугілля порід з наступною деформацією регіональних водотривів, денної поверхні, гідрографічної мережі на площі до 15000кв.км.

Основні геоінформаційні параметри еколого-геологічних і еколого-техногенних загроз (ризиків) АТО у Донбасі.



**Рис.1. Схема розташування потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) у Донецько-Макіївсько-Горлівсько-Єнакіївському регіоні.**

Соціо-природно-техногенна геосистема Донбасу (Донецька + Луганська області, площа 53 тис. км<sup>2</sup>) складає ~9% від загальної площі країни (населення ~7 млн. людей -16% від загального населення) і має максимальні геопросторові порушення екосистем. Військово- техногенні впливи АТО на НПС та ПТГС відбуваються за умов високої насиченості географічного простору потенційно небезпечними об'єктами (ПНО) та об'єктами критичної інфраструктури (ОКІ) (рис.1):

- до 290 вугільних шахт, 5 кар'єрів з видобутку флюсової сировини, будматеріалів, законсервованій Микитівський ртутний рудник (поблизу м. Горлівка) з отруєним гірничим простором шахт поблизу Горлівського хімзаводу, до 2500 т.зв. стихійних “шахт-копанок”, шахта “Юнком” з каморою підземного атомного вибуху);

- десятки переробних, енергетичних, хімічних підприємств (металургійні, коксохімічні, нафтопереробні та ін.);

- велика кількість шламо-хвостосховищ токсичних відходів, фільтруючих ставків ( до 1500 об'єктів), до 1200 териконів, в т.ч. до 400 тих, що горять, які здатні до вибуху при підтопленні або аномальних опадах;

- щільна мережа нафто-газопроводів та ділянки аміакопроводу Тольятті-Одеса (тиск до 80 атм).

Геопросторові еколого-техногенні фактори небезпечного впливу бойових дій на ПТГС Донбасу. За попередніми результатами обстежень і оцінок (Шибалов Є.І., д.т.н. Чумаченко С.М., к.т.н.Бодрик А.І., д.т.н. Яковлев Є.О., ак. Лялько В.І., ак. Шестопалов В.М., д.г.н. Азімов О.Т., і ін.) до еколого-руйнівних геопросторових факторів АТО у Донбасі, які підсилюється складом та просторовою щільністю його ПНО, ОКІ та регіональною порушеністю надр слід віднести наступні:

- забруднення і руйнування геохімічних природних і аграрних ландшафтів, об'єктів природно-заповідного фонду сполуками обстрілів, пожеж, несанкціонованих полігонів відходів та ін.;

- збільшення випадків катастрофічних скидів неочищених стоків у питно-господарчий комплекс споруд басейну р.Сіверський Донець,на базі незахищених від забруднення водних ресурсів якого формується до 85% питного водопостачання;

- некерусме затоплення шахт і кар'єрів з розвитком площ незворотного підтоплення і затоплення земедь, міст та селищ,з додатковими руйнівними для житлових і промислових споруд осіданнями і зрушеннями поверхні, формуванням витоків вибухонебезпечних і токсичних газів (метан, радон, сірководень і ін.);

– збільшення міграції забруднених шахтних вод у поверхневі і підземні водні об'єкти і водозабори;

– катастрофічне збільшення площ територій з небезпечними порушенням екостану надр та неможливістю відновлення сталої життєдіяльності.

За умов збільшення площ руйнівних порушень рівноваги верхньої зони надр (геологічного середовища) технології ГС разом з матеріалами ДЗЗ є єдиним науково-прикладним комплексом з оперативного визначення небезпечних геопросторових впливів факторів АТО на основі аналізу початкових змін емісійних геофізичних параметрів ландшафтів і верхньої зони надр[1,2].

Генеральною рекомендацією з використання технологій ГС за умов АТО в Донбасі може бути розвиток моніторингу ГС переважно на базі неруйнівних геофізичних і дистанційних методів (ШЕМПЗ, інтерферометрії, мікрогравіметрії, сейсмоакустики, газогеохімії і ін. ).

Проведений аналіз загроз безпеці життєдіяльності у Донбасі свідчить, що провідним екологічним заходом зменшення еколого-геологічних небезпек АТО є визначення з використанням засобів ГС та ДЗЗ ділянок з мінімальними порушеннями ГС для обладнання водозаборів питних підземних вод, які мають достатню природну захищеність від техногенного забруднення.

Крім того, технології ДЗЗ та ГС в умовах АТО та загрози регіонального розвитку процесу некерованого затоплення численних шахт є практично єдиним засобом своєчасного визначення гранично-припустимих змін ГС, оперативного проведення захисних заходів і запобігання надзвичайних ситуацій.

*Список літератури.*

1. Лялько В.І.(ред.).Аерокосмічні методи в геоекології.Київ, “Наукова думка”,1992, 206с.
2. Кузьменко Е.Д., Багрій С.М. Ефективність методів електрометрії при дослідженні карсту на родовищах солі Прикарпаття.Київ, 2009, с.с.110-111.
3. Трофимчук О.М., Мокрий В.І. Інформаційно-аналітичні технології моніторингу екосистем Західного Полісся. Матеріали ІХ Міжнародної конференції, Київ-Харків-АР Крим, 2013, с.с.10-17.
4. Архіпова Л.М. Нормативно-правова база якісної складової природно-техногенної безпеки водних екосистем. “Екологічна безпека”, №2/2014 (18), с.с.9-14.

УДК 504.064:(556.388:622.323)

## ОЦІНКА РИЗИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД У ПРОЦЕСІ ВИДОБУТКУ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВУГЛЕВОДНІВ

Яковлев Є.О<sup>1</sup>, Лялько В.І.<sup>2</sup>, Азімов О.Т.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; Чокотівський б-р, 13, м. Київ, 03186, e-mail: yakovlev@niss.gov.ua

<sup>2</sup>Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України  
вул. Олесь Гончара, 55-б, м. Київ, МСП, 01601, e-mail: azimov@casre.kiev.ua

Україна зацікавлена в одержанні нових енергетичних джерел на своїй території, оскільки широке використання занадто дорогих імпортованих вуглеводнів (ВВ), зокрема, природного газу, не дозволяє як підвищити загальний добробут населення, так і створити конкурентно спроможну експортну складову економіки держави. Тому слід підтримувати ті кроки владних структур, які спрямовані на енергозабезпечення та пошуки альтернативних джерел енергії.

У цьому плані слід розглядати і перспективи видобутку в Україні неконвекційних ВВ, до яких належить і сланцевий газ (СГ), не переносячи дискусії в політичну площину. Проте необхідно враховувати можливі екологічні ризики при закачуванні в надра технологічних розчинів гідророзриву гірських порід. Видобуток нетрадиційних (або неконвекційних) типів ВВ пов'язаний з техногенним створенням у стиснутих газо- та нафтоводонасичених шарах, які залягають на глибинах порядку 2,5–4,5 км, просторово розвинутих зон високопроникної тріщинуватості. Для цього використовується фрекінг-процес (ФП), який відрізняється від традиційного гідророзриву пластів високоенергетичним гідрогеомеханічним впливом на слабопроникні газо- та нафтоводонасичені шари шляхом нагнітання у горизонтальні (довжиною до 1,0–1,5 км і більше) або нахилені свердловини суміші з води (96–97%), піску (1,5–2%), хімічно- та поверхнево-активних речовин.

Аналіз технологічних параметрів ФП (тиски, динаміка пружно-пластичних деформацій фрекінг-зони – ФЗ, тріщиноутворення тощо) свідчить, що до однієї з основних еколого-техногенних загроз та геолого-економічних ризиків промислової розробки родовищ СГ в нафтогазоносних структурах України, порівняно з традиційними газовими родовищами, належить небезпека довгострокового забруднення підземної гідросфери, зокрема, стратегічно важливих горизонтів прісних вод питної якості та родовищ лікувальних мінеральних ресурсів унаслідок формування при використанні ФП деформацій регіональних водотривів, техногенних тріщинно-проникних зон з великою кількістю (тис. м<sup>3</sup>) токсичних технологічних сполук, радону та природних радіонуклідів, які здатні до міграції в підземні та поверхневі джерела питно-господарського водопостачання.



Орієнтовний час площевої висхідної міграції технологічних забруднень ФЗ крізь суцільний породний масив оцінюється виходячи з такої умови. А саме: рушійним фактором висхідної гідрогеоміграції у цьому випадку є різниця густини прісноводного або мало/слабомінералізованого технологічного розчину ( $\gamma_{не}=1000 \text{ кг/м}^3$ ) та мінералізованих порових розчинів газомісних порід ( $\gamma_{ме}=1200 \text{ кг/м}^3$ ).

При глибині фрекінг-зони  $Z_{фз}=3000 \text{ м}$  і лінійному зниженні різниці густини в інтервалі «зона фрекінгу–грунтового водоносного горизонту (ГрВГ)» середнє значення градієнта висхідної фільтрації ( $i_{\phi}$ ) складе:

$$i_{\phi} = \frac{(\gamma_{ме} - \gamma_{не})Z_{фз}}{2Z_{фз} \cdot \gamma_{не}} = \frac{(1200-1000) \cdot 3000}{2 \cdot 3000 \cdot 1000} = 0,1. \quad (1)$$

За формулою Дарсі час висхідної фільтрації у суцільному породному масиві ( $t_{нм}$ ) вираховується як:

$$t_{нм} = \frac{Z_{фз}}{\sqrt{\frac{k_{нм} \cdot i_{\phi}}{n_{нм}}}}, \quad (2)$$

де  $k_{нм}$  – середня проникність суцільного породного масиву від ФЗ до ГрВГ;  $n_{нм}$  – активна пористість суцільного породного масиву (за даними лабораторних досліджень та математичного моделювання глибоких горизонтів зони уповільненого водообміну (ЗУВ), зокрема полігонів захоронення токсичних стоків [5, 7 та ін.],  $n_{нм}=10^{-3}$ ).

За формулою Тіма–Каменського:

$$k_{нм} = \frac{Z_{фз}}{\sqrt{\frac{m_{нр} + m_0}{k_{нр} + k_0}}}, \quad (3)$$

де  $m_{нр}$  – товщина проникних шарів,  $m_{нр} \approx 500,0 \text{ м}$ ;  $k_{нр}$  – середній коефіцієнт фільтрації проникних шарів, за даними Д.Р. Литвака [5]  $k_{нр}=2,0 \text{ м/добу}$ ;  $m_0, k_0$  – відповідно, середні значення товщини і коефіцієнтів фільтрації слабопроникних (розділяючих) шарів (так званих регіональних водотривів). Середня товщина слабопроникних верств становить:

$$m_0 = (Z_{фз} - m_{нр}) = (3000 - 500) = 2500 \text{ м}. \quad (4)$$

За даними О.Б. Климчука [3] щодо проникності карстово-провідних систем  $k_0=(2 \div 5) \cdot 10^{-5} \text{ м/добу}$ . Використавши ці параметри, вирахуємо що

$$k_{нм} \approx \frac{3000}{\left[ \left( \frac{500}{2} \right) + \left( \frac{2500}{(2 \div 5) \cdot 10^{-5}} \right) \right]} = 2,4 \cdot 10^{-5} \div 6,0 \cdot 10^{-5} \text{ м/добу}, \quad (5)$$

а орієнтовний час висхідної (дифузійно-конвективної) міграції технологічних забруднень крізь суцільний породний масив становитиме:

$$t_{нм} = \frac{3000}{\left[ (2,4 \cdot 10^{-5} \div 6,0 \cdot 10^{-5}) \cdot 10^{-1} \right]} = 2500 \div 63000 \text{ діб} \approx 70 \div 170 \text{ років}. \quad (6)$$

Необхідно взяти до уваги, що в умовах геологічного середовища існує можливість значного зниження концентрації забруднень за рахунок впливу сорбції та регіонального руху підземного потоку в системі горизонтів зони активного водообміну (ЗАВ).

Отримані оцінки швидкості висхідної міграції технологічних забруднень по проникних тектонічних зонах [1, 6, 8, 9 та ін.] – від перших до десятків років, та крізь суцільний породний масив (від десятків до сотень років), враховуючи прискорення висхідних потоків унаслідок утворення у зоні фрекінгу газово-водної емульсії, в'язкість якої у десятки разів менша, є орієнтовними. Тому прискорений висхідний рух із ФЗ вуглеводневих газів є фактором, який здатний призвести до зміни структури газогеохімічного поля у верхній зоні геологічного середовища, насамперед унаслідок прискореної міграції газів по тектонічних і послаблених (так званих лінеаментних) зонах, які активізовані на неотектонічному етапі розвитку земної кори і добре виділяються на даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Таким чином, виявлення на початковій фазі проведення ФП зміни фонові структури газогеохімічного поля є ознакою порушення гідрогеофільтраційної ізолюваності ФЗ, а також ознакою небезпеки забруднення горизонтів прісних підземних вод і поверхневих водних об'єктів.

Ризик геопросторового забруднення підземної гідросфери на площах видобутку СГ уявляється доцільним додатково оцінити за консервативною балансовою схемою співвідношення об'єму води для розчинення забруднень  $Q_{\phi p}$  до безпечних, або гранично допустимих концентрацій (ГДК)  $C_{ГДК}$  з об'ємом порових розчинів  $V_{нр}$ , які залягають вище ФЗ:

$$Q_{\phi p} = \frac{V_{\phi p}}{C_{ГДК}} \leq V_{нм} \cdot n_{нм} = V_{нр}, \quad (7)$$

де  $V_{\phi p}$ ,  $V_{нм}$  – відповідно, питомі об'єми залишкових токсичних розчинів у ФЗ та питомі об'єми порових вод у перекриваючому ФЗ породному масиві, за даними [2, 4]  $V_{\phi p} \approx 400 \text{ м}^3/\text{км}^2$ ;  $n_{нм}$  – загальна пористість

порід вище ФЗ, за даними Д.Р. Литвака [5]  $n_{nm}=0,2$ ; у більшості випадків  $C_{ГДК}\approx 0,1-1,0$  мг/дм<sup>3</sup> (відносна доля  $10^{-7}-10^{-6}$ ).

При глибині ФЗ  $Z_{фз}=3000$  м  $V_{nm}=3,0\cdot 10^9$  м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>.

З результату вирішення вищенаведеної балансової залежності слідує, що

$$Q_{бр} = \frac{400}{(10^{-7} \div 10^{-6})} = 4,0 \cdot 10^8 \div 4,0 \cdot 10^9 \text{ м}^3, \quad (8)$$

а об'єм порових вод вище ФЗ

$$V_{nm} \cdot n_{nm} = 3,0 \cdot 10^9 \cdot 0,2 = 6,0 \cdot 10^8 \text{ м}^3. \quad (9)$$

Таким чином, залишки технологічних розчинів у ФЗ в окремих випадках здатні до довгострокового забруднення підземних вод ЗУВ та ЗАВ.

З метою визначення площ ділянок, які мають мінімальний ризик забруднення підземних і поверхневих вод при використанні технології фрекінга, нами була виконана геопросторова оцінка співвідношення площ оптимальних кластерів видобувних свердловин на СГ та питомої щільності лінеаментів за даними ДЗЗ. Отримані результати засвідчили, що екологічно безпечні ділянки з видобутку СГ у межах Юзівської ділянки складають 60–65%.

Одержані дані дозволяють дійти висновку про доцільність випереджаючого районування територій пошуково-розвідувальних робіт на СГ за геодинамічною стійкістю на основі комплексного аналізу матеріалів ДЗЗ та газогеохімічної зйомки.

#### Література

1. Азімов О.Т., Лялько В.І., Яковлев Є.О. Оцінка ризику утворення гідравліко-фільтраційного зв'язку між геоструктурами у процесі видобування вуглеводнів з ущільнених колекторів на підставі комплексування аерокосмічних і гідрогеологічних даних // Матеріали наук.-практ. конф. «Питання пошуків, розвідки та екологічних аспектів видобування вуглеводнів з ущільнених колекторів, газосланцевих товщ та вуглевміщуючих пластів» (м. Київ, 3-4 черв. 2015 р.). – К.: ТОВ «Полярон», 2015. – С. 19–21.
2. Геолого-екологічні дослідження (ГЕД-50) Зміївсько-Балаклійської промислової зони Харківської області: Звіт по роботах 1993–2002 рр. / [відп. виконавець Яковлев В.В.] / Харківська комплексна геологічна партія КП «Південургеологія». – Харків, 2002. – 96 с.
3. Климчук А.Б. Гипогенный спелеогенез, его гидрогеологическое значение и роль в эволюции карста. – Симферополь: ДИАИПИ, 2013. – 180 с.
4. Кобранова В.Н. Петрофизика. – М.: Недра, 1986. – 392 с.
5. Крыжановский Л.С., Литвак Д.Р. и др. О перспективной оценке эксплуатационных запасов подземных вод по Днепровско-Донецкому артезианскому бассейну (в пределах УССР): Отчет / Мингео УССР, Киев. геологоразвед. трест. – Киев, 1977. – 606 с.
6. Лялько В.І., Азімов О.Т., Яковлев Є.О. Комплексування дистанційних і гідрогеологічних даних для оцінки ризику утворення гідравліко-фільтраційного зв'язку між геоструктурами у процесі видобутку сланцевого газу // Укр. журн. дистанційного зондування Землі. – 2014. – Вип. 2. – С. 38–40. – Режим доступу: <http://www.ujrs.org.ua/ujrs/article/view/20/41>.
7. Шестопапов В.М., Лялько В.І., Ситников А.Б. и др. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в гидрогеологических структурах и Чернобыльская катастрофа : в 2 кн. / Отв. ред. В.М. Шестопапов. – Киев: ИГН НАН Украины, НИЦ РПИ НАН Украины, 2001. – 635 с.
8. Lyalko V.I., Azimov O.T., Yakovlev Ye.O. Estimation the upward migration of pollutions during the shale gas production subject to the results of space images decoding // Archives / EAGE: <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=80217>.
9. Lyalko V.I., Yakovlev Ye.O., Azimov O.T., Dorofey Ye.M. Satellite geological and hydrogeological investigation of shale gas production areas for environmental safety assessment // Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю «Сучасні проблеми нафтогазової геології» (16-17 черв. 2016 р., м. Київ). – К.: ІГН НАН України, 2016. – С. 146–148.

УДК(550.004.71):624.131

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ОЦІНКИ ВПЛИВУ СОЛОТВИНСЬКОГО СОЛЕРУДНИКА НА ЛАНДШАФТ ВОДОЗБОРУ

Анпілова Є.С., Яковлев Є.О.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, Київ-186, Чоколівський бульвар, 13, [yakovlev@niss.gov.ua](mailto:yakovlev@niss.gov.ua)

Результати аналізу довготривалих регіональних спостережень та узагальнення даних про геопросторову екзодинаміку геологічного середовища регіонів свідчать, що в межах всієї України має місце постійне та неухильне збільшення впливу техногенезу розвинутих гірничодобувних районів (Кривбас, соледобувні і вугледобувні комплекси Карпатського регіону і ін.). Провідними наслідками територіального порушення рівноваги надр є розвиток небезпечних екзогенних геологічних процесів

(НЕГП), особливо зсувно-осадкових, карсту, підтоплення та ін. Крім того, за умов зростання впливу глобальних змін клімату (ГЗК-потепління, збільшення нерівномірності опадів, висоти і частоти повеней і паводків ) відмічається збільшення техногенно-природних надзвичайних, часто катастрофічних ситуацій (НС), їх складність та значні матеріальні збитки.

В цих умовах зростає ефективність технологій ДЗЗ та ГС, які забезпечують комплексність оцінок змін стану як природного середовища, так і природно-техногенних геосистем (ПТГС).

Прикладом активізації НЕГП зі зростанням кількості їх проявів і частоти активізації у часі, може слугувати Солотвинський рудник кам'яної солі, що розташований у Тячівському районі Закарпатської області. Він упродовж багатьох років був унікальним родовищем, гірничі виробки якого комплексно використовувались, як для видобутку мінеральної сировини, так і для лікування хворих на бронхіальну астму завдяки насиченості повітря лікувальними аерозолями солі та мікроелементами.

В той же час висока чутливість ПТГС Солотвинського солерудника до техногенних змін обумовлена його формуванням на базі Солотвинської штокової структури у долини транскордонної р.Тиси з високою активністю взаємодії поверхневого і підземного стоку.

За час експлуатації Солотвинського родовища (більше 230 років) в межах соляного штоку на площі до 3 км<sup>2</sup> були збудовані та припинили своє існування внаслідок затоплення шість шахт. Протягом ХХ-ХХІ ст. на родовищі експлуатувалися шахти №№ 7, 8, 9. Загальний обсяг вилучення із надр солепородної маси за орієнтовними даними склав 20-23 млн м.куб. при загальній площі карстово-зсувних деформацій до 10 кв.км. Значна мінливість та геопросторова динамічність ландшафтних, геоморфологічних, структурно-геологічних та еколого-гідрологічних умов Солотвинської ПТГС визначає необхідність використання комплексного моніторингу з використанням технологій ГС та ДЗЗ. Крім того, як свідчить досвід досліджень Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (проф.Кузьменко Е.Д, к.г.н. Багрій С.М.) та ІГН НАН України (проф.Хрущов Д.П., чл.-кор.НАНУ Шехунова С.Б. і ін.) , дані дистанційних та геофізичних досліджень динаміки верхньої зони надр (інтерферометрія, ПЕМПЗ та ін.) дозволяють суттєво удосконалити картографічні узагальнення даних та математичні моделі річкових басейнів у зонах впливу гірничо-добувних робіт.

Необхідно зазначити, що Тиса найбільша ліва притока Дунаю та є транскордонним водотоком, що тече в межах Закарпатської області, Угорщини і Сербії, частково по кордону між Україною і Румунією, а також Угорщиною і Словаччиною, та густота річкової мережі даного регіону є максимальною.

Відповідно виникає потреба в інтеграції у середовище ГС геоданих з різних джерел та використанні їх у геомоделях оцінки стану річки Тиса та підземних водних об'єктів для ефективної взаємодії з міжнародними організаціями, що зацікавлені в обміні даних.

Ці моделі просторового розподілу забруднень підземних та поверхневих вод базуються на використанні геостатистичних методів, що дозволяють отримати інтерполяційну поверхню значень рівня забруднення та будувати відповідні карти імовірності зміни якості поверхневих та підземних вод на досліджуваній території. Отримані результати, допоможуть у виконанні заходів щодо захисту територій, що зазнають суттєвого порушення стану ландшафтів та втрачають можливість до відновлення, для інформування відповідних органів та населення щодо можливих небезпечних ситуацій, як на локальному рівні так і на рівні держави

#### *Список літератури:*

1. Яковлев Є.О. Сучасні еколого-геологічні проблеми гірничо-добувних районів України як територій критичного стану інженерної інфраструктури// Матеріали міжнародної конференції "Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування", Україна, Трускавець, 6-7 жовтня 2016р., - с.290-294.

2. Трофимчук О.М., Радчук В.В., Яковлев Є.О. Екологічний стан гірничодобувних районів Донбасу та Карпатського регіону як загроза національній безпеці України // Перший наук.-практ. семінар «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування». Україна, м.



## ГЕОДЕЗІЯ, GNSS – ТЕХНОЛОГІЇ ТА ГЕОДЕЗИЧНИЙ КОНТРОЛЬ/ GEODESY, GNSS – TECHNOLOGIES AND GEODETIC CONTROL

UDC 528.3

### THE ROLE OF PUBLIC ORGANIZATIONS IN ENHANCING PROFESSIONALISM IN THE FIELD OF GEODESY, CADASTRE AND GEOINFORMATICS

Chiriac V.

*Technical University of Moldova, Bd. Stefan cel Mare, 168, MD-2004, Chisinau, Moldova  
vasile.chiriac@gcg.utm.md*

Geodetic and cadastral surveyors, are one of the most important professions for the sustainable development of prosperous society and modern economy, because it provides spatial data necessary for implementation of economical and infrastructure development Programs. Although the technological development in this profession is rapid but the evolution of these professions in Moldova was gradual. Accordingly, surveying removed from classical technology of using theodolite and tape measurements for conducting surveys using modern digital technology based on total stations, digital levels and GNSS measurements.

A brief note on evolution of surveyor profession in Moldova for the last twenty years will clarify the present status of this profession. This paper also tried to explain the activities of some of the major professional organizations related with surveying and mapping at the national, european and international levels.

It is believed that professional organizations play an important role to develop professional surveyors and professionalism in the discipline, so some of the important roles of professional organization are indicated. It also identified the existing act, rules and regulations for issuing license to the surveyors in which the provision to issuing license is limited to a certain group of surveyors. So in order to accommodate a large group of surveyors, it is suggested to categorize the surveyors in five levels as per their qualifications. Land Relation and Cadastre Agency in collaboration with national nongovernmental organizations are responsible for issuing survey license.

Since surveyor's ethical principles and code of conduct are fundamental for the surveyors so if they possess these characteristics they will be recognized as professional surveyors. Moldavian Union of Surveyors being a member of The Council of European Geodetic Surveyors CLGE has signed the Code of conduct for European surveyors. Some of the important features included in the code of conduct are also listed in this paper. Hence this paper could be very useful and interesting to acquire information to those organizations especially for the developing countries where the license system is just applied or where it is going to be applied. Furthermore, it may help to enhance the functions of the professional organizations.

This study shows that more needs to be done at both a national and European level to improve the consistency of qualification and licensing and to lay down minimum requirements for professional indemnity insurance and continuing professional development because of continuous changes in surveying and IT technologies, new legislative requirements and market developments.

Based on the gathered and analyzed information the following conclusions can be drawn:

- nongovernmental organizations play an important role with regard to geodetic and cadastral surveyor's activities – they act as license providers, supervisors and coordinators;
- the common requirements for licensing (authorization) of geodetic and cadastral surveying activities are High or university education in geodesy, cadastre and related disciplines and period of professional practice;
- universities and high schools mainly provide training and education to cadastral surveyors, but chambers and associations play an important role organizing training courses and raising qualification;
- permanent or recurrence quality control applies for cadastral surveyors activities with exemptions for the one working as public servants in public organisations.

#### References:

1. European requirements for cadastral surveyor activities. CLGE, GE, Eurogeographics, June 2008,23p.
2. Code of conduct for European surveyors, CLGE-GE, September 2009, 6 p.

## CALCULATION METHOD OF 3D TRANSFORMATION PARAMETERS GRID FOR THE REPUBLIC OF MOLDOVA TERRITORY

Chiriac V., Vlasenco A.

*Technical University of Moldova, Bd. Stefan cel Mare, 168, MD-2004, Chisinau, Moldova  
vasile.chiriac@gcg.utm.md, ana.vlasenco@gcg.utm.md*

### 1. Introduction

Starting from 1999 a new Moldavian Reference System (MOLDREF99) based on the ETRS89 and Transversal Mercator for Moldova (TMM) map projection was established, however a lot of materials remain in old classical soviet 1942 system of coordinates (SC42) and needs to be georeferenced.

In 2011 on the territory of Moldova ten GNSS continuously operating stations with GPS/NAVSTAR, GLONASS and Galileo capacity receivers were installed in the frame of GNSS Permanent Network and Moldavian Positioning (MOLDPOS) Service project supported by Norwegian Government. MOLDPOS service provides differential corrections and quasigeoid heights for determination of horizontal coordinates in MOLDREF99 reference system and normal altitudes related to the Baltic Sea height system. The next step is development of transformation parameters database in order to provide forward transformation from old classical datum SC42 to the MOLDREF99, ETRS89 related position and and vice versa for large spectrum of applications: geodetic works, cadastral works, surveying, GIS, mapping, navigation, precise agriculture, landslide monitoring, environmental research, geohazard prediction, meteorology, etc.

The aim of this work was to find suitable solution for grid calculation of 3D transformation parameter for all territory of the country in order to increase accuracy of coordinate transformation, special on the boundary between the regions, and to provide a unique transformation parameters data base for entire territory of Republic of Moldova. The computed high precise parameters to be stored to transformation parameter database for setting up the recent world-standard of RTCM 3.1 transformation messages for the GNSS rover-clients using a RTCM transformation messages server to provide their users with all necessary information for RTK measurements.

The objective of the work was comparative analyze of coordinate transformation accuracy using existing regional 2D Helmert transformation parameters datasets and proposed grid of 3D transformation parameters database. The test was done in pilot area using transformed coordinates from SC42 to ETRS89 and GNSS measurements.

### 2. Setting up the grid for country territory and calculations

Existing 2D Helmert transformation parameters were calculated from combined MOLDREF99 and old SC42 geodetic sites for each region separate and it was noticed a big difference of coordinates on the regions boundaries. In order to provide a uniform transformation parameters data base for entire territory a grid of 15x15 km cells was set up taking in account density of the National Geodetic Network zero, first and second order RGN sites to have at least 3 of them with known SC42 coordinates within radius of 8,5 km from the grid nodes. The interpolated values of transformation parameters within cells will eliminate the boundary problem and increase the accuracy of coordinate transformation from MOLDREF99 to SC42 and inverse.

Taking in account that the old triangulation geodetic sites are given in SC42 ellipsoidal coordinates first step is the transformation to geocentric three-dimensional coordinates. Using at least three common geodetic sites with coordinates determined in both reference systems ETRS89 and SC42 the transformation parameters were calculated using least squares method. Helmert transformation parameters were calculated in each 16 nodes of 9 cells of pilot zone. The geodetic sites were selected within the radius of 8.5 km from each node with at least one common site with neighbouring nodes.

To calculate transformation parameters ( $m_x, m_y, m_z$ ) for geodetic site  $(x, y)$  within cells a bilinear interpolation methods was used as function of the distances  $(D_x, D_y)$  and grid dimension  $s$  respectively

The interpolation was done for 3 geodetic sites those were not included in transformation parameters calculations: 51Stejareni and 196Vorniceni within cell 10-11-14-15; D12Romanesti Vest within cell 7-8-11-12 (Fig 3). For calculation of each of 7 transformation parameters sites were used bilinear interpolation.

Comparison of calculated coordinates using interpolated transformation parameters with catalogue coordinates calculated using regional transformation parameters shows a big differences around 30 cm of geodetic site D12 Romanesti Vest.

### 3. Field testing

In order to clarify the errors nature a field test was carried out using GNSS receiver Trimble 5800 in RTK mode. GNSS RTK measurements were carried out 3-10 minutes on the selected old classical triangulation sites with coordinates in SC42 and calculated ETRS89 coordinates using regional transformation parameters.

Field verification consisted in comparison of ETRS89 coordinates from GNSS RTK measurements and calculated ETRS89 coordinates from catalogue of coordinate and also from grid interpolated transformation parameters.

Analyses of field verification and comparison of resulting differences shows the big differences about 60 cm between GNSS measurements and catalogue coordinates calculated using regional transformation parameters. The smallest resulting differences about 6 cm for all three geodetic sites were obtained between GNSS measurements and calculated coordinates using grid interpolated transformation parameters.

Further using of grid interpolated 3D Helmert transformation parameters will provide uniform coordinates transformation accuracy for all territory. For geodetic and cadastral applications ETRS89 geocentric coordinates  $X, Y, Z$  could be easy transformed to ellipsoidal coordinates  $\varphi, \lambda, h$ , MOLDREF99 coordinates  $x(N), y(E)$  and normal heights  $H$  using well known transformation formulas and quasigeoid model.

#### 4. Conclusions

Development of transformation parameters data base in order to provide transformations from the old plan position data, which is related to a classical reference frame SC42 to the ETRS89 related horizontal georeferencing (j, l) concerns the establishment of modern GNSS-related databases for the infrastructure for spatial information in Europe (INSPIRE) including geodetic and cadastral surveying, GIS, navigation, urban planning, construction, transportation, meteorology, land management, precise agriculture, etc. The backward transformation of the ETRS89-related GNSS-position to an old classical datum SC42 is also needed, because the classical non-ETRS reference frames will still be relevant for at least one decade or more.

Taking in account that RTCM 3.1 transformation messages allows the MOLDPOS service to provide their users with all necessary data for positioning a grid transformation parameters data base from combined classical triangulation SC42 to MOLDREF99 and vice versa needs to be developed, using a new method of grid calculation and interpolation of 3D transformation parameters.

Field testing of proposed method, carried out in the central part of country, shows centimeters level accuracy of coordinate's transformations from SC42 datum to MOLDREF99 and inverse. Results of this work shows the possibility to develop a transformation parameters database for all country territory improving the accuracy of coordinate transformation and giving the possibility to use existing large scale maps and charts.

#### References

1. Avramiuc N., Dragomir P. I., Rus T. Algorithm for direct and inverse coordinate transformation between ETRS89 CRS and S-42 CRS. RevCAD – Journal of Geodesy and Cadastre . University “1 Decembrie 1918” Alba Iulia, 2009.
2. V. Chiriac, L. Nistor-Lopatenco. A new geodetic infrastructure for Republic of Moldova. Simpozion Internațional GeoPreVi 2011. Volumul lucrărilor simpozionului cu participare internațională, 12-13 mai 2011, editura Conspress, București, România, pag. 79-86; 3. Coordinate Conversions and Transformations including Formulas. Guidance Note 7-2nd version 51, September 2016, <http://www.epsg.org/Guidancenotes.aspx>.

УДК 528.023

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ДЛЯ ВИСОКОТОЧНОГО ЗНІМАННЯ АВТОШЛЯХІВ

Бабій В.В.

*Національний авіаційний університет  
03058, пр. Космонавта Комарова 1, м. Київ, Vet-al@ukr.net*

В останні 10-15 років дані мобільного лазерного сканування починають все частіше застосовувати в різних сферах діяльності, серед них проектування, моніторинг різних об'єктів інфраструктури і природних процесів. Метод мобільного лазерного сканування має активне впровадження в геології, архітектурі, будівництві, сільському господарстві, нафтогазовій та автотранспортній галузі, енергетиці та інших областях. В Україні мобільне лазерне сканування з'явилося в 2000 роках і найчастіше застосовується для виконання вимірювань лінійних об'єктів, в першу чергу — автомобільних доріг, зйомки маршрутів міст та населених пунктів, залізничних шляхів. Результатом сканування є дуже достовірний та щільний набір (сукупність) тривимірних точок поверхні, кількість яких може досягати сотні і тисячі на 1 м<sup>2</sup> знімальної поверхні. Формула успіху технології лазерного сканування полягає в природній тривимірності яка поєднується з абсолютною геодезичною точністю на рівні сантиметрів.

В Україні досі до кінця не вирішена проблема паспортизації автомобільних доріг. Технічний паспорт - це документ, в якому вказуються технічні показники дороги: протяжність, площа, ширина узбіччя, характеристики і положення всіх об'єктів дорожнього господарства. Крім того, має бути відображена інформація про поточний стан дороги, що буде основою для її ремонту.

Згідно з законом України «Про автомобільні дороги» статистичний облік та паспортизація відомчих (технологічних) автомобільних доріг здійснюються їх власниками, а державне управління автомобільними дорогами загального користування здійснює Державна служба автомобільних доріг України, яка на жаль в своїх структурних підрозділах на місцях не має точних приладів і фахівців, тому результат паспортизації автодорог багато в чому формальний.

Для проекту поточного і капітального ремонту дороги необхідно виконання топографічної зйомки в масштабі 1:200-1:500. Вишуквальні організації використовують для цього геодезичні прилади, такі як електронні тахеометри і комплекси супутникових приймачів. Зйомка здійснюється «ручним» способом: пікети набираються там, де встановлений відбивач або вішка з антеною. На виконання зйомки потрібної ділянки таким способом може піти не один тиждень, а мобільний сканер впорається з таким завданням за лічені години. При цьому якість отриманих даних не буде поступатися традиційним методам зйомки.

Використовуючи технологію мобільного лазерного сканування значно прискорюється процес топографічної зйомки. На світовому ринку геодезичних технологій мобільні знімальні комплекси досить різноманітні. На їх якість великий вплив мають, по-перше, підсистеми визначення параметрів

траєкторії і куткових елементів орієнтування, а по-друге, якість і кількість скануючих сенсорів, метричних фотокамер.

Спроби здійснювати лазерне сканування з даху автомобіля робилися вже давно. Ефективність наземної мобільної лазерної зйомки при цьому підвищувалася, проте робочий процес був пов'язаний з рядом труднощів. В першу чергу з великими часовими витратами на встановку і статкування в кожній точці сканування. Тепер з'явилася можливість повноцінно реалізувати цю ідею, проводячи наземне лазерне сканування з даху автомобіля, що рухається, з точністю, характерною для наземного лазерного сканування, і продуктивністю, яка нічим не поступається лазерному скануванню що виконується з повітря. Принципи функціонування комплексу мобільного лазерного сканування аналогічні повітряній лідарній зйомці: супутниковий приймач фіксує траєкторію руху автомобіля, інерційна система фіксує кути нахилу системи, сканер фіксує дальність і кут нахилу лазерного променя, цифрова відеокамера виконує відеозйомку. Єдина істотна відмінність - застосування менш потужних і більш безпечних наземних сканерів. Навіть такий серйозний елемент, як інерційна система, залишився таким же, як при повітряному лазерному скануванні (див. дані в таблиці).

Мобільне лазерне сканування здійснюється, як правило, з транспортних засобів зі швидкостями від 10 до 100 км/год в залежності від необхідної щільності сукупності точок та детальності запланованого сканування. Система встановлюється на даху автомобіля, та складається з двох скануючих елементів, розташованих під кутом один до одного, чотирьох цифрових камер, одометра, вимірювального блоку, точної системи позиціонування. Мобільне лазерне сканування, що виконується на швидкості до 100 кілометрів на годину забезпечує точність, необхідну для зйомки в масштабі 1:100-1:200, і щільність до чотирьох тисяч точок на квадратний метр. Це дозволяє використовувати сканер не тільки як засіб топографічної зйомки (масштаби 1:500-1:2000), а й як засіб оцінки якості дорожнього покриття з відносною похибкою до одного сантиметра. Фотозйомка виконується через кожні п'ять метрів, причому кілька знімків можна об'єднати в один панорамний. Прив'язка даних до геодезичних мереж здійснюється за допомогою окремих GNSS-приймачів, встановлених на пунктах з відомими координатами.

Технічні характеристики системи мобільного лазерного сканування

Швидкість автомобіля, км/год	Щільність сканування, точок/м <sup>2</sup>	
	Верхній та нижній сканери	Бокові сканери
20	120 (90*90)	70 (120*120)
40	70 (120*120)	30 (180*180)
60	50 (130*150)	20 (220*220)

*Примітка.* В дужках вказані відстані між точками, які знаходяться на відстані 20 м від сканерів.

Максимальна швидкість системи - 100 км/год. Взаємне положення точок лазерних відображень - не гірше 25 мм. Для обчислення координат окремих отриманих точок лазерного сканування необхідно знати точне положення і орієнтацію лазерної головки в просторі в момент фіксування кожного виміру. Для цього використовуються інерційні навігаційні системи, суміщені з GPS - приймачем геодезичного класу. Точність визначення координат точок лазерних відображень характеризується точністю отримання координат GPS.

Зіставлення траєкторії по опорним точкам та перехрестям виконується за допомогою програмного забезпечення AUTOCAD та ARCGIS. Далі сукупність точок зіставляється одна з одною у вигляді шарів, при цьому нев'язки розподіляються по траєкторії зйомки. Отримана сукупність точок фільтрується і класифікується для побудови моделі автомобільної дороги. Проектні організації вже не перший рік працюють з тривимірною поверхнею - цифровою моделлю рельєфу з додаванням структурних ліній рельєфу, тому з легкістю можуть обробляти такі дані.

Використовуючи спосіб мобільного лазерного сканування для зйомки автомобільних шляхів, отримуємо в результаті низку переваг, в порівнянні з традиційними геодезичними способами, серед них:

- безпрецедентна щільність зйомки - до декількох тисяч точок на метр. На отриманих сканах легко виміряти профіль, побачити дорожню розмітку, різні за величиною дефекти і навіть колійність дорожнього покриття. Оточуючі об'єкти також можуть бути картографовані: для цього будуються додаткові зображення, на яких в плановому вигляді відображається ситуація;
- висока точність, що забезпечується роботою інерційної системи, яка відстежує стан приладу і його прискорення кожні півсекунди. Як правило, зйомка однієї ділянки дороги виконується проїздом в двох напрямках. Підвищена точність (перш за все по висоті) досягається вирівнюванням декількох траєкторій між собою;
- швидкість зйомки. Мобільний лазерний комплекс працює з частотою до одного мільйона вимірювань в секунду. Це дозволяє відзняти ділянку автодороги довжиною 200 кілометрів всього за три-чотири дні разом з переїздами і ночівлею.

Виняткова особливість будь-якого сканування полягає в тому, що його результати не залежать від людського фактору. Тому особливу цінність представляють не стільки результати обробки сканів для вирішення конкретного завдання, скільки вихідні дані (сукупність точок та знімків). Саме вони містять всю повноту і точність опису об'єкта, вільного від генералізації.

Сфери застосування мобільних лазерних сканерів різноманітні, але основною є зйомка автомобільних доріг і залізниць для інвентаризації, проектування і будівництва. Лазерні сканери можливо застосовувати і для зйомки водних артерій, паспортизації вулиць міст, фасадів будівель і

навіть внутрішніх об'єктів будівель і споруд. Таким чином, саме мобільне сканування дороги є тим методом, який дозволить в один момент часу отримати повну і точну інформацію для вирішення багатопільових завдань.

*Список літературних джерел:*

1. Про автомобільні дороги: Закон України від 9 вересня 2005 р. // Відомості Верховної Ради України. – 2005. – № 51. – Ст. 556.
2. ArcGIS Marketplace – [Електронний ресурс] / Режим доступу - <https://marketplace.arcgis.com>
3. Мамонов К.А., Вяткін К.І., Нестеренко С.Г. Системи мобільного лазерного сканування в геоінформаційних технологіях / К.А. Мамонов, К.І. Вяткін, С.Г. Нестеренко // Науково-технічний збірник «Комуніальне господарство міст». - 2016. - №132. - С. 121 - 126.

**УДК 528.7**

## **СТВОРЕННЯ І ОНОВЛЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ GOOGLE EARTH**

**Бурак К.О., Дорош Л.І.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
E-mail: burak.cost@yandex.ua, liubov.dorosh@gmail.com*

Сучасний стан топографічного картографування місцевості характеризується значним зростанням конкуренції між різними наземними, аеро і космічними методами і засобами збирання геопросторової інформації. Незважаючи на те, що діюча нормативна база топографо-геодезичної діяльності не передбачає можливості використання космічних технологій для топографічного картографування місцевості, але їх стрімкий розвиток дає підстави припускати можливість їх використання [6]. В Україні доступні в найкоротші терміни та в найкращій доступній якості космічні знімки від десятиденної давності будь якої території, які пропонує компанія TVIS [8].

Критичними для використання при топографічному картографуванні є картометричні властивості, які включають визначення не тільки планових координат, але й висот точок місцевості, та дешифрування топографічних об'єктів матеріалів дистанційного знімання, особливо, надвисокої роздільної здатності з нових супутників (WorldView-1(2), Pleiades-1A(1B) та ін.) [1,2].

Класифікацію знімальних аерокосмічних мереж, їх особливості та характеристики; основи формування зображень, їх структура, конструктивні та передавальні особливості детально розглянуто у роботах Х.В. Буруштинської, С.А. Станкевича [4].

Проблеми застосування даних аерокосмічного знімання для картографічного забезпечення висвітлено такими вченими: А.А. Лященко, О.Л. Дорожинський, Л.М. Перович, С.Г. Могильний та інші.

Значної популярності набуває користування Google Earth, Sasplanet, Google Maps які знаходяться у відкритому доступі.

Більшість науковців скептично ставляться до космічних матеріалів, отриманих з вище вказаних, безкоштовних джерел. На їхню думку якість цих матеріалів не відповідає вимогам до точності, у зв'язку з цим дані зображення не підлягають використанню для розв'язку картометричних задач, для створення геоінформаційної платформи, оновлення та створення карт.

Разом з тим, в останніх навіть безкоштовних версіях Google Earth на матеріали космосйомок нанесена картографічна сітка, що може свідчити про їх достатньо солідне попереднє фотограмметричне опрацювання. У зв'язку з цим ми поклали перед собою завдання дослідити метрологічні властивості цих матеріалів шляхом дослідження спотворень картографічної проекції у різних частинах обраного об'єкту.

Об'єктом дослідження було обрано Івано-Франківську область. Були взяті трапеції у південній, північній, західній, східній, а також у центральній частині ділянки. Картографічний матеріал отримали за допомогою Google Earth.

За допомогою стандартних можливостей програмного забезпечення Google Earth знайшли геодезичні координати (В, L) кутів трапеції, дані наведені в таб. 3. Далі виміряли віддалі між кутами трапеції 1-2 по паралелі і 1-3 по меридіану (підголова «Show rule»).

Скориставшись даними попередніх досліджень у [3] обрали одну із сторін досліджуваної ділянки, вимірної електронним тахеометром. Її довжина становить 155,29 м - це значення вважаємо дійсним. При різних масштабах космоснімка на екрані було ідентифіковано 2 відповідні точки даної сторони (кути повороту ділянки). Зафіксувавши на екрані масштаб карти, який представлений у нижньому лівому куті вікна програми Google Earth, почали здійснювати вимірювання віддалі між цими двома точками обраного об'єкту. Дане дослідження проводилося при встановленні різних масштабів від 1:100 000 до 1:5 000. Такі дослідження були виконані на 8 різних базисах (лініях з відомими довжинами) з контурами різної чіткості та на різних формах рельєфу. Далі виконали розрахунок спотворень картографічної сітки з використанням відомих формул [5, 7]. Результати розрахунків наведені у таблиці 1.



Аналіз одержаних результатів, наведених у таб.1 показав, що значення площ ділянок ми можемо отримувати зі спотворення від -2,483 % до 0,264 %, а максимальне спотворення площ спостерігаємо - 2,483 % у трапеції №4, яка знаходиться у північній частині Івано-Франківської області і значення широти є більшим, у порівнянні з іншими трапеціями.

Дані дослідження показали, що використання космознімків навіть з безоплатного електронного ресурсу Google Earth дозволяє оперативно створювати актуальну растрову картографічну основу в масштабах 1:5 000 і дрібніших для геоінформаційної системи.

Таблиця 1 - Обчисленні значення спотворень картографічної сітки

№ трапеції	va, %	vb, %	$\beta_0$	vp, %	w	$\omega^\circ$
1	1,171	-1,580	44,857	-0,428	1,028	1°34'46,54"
2	0,248	-0,427	50,449	-0,180	1,007	0°23'14,05"
3	1,200	-1,554	45,595	-0,355	1,028	1°34'49,57"
4	-0,579	-1,915	32,551	-2,483	1,014	0°46'31,53"
5	1,889	-1,594	58,481	0,264	1,035	1°59'34,38"

Отримані результати свідчать про те, що розглянуті джерела отримання космознімків можна використовувати для розв'язання різного роду геодезичних задач при експлуатації і інвентаризації об'єктів нафтогазового комплексу.

Як показали виконані нами попередні дослідження [3] на прикладі визначення площ за матеріалами космозйомки навіть з загальнодоступних джерел при необхідності точність можна збільшити до точності навіть масштабу 1:1 000 шляхом подальшого масштабування знімків за допомогою стандартних можливостей AutoCad за вимірними на місцевості базами.

#### Література

1. Баран П.І. Про використання космічних знімків для кадастру земель та великомасштабного картографування / П.І. Баран, Н.А. Міцкевич, І.І. Олексій, Л.В. Примаєк, О.В. Примаєк, В.О. Сулима, В.Г. Сушко // Вісник геодезії і картографії. – 2006. – № 6. – С.31–37.
2. Барладін О.В. Використання даних дистанційного зондування Землі для створення актуальних електронних ресурсів / О.В. Барладін, Л.І. Миколенко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2011. – № 21. – С.162–166.
3. Бурак К.О. Дослідження можливостей використання матеріалів космознімання для визначення площ / К.О. Бурак, Л.І. Дорош // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2015. – № 30. – С.162–166.
4. Аерокосмічні знімальні системи: підручник / Х.В. Бурштинська, С.А. Станкевич. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 316 с.
5. Вахрамеева Л.А. Картография: учебник для вузов / Л.А. Вахрамеева. – М.: Недра, 1981. – 224 с.
6. Косарев М.В. Космічні знімки як фундаментальна основа картографічних матеріалів та геоінформаційних систем / М.В. Косарев, С.О. Ясенев // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. – 2011. – №19. – С.42-45.
7. Основи теорій спотворень: навчальний посібник / В.А. Рябчий, В.В. Рябчий, Ю.Є Трегуб. – Д.НГУ, 2004 – 96 с.
8. Сайт «TVIS» [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
9. <http://www.tvvis.com.ua/>

УДК 528.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ GNSS СПОСТЕРЕЖЕНЬ ПРИ ІНЖЕНЕРНО ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБОТАХ

Бурак К.О., Лиско Б.О.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15, Івано-Франківськ, Україна, 76019, ел. пошта: 93lisko@gmail.com

**Мета** даної роботи - експериментальне визначення точності вимірювання порівняно коротких віддалей, характерних для виконання вишукувальних, розпланувальних та розмічувальних інженерно-геодезичних робіт, двохчастотним GPS приймачем за різних умов спостережень, при використанні RTK-технології на передгірській території (Івано-Франківської області). Дослідження можливості отримання фіксованого розв'язку в режимі RTK за різної віддалі від перманентних станцій. Для дослідження точності вимірювання коротких віддалей в експериментальних роботах було виконано сім експериментів, які відрізнялись взаємним розміщенням перманентних станцій, та фізико-географічними умовами місцевості. Спостереження проводились в RTK - режимі з приймачем налаштованим на прийом диференційних поправок від мережі System Solutions.

Оцінка положення об'єкта, як правило, виконується на основі такого параметру як фазова псевдо віддаль  $\Phi_k$ . В загальному вигляді фазова псевдовіддаль містить в собі реальну дальність між супутником і приймачем  $\rho_k$ , зміщення годинників супутника і приймача  $\Delta t$ ,  $\Delta T_k$ , іоносферну  $\Delta \rho_k^{ion}$  і тропосферну  $\Delta \rho_k^{trop}$  затримку, орбітальну похибку, яка зумовлена не точними значеннями ефемерид

орбіти  $k$ -го супутника  $\Delta\rho_k^{orb}$ , несучу фазу  $N_k$  помножену на довжину несучої хвилі  $\lambda$ , та похибку зумовлену фазовим шумом приймача та явищем багатопроменевості  $\varepsilon_k^\psi$  [1].

$$\Phi_k = \rho_k + c(\Delta t - \Delta T_k) + \Delta\rho_k^{orb} + \Delta\rho_k^{trop} - \Delta\rho_k^{ion} + \lambda N_k + \varepsilon_k^\psi \quad (1)$$

Однак слід зауважити, що при використанні диференційного режиму GNSS на основі фазових псевдовіддалей виконується просторова кореляція орбітальних, іоносферних, тропосферних похибок. Це дозволяє забезпечити високу точність вимірювання шляхом компенсації таких похибок як  $\Delta\rho_k^{trop}$ ,  $\Delta\rho_k^{orb}$ ,  $\Delta\rho_k^{ion}$ ,  $\Delta t$ ,  $\Delta T_k$ , які практично усуваються.

Беручи до уваги те, що при розв'язку інженерно-геодезичних задач таких як, наприклад, спостереження за деформаціями земної поверхні, основні розпланувальні роботи чи детальне розмічування, GPS виміри виконуються на невеликій віддалі один від одного (до 200 м) та через короткий проміжок часу, то такі параметри фазової псевдовіддалі, як кількість повних циклів інтегральної фази в момент вимірювання GPS-приймачем сигналу  $k$ -го супутника, та точність визначення віддалей  $N_k$  впливають також частково, оскільки деякі фактори нівелюються, наприклад, в [2] рекомендується наступна формула

$$\Phi_{r,i}^{jk} = \rho_k^{ij} + \lambda(N_k^i - N_k^j) + \varepsilon_k^\psi \quad (2)$$

Все це обґрунтовує необхідність проведення експериментальних досліджень точності визначення відносних координат вектора за вимірами параметрів GNSS сигналів (дослідити точність проведених вимірів та можливості виникнення аномальних похибок при визначенні довжини порівняно короткого вектора).

На основі проведених досліджень, при використанні диференційного режиму GNSS зроблено такі висновки:

Точність визначення довжин ліній мінімум в два рази вища ніж точність визначення координат за якими ці довжини визначали.

Запропонована модифікація методу RTK дозволяє, використовуючи двох частотний GPS для визначення просторових (відносних) координат, одержати вимірні значення віддалей з точністю доступною для сучасних тахеометрів.

Було проаналізовано отримані дані визначення віддалей за допомогою GPS приймача в залежності від взаємного розміщення перманентних станцій, та визначено їх СКП:

для 10км зони складає  $2,6 \pm 1,2$  мм; для 30км зони складає  $4,5 \pm 0,8$ мм

для перетину двох і більше 30км зони складає  $5,0 \pm 0,9$ мм

За допомогою двохвибіркового F-тесту для дисперсії було доведено рівноточність вибірки результатів вимірювань віддалей при 10, 15, 30 та 60 усередненнях виміру, це дозволяє рекомендувати 10-15 усереднень вимірів, що дозволяє оптимізувати час спостережень.

*Список використаних джерел*

1.Іваникович П. П. Методичні рекомендації до роботи «Космічної системи із захисту навколишнього середовища від надзвичайних ситуацій - транскордонної системи передбачення природних надзвичайних явищ на основі використання супутникових технологій в Угорщині Словаччині, Румунії та Україні.

2. RTKLibver 2.4.2 Manual.T. Takasu, 2013

УДК 528.3

## НОВІ МОЖЛИВОСТІ ГЕОДЕЗИЧНОГО КОНТРОЛЮ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ БУДІВЕЛЬ, СПОРУД ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОВИХ ТА АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Бурак К.О.<sup>1</sup>, Нестеренко Г.Ф.<sup>2</sup>, Сергієнко М.Т.<sup>2</sup>, Шпаківський П.П.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15, Івано-Франківськ, Україна, 76019, ел. пошта:burak.cost@yandex.ua

<sup>2</sup>ДП «Київський інститут інженерних вишукувань і досліджень “Енергопроект”»

<sup>3</sup>ДП НАЕК “Енергоатом”, Рівненська АС

**Мета роботи**, виконаної сумісно ІФНТУНГ, КПВД “Енергопроект” та СЕБ та С Рівненської АС полягала у розв'язанні важливої народногосподарської проблеми - вдосконалення геодезичних методів контролю експлуатаційної надійності об'єктів енергетичної галузі взагалі та ТЕС і АС, зокрема .

**Для досягнення цієї мети :**

Розв'язані проблемні питання розробки наукового обґрунтування технології виділення критичних напружено-деформованих зон будівель, споруд і технологічного обладнання за результатами геодезичних вимірів.

Розв'язані проблемні питання розробки наукового обґрунтування технологій, виготовлення та дослідження дослідно-промислових взірців приладів для вирішення актуальних проблем геодезичного контролю геометричних параметрів технологічного обладнання АЕС під час експлуатації.

**Практичне значення одержаних результатів.**

1. Програмна реалізація моделей та розрахунки можливих радіальних переміщень ЗОРВ, дозволили вирішити питання про одну з головних причин деформацій кругової рейки полярного крана РВ, що перевищували технологічні допуски, і були виявлені під час експериментальних досліджень на всіх блоках із напруженими до проектних зусиль арматурними пучками ЗОРВ. Розроблено методики виконання вимірів та інтерпретації результатів, що дозволяють виконувати прогноз критичних деформованих зон, гермо оболонки та фундаментних плит. На основі цих результатів на ряді АЕС України ведуться постійні спостереження за деформаціями гермо оболонки та колій мостових кранів кругової дії РВ, шляхом аналізу вимірів у спеціально створених високоточних мікротрилатераційних сітках. Одержані дані були використані при прийнятті рішення про зменшення натягу арматурних пучків ЗОРВ на нових блоках 2 Хмельницької АЕС(ХАЕС) та 4 Рівненської АЕС(РАЕС), це зменшило деформації ЗОРВ до допустимих величин.

2. Одержані алгоритми розрахунку оптимальних даних для рихтування, дозволили розробити методику геодезичного контролю геометричних параметрів підкранових колій полярного крана РВ, переважувальної машини, мостових кранів. З використанням матеріалів цих досліджень було розроблено проект та виконано роботи з рихтування кругових колій полярного крана РВ 3-го блока РАЕС. Використання оптимальних алгоритмів для розрахунку даних з рихтування дозволило на 40% скоротити трудовитрати на ремонтні роботи. Подальша експлуатація крану показала значне покращення його ходових властивостей.

3. Розроблена на основі виконаних досліджень методика оцінки горизонтальності та площинності обладнання РВ через параметри оформляючих площин та методика й спеціальні пристрої для електронного мікронівелювання крупно габаритного обладнання, значно розширили можливості геодезичних методів контролю. Використовуються на ряді АЕС України, зокрема, при виконанні ремонтних робіт з шабровки головних роз'язь.

4. Запропонована система на основі безконтактних селесинних датчиків, дозволяє автоматизувати значне коло інженерно-геодезичних задач, не тільки зв'язаних із вимірами деформацій, але, наприклад, з вимірюванням ширини підкранових колій, автоматизацією фотограмметричних вимірів. Використовується при ремонті крупнотонажного обладнання на РАЕС та ХАЕС.

5. Програмна реалізація алгоритму розрахунку взаємного положення двох деталей із наскрізними отворами, що забезпечує їх максимальну співвісність, дозволила розробити методику центрування кришки верхнього блоку РУ відносно вловлювачів БЗТ (блоку захисних труб) та опорних труб ШВК (шахти внутрішньо корпусної). Методика використовувалась при заміні кришки верхнього блоку РУ 1-го блока ХАЕС, при монтажі РУ на 2-му блоці ХАЕС та 4-му блоці РАЕС в 1995-2004 рр..

6. На основі виконаних досліджень розроблено та затверджено нормативний документ Мінергевугілля України "Настанова з проведення спостережень за осіданням фундаментів, деформаціями конструкцій будівель і споруд та режимом підземних вод на майданчиках теплових та атомних електростанцій. СОУ-Н МЕНВ 40.1-00013741-79:2012", яка містить методики основних видів геодезичного контролю.

---

УДК 528.48

## ГЕОДЕЗИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ПІДКРАНОВИХ КОЛІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОННИХ ТАХЕОМЕТРІВ

Бурак К.О<sup>1</sup>, О. П. Шпаківський О.П.<sup>2</sup>

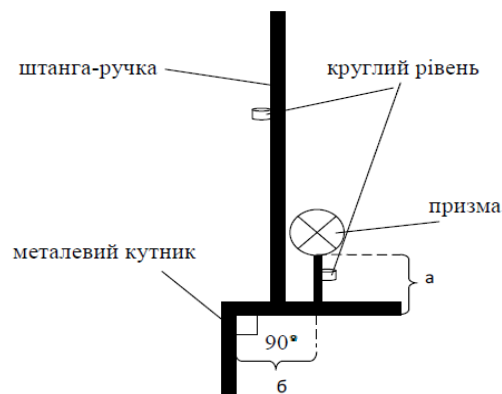
<sup>1</sup>Івано-Франківський національний університет нафти і газу  
<sup>2</sup>ВП "Рівненська АС" НАЕК "Енергоатом"

Ефективна та безперервна робота вантажопідіймальних механізмів є невід'ємною складовою забезпечення безпечної та продуктивної експлуатації атомної електростанції. Деформації та зміщення рейок підкранових колій можуть призвести до зупинки і навіть унеможливлення виконання робіт та пошкодження коштовного обладнання. Все це зумовлює те, що геодезичний контроль геометричних параметрів вантажопідіймального обладнання – один із важливих видів діяльності геодезичних служб АС. Загальна довжина підкранових колій, геометричні параметри яких контролюються, досягає, для прикладу на Рівненській АС, близько 3,5 км. Тому підвищення оперативності геодезичного контролю експлуатаційної надійності підкранових колій, шляхом впровадження нових технологій, важливе і актуальне завдання. Необхідність проведення робіт з інструментальної перевірки геометричних параметрів підкранових колій вантажопідіймальних кранів об'єктів АС регламентується вимогами нормативних документів згідно з якими роботи з інструментальної перевірки геометричних параметрів підкранових колій необхідно виконувати мінімум щорічно. Еволюція вимірювань параметрів підкранових колій на Рівненській АС наочно показує як новітні досягнення впливають на ефективність виконання поставлених задач. Вагомим фактором в процесі полегшення та підвищення оперативності виконання робіт, було впровадження електронних тахеометрів, зокрема SOKKIA SET2130R. Вивчивши всі можливості та параметри цього приладу, виконавши низку досліджень на Державному компараторі в Українському центрі стандартизації та метрології (м. Київ), в лабораторних умовах та на виробництві, була запропонована нова методика вимірювань підкранових колій.

Під час проведення вимірів використовують спеціальні пристрої – кутники, для встановлення відбивача. Якщо таких пристроїв два, то для забезпечення потрібної точності вони повинні бути ідентичними у своїх параметрах, а точніше, ідентичними повинні бути висота призми та відстань від внутрішньої сторони пластини до осі призми (відстані "а" та "б"). Це зумовлено тим, що у разі

однакових зазначених параметрів відпадає потреба точно визначати положення осі рейки, та полегшується визначення.

Методику робіт, яку використовуємо, рекомендуємо таку. На підкранових коліях кранів, як на рейці А, так і Б, розмічають пікетаж навпроти кожної з колон і посередині між ними на підкранових коліях козлових кранів через 5 метрів. Точки маркують на бічних гранях рейок, що дозволяє уникнути їх накатування ходовими колесами кранів і відповідно забезпечує їх довготривале зберігання. Потрібна точність визначення координат досягається [1] у разі використання тахеометра 2" точності при відстанях від ЕТ до точки до 134 м, а у разі використання 5" – 53 м. При зйомці встановлюємо тахеометр в будь-якому доступному місці, зручному для спостережень, звичайно, на площадці обслуговування, біля однієї з рейок колії. Далі в тахеометр вводять дані про станцію, а саме: координати, які умовно приймаються нульовими  $X = 0$ ,  $Y = 0$ ; висоту інструменту та висоту станції стояння, яку до виконання робіт з передачі висот можемо прийняти умовною, і висоту відбивача.



Після цього проводимо вимірювання всіх пікетів на рейці А, встановлюючи відбивач так, щоб півка (відбивач) завжди була обернена до тахеометра. Закінчивши виміри на рейці А, якщо є видимість на пікети, розмічені на рейці Б, то не знімаючи прилад, переносимо на рейку Б відбивачі і координуємо точки їх встановлення на рейці Б. За результатами знімання в програмному комплексі CREDO вираховують висоти точок та ширину колії на всіх перерізах.

Для дослідження точності методики було проведено експерименти в виробничих умовах підкранових колій козлових кранів складів обладнання АС. Суть їх полягала в тому, що спочатку визначали геометричні параметри колій за описаною вище методикою і, далі, ці ж параметри визначали, виконуючи геометричне нівелювання колій за методикою нівелювання 2-го класу, з використанням цифрового нівеліра і вимірювання ширини колій безпосереднім заміром електронною рулеткою або електронним тахеометром, з використанням функції визначення неприступної відстані (ВНВ) в тих місцях, де це можливо.

Аналіз результатів показав, що, незважаючи на несприятливу конфігурацію оберненої засічки, різниці між знайденими значеннями ширини колії знаходяться в інтервалі від -3 мм до 4 мм. Приймаючи ці різниці за значення істинних похибок визначення ширини колії, за формулою Гаусса знайшли, що СКП визначення ширини колії становить  $\pm 1,7$  мм, що задовольняє вимоги до точності геодезичного контролю дотримання допуску Р 3, обґрунтовані в [1].

**Висновки.** Результати теоретичних розрахунків та експериментальних досліджень підтверджують, що застосування як рекомендованої в [1] методики, так і наведеної в цій статті її модифікації дає змогу значно спростити та пришвидшити виконання робіт з геодезичного контролю експлуатаційної надійності підкранових колій, забезпечуючи потрібну точність результатів. Це, своєю чергою, сприяє економії ресурсів та коштів підприємства.

#### Література

1. Бурак К.О. Використання електронних тахеометрів при геодезичному контролі підкранових колій [Текст] / К.О. Бурак, М.Я. Гринішак, В.П. Михайлишин, О.П. Шпаківський // Вісн. Геодез. та картограф. – 2011. – №3. – С.5–7.
2. Бурак К.О. Визначення точності відхилення положення близькостворної точки за допомогою електронного тахеометра [Текст] / К.О.Бурак, В.М.Ковтун, М.Я.Гринішак, В.П. Михайлишин, О.П.Шпаківський // Вісн. Геодез. та картограф. –2012. –№ 2(77). –С. 15–7.
3. Методические указания по организации и проведению наблюдений за осадкой фундаментов и деформациями зданий и сооружений строящихся и эксплуатируемых тепловых электростанций: СО 153-34.21.322-2003 [Затверджено міністерством енергетики Російської федерації від 30 червня 2003 р., № 283]. – 54 с. – (Нормативні директивні правові документи).
4. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів. Державний нормативний акт по охороні праці: ДНАОП № 0,00-1.02.02 [ Затверджено ДКУ з промислової безпеки, охорони

УДК 528.4

**ОПЕРАТИВНИЙ ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЖИТТЯ НА НЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОГЕННИХ ТА ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТАХ**

Віват А.Й., Марусяк І.Я.

Львівський національний аграрний університет,  
80381, вул. В. Великого 1, м. Дубляни, Україна, anatoliyvivat@gmail.com

У роботі нами проведено аналіз методів геодезичного моніторингу для найбільш оперативного та інформативного представлення деформаційного процесу.



**Рис.1. - Методи спостережень за деформаціями**

З 31.05.2016 р. до 05.06.2016 р. приймаючи участь у пошукових роботах на звалищі сміття у с. Грибовичі, що біля м. Львова нами запропоновано координатний метод визначення деформацій. На рис. 2. Наведена схема геодезичної мережі координатного методу визначення деформацій у с. Грибовичі.



**Рис.2. - Координатний метод визначення деформацій.**

Інструментом для визначення деформацій у даному методі є електронний тахеометр з режимом виміру без відбивача також спеціальна методика у якій координатні осі направляються у здовж та у поперек схилу. За зміною координат  $dX$ ,  $dY$ ,  $dZ$  можна оперативно встановити деформації.

Горизонтальні та вертикальні деформації обчислювались у трьох площинах X-X, Y-Y, Z-Z

$$dX = X_i - X_1$$

$$dY = Y_i - Y_1$$

$$dZ = Z_i - Z_1$$

де  $X_i, Y_i, Z_i$  – координати деформаційних марок на  $i$  – ту епоху спостережень,

$X_1, Y_1, Z_1$  - координати деформаційних марок на першу епоху спостережень.

**Апріорна оцінка точності координат деформаційних марок**

прив'язка до вихідної основи – 2 мм, вимір віддалей та кутів електронним тахеометром – 2 мм, вплив зовнішніх умов (температура, тиск, рефракція різний кут відбиття сигналу від марки) – 3 мм.

Загалом за період 31.05.2016 р. до 05.06.2016 р. відбулось зміщення у площині X-X на + 2 м. у площині Y-Y – 0,5 м, у площині Z-Z – 2,5 м.

УДК 528.481+551.242.11

## ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ЧАСТИНИ ЄВРАЗІЙСЬКОЇ ПЛИТИ З ВИКОРИСТАННЯМ РОТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ

Вовк А.І.

Національний університет «Львівська політехніка», 79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 13,  
andrii.i.vovk@lpnu.ua

Диференціацію тектонічних блоків земної кори виконують геофізичними та геологічними методами за виявленими глибинними розломами, при цьому границі цих розломів на земній поверхні можуть мати різний прояв. З метою уточнення границь тектонічних розломів та їх прояву на земній поверхні використовують дані перманентних ГНСС-станцій. За результатами таких досліджень створені відповідні моделі: NUVEL 1 [1], NUVEL 1A [2], HS2-NUVEL 1A [3], HS3-NUVEL 1A [4], APKIM2000.0 [5], APKIM2005-IGN [6], GSRM v1.2 [7], MORVEL 2010 [8], ITRF2008-PMM [9] тощо. Диференціація тектонічних блоків за такими моделями є неоднозначною як за їх кількістю, так і щодо встановлення їх границь.

Пропонується виконувати дослідження ротаційних параметрів літосферних плит для встановлення прояву границь тектонічних блоків на земній поверхні.

Даними для дослідження диференціації тектонічної плити Європейського континенту за ротаційними параметрами використані величини векторів абсолютних швидкостей горизонтального руху (АШГР) перманентних ГНСС-станцій за період з 2000 до 2010 року, отримані при опрацюванні результатів спостережень на перманентних ГНСС-станціях території Європи.

За розробленою методикою та алгоритмом [10] обчислені наближені параметри полюса Ейлера: координати ( $\Phi$ ,  $\Lambda$ ), кутова швидкість ( $\Omega$ ) та їх оцінка точності ( $m\Omega$ ,  $m\Phi$ ,  $m\Lambda$ ) для сукупності усіх відібраних для дослідження перманентних ГНСС-станцій. При подальшому дослідженні визначено зміни ротаційних параметрів території Європи та встановлено межі двох блоків, які мають відмінні ротаційні параметри [10].

Виконано порівняння величин модельних векторів АШГР (умовно диференційна модель) перманентних ГНСС-станцій, отриманих для двох блоків земної кори, з векторами АШГР перманентних ГНСС-станцій даного регіону, визначених з результатів ГНСС-спостережень та за відомими моделями ГРЗК Євразійської плити. Обчислено значення середньоквадратичних відхилень векторів та азимутів АШГР для диференційної та інших відомих кінематичних моделей горизонтальних рухів земної кори (ГРЗК) (табл. 1).

Таблиця 1 - Середні квадратичні відхилення векторів та азимутів АШГР ГНСС-станцій диференційної та інших відомих моделей кінематики ГРЗК

Моделі	Північний блок		Південний блок		загальне	
	$\Delta S, \text{mm/рік}$	$\Delta A, ^\circ$	$\Delta S, \text{mm/рік}$	$\Delta A, ^\circ$	$\Delta S, \text{mm/рік}$	$\Delta A, ^\circ$
диференційна модель	0,90	3,80	1,03	4,19	1,37	5,66
ITRF2008-PMM	0,56	2,81	1,66	3,42	1,75	4,43
GEODVEL 2010	1,62	5,46	2,09	4,15	2,64	6,86
MORVEL 2010	2,34	10,88	3,16	5,30	3,93	12,10
APKIM2005-DGFI	1,65	7,53	2,03	4,66	2,62	8,86
APKIM2005-IGN	1,69	5,21	2,04	5,61	2,65	7,66
GSRM v1.2	2,18	4,95	2,42	4,19	3,26	6,49
CGPS 2004	1,58	5,47	2,05	4,00	2,59	6,78
REVEL 2000	1,57	6,83	2,07	4,84	2,60	8,37
ITRF2000 (AS&B [2002])	1,59	5,71	2,07	4,09	2,61	7,02
HS3-NUVEL1A	1,67	7,24	2,27	5,46	2,82	9,07
APKIM2000.0	1,72	5,04	2,13	3,75	2,74	6,28
ITRF2000 (D&A [2001])	1,63	5,55	2,09	4,09	2,65	6,89
HS2-NUVEL1A	1,79	7,18	2,50	5,41	3,07	8,99
NUVEL 1A	1,67	7,25	2,26	5,47	2,81	9,08
NUVEL 1	1,67	7,29	2,03	5,49	2,63	9,13

Аналізуючи таблицю 1, бачимо, що наведені середньоквадратичні відхилення отриманих результатів свідчать про перевагу запропонованої диференційної моделі, на відміну від відомих моделей кінематики ГРЗК території Європи. Близька до отриманої диференційної моделі є модель ITRF2008-PMM [9], яка має кращі значення середньоквадратичних відхилень векторів АШГР для Північного блоку та азимутів АШГР для усіх випадків.

Розроблена диференційна модель кінематики Європейського континенту краще узгоджується з результатами визначення векторів абсолютних швидкостей горизонтальних рухів за часовими серіями,

ніж інші відомі моделі, що свідчить про необхідність їх уточнення з метою достовірного прогнозування координат перманентних ГНСС-станцій тощо.

Така розбіжність пояснюється використанням при створенні кінематичних моделей Євразійської плити як одного суцільного блоку з подальшим обчисленням значень векторів швидкостей горизонтального руху. Натомість вектори швидкостей горизонтального руху у запропонованій диференційній моделі ГРЗК були отримані на основі диференціації Євразійської плити на два блоки, що дозволило отримати менші відхилення.

Менша розбіжність між векторами та азимутами АШГР диференційної моделі та векторами АШГР, обчисленими на основі часових серій, дозволить отримати достовірніше значення горизонтальної складової зміщення ГНСС-станцій, що в свою чергу дозволить більш надійно прогнозувати зміну координат пунктів у часі та краще уточнювати як параметри переходу між системами координат, так і безпосередньо моделі кінематики тектонічних плит.

Розроблена методика дозволяє, використовуючи абсолютні вектори швидкості руху, визначені за ГНСС-спостереженнями, проводити диференціацію ротаційних рухів земної кори відносно полюсів Ейлера. Розроблений математичний апарат та методику можна використовувати для диференціації рухів земної кори за ротаційними параметрами для будь-якої тектонічної плити або її частини.

#### *Список літературних джерел*

1. Argus D. No-Net-Rotation Model of current plate velocities incorporating plate motion model Nuvel-1 / D. Argus, R. Gordon. // *Geophysical Research Letters*. – 1991. – №18. – P. 2039–2042.
2. Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions / C. Demets, R. Gordon, D. Argus, S. Stein. // *Geophysical Research Letters*. – 1994. – №21. – P. 2191–2194.
3. Gripp A. Current plate velocities relative to the hotspots incorporating the NUVEL-1 global plate motion model / A. Gripp, R. Gordon. // *Geophysical Research Letters*. – 1990. – №17. – P. 1109–1112.
4. Gripp A. Young tracks of hotspots and current plate velocities / A. Gripp, R. Gordon. // *Geophysical Journal International*. – 2002. – №150. – P. 321–361.
5. Drewes H. The Actual Plate Kinematic and Crustal Deformation Model 2000 (APKIM 2000) as a Geodetic Reference System / H. Drewes, D. Angermann. // *Proc. IAG Scientific Assembly*. – 2001.
6. Drewes H. The Actual Plate Kinematic and Crustal Deformation Model APKIM2005 as basis for a non-rotating ITRF, Geodetic Reference Frames / H. Drewes. // *Springer*. – 2009. – №134. – P. 95–99.
7. On the determination of a global strain rate model / [C. Kreemer, J. Haines, W. Holt et al.]. // *Earth, Planets and Space*. – 2000. – №52. – P. 765–770.
8. DeMets C. Geologically current plate motions / C. DeMets, R. Gordon, D. Argus. // *Geophysical Journal International*. – 2010. – №181(1). – P. 1–591.
9. Altamimi Z. ITRF2008 plate motion model / Z. Altamimi, L. Métivier, X. Collilieux. // *Journal of Geophysical Research*. – 2012. – №117. – C. B07402.
10. Tretyak K. Differentiation of the rotational movements of the European continent's earth crust / K. Tretyak, A. Vovk. // *Acta Geodynamica et Geomaterialia*. – 2016. – Vol 13 №1(181). – P. 5–18.

---

#### **УДК 332.3**

### **НУМЕРАЦІЯ І ОБЛІК МЕЖОВИХ ЗНАКІВ**

**Галярник М. В., Антонюк Р. Я.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська 15, адреса ел.пошти: admin@nuing.edu.ua*

Мета моєї роботи - дослідження сучасного стану технології нумерації межових знаків для підвищення ефективності їх обліку, а також розроблення пропозицій щодо конструкцій знаків з метою їх збереження на місцевості.

Відповідно до Інструкції [1] про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками, кожний межовий знак має номер, що складається з чотирнадцяти символів, які розділяються між собою пунктиром за такою структурою XXXX.XX-XXX-XXXXX:

- перші шість - арабські цифри, що визначають рік та місяць встановлення межових знаків;
- другі три - арабські цифри, які відображають номер кадастрового кварталу;

- останні п'ять - арабські цифри, що визначають порядковий номер межового знака відповідно до документації із землеустрою.

Аналізуючи сучасну нумерацію межових знаків бачимо, що: перші шість цифр, які визначають часові рамки функціонування межового знаку не є довготривалими в часі і відповідно не є ефективними для обліку (тому, що виникає ситуація: в один рік можна закласти багато знаків і враховуючи тривалість недовговічного функціонування нанесених номерів, вважаю, що цей пункт не є досконалим).

Наступні три цифри відображають номер кадастрового кварталу, але на даний час в Україні існує такий кадастровий поділ: зона → квартал → населений пункт → район(місто) → область → держава. Існуюча нумерація передбачає тільки до кадастрового кварталу, тобто облік (врахування кількості межових знаків, щоб їх заготовити) неможливо виконати. Тому ми пропонуємо врахувати особливості адміністративно-територіального устрою країни для обліку межових знаків.

У публікації Криворучка В. Г. нумерація межових знаків в населеному пункті пропонується по часовому принципу за ходом годинникової стрілки [2].

В топографо-геодезичному виробництві нумерація геодезичних знаків складається з географічно-картографічного принципу, а саме вказується номенклатура трапеції масштабу 1:100000, а також

порядковий номер пункту (Геопортал ДГМ України). Такі перераховані нумерації межових геодезичних знаків не є актуальними і не вирішують проблему обліку межових знаків на державному рівні [4].

Адміністративно-територіальний устрій є чотириохривневий: село → район(місто) → область → держава. На державному рівні необхідно вести облік межових знаків [3].

Таким чином наша думка нумерації межових знаків полягає у наступному:

Нумерація межових знаків виконується для власників земельної ділянки, тобто: ділянка → квартал → зона → населений пункт.

Наступний етап нумерації для обліку межових знаків на районному → обласному → державному рівні, тому наступні числа мають складатися з нумерації населеного пункту, району(міста), області згідно адміністративно-територіального устрою України.

Для власника земельної ділянки та суміжних землекористувачів актуальний тільки перший етап нумерації межових знаків, для загальнодержавного значення актуальний весь процес нумерації.

**Висновки:** сучасна технологія нумерації межових знаків повинна полягати в тому, щоб в існуючій системі нумерації не враховувати перші 6 цифр (нетривали в часі), які на наступному етапі замінюємо нумерацією населеного пункту згідно адміністративно-територіального устрою України.

*Перелік посилань на джерела*

1. <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0391-10>
2. <http://zem.ua/ru/41-golovni-pitannya-pro-zemlyu/104-yak-vstanoviti-mezhi-zemelnoji-dilyanki-v-naturi>
3. <http://zsu.org.ua>
4. <http://www.geoguide.com.ua>

**УДК 528.1:528.4**

## **ПІДРАХУНОК ВІКУ ПУНКТІВ ТРІАНГУЛЯЦІЇ В ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

**Галярник М.В., Антонюк Р.Я.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська 15, адреса ел.пошти: admin@nung.edu.ua*

З метою визначення сучасних горизонтальних (вертикальних) рухів земної кори, які відбулися протягом 100 років на території сучасної Івано-Франківської області, необхідно знати які геодезичні пункти збереглися на місцевості на протязі даного періоду.

Знаючи значення координат геодезичних пунктів (системи координат які застосовувалися в Австро-Угорщині, Польщі та колишньому СРСР) та дослідивши відповідні геологічні карти ми можемо привести їх (координати) до єдиної дати спостережень і таким чином по різниці координат визначити величини, знаки сучасних горизонтальних (вертикальних) рухів земної кори [1].

Тому необхідно провести моніторинг геодезичних пунктів на Геопорталі ДГМ України камерально спочатку на топографічних картах а вже потім на місцевості [4].

За цей період геодезичні роботи по створенню планово-висотної мережі виконували геодезичні підрозділи Воєнно-географічного інституту Австро-Угорської імперії, Польщі та польові частини ВТС і партії ГУГК при СРСР, які були представлені на топографічних картах виданих в 1914, 1932, 1990 і 2004 р.р. на геопорталі УкрНДІГК. Дані геодезичні пункти, в основному, на картах представлені умовним знаком – трикутником з відміткою пункту [2,3,4].

На фрагментах топографічних картах 1914, 1932, 1990 і геопорталі ДГМ України ми знаходили геодезичні пункти і відповідно визначали їх вік. Середній вік пункту в Івано-Франківській області становить 79 років.

Топографічні знімання проводили австрійська та російська військово-топографічні служби Австрійської та Російської імперій за довготривалими програмами. Триангуляційні роботи на території України були розпочаті Австрією в 1772 р., а Росією- 1825 р. Першу зйомку Галичини проведено на основі триангуляції у 1773-1774 рр. Під керівництвом австрійського картографа Йозефа Лізганіга. Для цього була побудована триангуляційна мережа і виконані астрономічні спостереження на трьох пунктах (Львів, Ряшів, Краків). Детальна зйомка виконувалась на основі геометричної мережі [2].

Представлені фрагменти топографічних карт охоплюють територію сучасного Івано-Франківська (Станіславова) оскільки місто в топографо-геодезичному відношенні добре розвинуте. Через місто проходять лінії високоточного нівелювання (вузол нівелювання), а також поблизу міста знаходяться пункти триангуляції 1-го, 2 та 3 класів, вік яких становить майже 100 років [2,4].

Знання сучасних горизонтальних рухів земної кори на території Івано-Франківської області дозволить забезпечити безпечну експлуатацію магістральних газопроводів та інших інженерних споруд, які проходять та знаходяться на території області.

*Перелік посилань на джерела*

1. <http://starayakarta.com/skachat-besplatno-programmy-ozexplorer/>



2. Militär-geographisches Institut der österreichisch-ungarischen Monarchie Karten Halicij
3. Wojskowo-geograficzny polski instytut
4. <http://dgm.gki.com.ua/>

---

УДК 332.3

## ДОСВІД СКЛАДАННЯ АБРИСІВ МЕЖОВИХ ЗНАКІВ

Галярник М.В., Гладун І.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська 15, адреса ел.пошти: admin@nung.edu.ua*

Мета нашої роботи дослідження виконання складання абрисів межових знаків для землевпорядних робіт. Нами було проаналізовано геодезичну нормативно-технічну, вітчизняну і зарубіжну літературу та історичні джерела, в яких приводиться опис, відомості про розташування межових знаків на місцевості [1,2,3].

Сучасні нормативні землевпорядні документи пропонують наступну технологію складання абрисів межових знаків.

Складання абрису регламентується нормативними документами і фіксують на бланку абрисів лінійні проміри до характерних орієнтирів точок місцевості. Масштаб таких абрисів є довільний від 1:2000 до 1:100. Характерною особливістю цього абрису є знаходження характерних точок на місцевості і відповідно виконання лінійних вимірів (пряма кутова засічка, зворотня засічка, лінійна).

На нашу думку складання абрисів межових знаків необхідно виконувати з використанням сучасних цифрових технологій та програмного забезпечення, що дозволяє із вертикального цифрового знімку одержати горизонтальне положення місцезнаходження межового знаку на місцевості. При цьому заміри виконуються між елементами топографічної прив'язки, а також зарисовкою (фотографуванням) горизонту. Це характерно для сучасних країн Європи і Америки. При цьому юридичні права правовласності, оренди земельної ділянки землекористувачів не порушується [2].

Недоліком цієї системи є значні юридичні аспекти:

Доступи польових працівників на земельні ділянки різної форми власності, особливо приватної не можливо без згоди землевласників. Ми це пропонуємо називати сервітутом польових землевпорядних робіт. Польовий сервітут – це обмеження прав роботи геодезистів-землевпорядників при встановленні меж. Тому на абрисі межового знаку ми пропонуємо вводити такі поняття як зона допустимої роботи, а також враховувати власність на межові знаки..

**Висновок:** проведене нами дослідження технології складання абрисів, показало юридичну недосконалість робіт по відновленню межових знаків земельних ділянок, що потребує подальших наукових досліджень по данному питанню.

*Література*

1. <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0391-10>
2. <http://zem.ua/ru/41-golovni-pitannya-pro-zemlyu/104-yak-vstanoviti-mezhi-zemelnoji-dilyanki-v-naturi>
3. <http://zsu.org.ua>

---

УДК 528.1 (075.8)

## ПОШУК ГРУБИХ ПОХИБОК У ВИСОТНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖАХ ШЛЯХОМ АВТОМАТИЗОВАНОГО АНАЛІЗУ СЛУЖБОВИХ ДОПУСКІВ. ОПТИМІЗАЦІЯ ВИСОТНИХ МЕРЕЖ

Гринішак М.Я.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
вул. Карпатська 15, адреса ел.пошти: nikolaygrynishak@bigmir.net*

Основною метою геодезичних спостережень є забезпечення достатньої точності одержаних результатів для промисловості та господарських потреб. Головною перешкодою цьому може стати наявність вимірів з похибками, абсолютна величина яких перевищує певну, встановлену для даних умов вимірювання, межу – тобто наявність грубих похибок. Тому виникає завдання організації контролю геодезичних робіт з метою своєчасного усунення грубих похибок із результатів вимірювань або виключення результатів з грубими похибками з мережі. Автором пропонується алгоритм автоматизованої побудови полігонів висотної мережі з аналізом службових допусків у них. Аналізуються величини грубих похибок, які можуть бути знайдені в залежності від конфігурації висотної мережі. Правильність роботи алгоритму перевірена на реальних геодезичних мережах.

Метою досліджень є створення алгоритму автоматизованої побудови полігонів у висотних геодезичних мережах для пошуку грубих похибок шляхом аналізу нев'язок у полігонах. Потрібно отримати розв'язок задачі встановлення довірчих інтервалів для величини грубої похибки, яка може бути знайдена в мережі з використанням запропонованого алгоритму та дослідити можливості пошуку грубих похибок запропонованим методом.

Реалізована можливість автоматичної побудови полігонів ґрунтується на побудові графа класу орієнтованого дерева з коренем, заданого матрицею інцидентності. На основі запропонованого алгоритму в середовищі Visual Basic створений програмний додаток COM+ під назвою «ССЕ» (Calculation of Closure Errors). Правильність роботи додатку перевірена шляхом тестування за допомогою математичного моделювання.

В результаті запропоновано алгоритм автоматизованої побудови полігонів у нівелірних мережах будь-якої складності. Доведено, що аналіз нев'язок у зовнішніх полігонах мережі підвищує достовірність результатів пошуку грубих похибок (відбракування неякісних ходів). Розроблене програмне забезпечення дозволяє автоматизувати процес підрахунку нев'язок у замкнутих полігонах нівелірних мереж. Розв'язано задачу обґрунтування границь, в яких можуть бути ідентифіковані грубі похибки у висотній геодезичній мережі при їх пошуку шляхом аналізу нев'язок у полігонах. Визначені мінімальні значення грубих похибок, більші за які можуть бути ідентифіковані в залежності від числа станцій  $n$  у полігоні нівелірної мережі та наявності  $m$  станцій з грубими похибками, побудовані графічні залежності. Виконано порівняльний аналіз можливостей пошуку грубих похибок відомими на сьогодні методами та запропонованим нами алгоритмом. На прикладі опорної висотної мережі Латвії перевірено можливість застосування запропонованого алгоритму для підвищення точності нівелірних мереж. В результаті аналізу виявлено можливість підвищення точності опорної мережі Латвії на 18% шляхом вилучення з неї одного ходу.

УДК 528.18

## РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОПТИМІЗАЦІЇ ОПОРНОЇ ГНСС-МЕРЕЖІ ДНІСТРОВСЬКОЇ ГАЕС

Дума М.В., Савчин І.Р.

\* Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери 12, Львів, Україна, 79013, E-mail: win32md@gmail.com

В 2003 р. для супроводу будівництва та спостережень за деформаціями схилів у районі розташування основних гідроенергетичних споруд створено опорну ГНСС-мережу Дністровської ГАЕС. Закладена мережа складалася із 15 пунктів, умовно поділених на каркасну та робочу мережі, які відповідно налічували 7 та 8 пунктів [2,3]. Починаючи з 2004 року на пунктах даної мережі проводяться періодичні статичні супутникові вимірювання (сезонними циклами). Опорну ГНСС-мережу Дністровської ГАЕС розширювали і деталізували в процесі будівництва станції тому, в даний час, на досліджуваній території знаходиться 43 пункти спостереження [1]. Проте, процес деталізації та розширення опорної ГНСС-мережі Дністровської ГАЕС проводився без використання методів проектування та оптимізації. Результатом цього є те, що дана мережа є значно витягнутою у північному напрямку вздовж Дністра і не є збалансованою; щільність пунктів не є однаковою; значна кількість пунктів є слабкими, через погану видимість супутників тощо. У зв'язку з цим для якісного виявлення та врахування дії даних чинників опорна ГНСС-мережа Дністровської ГАЕС потребує проведення періодичного аналізу проблемних ділянок та уточнення конфігурації розміщення пунктів. Такі дії призведуть до досягнення максимально можливого результату контролю.

Для вибору оптимального геометричного розміщення нових, а також уточнення положення існуючих пунктів опорної ГНСС-мережі Дністровської ГАЕС було розроблено спеціальну методику оптимізації геометричної конфігурації мережі, яка полягає в пошуку положення пунктів при якому значення критеріїв оптимізації буде мінімальним. Для реалізації даної методики використано програмне забезпечення MathCAD14. Структурно методика оптимізації геометричної конфігурації мережі складається із 3-х взаємопов'язаних блоків.

*Блок-1: Обчислення критеріїв оптимізації.* Даний блок призначений для врівноваження вимірювань в заданій мережі параметричним методом та обчислення детермінанта коваріаційної матриці. В даному блоці на основі вхідних даних виконується формування параметричної матриці  $A$  та матриці ваг  $P$ . На основі отриманих результатів обчислюється коваріаційна матриця. Далше виконується обчислення детермінанта коваріаційної матриці.

*Блок-2: Обчислення напрямку руху кожного пункту при якому спостерігаються зменшення значень критеріїв оптимізації.* Даний блок призначений для визначення для кожного пункту мережі оптимального напрямку при якому спостерігаються зменшення значень критеріїв оптимізації. Для пошуку даного напрямку використовується градієнтний метод, який ґрунтується на пошуку приростів детермінанта коваріаційної матриці.

*Блок-3: Знаходження глобального мінімуму функції та виведення координат оптимальної геодезичної мережі.* Даний блок призначений для послідовного переміщення пунктів по заданих напрямках та обчислення критеріїв оптимізації для нових положень пунктів. В подальшому виконується знаходження глобального мінімуму отриманої цільової функції та виведення координат оптимальної геодезичної мережі.

Оптимізація опорної ГНСС-мережі Дністровської ГАЕС із використанням розробленої методики призвела до покращення точності на 8,3-10,0% в залежності від кількості використаних ГНСС-приймачів.

Підсумовуючи це можна стверджувати, що оптимізація опорної ГНСС-мережі Дністровської ГАЕС повністю підтверджує ефективність розробленої методики оптимізації геометричної конфігурації мережі із застосуванням математичного моделювання. Отже, дану методику можна застосувати для оптимізації інших геодезичних мереж моніторингу.

*Список використаних джерел*

1. Дума М. Оптимізація конфігурації та розміщення пунктів опорної ГНСС-мережі Дністровської ГАЕС / М. Дума, І. Савчин // Збірник тез Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених «GeoTerrace-2016». – 2016. – С. 68–71.

2. Сідоров І. Визначення рухів земної поверхні в районі Дністровської ГАЕС супутниковими та наземними методами / С. Перій, В. Сарнавський // Геодинаміка. – 2015. – № 2(19). – С. 15-25.

3. Третяк К. Сумісне опрацювання супутникових і наземних геодезичних вимірів високоточної мережі будівництва Дністровської ГАЕС / К. Третяк, І. Сідоров. // Вісник геодезії та картографії. – 2012. – №3 (78). – С. 6 – 9.

---

УДК 528.481

## ДО ПИТАННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПРИ КАДАСТРОВИХ ЗНІМАННЯХ

Дутчин М.М., Грицюк Т.Ю., Біда І.В., Федоришин Н.Г.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська 15, Івано-Франківськ, Україна, 76019, ел. пошта: Tetyana\_23@rambler.ru*

Вартість об'єктів нерухомого майна (до яких, в свою чергу, відносять і земельні ділянки) суттєво залежить від їх геометричних параметрів, які визначають із геодезичних вимірювань.

Одним із основних видів геодезичних робіт при кадастрових зніманнях є координування меж і визначення площ земельних ділянок.

Похибки у визначенні площі отримують своє вираження в одиницях вартості земельної ділянки.

Для земель високої містобудівної цінності вартісні значення цих похибок можуть бути досить значними.

У системі Державного земельного кадастру кожна земельна ділянка повинна бути оцінена як за якісними, так і за технічними властивостями, до яких в даному випадку належать розмір і конфігурація ділянки.

Технологія і точність цих робіт регламентуються відповідними документами [1,3], в яких, зокрема, зазначено, що гранична похибка визначення планового положення межових знаків земельної ділянки не повинна перевищувати 0,1 м, а відносна похибка визначення площі 1/1000.

Середню квадратичну похибку  $m_p$  визначення площі земельної ділянки прямокутної форми запишемо у вигляді [2]:

$$m_p = m_t \sqrt{P} \sqrt{(1 + k^2)/2k}, \quad (1)$$

де  $m_t$  - середня квадратична похибка визначення планового положення межових знаків;

$P$  – площа земельної ділянки;

$k$  – коефіцієнт видовження земельної ділянки.

Результати точності визначення площі земельної ділянки в залежності від коефіцієнта видовженості  $k$  наведено в таблиці.

Продовживши розрахунки за формулою (1), отримаємо мінімальні розміри  $P_{min}$  площ ділянок (при  $m_t = 0,1$  м), для яких забезпечується допустима відносна похибка  $m_p/P$  в залежності від  $k$ :

- при  $k=2$ ,  $P_{min}=1,25$  га;

- при  $k=3$ ,  $P_{min}=1,67$  га;

- при  $k=4$ ,  $P_{min}=2,13$  га;

- при  $k=5$ ,  $P_{min}=2,60$  га;

Наведені розрахунки показують, що визначення планового положення межових знаків із середньою квадратичною похибкою  $m_t = 0,1$  м не у всіх випадках забезпечує необхідну точність визначення площі (особливо для земельних ділянок невеликих розмірів).

Між розміром земельної ділянки та ціною 1 кв. м існує певний взаємозв'язок. Як правило, ціна 1 кв. м обернено пропорційна розміру земельної ділянки. Як слідує із [4], найвищу ціну у містах мають земельні ділянки розміром 500-1000 м<sup>2</sup>, які відповідають нормативним параметрам для розміщення багатьох видів підприємницької діяльності.

Таблиця 1 - Точність визначення площі земельної ділянки

( $P = 1,00$  га;  $m_t = 0,10$  м)

$k$	$m_p$	$m_p/P$
1,0	10,00	1/1000
1,5	10,41	1/960
2,0	11,18	1/894
2,5	12,04	1/830
3,0	12,91	1/774
3,5	13,76	1/726
4,0	14,58	1/686
4,5	15,37	1/650
5,0	16,12	1/620

Розрахуємо необхідну точність визначення планового положення межових знаків  $m_t$ , що задовільняє умові точності визначення площ:

$$\frac{m_p}{P} = 1/1000. \quad (2)$$

На основі формул (1) і (2) отримаємо:

$$m_t = \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{(1+k^2)/2k} \cdot 10^3} \quad (3)$$

Формула (3) справедлива для земельних ділянок, розміром  $P \leq 1000 \text{ м}^2$ .

Так, наприклад, для ділянки розміром  $P = 5000 \text{ м}^2$  точність визначення планового положення межових знаків (при  $k=1-5$ ) знаходиться в межах 0,01-0,02 м, що вимагає відповідного підвищення точності геодезичних вимірювань.

Таким чином, необхідний диференційований підхід до точності геодезичних вимірювань, виходячи як із технологічних так і економічних передумов.

*Список використаних джерел*

1. Керівний технічний матеріал із інвентаризації земель населених пунктів. – (наземні методи). ГКНТА – 3. 01.05.-93.- К.: ГУГК, 1993.
2. Перович Л. М., Волосецький Б. І. Основи кадастру (частина 1): навч. Посібник.- Львів – Коломия, 2000. – 128с.
3. Положення про земельно-кадастрову інвентаризацію земель населених пунктів. К.: Держкомзем, 1997.
4. Ступень М. Г., Гулько Р. Й. та ін. Кадастр населених пунктів: Підручник. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2004. – 392 с.

**УДК 629.056.88+551.51**

## ГНСС-МЕТЕОРОЛОГІЯ В УКРАЇНІ

Каблак Н.<sup>1</sup>, С.Савчук С.<sup>2</sup>

*1 Ужгородський національний університет, пл. Народна 3, Ужгород, Україна, 88000,  
e-mail: nataliya.kablak@gmail.com*

*2К, Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери 12, Львів, Україна, 79013,  
e-mail: ssavchuk@polynet.lviv.ua*

Метод для оцінювання та визначення інтегрованої водяної пари в атмосфері на основі ГНСС-спостережень ґрунтується на оцінюванні тропосферної затримки сигналів ГНСС-супутників. Перевагою методу є можливість його неперервної реалізації на існуючій ГНСС-інфраструктурі (мережі активних референціальних станцій з єдиним центром управління), а також те, що отримані на основі ГНСС-вимірювань значення показника водяної пари не залежать від падіння дощу та наявності хмар.

Результатом спільної роботи Ужгородського національного університету (заявник проекту) та партнерів – Мішкольцького університету (м. Мішкольц, Угорщина), Вігорлатської обсерваторії (м. Гуменне, Словаччина), Центру асоціації досліджень, інновацій та передачі технологій «NORDTech» (м. Бая-Маре, Румунія), Міжнародної асоціації інституцій регіонального розвитку МАІРР (м. Ужгород) став міжнародний проект HUSKROUA/1101/252 ([www.gnssnet.hu](http://www.gnssnet.hu)). В ході виконання проекту побудовано систему дистанційного моніторингу атмосфери яка передбачається, що супутникові дані з мережі активних референціальних станцій UA-EUPOS/ZAKPOS та метеодані з метеорологічних станцій, зібрані на транскордонній території обробляються за допомогою програмного забезпечення Alberding GNSS Status Software. Програмний пакет Alberding GNSS Status Software використовує потоки вихідних даних референціальних GNSS-станцій в режимі реального часу та абсолютний метод точного позионування для визначення величин ZTD кожної станції спостережень окремо ([www.alberding.eu/en/GNSSStatus.html](http://www.alberding.eu/en/GNSSStatus.html)). Наразі дані від 38 активних референціальних GNSS станцій та метеорологічні дані опрацьовуються у трьох аналітичних центрах: один для моніторингу параметрів тропосфери в режимі реального часу (Ужгородський національний університет), один для аналізу

параметрів атмосфери у часі, близькому до реального (Мішкольський університет) і один для пост-обробки (Національний університет «Львівська політехніка»).

Просторово-часові розподіли значень тропосферної затримки та вмісту водяної пари в тропосфері на мережі активних референцних станцій в режимі реального часу, можуть стати цінною інформацією в сфері оперативного числового прогнозування погоди та розвитку нового напрямку геодезії в Україні – ГНСС-метеорології. Отримані результати досліджень також можна спрямувати для практичного застосування ГНСС-технологій з метою попередження виникнення надзвичайних природних явищ та захисту навколишнього середовища.

УДК 528.7

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ МАСШТАБНИХ КОЕФІЦІЕНТІВ ФОТОПЛАНІВ

Ковтун В.М., Дорош Л.І.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
E-mail: liubov.dorosh@gmail.com

За останні роки стрімко зріз інтерес до використання різного виду космічного матеріалу не тільки для спеціальних інженерно-геодезичних вишукувань, але й у різних областях людської діяльності [1]. Тому виникають деякі проблеми з опрацюванням матеріалів космозйомки, подальше опрацювання яких впливатиме на точність визначення віддалей, координат та ін..

Проблеми застосування даних аерокосмічного знімання для картографічного забезпечення землеустрою висвітлені в роботах таких вчених: А.А. Лященко, О.Л. Дорожинський, Л.М. Перович, С.Г. Могильний, П.І. Баран, Р.М. Рудий, Ю.О. Карпінський та інші.

Беручи до уваги публікації [2, 3] було прийнято рішення проаналізувати точність масштабування фотоплану та встановити чи дійсно найбільш точним масштабування буде досягнуто використовуючи найдовший відрізок. Також метою дослідження було знаходження такого коефіцієнту масштабування фотоплану з використанням якого похибки довжин контрольних відрізків були мінімальними.

Областю досліджень було обрано картографічний матеріал, наданий ЦПОСІ. Маючи інструментальні виміри ліній та значення довжин отриманих з картографічного матеріалу були встановлені коефіцієнти масштабування для кожного відрізка. Зрозуміло, що для кожного відрізка цей коефіцієнт відрізнявся, тому використовуючи один коефіцієнт для всіх відрізків виникали похибки у довжинах інших відрізків, це дало змогу розрахувати СКП віддалі для кожного масштабного коефіцієнту. СКП віддалі була розрахована за відомою формулою Гауса:

$$m = \sqrt{\frac{\sum \Delta S_i^2 * P_i}{n}} \quad (1)$$

$$P = \frac{S_o}{\sum S_o} \quad (2)$$

$P$  – вага;  $\Delta S_i$  – різниця між вимірним ( $S_i$ ) і дійсним значенням ( $S_o$ );  $n$  – кількість відрізків. До прикладу, наведемо розрахунок СКП віддалі для відрізка 11 м у таблиці 1.

Таблиця 1 – Розрахунок СКП для віддалі довжиною 11 м

№ будівлі	Довжина відрізка $S_o$ , м	Коеф. масштабування	Довжина відрізка на карті, м	Довжина відрізка після масштабування $S_k$ , м	$\Delta S$	$\Delta S^2$	Ваги, P	$\Delta S^2 * P$	m, м
247	11	0,400465	27,4681	11	0	0	0,028503	0	0,4761
248	29,5		74,7089	29,9183	0,4183	0,174975	0,076441	0,013375	
253	24,8		63,0916	25,266	0,466	0,217156	0,064262	0,013955	
200	61,08		153,4875	61,4664	0,3864	0,149305	0,158271	0,023631	
232	24,22		62,0988	24,8684	0,6484	0,420423	0,062759	0,026385	
204	18,7		48,1142	19,2801	0,5801	0,336516	0,048456	0,016306	
201	19,8		48,2047	19,3043	-0,4957	0,245718	0,051306	0,012607	
202	19,02		49,6544	19,8848	0,8648	0,747879	0,049285	0,036859	
225	24,8		63,0204	25,2375	0,4375	0,191406	0,064262	0,0123	
237	92		236,0269	94,5205	2,5205	6,35292	0,238391	1,514481	
228	61		158,022	63,2823	2,2823	5,208893	0,158064	0,823338	

На основі проведених досліджень, нами була сформована зведена таблиця результатів (таб.2). В ній наведені значення середньоквадратичних похибок, довжин відрізків які використовувалися для масштабування, а також віддаленість кожного відрізка від центру знімку.

Таким чином, використовуючи отримані дані, були знайдені кореляційні зв'язки між величинами [4]. Розрахований коефіцієнт кореляції Пірсона між СКП та довжиною відрізка для масштабування становить -0,315, що свідчить про зворотну середню залежність. Також розрахований коефіцієнт між СКП та віддаленістю від центру знімка -  $r=0,277$ , що свідчить про низьку залежність між цими величинами.

Таблиця 2 – Зведена таблиця одержаних результатів

№ будівлі	Довжина відрізка масштабування, м	Коефіцієнт масштабування	СКП, м	Віддаленість, м
247	11	0,4004645389	0,47609	2046,355
248	29,5	0,3948659397	0,25261	2051,5187
253	24,8	0,3930792689	0,21014	658,0271
200	61,08	0,3979477156	0,37334	1042,2086
232	24,22	0,3900236397	0,20756	1667,4216
204	18,7	0,3886586496	0,20426	1185,076
201	19,8	0,4107483295	0,92334	1463,0292
202	19,02	0,3830476252	0,39219	979,873
225	24,8	0,3935233670	0,31916	598,1962
237	92	0,3897860795	0,18641	594,7198
228	61	0,3860221994	0,27992	320,3633

Також були розраховані коефіцієнти кореляції Спірмена, як такі, що характеризують непараметричні залежності між величинами. Отримавши такі ж самі значення залежностей, можемо стверджувати про їх достовірність.

**Таблиця 3 – Коефіцієнти кореляції**

		Довжина	Віддаленість
Кореляція Пірсона	СКП	-0,315	0,277
Кореляція Спірмена		-0,360	0,236

Використовуючи метод найменших квадратів було розраховано значення масштабного коефіцієнту фотоплану при якому похибки в довжинах контрольних відрізків були мінімальними, він становить  $k=0,390735874$ , хоча середнє значення становить  $k_{cp}=0,393469759$ .

В результаті проведених досліджень було встановлені кореляційні зв'язки СКП знаходження довжини відрізка з довжиною відрізків (-0,315), та з віддаленістю відрізків від центру фотоплану (0,277). За отриманими значеннями коефіцієнтів кореляції та даними наведеними у таб.2 можна стверджувати, що існує зворотна середня залежність між довжиною відрізка та СКП, а також низька залежність між віддаленістю та СКП. Отримавши значення коефіцієнту масштабування, знайденого за допомогою методу найменших квадратів у програмному комплексі Mathcad ( $k=0,390735874$ ) та встановивши, що він відрізняється від середнього значення ( $k_{cp}=0,393469759$ ) можна стверджувати, що для масштабування фотоплану не достатньо використовувати найдовший відрізок чи середнє значення з усіх коефіцієнтів масштабування.

#### Література

1. Баран П.І. Про використання космічних знімків для кадастру земель та великомасштабного картографування / П.І. Баран, Н.А. Міцкевич, І.І. Олексій, Л.В. Примаєк, О.В. Примаєк, В.О. Сулима, В.Г. Сушко // Вісник геодезії і картографії. – 2006. – № 6. – С.31–37.
2. Барладін О.В. Використання даних дистанційного зондування Землі для створення актуальних електронних ресурсів / О.В. Барладін, Л.І. Миколенко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2011. – № 21. – С.162–166.
3. Бурак К.О. Дослідження можливостей використання матеріалів космознімання для визначення площ / К.О. Бурак, Л.І. Дорош // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2015. – № 30. – С.162–166.
4. Мармоза А.Т. Теорія статистики [текст] / А.Т. Мармоза – 2-ге вид. та доп. – К.: «Центр учбової літератури», 2013. – 592 с.

#### УДК 528.3

### ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДІВ НІВЕЛЮВАННЯ ПРИ СТВОРЕННІ ВИСОТНОЇ ОСНОВИ НА ТЕРИТОРІЇ ШАЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

Корлятович Т.Ю.

Національний університет «Львівська політехніка»  
м. Львів вул. С. Бандери 12, 79000 tetiasek@gmail.com

Експлуатація Хотиславського піщано-крейдового родовища, яке розташоване на території Білорусії, становить потенційну загрозу для Західного Полісся, зокрема для Шацького національного природного парку. Це може спричинити зниження рівнів води в усьому Шацькому поозер'ї. Для цього регіону характерна наявність глибинних тектонічних розломів, що також може негативно впливати на розвиток території.

Для дослідження даної екологічної проблеми потрібно зв'язати у єдину систему висот три види вод: підземні, ґрунтові та поверхневі води Шацького заповідника та проводити постійний моніторинг за динамікою зміни їх рівня.

Станом на 2016 рік проведено обстеження, раніше закладеної різними відомствами Радянського Союзу і довоєнної Польщі нівелірної мережі II та III класів і мережі триангуляції 2 – 4 класів, на території Шацького національного природного парку. Влітку 2015 року було створено висотний полігон навколо озера Пісочне геометричним нівелюванням за програмою III класу. В структуру полігону входять вже існуючі пункти нівелірної мережі а також додатково було закладено чотири стінних репери, три горизонтальні марки. Його довжина становить 26,8 км. Складається з 14-ти пунктів.

До даного полігону було здійснено прив'язку водомірних постів 7 озер, глибинних та ґрунтових свердловин. Довжина розвинутого полігону (після прив'язки) 51 км.

Особливістю території Шацького національного природного парку є заболоченість, лісистість та значна кількість озер. Через це, прокладання нівелірних ходів III класу пов'язано з певними труднощами, а саме: обхід озер та заболочених ділянок. Виконання вимог інструкції нівелювання для III класу (нерівність плеч, видимість між нівеліром та рейкою та ще й заборона вирубки просік через заповідну територію) в залісненій місцевості змушувало збільшувати кількість станцій в нівелірному ході, що в свою чергу веде до збільшення похибок нівелювання. Одним із найоптимальніших варіантів розв'язання цього питання є передача висоти через водну поверхню тригонометричним нівелюванням.

Для дослідження двох методів нівелювання: геометричного та неодностороннього двостороннього тригонометричного нівелювання було вибрано ділянку висотного полігону, де прокладали нівелірний хід III класу через ліс із обходом озера Пісочне. Довжина нівелірного ходу ПП2-ПП10 становить 1,5 км. Нівелювання по програмі III класу виконували цифровим нівеліром Dini 22 Trimble з використанням штрих-кодових складованих рейок.

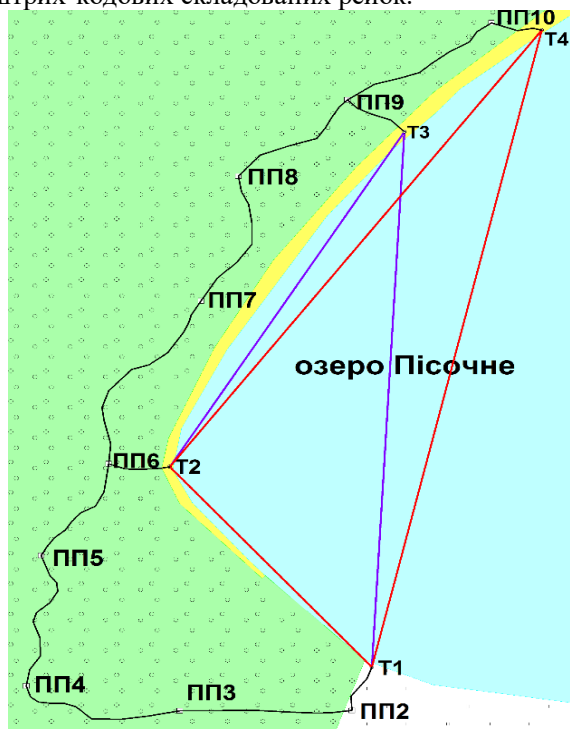


Рис.1 Схема розташування закладених пунктів та прив'язки їх до пунктів полігонометрії

Для експерименту, на березі озера закладено 4 пункти Т1,Т2,Т3,Т4 таким чином, щоб утворилися 2 трикутники ( $\Delta T1T2T3$ ,  $\Delta T1T2T4$ ) із взаємною видимістю між точками (рис.1). І ще одним фактором у виборі місця закладки пунктів була їх близькість розташування до пунктів полігонометрії через які виконувалося нівелювання III класу. (прив'язка виконувалася з однієї станції)

Вимірювання виконувались тахеометром фірми Leica TC 2003 (приладова точність вимірювання кутів 0.5", а ліній 1мм+1ppm). Вимірювали висоту приладу та відбивачів за допомогою спеціального обладнання із застосуванням відлічування методом фотофіксації.

Вихідною висотою вибрали висоту пункту Т1 та опрацювання результатів вимірювань виконувалось у програмному комплексі Credo\_DAT.

Значення  $\Delta h1$  - це різниця перевищень між геометричним та одностороннім тригонометричним нівелюванням;  $\Delta h2$  - це різниця перевищень між геометричним та двостороннім тригонометричним нівелюванням;  $\Delta h3$  - це різниця між перевищенням, яке отримали з геометричного нівелювання та перевищенням, яке обчислили з врахуванням коефіцієнта рефракції;  $\Delta h4$  - це різниця між перевищенням, яке отримали з геометричного нівелювання та врівноваженими перевищеннями за допомогою програмного комплексу Credo\_DAT.

Таблиця 1 - Порівняння результатів геометричного III класу та тригонометричного нівелювання

Назва станції	Назва пункту	h геометр. (М)	h односторонне триг. (М)	$\Delta h1$ (мм)	h двосторонне триг. (М)	$\Delta h2$ (мм)	h обч. з врахування коэф. рефр. (М)	$\Delta h3$ (мм)	h врівн., (М)	h4 (мм)
1	3	-1,0035	-1,0297	-26,2	-0,9998	3,7	-0,9980	5,5	-1,001	2,5
	2	-0,8465	-0,8660	-19,5	-0,8467	-0,2	-0,8538	-7,3	-0,846	0,5
	4	-0,265	-0,2913	-26,3	-0,2586	6,4	-0,2615	3,5	-0,259	0,6
2	1	0,8465	0,8274	-19,1					0,846	
	4	0,5815	0,5436	-37,9	0,5874	5,9	0,5811	-0,4	0,588	6,5
3	3	-0,157	-0,1877	-30,7	-0,1554	1,6	-0,1649	-7,9	-0,155	2,0
	1	1,0035	0,9699	-33,6					1,001	
4	2	0,157	0,1231	-33,9					0,155	
	1	0,265	0,2260	-39,0					0,259	
	2	-0,5815	-0,6311	-49,6					-0,588	
			<b>fh<sub>абс сер.</sub></b>	<b>-31,5</b>		<b>3,5</b>		<b>-1,3</b>		<b>3,5</b>
			<b>с.к.п.</b>	<b>9,4</b>		<b>2,8</b>		<b>6,1</b>		<b>2,6</b>

Як видно з таблиці, середнє абсолютне значення похибок між геометричним та одностороннім тригонометричним нівелювання становить -31,5 мм, а с.к.п. дорівнює 9,4 мм. Середнє абсолютне значення похибок між геометричним та двостороннім тригонометричним нівелювання становить 3,5 мм, а с.к.п. дорівнює 2,8 мм. Середнє абсолютне значення похибок між перевищенням, яке отримали з геометричного нівелювання та перевищенням, яке обчислили з врахуванням коефіцієнта рефракції становить -1,3 мм, а с.к.п. дорівнює 6,1 мм. Середнє абсолютне значення похибок між геометричним та врівноваженим перевищенням за допомогою програмного комплексу Credo\_DAT становить 3,5 мм, а с.к.п. дорівнює 2,6 мм.

Отже, результати неодночасного двостороннього тригонометричного нівелювання досягають точності вимог інструкції геометричного нівелювання III класу, навіть припустивши, що проклавши нівелірний хід на пряму по лінії візування, допустима похибка у нівелюванні становила би

$$m_h = 10 \text{ мм} \sqrt{L(\text{км})} = 10 \sqrt{0,9} \approx 10 \text{ мм}.$$

Отже, хід геометричного нівелювання III класу довжиною до 1500 м можна замінити неодночасним двостороннім тригонометричним нівелюванням над водною поверхнею озера Пісочне із економічною вигодою і запасом необхідної точності.

УДК 528.1: 528.4

## ДИСТАНЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ НАФТОГАЗОПРОВІДІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Кухтар Д.В.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, 76019, e-mail: mailden@meta.ua*

На сьогодні безпілотні авіаційні системи широко застосовуються не лише у військовій, але і у цивільній сфері для виконання завдань пов'язаних з моніторингом екологічного стану природного середовища, інспектуванням інженерних споруд, боротьбою із наслідками стихійних лих або техногенних аварій [1].

В Україні галузь безпілотної авіаційної техніки лише набуває масштабного розвитку. При цьому відсутня така важлива складова як нормативно-правова база щодо застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для моніторингу стану об'єктів довготривалої експлуатації. До такого виду об'єктів відносяться лінійні інженерні споруди, у тому числі нафтогазопроводи.

Утримання трубопровідних систем у справному, надійному та безпечному стані – складна задача, враховуючи велику кількість факторів. Серед них варто зазначити: значну протяжність по всій території України, віддаленість від великих населених пунктів, експлуатацію в складних геокліматичних умовах (Карпатський регіон), великі діаметри і робочі тиски. Проблема забезпечення експлуатаційної надійності трубопроводів не втрачає актуальності як для вітчизняних так і для закордонних нафтогазотранспортних компаній. Це передусім пов'язано з вичерпанням проектного ресурсу трубопроводів та негативним впливом техногенних аварій, що завдають величезних економічних та екологічних збитків.

Аналіз досвіду закордонних компаній, у вирішенні таких завдань, допомагає з вибором сучасних методів та засобів для забезпечення надійної роботи трубопровідних магістралей. Комбінація GNSS обладнання і аерознімання особливо ефективна для проведення моніторингу лінійної частини магістральних трубопроводів [2]. У порівнянні з наземними методами, матеріальні витрати на один кілометр трубопроводу для такого способу контролю є найменшими. Перевагою аерознімання є можливість отримати додаткову інформацію про положення річкових русел, зміни в рослинному покриві, активізацію ерозійних процесів уздовж траси [3].

Розглядаючи можливість застосування аерознімання для моніторингу надземних переходів трубопроводів, варто підкреслити, що надземні переходи споруджують в місцях перетину річок, ярів та інших перешкод. Тому не раціонально піднімати в повітря літак або вертоліт для знімання окремих переходів, довжиною кількисот метрів. Крім цього, у випадку аварійних ситуацій, не завжди можна замовити виконання аерознімання в короткі терміни. Альтернативним варіантом є використання малих безпілотних літальних апаратів.

Серед переваг використання БПЛА для моніторингу стану трубопроводів різного призначення є: можливість отримання оперативної інформації про стан об'єкту (пошук витоків, або місць несанкціонованої діяльності сторонніх осіб); низька собівартість моніторингу у порівнянні з традиційними авіаційними або космічними системами; отримання наглядних фото- та відеоматеріалів; можливість зйомки у важкодоступних та небезпечних для перебування людини місцях. Зйомка з повітря за допомогою різноманітного обладнання (багатоканальна зйомка цифровою камерою, зйомка в інфрачервоному діапазоні спектра) дає змогу отримати інформацію не лише про положення трубопроводу, але й дані про активізацію корозійних процесів труби в ґрунті або пошкодження



теплоізоляційних кожухів труб. Безпілотний літальний апарат, оснащений лазерним детектором метану, ефективний для виявлення місць витоків газу на трубопроводах.

До цього часу великі нафтогазові компанії не мають власних підрозділів, які б впроваджували у виробничий процес комплекси БПЛА. Перевага надається послугам незалежних підрядників. Однак стрімкий розвиток безпілотної авіації може кардинально змінити цю ситуацію. Тому вважаємо актуальним питання розробки наукових основ застосування БПЛА для моніторингу лінійних інженерних споруд та формування відповідних нормативних документів.

#### Література

1. Глотов В. Аналіз можливостей застосування безпілотних літальних апаратів для аерознімальних процесів / В. Глотов, А. Гуніна // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Вип. II (28). Львів – 2014, с. 65-70.
2. Dieter Hausamann, Monitoring of gas pipelines – a civil UAV application / D. Hausamann, W. Zirnig, G. Schreier, P. Strobl // Aircraft Engineering and Aerospace Technology, Vol. 77 Iss: 5, pp. 352 – 360.
3. Banica A. Detection flying high / Adrian Banica // [Електронний ресурс] – доступ до ресурсу: <http://www.synodon.com/wp-content/uploads/2013/03/May-2013-World-Pipelines-Detection-Flying-High.pdf>

УДК 528

## РОЗРАХУНОК ТОЧНОСТІ ПОЛІГОНОМЕТРИЧНИХ ХОДІВ

Літинський В.О., Перій С.С.

Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. Карпінського, 6, м. Львів-13, 79013, Україна

Як відомо, полігонометричні (теодолітні) ходи можуть бути витягнуті  $\eta = \frac{Y_{\max}}{L} \leq \frac{1}{8}$  і зігнуті –  $\eta > \frac{1}{8}$ . У вище наведених формулах  $Y_{\max}$  – віддаль, від замикаючої ходу, до найбільш віддаленого пункту.  $L$  – довжина замикаючої. С.к.п.  $M$  пункту полігонометричного ходу в найслабшому місці (в середині ходу) для витягнутих ходів обчислюють

$$M^2 = m_S^2 \cdot n + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \frac{n+3}{12} \quad (1)$$

Для зігнутих:

$$M^2 = m_S^2 \cdot n + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [D_{\text{ци}}^2] \quad (2)$$

Обчислимо  $M$  для ходів у яких:  $n$  – кількість сторін;  $m_S$  – с.к.п. вимірювання однієї сторони;  $m_\beta$  – с.к.п. вимірювання кута;  $L$  – довжина ходу;  $[D_{\text{ци}}^2]$  – сума квадратів віддалей від центра ваги ходу до кожного пункту ходу. Наприклад:

Назва ходу	$L$ , м	$n$	$m_\beta$ , сек	$m_S$ , м	$\eta$	$[D_{\text{ци}}^2]$ , м <sup>2</sup>	$M$ , м ВИТЯГН.	$M$ , м ЗІГН.
1	8630	12	3	0,020	$\frac{1}{7,4}$	$3161 \times 10^4$	0,156 1:55100	0,107 1:80521
2	6750	8	3	0,020	$\frac{1}{4,8}$	24730000	0,110 1:61500	0,092 1:73500
3	7175	9	3	0,020	$\frac{1}{3,2}$	35340000	0,120 1:59600	0,105 1:68200

Як бачимо зігнуті ходи точніші у порівнянні з витягнутими, які мають однакові характеристики. Отже, виконавши розрахунки для витягнутих ходів ми задовільнимо точність зігнутих ходів. Тому, в подальшому виконуватимемо розрахунки для витягнутих ходів.

Перетворимо формулу (1) так

$$\left(\frac{M}{L}\right)^2 = \left(\frac{m_S}{S}\right)^2 \frac{1}{n} + \frac{m_\beta^2}{\beta^2} \frac{n+3}{12} \quad (3)$$

Залежно від того, що ми задаємо, чи с.к.п.  $M$  положення найслабшого пункту ходу, чи  $m_S$  - с.к.п. вимірювання лінії, чи  $m_\beta$  = с.к.п. вимірювання кута та кількість сторін, можна обчислити шукані величини.

Так Інструкція з топографічного знімання вимагає, що для отримання відносної похибки  $\frac{1}{25000}$ , потрібно виконувати вимірювання сторін, довжиною до 500 м, з точністю  $m_S = 10$  мм, а кутів  $m_\beta = 3''$ .

Розрахувавши  $m_\beta$  за формулою (3), якщо  $\frac{M}{L} = \frac{1}{25000}$ , а  $m_S = 10$  мм, для  $n = 10$ ,  $S = 500$  м, отримаємо відносну похибку значно меншу ніж вимагає Інструкція  $\frac{M}{L} = \frac{1}{61000}$ ;  $M = 0,089$  м.

Якщо прийняти згідно з Інструкцією  $\frac{M}{L} = \frac{1}{25000}$ , а решту даних такі ж, як подано вище і за цими даними розрахувати  $m_\beta$ , то  $m_\beta = 7.8''$ .

Наприклад, для визначення положення вершини межі земельної ділянки зі с.к.п.  $M = 0,2$  м, с.к.п. вимірювання ліній  $m_S$  у ході для вищенаведених даних дорівнюватиме  $m_S = 0,58$  м;  $\frac{m_S}{S} = \frac{1}{8500}$ .

Якщо  $M = 0,2$  м і  $m_S = 20$  мм, то для вищенаведених даних  $m_\beta = 7,5''$ .

Отже, як бачимо з вищенаведених розрахунків для прокладання полігонометричних (теодолітних) ходів потрібно, користуючись формулою (3), прораховувати в проєкті необхідну величину за іншими заданими величинами, що приведе до значного зменшення об'ємів робіт.

**Зауважимо**, що у курсі геодезії під час розрахунку допусків на окреме джерело похибок лінійних вимірювань, чи на окреме джерело похибок кутових вимірювань приймають, що поздовжній зсув  $t$  дорівнює поперечному зсуву  $u$ . Тоді

$$t = \frac{L}{T\sqrt{2}}, \quad \text{а також} \quad u = \frac{L}{T\sqrt{2}}. \quad (4)$$

Нехай похибка вимірювання температури, яку можна отримати за допомогою мобільного телефону, у місці виконання вимірювань ліній ходу дорівнює  $4^\circ\text{C}$ , що призводить до похибки вимірювання ліній довжиною 1 км – 4 мм. Похибка вимірювання тиску – 4 мм рт. ст. приведе до похибки вимірювання ліній 1 км – 2 мм. Приладова похибка, визначена на взірцевому базисі 2-го розряду (точність базиса – 2 мм) – 3 мм. Похибка у вимірюванні 1-км лінії через похибку визначення перевищення технічним нівелюванням ( $m_h = 50$ мм) дорівнюватиме

$$m_{S_h} = \frac{h}{S} m_h = \frac{50}{900} 50 \cong 3 \text{ мм.}$$

Похибка вимірювання лінії 0,9-км обчислена за формулою лінійної регресії  $m_S = a + b \times D(\text{км}) = 2 + 2 \times 0.9 \cong 4 \text{ мм.}$

Отже сумарна похибка вимірювання лінії довжиною 0,9 кілометр дорівнюватиме:

$$m_S = \sqrt{4^2 + 2^2 + 3^2 + 3^2 + 4^2} \cong 8 \text{ мм.}$$

Поздовжній зсув, для максимальної довжини ходу 14 км з 15 сторонами, згідно із (1) дорівнюватиме  $t = m_S \sqrt{n} = 8\sqrt{15} = 31 \text{ мм.}$

Поперечний зсув для цих же даних

$$u^2 = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} L^2 \frac{n+3}{12} = \frac{3^2}{206265^2} 14000^2 \frac{15+3}{12}. \quad u = 250 \text{ мм.}$$

Звідси  $u = 8t$ .

Можливо не враховані всі похибки у лінійних вимірюваннях, наприклад, такі як центрування чи ще інші, тому з упевненістю можна вважати що  $u = 6t$ . Тоді формули (4) виглядатимуть так:

$$t = \frac{L}{6.1 \cdot T}, \quad i \quad u = \frac{L}{1.02 \cdot T}. \quad (5)$$

Тепер згідно з (1)

$$u = \frac{m_\beta}{\rho} L \sqrt{\frac{n+3}{12}}. \quad (6)$$

Прирівнявши праві частини (5) і (6) і розв'язавши рівняння відносно  $m_\beta$ , отримаємо для  $T=25000$   $m_\beta = 6,6''$ . Тоді як для  $t = u$  -  $m_\beta = 4,8''$ . Так само, прийнявши потрібну величину  $m_\beta$ , можемо знайти  $m_s$ .

УДК 528.48

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ НАДЗЕМНОГО ПЕРЕХОДУ МГ «БОГОРОДЧАНІ – ДОЛИНА» ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ГЕОДЕЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Матіщук А.В., Грицюк Т.Ю.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15, Івано-Франківськ, Україна, 76019, ел. пошта: Tetyana\_23@rambler.ru

Магістральні газопроводи відносяться до об'єктів підвищеного ризику. Їх небезпека визначається сукупністю небезпечних виробничих чинників процесу транспортування і небезпечних властивостей продукту, що транспортується. Об'єктом досліджень є надземні переходи ділянки магістрального трубопроводу «Богородчани-Долина» на переході через р. Чечва 24,24 км. Даній проблематиці присвячені роботи [1,2,3].

Діагностичне обстеження та визначення просторового положення дозволяють здійснити математичне моделювання напружено-деформованого стану надземного переходу газопроводу в спеціальному програмному забезпеченні (див. рис. 1), виконати розрахунок напружено - деформованого стану металу газопроводу на підставі даних, отриманих під час технічного діагностування.

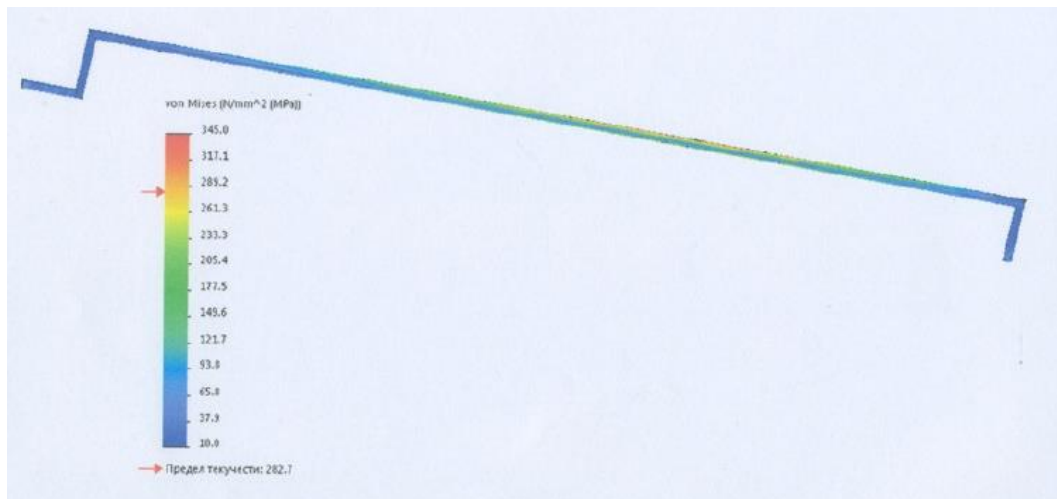


Рис. 1 – Напружено-деформований стан трубопроводу методом комп'ютерної імітації

Визначення напруженого стану металу газопроводу приладовими методами проводиться в характерних перетинах з можливим максимальним значенням напруження, які визначаються на основі попередніх розрахунків за даними виконавчо-експлуатаційної документації (в т. ч. за даними попередніх обстежень), результатами геодезичних вимірювань (обов'язково контроль виконується на компенсаторах, до та після анкерних (нерухомих) опор, в місцях максимальних прогинів трубопроводу).

Метою геодезичних вимірювань є визначення просторового положення конструктивних елементів переходу і їх зміни в часі. Трансформоване, у порівнянні із проектним, просторове положення опор, пілонів, трубопроводів і т. д., викликає зміну розрахункового напруженого стану елементів конструкцій й може привести до аварійних ситуацій.

Геодезичне обґрунтування на об'єкті створюють для визначення відміток і координат пунктів, які служать опорою для спостережень за переміщенням конструкцій переходу і трубопроводу.

Геодезичні дані дозволяють розрахувати стрілки пружного прогину трубопроводу між опорами.

За даними спостережень були виконані виміри на 207 контрольних пікетів.

Замірялись перевищення відміток відносно одна одної в точках а, б, в (див. рис. 2), де: а, в – точки в опорному перерізі, аб = бв.

За точку відліку прийнята точка в, перевищення визначили відносно її:

аА = а – в; бБ = б – в.

По перевищеннях будували розрахунковий трикутник авА, з якого знаходили по формулі довжину хорди ав:

$$ав = \sqrt{аА^2 + вА^2}$$

З подібності трикутників  $\Delta ABA$  та  $\Delta BBA$  визначили:

$$B = \text{далі } gb = aB - gB$$

$$\text{Стріла прогину } gd = \frac{gb \cdot aA}{av}$$

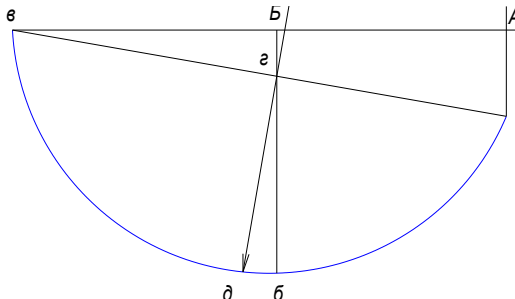


Рис. 2 - Визначення стрілки пружного прогину трубопроводу між опорами

За результатами спостережень отримано, що максимальний прогин між опорами  $\epsilon$  в межах від - 117 до 85 мм, а зміщення лінійної частини від проектного експлуатаційного положення в межах від 365 мм вправо до 216 мм вліво при загальній довжині надземного переходу 440,918 м.

На даних ділянках необхідно провести дослідження напруженого стану металу газопроводу приладовими методами. В одному перетині виконують заміри напружень як в поперечному, так і повздовжньому напрямках у 4-ох точках ( $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$ ), додаткові заміри виконуються з метою локалізації місця найвищих напружень. Вимірювання напруженого стану металу газопроводу проводилось твердоміром портативним комбінованим МЕТ-УД. За результатами вимірювань було визначено механічні властивості металу повітряного переходу газопроводу: межу міцності, межу плинності, допустиме напруження по межі міцності, допустиме напруження по межі плинності.

За результатами виконаного аналізу проектної та виконавчої документації встановлено: на час проведення обстеження магістрального газопроводу при визначенні коерцитивної сили та комп'ютерної імітації напруженого стану магістрального газопроводу метал трубопроводу перебуває в режимі надійної експлуатації. Трубопровід може експлуатуватися з робочим тиском 7,5 МПа при умові дотримання вимог НПОП 60.3-1.01-10 «Правила безпечної експлуатації магістральних газопроводів».

**Висновки:** За результатами обстеження рекомендується проведення наступних робіт: періодично проводити приладові спостереження просторового положення конструкцій та елементів переходу. Виконувати дослідження напружено-деформованого стану газопроводу для своєчасного прийняття необхідних заходів. Проводити комплексні обстеження конструкцій переходу згідно з затвердженими керівником газотранспортного підприємства програмами обстежень. Обсяги та терміни виконання робіт з обстежень встановлюються виходячи з фактичного технічного стану наземного переходу магістрального газопроводу та вимогами діючих норм документів.

#### Список використаних джерел

1. Тревого І. Особливості визначення просторового положення надземних переходів магістральних газопроводів з використанням електронного тахеометра у безрефлекторному режимі. / Тревого І., Ільків Є., Кухтар Д. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, - 2011. – с.124 - 128.
2. Бурак К. Е. К выбору методики геодезических наблюдений за напряженно-деформированным состоянием трубопроводов на оползневых участках / К. Е. Бурак // Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 1980. – №17. – С. 107-111.
3. Перович Л. Н. Разработка методов и средств геодезического контроля деформаций инженерных сооружений магистральных газопроводов: автореф. дис. на соискание уч. ступени д. техн. наук: спец. 05.24.01 – «Геодезия» / Л. Н. Перович. – Львов, 1990. – 42 с.

УДК 528.94

## ВИКОРИСТАННЯ GPS-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГЕОТУРІВ

Мельник А. В.

Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»  
88000, м. Ужгород, пл. Народна, 3 avmelnuk@ukr.net

У сучасних умовах пошук необхідної для користувача геопросторової інформації відбувається завдяки широкій взаємодії геоінформаційних і мережових технологій. З'являються і розвиваються веб-середовища, краудсорсингові проекти, які надають нові способи зручного звернення до географічного пізнання. Географічні інформаційні системи плюс глобальна мережа Internet, озброєні Web-серверами стають глобальною геоінформаційною інфраструктурою

Географічні бази даних для загального використання, разом з геопросторовими оглядачами (засобами перегляду) також змінюють спосіб організації робочих процесів і взаємодії [http://www.dataplus.ru/ARCREV/Number\\_58/Images/3.jpg](http://www.dataplus.ru/ARCREV/Number_58/Images/3.jpg). Веб-картографічні проекти і увага до них зростають. Цей новий вид публікації карт і є майбутнє традиційної картографії, природно, з цілою низкою нововведень, які можливі в новій технології.

Про беззаперечну важливість появи та впровадження зазначених вище нових геопросторових технологій свідчить проведення в Кореї в жовтні 2011 року першої зустрічі Експертної комісії ООН по Глобальному Управлінню Геопросторовою Інформацією (Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (GGIM), лейтмотивом якої був розгляд питань щодо майбутніх напрямків розвитку геопросторових даних.

Як відомо, ефективне використання повного потенціалу GPS-пристроїв не можливе без адекватної картографічної підтримки. Важливу роль в успішності ведення бізнесу в туризмі відіграє сучасна та ефективна логістика. Ця проблема вирішується завдяки впровадженню системи GPS моніторингу, що дозволяє відчутно підвищити прибутковість. Навігатори з картами дають змогу побачити та проаналізувати місцеположення навколишніх об'єктів: головні туристичні атракції, заклади розміщення та громадського харчування, соціальні служби та ін.

Серед інформації в GPS-карті, яка зазвичай є найбільш потрібна та корисна для туриста в подорожі з GPS-навігатором є POI-інформація. Об'єкти POI або точки інтересу (від англ. points of interest) - це об'єкти інфраструктури, пам'ятки, природні об'єкти і важливі точки на дорогах, координати і інформація про яких нанесені на GPS карту.

Цікавим туристичним продуктом на регіональному туристичному ринку, можуть стати саме GPS-тури. GPS- туризм – один із перспективних видів туризму, який привертає до себе все більше людей. Сучасні виробники GPS-пристроїв, орієнтуючись на запити ринку та споживачів, значно розширили коло можливостей власних пристроїв. Зокрема, можливості сучасних спеціалізованих веб-сайтів дозволяють користувачам легко створювати мультимедійні, географічно визначені бази даних точок, які називаються Геотури (GeoTours). Геотур, або GPS-гід – це група географічних точок з додатковими мультимедійними даними (текстові, аудіо-, фото- та відеофайли), що привласнені кожній з цих точок інтересу (POI). На сьогодні, в найбільших містах у наявності є актуальні бази даних POI, а ось на периферії ця інформація майже відсутня або неактуальна.

Одним з ключових напрямків щодо розвитку геопросторової інформаційної основи стане створення нових даних на базі точних геопросторових даних, які використовуватимуть призначену для користувача інформацію із соціальних мереж і веб в реальному режимі часу, а зв'язок між геоданими і соціальними медіа та іншими мережами відіграватиме дедалі важливіше значення.

---

УДК 528 + 528.4; 622.694.4

## ГЕОДЕЗИЧНИЙ СУПРОВІД ПЕРЕІЗОЛЯЦІЇ МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВОДІВ У ТРАНШЕЇ БЕЗ ЗУПИНКИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПРОДУКТУ

Мельниченко Г. Г.<sup>1</sup>, Мельниченко Ю. Г.<sup>1</sup>, Додик Т. Я.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15, 76019 Івано-Франківськ. e-mail: gmelnychenko@iung.edu.ua,

<sup>2</sup>"Укртранснафта" Філія МН "Дружба" ЛВДС "Броди"

Сучасні досягнення нафтогазової науки дозволяють здійснювати значну частину робіт по відновленню працездатності та ресурсу лінійної частини магістральних нафтопроводів без зупинки транспортування продукту. Попри значні переваги таких методів виконання ремонту існує ряд недоліків, чи не основним з яких є імовірність аварійного розриву магістрального нафтопроводу під час ремонту та викидання значної кількості нафти в навколишнє середовище, що може викликати екологічне лихо місцевого масштабу. Тому проблема забезпечення надійного ремонту магістральних нафтопроводів під тиском не втрачає актуальності.

Досвід будівництва трубопроводів вказує на те, що планово-геодезична основа траси створюється з широким використанням методів глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS). На стадії інженерно-геодезичних вишукувань і на стадії виконавчого знімання. В процесі будівництва обов'язковому координуванню підлягають усі зварні стики укладеного в траншею трубопроводу з одночасним визначенням висот. Така просторова база осі трубопроводу дозволяє скласти виконавче креслення у вигляді топографічного плану або 3D моделі положення осі трубопроводу в просторі.

Вказана база даних може служити основою для геодезичного моніторингу трубопроводу в процесі його експлуатації а також для проведення відповідних розрахунків напружено-деформованого стану, який виникає в ньому під час ремонту. На трубопроводах, що перебувають в експлуатації, для планово-висотної основи доцільно використовувати існуючий пікетаж, закріплений на місцевості. В той же час, в чинному вітчизняному нормативному документі, який регламентує виконання усіх доступних видів капітального ремонту магістральних газопроводів, відсутні нормативно-технічні допуски на зміщення трубопроводу в процесі ремонту [1].

Згідно [2], для переізоляції магістральних нафтопроводів із зовнішнім діаметром до 720 мм включно рекомендується застосовувати спосіб виконання капітального ремонту без зупинки транспортування продукту шляхом підняття трубопроводу в траншеї. При цьому, схема підймання нафтопроводу передбачає використання від 3-ох до 4-ох трубоукладачів залежно від діаметру нафтопроводу. До слова, даний спосіб переізоляції магістральних газопроводів, згідно [1], допускається

проводити виключно на трубопроводі без тиску. Таким чином, реалізація даного способу переізоляції магістральних нафтопроводів потребує пильного контролю, в тому числі використовуючи геодезичні методи. Останні можуть зокрема являти собою просторову зйомку положення нафтопроводу до проведення його підймання за допомогою GNSS технологій, поточну зйомку геометрії осі трубопроводу в проміжних положеннях процесу його підймання тощо.

Особливої актуальності набувають використання методів GNSS в особливих умовах виконання переізоляції, зокрема в зимових умовах, коли температура стінки нафтопроводу є нижчою від його температури на час спорудження. Температурний вплив у сукупності із внутрішнім тиском та можливою наявністю пружньо-викривленої ділянки в зоні виконання робіт та наявності залишкових напружень, які неможливо спрогнозувати, спричинюють виникнення осьових напружень в стінці під час підймання нафтопроводу. Просторове положення осі нафтопроводу під час його підймання в значній мірі залежить в тому числі від осьових напружень в стінці нафтопроводу. Таким чином, визначивши просторове положення трубопроводу геодезичними методами, можна спрогнозувати наявні в стінці нафтопроводу напруження.

*Список використаних джерел*

1. Магістральні газопроводи. Лінійна частина. Капітальний ремонт. ВБН В.3.1-00013741-08:2008 [чинний від 2008-09-25]. – К.: Мінпаливенерго України. – 2008. – 172 с.
2. Правила капітального ремонту магістральних нефтепроводов. РД 39-00147105-015-98 [чинний від 1998-09-03] – Уфа: ИПТЭР. - 1998. – 188 с.

УДК 52:1683

## АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ПРИ ОБЧИСЛЕННІ СЕРІЙ ЧАСОВИХ КООРДИНАТ

Мусієнко А.В.

*Національний університет «Львівська політехніка»  
вул.С.Бандери,12, Львів, Україна angerina.san@gmail.com*

Аналіз часових рядів є важливим питанням в галузі наук про Землю. На основі результатів робляться висновки по спостереженню за розвитком сейсмічної активності Землі, глобальним потеплінням, парниковим ефектом, екологічними проблемами планети. При опрацюванні GNSS даних використовується математична обробка для аналізу часових серій координат. На основі відомих математичних теорем виводяться алгоритми згідно яких створюється комп'ютерна програма, яка може проаналізувати сотні і тисячі часових рядів (epoch). Проте не існує загального алгоритму який усував або згладжував часові викиди передбачав ризикі стрибки у часових рядах.

Також є актуальним визначення причини виникнення перепадів у епохах. У багатьох країнах світу аналіз часових рядів виконується за допомогою виведення різноманітних версій математичних алгоритмів. Експериментально три алгоритми [1] аналізують чотири часові епохи різної довжини, швидкість обробки даних. Використані рекурсивні обчислення штучних та реальних даних, скорочення часових даних верхньої межі пришвидшує отримання результату. Завдяки реконструйованим даним фізична інтерпретація прослідковує домінуючу тенденцію змін при виявленні помилок на основі технічного збою, або пропуски змін даних які не є стаціонарними, вивчення взаємодії помилок на штучно створених часових рядах. На протязі року використання групи алгоритмів на часових епохах може скомпануватися у процес [2] вибіркового пошуку сегментації, її оптимізації та відкидання низьких інтерполяцій в перевагу на найвищі за тестом Шеффе. Концепція алгоритму завдяки компактним обчисленням усуватиме незадовольняючі умови: малі витрати рядів, зберігає результати які вже були визначені попередніми варіантами методів та виконує тільки розрахунок та надання оптимальних результатів. На основі комбінації штучних і реальних даних відкидаються незначні похибки які не задовольняють встановлену умову мінімальних витрат. Надійним інструментом стає підбір комбінацій лінійних функцій [3] до побудови моделі після оцінки сегментації (її нерівномірності, амплітудних непостійних коливань).

Після виявлення зміни за допомогою тесту, для тривимірних координат підбирається оптимальна лінійна функціональна модель, та оцінюються результати виявлених помилок, та розривів у рядах в залежності від категорії де виявлена деформація (в тектонічних, кліматологічних та температурних сигналах). Конструктивна особливість нових поглядів застосування стійкого порівняння різниці парних і непарних даних для оцінки часових рядів [4]. Функціональна залежність порівнює всі можливі варіанти даних та визначає варіанти відхилення від середнього значення з більшого до меншого, що в майбутньому знизить чутливість часового ряду до цього виду проблеми. Та визначення можливої кількості викиду при багаторічних та сезонних-тимчасових епохах за три роки: від 25-17% розривів, що можна знехтувати, при похибці 0,3. Порівняння декількох варіантів часових епох проаналізованих автоматично виводить реалістичне вдосконалення статистичної моделі [5] та графічне опрацювання стаціонарним виконанням пошуку і розподілу кількох розривів раптово виникаючих у тимчасових рядах. Що показано на прикладах прямого переходу від непрямих значень до рішення поставленої задачі. Здійснюється пошук розриву у часі для швидкої побудови реалістичної моделі та покровокового визначення середньої довжини розриву.

При застосуванні принципу універсального поєднання методу лінійних квадратів та статистичного процесу [6], побудована модель довгострокового сигналу відбувається двофазним аналізом рядів і серій: спочатку згладження сигналу до основної хвильової позиції, потім вплив на сигнал зовнішніх чинників та його кореляція. Аналіз координат GNSS часових рядів, дослідження періодичних сезонних змін на основі даних IGS. Спектральний аналіз щотижневих координат часових рядів, просторова кореляція по амплітуді і фазі в залежності від геофізичних ефектів на прикладі врахування можливого виникнення ефекту скорочення півкуль протягом зими, і розширення протягом літнього періоду. Багатофункціональна модель [7] застосовувалась для знаходження розриви та адаптації функції до часового ряду – ідентифікуючі значимість компонентів, що є первинною обробкою часового ряду для аналізу довгих часових серій координат. Також проводилась класифікація розривів незалежно одне від одного. Програмна комбінація нормального рівняння для генерації часових рядів адаптується алгоритмом в залежності від поставленої мети. GNSS серії своєрідно перероблені з високим рівнем узгодженості. На основі аналітичних варіацій рівнянь виводяться точні компоненти класичної методики послідовних наближень – побудова безперервних функцій [8], які записуються послідовними відмінностями – розв'язок квадратного інтегрального рівняння – єдиний вигляд серії скомпанованої взаємодії теоретичних напрацювань і автоматичного розв'язку.

Декомпозиція рівнянь та розклад варіантів для рішення у вигляді нескінченного математичного ряду, може мати пристосування як в астрономогедезії так і у фізиці. Кілька точок змін методом проб і помилок результативно представляють просторово-часове використання аналізу нестационарних часових рядів з пошуком подібних елементів [9]. Параметричне моделювання пояснює спостережувані зміни квадратичним програмуванням (особливий тип оптимізаційної задачі). Це задача оптимізації (зведення до мінімуму або максимуму) квадратичної функції декількох змінних при лінійних обмеженнях. Завдяки кліматичним змінам прослідковується зміни тимчасових рядів, та аналізуються багатовимірні епохи при кластеризації точок. При різних часових рядах результат узгоджується при відповідності змін клімату до області дослідження з класифікацією, при якій багатовимірна статистична процедура виконує збір даних, що містять інформацію про вибірку об'єктів і потім упорядковує їх в порівняно однорідні групи – кластери. Завдяки моделюванню інтерпретується низка лінійних рівнянь матричним способом [10]. Апроксимація початкових задач підбираючи наближене вираження одних математичних об'єктів іншими, простішими вирішує систему в два підходи. Експериментальне використання методики [11] в різних галузях може продуктивно застосовуватися до аналізування часових рядів з вищою ефективністю у порівнянні з аналітичним підходом при спостереженні безперервних дискретних функцій в двох варіаціях. Приймається оптимальне рішення яке зменшує або збільшує цільову функцію, випадкові змінні значення, що виникли порівнюються, і приводять до потенційного розв'язку часового ряду. Цільова функція для моніторингу мереж може прогнозувати зміни напрямку і швидкості часового ряду. Алгоритм застосовують до об'єкту або поверхні зі змінними координатами у просторі і часі для забезпечення стійкості споруд, приладів, прив'язки та моніторингу тектонічних процесів. Побудова алгоритму визначає можливість деформації у моніторингу. Призначення методу у використанні в якості альтернативи методу оптимізації з високою ефективністю до аналітичних методів, та виявлення вектору деформації мережі, проектування деформаційної схеми моніторингу мереж, оптимізація плану спостереження відстані з високою активністю.

За допомогою математичного моделювання [12] з усіх алгоритмів продуктивними до виконання дослідження часових рядів координат супутникових станцій та очищення часових серій координат обрано варіацію [3] «Lasso strategy» продуктивність - 75% (є гнучкою та постійно вдосконалюється проводячи оцінку помилок); набір моделювання [7] «FODITS» продуктивність - 90% (є багатоскладовими і універсальним, виконує окремий підхід для обробки різних видів часових епох). Щодо задачі виявлення причин розривів часового ряду: при проведенні огляду джерел саме ці алгоритми можна пристосувати до поставленої задачі «Дослідження часових рядів координат супутникових станцій» адже їхня суть є логічною та багатофункціональною у використанні. В інших варіантах є різний підхід до розуміння обробки рядів за допомогою: рівнянь, матриць, методу найменших квадратів. Пристосування завдяки: зменшенню або збільшенню варіантів розв'язку часових рядів, моделювання та прогнозування є не завжди комплексними. Зазвичай одна методика не може мати функціональні рішення для проведення обробки розривів часових рядів, врівноваження верхнього і нижнього ряду а також прогнозування причин виникнення розривів, та їх поділу по причинах виникнення, тривалості та умов при яких вони виникають. Але доцільним варіантом може бути комбінування алгоритмів схожих за функціональністю рішень, або тих, що доповнюватимуть один одне для знаходження умов виникнення розриву в часовому ряді та епохи загалом. Наприклад: [3]-[7];[3]-[5]-[9]; або [2]-[5];[8]-[9] з продуктивністю-84%; Найоптимальніше комбінування: [3]-[7] продуктивність-86,90%.Компоновка дій алгоритмів може збільшити точність отримання результату на 3%.

#### Список літератури

1. Hafzullah Aksoy. Fast segmentation algorithms for long hydrometeorological time series/ Hydrological processes – 2008–№22–P.4600-4608.
2. Abdullah Gedikli. Modified dynamic programming approach for offline segmentation of long hydrometeorological time series/ Stoch Environ Res Risk Assess – 2010–№24–P.-547-557.
3. Karine Bertin. Segmentation of multiple series using a Lasso strategy/ ResearchGate – 2014– P.20-22.
4. Geoffrey Blewitt. MIDAS Robust Trend Estimator for Accurate GPS Station Velocities Without Step Detection/ Journal of Geophysical Research–2016–2015JB012552–P.1-23.
5. Detlef Kehagias and V. Fortin. Time series segmentation with shifting means hidden Markov models/ Nonlinear Processes in geophysics –2006–№13– P.1-14.
6. M. Roggero. Extensive analysis of igs repro1 coordinate time series/ ResearchGate – 2015– P.1-8.

7. L. Ostini. Fodits: A New Tool of the Bernese GPS Software/ ResearchGate –2008– P.1-15.
8. El-Sayed A.M.A. Picard and Adomian methods for quadratic integral equation/Computational & Applied Mathematics–2010–№3– P.447-463.
9. M. Gorji Sefidmazgi. Trend analysis using non-stationary time series clustering based on the finite element method/ Nonlinear Processes Geophys– 2014–№21–P.605–615.
10. Endre Suli. Numerical Solution of Ordinary Differential Equations/ Mathematical Institute University of Oxford–2014–P.82.
11. M.I. Doma and A.A. Sedeek .Use of heuristic methods for finding the condition that satisfies the desired precision criteria at minimal cost/Journal of Geomatics–2014–№1– P.66-72.
12. Зазуляк П.М. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань/Навчальний посібник. — Львів— 2007. — 408 с.

УДК 528.48

## ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВИХ КООРДИНАТ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ ДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ

Ничвид М. Р.<sup>1</sup>, Проданець І. І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ужгородський національний університет,  
88000, м. Ужгород, вул. Університетська, 14, nuchvydmariya@ukr.net

<sup>2</sup>ДП «Закарпатгеодезцентр»,  
89600, м. Мукачеве, вул. Грушевського, 39/11, geo@geodez.mk.uzhgorod.ua

Дороги та дорожні об'єкти - це складні і дороговартісні технічні споруди, які вимагають постійного контролю і обліку їх основних характеристик. При паспортизації, кадастрових роботах, проектуванні або ремонті автомобільних доріг накопичується великий обсяг інформації, яку необхідно систематизувати і аналізувати, використовуючи сучасні комп'ютерні технології. В основі геоінформаційних систем лежать різні моделі даних, які є відображенням реальних сутностей на місцевості, відносин між ними та інших додаткових знань, що мають просторову прив'язку. Подібні геоінформаційні системи кадастру автомобільних доріг, призначені для збору, зберігання, пошуку даних про територіальні об'єкти автомобільних доріг вже існують в Білорусії. [8]. У даній системі основним об'єктом обробки є автомобільні дороги загального користування Республіки Білорусь. Основні функції системи: виконання операцій управління географічними базами, геоінформаційними шарами, можливість завдання параметрів відображення географічних об'єктів, функції управління візуалізацією картографічного зображення, розрахунок оптимального маршруту руху, аналіз інформації, тематичні карти, виділення доріг за належністю; створення мережі доріг з виділеним різним кольором типом покриття, категорією, ділянками підвищеної складності змісту, ділянками першочергового ремонту та іншими даними; відображення на карті об'єктів з підключених баз даних, наприклад, місць концентрації дорожньо-транспортних пригод, штучних споруд і т.д. Одна з важливих функцій геоінформаційних систем Білорусії – це можливість побудови оптимального маршруту руху між обраними точками за заданими критеріями.

Під час науково-практичного семінару "Сучасні геоінформаційні технології в дорожньому господарстві", який відбувся у лютому 2016 р. було вирішено впровадити у всіх регіонах України геоінформаційну систему (ГІС), яка повинна стати базовою для дорожньої галузі. За словами керівника галузі в даний час в дорожній галузі України вже створено всі необхідні передумови для повномасштабного впровадження зазначеної системи. Зокрема, розроблені всі необхідні стандарти, створена Єдина інформаційна база геоданих автомобільних доріг, розроблена структура збору, аналізу, зберігання і передачі актуальних даних всім користувачам, підготовлене необхідне програмне забезпечення, програмні та програмно-апаратні комплекси, а головне - успішно завершено експериментальне впровадження. За результатами проведеного семінару обласним Службам автомобільних доріг було доручено почати процедури закупівлі послуг з інформаційного забезпечення (визначення просторових координат і основних геометричних параметрів мережі автомобільних доріг загального користування державного значення, проведення паспортизації доріг і мостів). Протягом 2016 року геодезичні організації виконували роботи з визначення просторових координат автомобільних доріг загального користування. Нижче подано методику виконаних робіт з визначення просторових координат на прикладі Львівської області. Початком робіт слугувало створення знімальної планово-висотної геодезичної мережі з метою згущення геодезичної планової та висотної основи до щільності, що забезпечує виконання робіт та контроль якості. Опорні пункти ДГМ вибирались якомога ближче до ділянки робіт. Розвивалась знімальна мережа від опорних (вихідних) геодезичних пунктів, за допомогою геодезичних двочастотних двосистемних ГНСС-приймачів фірми Topcon GRS-1. Математичну обробку геодезичних GNSS - вимірювань було виконано за допомогою програмного забезпечення Topcon TopSurv 8 з приведенням ліній на рівень моря і редукуванням на площину проекції Гаусса-Крюгера. Точки знімальної мережі закріплювались на місцевості тимчасовими центрами, які забезпечують збереження їх на час знімальних робіт, так і центрами тривалого збереження для виносу проектів в натуру та наступних геодезичних вимірів у місцях, що забезпечують їх збереження, техніку



безпеки та зручність використання - штир, труба, дюбель, залізничний костиль або чітко означувані предмети ситуації, тощо [1,2,3,4,5,6].

*Польові роботи* виконувались з дотриманням правил дорожнього руху. Задіяну при виконанні завдання автомашину було позначено наліпками блакитного кольору з написом «паспортизація доріг». Визначення просторових координат автомобільних доріг виконано методом ГНСС RTK за допомогою ГНСС приймачів Topcon GRS-1. Використання технології віртуальної референційної станції (VRS), яка дозволяє сформувати поправки до координат точок на локальну територію за результатами супутникових спостережень мережі постійно діючих станцій спостережень глобальних навігаційних супутникових систем (референційних пунктів) та каналів GSM/GPRS операторів мобільного зв'язку під час супутникових вимірювань в методі RTK дає змогу реалізувати технологію NTRIP: NtripServer – NtripCaster – NtripClient передавання сигналу “базова станція – користувач” та збільшити відстань від рухомого приймача до референційних станцій під час вимірювань. Базові станції (VRS) генерувались вздовж доріг. Відстань від базової VRS станцій до роверного приймача не перевищувала 10 км. Всі базові станції та контрольні пункти об'єднувались в суцільну мережу. На початки, закінчення та кільцеві розв'язки доріг складено абрис (рис.1). Для виконання польових робіт було використано ліцензійний програмний комплекс Topcon TopSurv 8. Збір даних виконувався в польові контролери. Для контролю трекування доріг виконано роботи з перекриттям (від 200 до 500 метрів) від різних базових станцій.



**Рис.1 Транспортна розв'язка (на першому рівні) на автомобільній дорозі Н-10**

*Камеральні роботи* з визначення просторових координат автомобільних доріг загального користування та об'єктів придорожного сервісу виконувались в два етапи. На першому етапі зроблено врівноваження GNSS даних та формування каталогу координат точок правого проїзду дороги та окремо розв'язок. Врівноваження виконано за допомогою програми Topcon TopSurv 8. Також проведено порівняння координат точок треку в межах перекриття від різних базових станцій. Другий етап - це обробка каталогів точок за допомогою ліцензійного програмного комплексу для паспортизації доріг (модуль Track Corrector). Програмно виявлені та відбраковані помилки в координатах точок по правому проїзду та у розв'язках. Після коригування треків дані було експортовано в Apache OpenOffice Calc та оформлено в один результуючий файл.

В результаті проведених вишукувальних робіт отримано просторові координати точок проїздів, транспортних розв'язок та об'єктів придорожного сервісу, точки перетину та примикання інших автодоріг.

Отже, важливим елементом побудованих моделей доріг є точний тривимірний опис її конструктивних елементів та смуги відведення. 3D-модель будується за матеріалами дорожньої лабораторії, оснащеної високоточною системою супутникового позиціонування ГЛОНАСС/GPS, відеокамерами, і аерофотозніманням. З застосуванням ГІС в дорожній галузі України можна буде вирішити такі завдання основні завдання: складання проектів планування території, проектною документації на будівництво (реконструкцію) доріг, проектів організації дорожнього руху, технічних паспортів автомобільних доріг, обліку ДТП і розробки заходів з безпеки руху, проектів ремонтів на основі лазерного сканування, 3D-модель проектів для керуючих систем, впорядкування земельного кадастру доріг, інвентаризації доріг (технічні та кадастрові паспорти) проведення контролю за придорожніми смугами, оперативний доступ до базової інформації по дорогах Надіємось, що і в Україні найближчим часом запрацює геоінформаційна система кадастру автомобільних доріг. Передумови для цього вже виконані.

#### *Літературні джерела*

1. ДБН А. 2.1-1-2008 «Інженерні вишукування для будівництва»
2. Інструкція з обстеження та оновлення пунктів Державної геодезичної мережі України. Укргеодезкартографія № 23 від 29.02.2000 р.
3. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000 - 1:500. (ГКНТА-2.04-02-98)
4. Інструкція про порядок контролю і приймання топографо-геодезичних та картографічних робіт. Укргеодезкартографія, №19 від 17.02.2000 р.

5. Інструкція про умови і правила виконання аерофотознімальних, топографо-геодезичних, картографічних робіт, кадастрових знімачів суб'єктами підприємницької діяльності, порядок видачі ліцензій та контроль за їх дотриманням (ДКНТА-2.07.01-93).
6. Основні положення створення топографічних планів масштабів 1: 5 000, 1:2 - 1: 500. Укргеодезкартографія, від 24.01.94, №3
7. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах (ПТБ-88). М., Надра, 1991г.
8. Електронний ресурс <http://beldor.centri.by>

УДК 528.7

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ДАНИХ КА SENTINEL-1 В ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ ГЕОДИНАМІЧНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Пакшин М.Ю.<sup>1</sup>, Ляска І.І.<sup>1</sup>, Ковтун В.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центр прийому і обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля  
32444, с. Залісці, Дунаєвецький р-н, Хмельницька обл., E-mail: ivanliaska@hotmail.com  
<sup>2</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

В останні роки зростає розуміння складних взаємозв'язків, що відбуваються в ноосфері, все більше уваги державних і приватних структур приділяється моніторингу змін, що відбуваються, а також вживанню заходів щодо усунення наслідків шкідливого впливу людської діяльності.

Однією з таких задач моніторингу є наземний та космічний моніторинг просідань ґрунту, будинків та споруд, що має важливе значення для господарської діяльності людини. Основна перевага космічного моніторингу полягає в можливості охоплення значних площ в порівнянні з наземними методами геодинамічного обстеження об'єктів [1].

В світовій практиці все більшого поширення набуває моніторинг із застосуванням методів супутникової радіолокаційної інтерферометрії. Це оцінка деформацій в результаті небезпечних геологічних процесів (землетруси, вулкани, зсуви, осідання ґрунтів і ін.), техногенних процесів (просадки тунелів і гірських виробок, окремих будівель і т.д.). Принципова перевага диференціальної радіолокаційної (РЛ) інтерферометрії перед іншими методами моніторингу вертикальних і планових деформацій полягає в можливості прямої фіксації змін рельєфу, що відбулися між зйомками, з міліметровою точністю [2]. Радіолокаційні дані дозволяють оперативно отримувати інформацію про земну поверхню за будь-яких погодних умов, а також освітленості [3].

Європейська система спостереження за Землею «Copernicus» надає можливість отримати супутникові дані для проведення такого роду досліджень [4]. Проте, на даний час, обсяг робіт, що проводяться в цьому напрямку в Україні знаходиться в зародковому стані, хоча є достатньо багато техногенно-навантажених зон та об'єктів.

Для забезпечення спостережень в реальному часі застосовуються геодезичні прецизійні спостереження, оскільки дані космічного моніторингу вимагають певного часу на зйомку та обробку.

Метою цієї роботи є оцінка ефективності застосування радіолокаційних даних космічних апаратів «Sentinel-1» в задачах моніторингу геодинамічного стану об'єктів на території України.

Зоною досліджень визначена частина міста Івано-Франківська - 5-ий корпус національного технічного університету нафти і газу. Верифікація космічних вимірів (вертикальних зміщень визначених методом інтерферометрії) – «постійних відбивачів», проведена за допомогою наземної GPS станції, яка розташована на даху будинку.

За результатами космічного та наземного моніторингу вертикальних зміщень визначеної зони інтересу, міста Івано-Франківська, за допомогою даних КА Sentinel-1 та вимірів перманентної gps станції отримані такі висновки:

щільність розсіювачів за даними космічного моніторингу досить велика (склала 245 тис. точок на 83 км<sup>2</sup>) і перевищує будь-яку можливу щільність контрольних точок (реперів) при наземних геодезичних спостереженнях, незважаючи на просторову нерівномірність розміщення постійних розсіювачів радіолокаційного сигналу на досліджуваній території;

частота зйомок 12 днів достатня, щоб за безсніжний період року визначити не тільки підсумкові зміщення, а й проаналізувати їх динаміку за рік. При використанні даних з КА Sentinel-1B, період інтерферометричної зйомки можливо зменшити до 6 днів;

чутливість інтерферометричного методу «постійних відбивачів» складає 6 мм, що дозволяє проводити якісний моніторинг деформації будинків, споруд та об'єктів;

об'єкт в досліджуваній зоні інтересу (5-ий корпус національного технічного університету нафти і газу в місті Івано-Франківськ) визначений стабільним, як за даними космічного так і наземного моніторингу.

метод інтерферометрії – «постійних відбивачів» є ефективним засобом для оцінки геодинамічного стану техногенно навантажених зон, що охоплюють значні території.

Список використаних джерел

1. СОУ Д.1.2-02495431-001:2008 «Нормативи витрат труда для визначення вартості робіт з оцінки технічного стану та експлуатаційної придатності конструкцій будівель і споруд». // Київ, 2008. — С. 16–20.

2. Ю. И. Кантемиров. Краткие теоретические основы радарной интерферометрии и ее многопроходных вариаций Ps и SBAs // Геоматика, № 1, 2012. — С. 22—26.

3. Ю.Б. Баранов, Ю.И. Кантемиров, Е.В. Киселевский, С.Э. Никифоров и др. Мониторинг смещений земной поверхности на разрабатываемых месторождениях углеводородов с помощью комплекса космических и геодезических методов / Недропользование – XXI век. – 2009, №1, с. 60-64.

4. Веб-ресурс “Sentinels Scientific Data Hub”. Режим доступа: <https://scihub.copernicus.eu/>.

УДК 528.94

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОФОРІЄНТАЦІЙНОЇ РОБОТИ ІНЖЕНЕРНО-ЕКОЛОГІЧНОГО ІНСТИТУТУ

Пилип'юк Р.Г., Грицюк Т.Ю., Пилип'юк Р.Р., Дорош Л.І., Іваночко М.М., Телюк С.А., Рабко І.Ю.

Івано-Франківський національний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019  
E-mail: [liubov.dorosh@gmail.com](mailto:liubov.dorosh@gmail.com)

У широкому розумінні освіта — це реалізована людиною здатність до вищої, творчої діяльності. Труднощі продуктивного використання аж ніяк не можуть відтіснити як малозначущі самі знання, процес їх створення. Офіційна статистика сьогодні не має адекватного вимірника рівня освіти індивіда, а може характеризувати лише формальний її аспект — кількість тих, хто навчався протягом певного періоду часу (закінчив той чи інший навчальний заклад)[4].

Освітній комплекс (ОК) України розвивається під впливом технологічних, економічних і соціальних перетворень, які відбуваються в світовому освітньому просторі [2].

Складниками державних освітніх стандартів у переважній більшості країн є: державні стандарти початкової, базової, повної середньої та вищої шкіл. Оскільки інтегральною характеристикою системи освіти є якість освіти, то передусім має зростати роль якісних систем її вимірювання та моніторингу. Під системою моніторингу якості освіти розуміється набір засобів збирання, оброблення, аналізування, зберігання і поширення інформації про ОК та окремі його елементи. Ця система має бути орієнтована на інформаційне забезпечення управління структурою і якістю освіти, давати змогу аналізувати стан ОК в будь-який момент часу і забезпечувати можливість прогнозування освітнього комплексу. Для реалізації системи моніторингу освіти використовують карти території України, які дозволяють аналізувати компоненти ОК для ІФНТУНГ. Картографічні розробки територіальних проблем ОК України містять систему карт, яка охоплюватиме кілька напрямків, таких як: аналіз розміщення та розвитку навчальних закладів, характеристика зростання рівня освіти, ступеня сформованості освітнього комплексу залежно від потреб населення[1,3].

Теоретико-методичні основи суспільно-географічного дослідження ОК, що ґрунтуються на принципах теорії суспільної географії, виявлені сучасних рис територіальної організації ОК України та обґрунтувань напрямків її удосконалення висвітлені у роботах Т.Ю.Мельниченко, М.І.Білецького, І.О.Горленка, Т.І. Козарченка та інших. Тому тематичне картографування можна успішно використовувати для потреб освіти і науки. У [1,2] автори описали напрями картографування в освітньому комплексі України.



Рис. 1 – Географія вступників на ІЕІ

Відомо, що ВНЗ кожного року мають проблеми з набором абітурієнтів на перший курс навчання. Кількість поданих заяв для вступу у ВНЗ і майбутня кількість студентів першого року навчання залежить від профорієнтаційної роботи, що проводиться вузом, від її ефективності та інтенсивності.

Завданням цього дослідження – встановлення зв'язку між географією абітурієнтів ІЕІ та проведеною профорієнтаційною роботою.

Методика дослідження полягала у тому, щоб статистично опрацювати дані набору вступників на ІЕІ, виконати порівняльний аналіз одержаних результатів з проведеною профорієнтаційною роботою, а також відокремити області, в яких необхідно підсилити профорієнтаційну роботу.

Для створення тематичних картосхем будемо використовувати програмні комплекси Piktchart.

Вихідними даними для картографування географії абітурієнтів ІЕФ є:

списки студентів, створені у форматі xlsx;

адміністративна карта України та Івано-Франківської області.

Для створення тематичних картосхем було обрано програмний комплекс Piktchart [5], які представлено на рисунку 1 та 2.

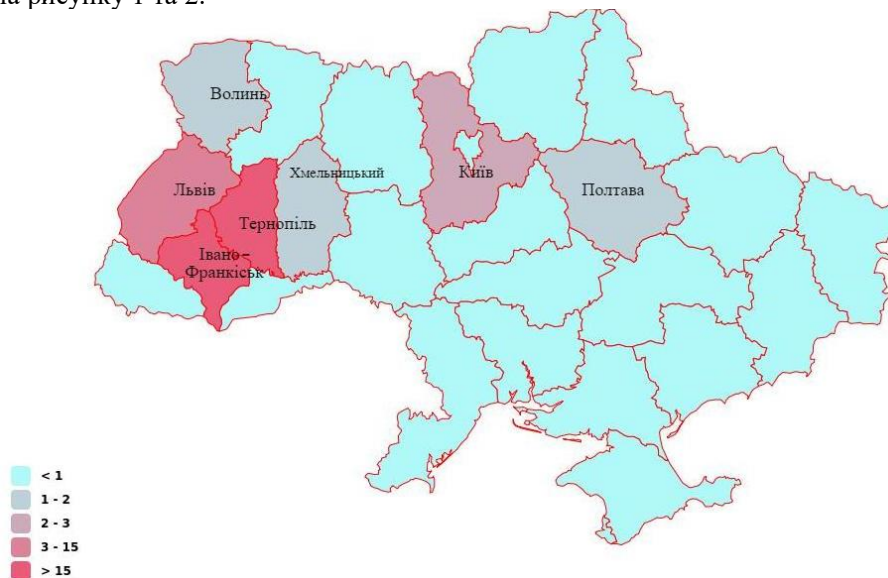


Рис. 2 – Географія студентів, котрі поступили на ІЕІ після закінчення коледжів

Аналізуючи серію тематичних картосхем географії вступників ІЕІ з Івано-Франківської області, і загалом, в цілому, з України, можна підвести такі підсумки:

ІФНТУНТ є вузом всеукраїнського масштабу, оскільки заяви на вступ поступають з більшості областей України;

найбільша кількість студентів навчаються з таких областей як Івано-Франківська – 492 чол., Тернопільська – 42 чол., Закарпатська – 24 чол. та Львівська – 24 чол.;

найбільша кількість студентів, які поступили на 3 курс навчання на ІЕІ після закінчення коледжів та технікумів, а саме з "Прикарпатського лісогосподарського коледжу" і Івано-Франківського коледжу Львівського національного аграрного університету;

через вступників ІЕІ та за допомогою електронних засобів необхідно інтенсифікувати профорієнтаційну роботу у центральних та східних областях України.

Профорієнтаційну роботу необхідно підсилити у школах прилеглих районів Івано-Франківська і суміжних областей, а також інтенсивно проінформувувати про вступ до ВНЗ коледжі і технікуми.

*Список використаних джерел*

1. Дудун Т. В. Освітній комплекс України та напрямки його картографування/ Т.В. Дудук //Вісник геодезії та картографії. – 2015. – №1. – С.30-37.

2. Козаченко Т. І. Концептуальні основи картографічного моделювання розвитку освітнього комплексу України / Т.І. Козаченко, Т.В. Дудук //Вісник геодезії та картографії. – 2013. – №3. – С.25-32.

3. Коренець О. В. Науково-методичні засади гео- інформаційного картографування на основі інфра- структур просторових даних /О.В. Коренець: дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.12. – К., 2013. – 180с

4. Мельниченко Т. Ю. Освітній комплекс України: су - часний стан і напрями удосконалення територіальної організації / Т.Ю. Мельниченко: автореф. дис. ...канд. геогр. наук. – К., 2005. – 20 с.

5. Інструмент безкоштовного створення інфографіки та схем – Piktchart [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://magic.piktchart.com/dashboard>

УДК 528.48

## ВИЗНАЧЕННЯ ДОВГОТИ ЗА ВИМІРЯНИМИ ЗЕНІТНИМИ ВІДСТАНЯМИ ЗІРОК

Пилип'юк Р.Г., Пилип'юк Р.Р., Грицюк Т.Ю.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15, Івано-Франківськ, Україна, 76019, ел. пошта: Tetyana\_23@rambler.ru

Одною з найважливіших проблем сьогодення є вивчення реальної фігури Землі як у цілому, так і для окремих її частин. Зробити це не можливо без знання астрономічних координат точок земної поверхні. Сучасні способи визначення цих координат і їх точність регламентуються керівним документом [4].

Відомо, [1,2,5] що сучасні способи визначення довгот з астрономічних спостережень базуються на визначенні місцевого часу в точці спостереження і порівняння його з одноіменним часом у Грінвічі в один і той же фізичний момент. Керівним нормативним документом [4] довготи рекомендується визначати способами Цігера (до паралелі з широтою  $65^{\circ}$ ) і Деллена (від паралелі з широтою  $65^{\circ}$  до паралелі з широтою  $75^{\circ}$ ). І в першому, і в другому способі зенітні відстані зірок безпосередньо не вимірюються.

Останнім часом, в зв'язку з покращенням якості та точності приладів, що використовуються для астрономічних спостережень в геодезії, розробкою та використанням удосконалених способів вимірювання зенітних відстаней [3], створена можливість використання для визначення астрономічних довгот безпосередньо виміряних зенітних відстаней.

Невирішена частина загальної проблеми полягає у недостатньому вивченні безпосереднього застосування для визначення довгот виміряних зенітних відстаней, встановленню найбільш доцільних способів спостережень. Отже, нашим завданням є дослідження можливості безпосереднього використання виміряних зенітних відстаней світил для визначення довгот, встановити вигідніші умови, при збереженні яких можна отримати довготи з максимально можливою точністю.

Як відомо, вихідним рівнянням для визначення астрономічної довготи  $\lambda$  є вираз:

$$\lambda = s - S, \quad (1)$$

де  $s$  – місцевий зоряний час на момент спостереження зірки, а  $S$  – зоряний час у Грінвічі, що відповідає цьому моменту. На основі формули зоряного часу  $s = \alpha + t$  для визначення довготи, отримаємо:

$$\lambda = \alpha + t - S. \quad (2)$$

Для визначення годинного кута  $t$  використаємо базове рівняння зенітних способів геодезичної астрономії, яке отримаємо на основі рисунка.

З розв'язання сферичного трикутника  $PZ\sigma$  за теоремою косинусів сторін, знаходимо:

$$\cos z = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos t,$$

і з цього рівняння

$$t = \arccos\left(\frac{\cos z}{\cos \delta \cos \varphi} - \operatorname{tg} \delta \operatorname{tg} \varphi\right). \quad (3)$$

Якщо всі елементи правої частини формули (2) визначено на один і той же фізичний момент часу, то, знаючи екваторіальні координати зірки, широту точки спостереження на земній поверхні і виміряну зенітну відстань зірки, за обчисленим годинним кутом світила, отримуємо можливість визначити довготу точки.

Встановлюємо при яких умовах спостережень можна отримати найвищу точність визначення довготи. З аналізу (2) отримали, що, точність довготи буде визначатися точністю визначення годинного кута  $t$ .

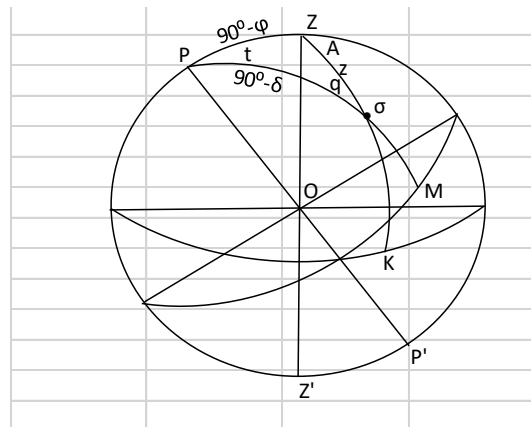


Рис.1 Визначення зенітної відстані світил

Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити наступні висновки:

спостереження зірок строго у першому вертикалі (азимут  $A = 90^{\circ}$  або  $270^{\circ}$ ) дозволяє виключити вплив похибок широти на годинний кут;

похибка визначення годинного кута знаходиться в оберненій залежності до швидкості руху зір по їх вертикалах, тому доцільно спостерігати зорі у точках небесної сфери, де їх швидкості набувають максимуму;

зенітні відстані зір необхідно вимірювати за методиками, що забезпечують максимальну точність їх визначення, наприклад, шляхом координування проходження зірки у полі зору астрономічного теодоліта [3].

Найкраще встановленим умовам відповідає площина першого вертикалу, оскільки саме у цій площині в повній мірі виконуються перші дві вимоги. Окрім цього, застосування для визначення довгот спостережень у першому вертикалі дозволяє:

використовувати розширений список зір, що задовільняють умову проходження через площину першого вертикалу  $\delta < \varphi$ ;  
використовувати для розрахунку ефемерид спрощені формули;  
користуватись для розрахунку годинного кута зірки простою формулою, яку отримують із розв'язання сферичного трикутника  $PZ\sigma$  (рис.1) як прямокутного.

*Список використаних джерел*

1. Абалакин В.К. Геодезическая астрономия и астрометрия / В.Абалакин, И.Краснорылов, Ю.Плахов – М.: Кортгеоцентр – геоиздат. 1996. – 435с. – ( справочное пособие).
2. Гиенко Е.Г. Астрометрия и геодезическая астрономия / Гиенко Е.Г. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 140с. – ( учебное пособие).
3. Пилип'юк Р.Р. До питання визначення зенітних відстаней світил / Р. Пилип'юк // Вісник геодезії та картографії. - №4. – 1998. – с. 11 – 14.
4. Руководство по астрономическим определениям. ГКИНП – 01 – 153 – 81// М.: Недра. – 1984. – 381с.
5. Уралов С.С. Курс геодезической астрономии / Уралов С.С – М.: Недра, 1980. – 592 с. – (учебник).

УДК 528.48

## ВИКОРИСТАННЯ GNSS-СПОСТЕРЕЖЕНЬ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ РЕФЕРЕНЦНОЮ І ГЛОБАЛЬНОЮ СИСТЕМАМИ КООРДИНАТ УКРАЇНИ

Пилип'юк Р. Г., Пилип'юк Р. Р., Грицюк Т. Ю., Михайлишин В. П.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська 15, Івано-Франківськ, Україна, 76019, ел. пошта: Tetyana\_23@rambler.ru*

Фігура нашої планети утворюється сушею і водною поверхнею. Ця зовнішня поверхня є складною і не може бути описана математичними рівняннями. Тому її вивчення здійснюють відносно її моделі, якими є загальний земний еліпсоїд або референц-еліпсоїд.

Загальний земний еліпсоїд, який тепер використовується у світовій практиці для вивчення фігури Землі був започаткований Міжнародним геодезичним та геофізичним союзом у 1979 році, отримав назву GRS-80 ( геодезична референцна система), а на його основі створений загальний земний еліпсоїд WGS -84, який став основною координатною поверхнею для вивчення фігури Землі у більшості країн світу, в тому числі і в Україні.

Референц-еліпсоїд – це певним чином зорієнтований у тілі Землі загальний земний еліпсоїд. Його використовують для детального вивчення і картографування окремих територій земної поверхні окремі країни або групи країн. Параметри референц-еліпсоїда можуть відповідати параметрам земного еліпсоїда WGS -84, а можуть бути і іншими. В Україні при запровадженні системи координат УСК-2000 використовується референц-еліпсоїд Красовського, що має параметри, які відрізняються від параметрів загального земного еліпсоїда WGS -84. Це зроблено для того щоб, по можливості, не оновлювати картографічні матеріали на територію нашої країни.

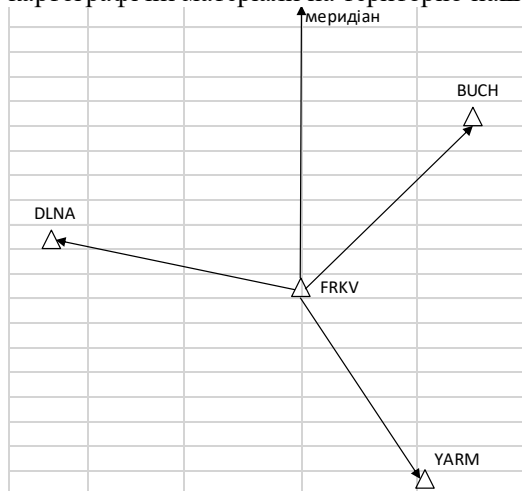


Рис.1 - Схема розміщення постійних станцій

Для визначення положення точок на земній поверхні найчастіше використовуються дві системи координат, пов'язаних з Землею: система просторових геодезичних координат В, L, Н і система просторових геоцентричних координат X, Y, Z. Очевидно, що для різних еліпсоїдів ці координати будуть мати різне значення, оскільки значення координат залежать від параметрів прийнятих еліпсоїдів. Таким чином, одна і та ж точка буде визначатися різними значеннями координат у випадку застосування різних еліпсоїдів, як координатних поверхонь.

За допомогою GNSS ( Global Navigation Satellite System) на поверхні Землі створюються геодезичні мережі, пункти яких називаються постійними станціями, і саме вони є носіями просторових координат на земній поверхні.

Одну з таких опорних геодезичних мереж створила фірма « Leica Geosystems». В 2015 році, одним із пунктів цієї мережі, стала постійна станція кафедри « Інженерної геодезії» ІФНТУНГ, що отримала назву FRKV.

За допомогою спеціальної апаратури на постійних станціях ведуться регулярні спостереження штучних супутників Землі, що входять у навігаційні системи GPS і ГЛОНАСС.

Результати цих спостережень, після відповідного опрацювання, дозволяють обчислювати просторові координати пункту на певний момент часу в референсній системі координат WGS -84.

Метою даного дослідження є встановлення взаємного розміщення референс- еліпсоїда WGS -84 і референс- еліпсоїда Красовського а даними синхронних спостережень на чотирьох перманентних станцій: BUCH (Бучач), DLNA (Долина), FRKV ( Івано-Франківськ), YARM ( Яремче). Для всіх цих станцій, на один і той же момент часу, визначалися просторові геодезичні координати В, L, Н в системі координат WGS -84 , значення яких приведені у таблиці 1.

Таблиця 1. - Геодезичні координати пунктів ( еліпсоїд WGS -84)

Назва пунктів	Геодезична широта	Геодезична довгота	Геодезична висота, м
BUCH	38,91348"	45,42823"	375,5860
DLNA	57,98916"	26,46176"	442,1208
YARM	51,99227"	51,69830"	581,5124
FRKV	47,02998"	40,33304"	305,7623

Для цих же пунктів розраховано значення просторових прямокутних координат X,Y,Z в системі координат УСК – 2000, які за відомим алгоритмом [ 3 ] переобчислені в просторові геодезичні координати В,L,Н на основі параметрів еліпсоїда Красовського. Значення цих координат приведені в таблиці 2.

Таблиця2. - Геодезичні координати пунктів ( еліпсоїд Красовського)

Назва пунктів	Геодезична широта	Геодезична довгота	Геодезична висота, м
BUCH	39,70879"	51,30287"	343,1164
DLNA	58,84965"	32,37543"	407,8579
YARM	52,84801"	57,53901"	547,7345
FRKV	47,85772"	46,22642"	272,4060

Співставляючи дані таблиць №1 і №2, отримуємо різниці відповідних координат, значення яких приведені у таблиці 3.

Таблиця 3. Різниця просторових геодезичних координат

Назва пунктів	Різниця просторових координат		
	$\Delta B''$	$\Delta L''$	$\Delta H, м$
BUCH	-0,79531	-5,87465	32,4696
DLNA	-0,86049	-5,91367	34,2629
YARM	-0,85574	-5,84071	33,7779
FRKV	-0,82774	-5,89338	33,3563

Наявність різниць у просторових геодезичних координатах одних і тих же пунктів свідчить про не співпадання поверхонь референс – еліпсоїдів WGS -84 і Красовського. Розраховані за приведеними в таблиці 3 даними зміщення по початковому меридіану становить  $S_m = -25,57$  м, по паралелі –  $S_p = -119,96$  м і за напрямком – азимутом  $A = 257,^{\circ} 97$ .

Схематично це зміщення можна характеризувати рисунком 2.

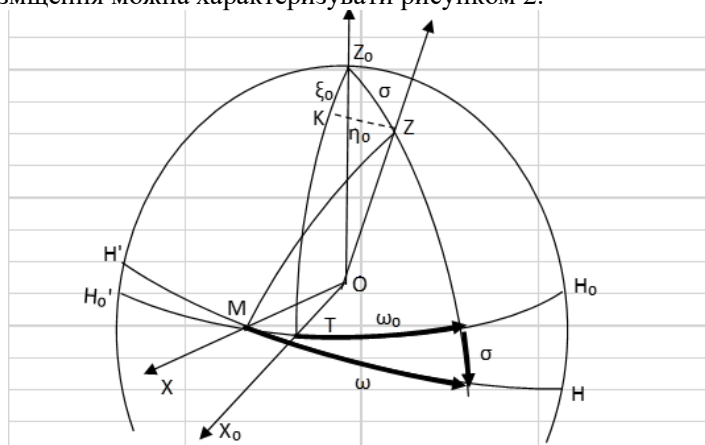


Рис. 2. Взаємне схематичне розміщення референс-еліпсоїдів, що використовуються в Україні

УДК 629.1.073

## ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО ТИСКУ НА АГРОЛАНДШАФТИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ В УПРАВЛІННЯХ МІСЦЕВОГО РІВНЯ

Ріпецький Є.Й., Гереджук І.І.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
Інститут управління природними ресурсами ВНЗ „Університет економіки та права „КРОК”  
erip@i.ua, geredzhuk1980@gmail.com*

Господарська діяльність людства пов'язана з використанням земельних та інших видів ресурсів шляхом впливу на навколишнє природне середовище, яке супроводжується перетворенням природи та ландшафтів. Антропогенні чинники незбалансованого природокористування стають причиною деградації природних компонентів та ведуть до зменшення продуктивності природних ресурсів. Необхідність збереження й відтворення природного середовища стало глобальною суспільною проблемою, умовою сталого розвитку місцевого регіону [1].

Облік господарської діяльності, особливо на місцевому рівні, в системі управління природними ресурсами стає очевидним, що обумовлює розробки нових методів і показників сумарного антропогенного тиску на територію. Перехід до керування екологічним станом на місцевому рівні вимагає оцінку антропогенного навантаження не тільки окремо взятих найбільш вразливих ділянок, але й цієї підпорядкованої території. При такому підході ефективним стає використання дистанційних методів моніторингу.

Критерії, які б дозволили ефективно впровадити методи оцінки антропогенного тиску на агроландшафти в управліннях місцевого рівня відображені в двох взаємопов'язаних компонентах. По-перше, цей показник повинен базуватися на інтегральному коефіцієнті, який б враховував вразливість агроландшафтів. Тому він повинен мати просторову ознаку, тобто відображати розподіл за територією, що підконтрольна місцевому рівні управління. По-друге, метод повинен базуватися на інформації вільного доступу, що знімить додаткові витрати на збір даних та їх опрацювання.

Таким чином, методологія дослідження екологічного стану агроландшафтів потребує удосконалення методики їх екологічного оцінювання на основі інтеграції груп показників і даних вільного доступу з відображенням на картографічних моделях у вигляді інтегрованого показника.

Вивчення екологічних наслідків змін землекористувань ґрунтується на основі індексів, що описують просторово-часову трансформацію ландшафтної структури, і використовують ГІС – технології та дистанційні методи [3]. Такі моделі, що базуються на ГІС-технологіях, дозволяють відображати динаміку процесів, здійснювати їх прогнозування і сприяють запобіганню можливим екологічним ризикам [4]. В цьому напрямку особливо ефективно в дослідженнях природних явищ залучати дані супутникових знімків високої дозволяючої здатності [5].

Метою роботи є розробка методики оцінки антропогенного тиску на агроландшафти за узагальненим критерієм на основі ГІС-технології з використанням інформаційних масивів вільного доступу.

Дана методика апробована для території Коломийського району Івано-Франківської області. Територія району становить 1012 кв км і розташована у передгір'ї Карпат, в зоні контакту гір і рівнинних територій [6].

Оцінка антропогенного тиску на агроландшафти Коломийського району здійснювалась на основі супутникових знімків, які покрили всю територію у вигляді регулярної сітки з розміром квадрата 4×4 км (рис. 1). Для кожного знімка визначався інтегральний показник – індекс антропогенного порушення (IA), значення рангу якого залежить від виду землекористування і розраховується за формулою [2]:

$$IA = \frac{\sum_{i=1}^m N_i S_i}{S_{ск}}, \quad (1)$$

де  $S_i$  – площа виду землекористувань (км<sup>2</sup>, %);  $N_i$  – ранг порушення агроландшафту;  $S_{ск}$  – площа квадрату сканування;  $i$  – порядковий номер виду порушень;  $m$  – кількість видів порушень.

Особлива цінність показника є його можливість демонструвати сумарний антропогенний тиск, що дозволяє відображати динаміку екологічної ситуації на даній території і визначити її причини. При проведенні картографування території Коломийського району була використана шкала рангів антропогенної зміни земель: 1 - лісові площі і деревно-чагарникові насадження, 2 - під водою і болотами, 3 - пасовища, 4 - рілля (включаючи зрошувану), 5 - промислово-транспортні території та під забудовою. Всі ландшафти Коломийського району містять різні види землекористувань і майже в кожному присутні в тій чи іншій мірі всі ранги порушення земель.

У програмі Global Mapper за допомогою інструменту «дигітайзер» по кожному квадрату були визначені площі земель за видами використання (згідно з поданим вище ранжуванням), а за формулою (1) проведено розрахунок індексу антропогенного порушення (IA) на агроландшафти.



На основі отриманих даних антропогенної зміни агроландшафту в програмі Surfer була створена інтерпольована регулярна сітка, що містить координати точки (центр квадрата)  $X$ ,  $Y$  і величину  $Z$  – значення зміни агроландшафту (рис. 1). На основі сформованого файлу в автоматичному режимі була отримана тематична карта розподілу індексу антропогенного порушення ( $IA$ ) агроландшафтів по території Коломийського району (рис. 2).

Аналіз карти розподілу  $IA$  по Коломийському району (рис. 2) показав, що частина агроландшафтів Коломийського району (близько 23%), що примикає до передгір'я Карпат має найменші значення  $IA$  1,46...2,7 бала. Задовільний стан і на рівнинних територіях, що простягаються на північний-захід від районного центру (28%) з величиною  $IA$  2,7...3,15 бала.

Високий рівень антропогенної зміни (49%) характерний для третьої та четвертої зон ( $IA=3,15...3,69$ ), що визначаються рівнем розвитку виробництва в околицях районного центру – м. Коломия. Ця зона простягається вздовж автомобільної траси в напрямку м. Чернівці.

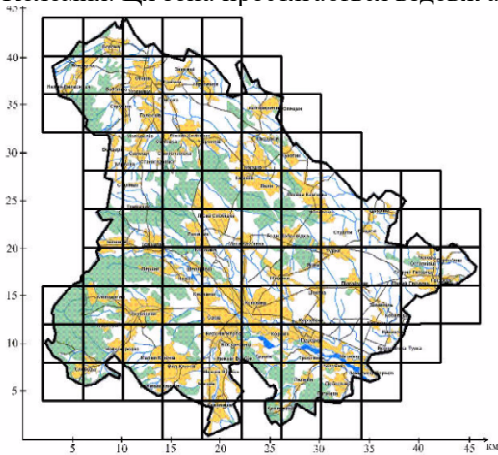


Рис. 1 Покриття території Коломийського району регулярною сіткою

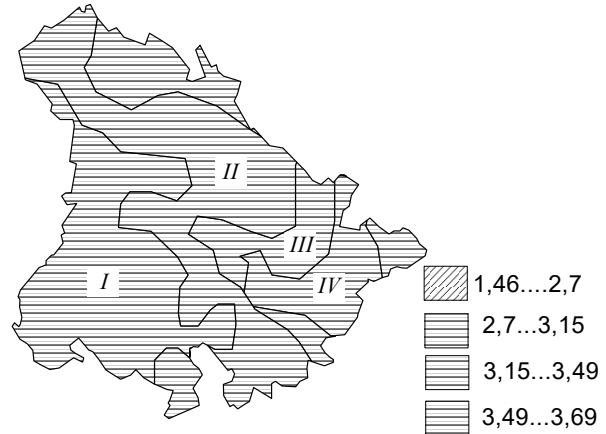


Рис. 2 Тематична карта розподілу  $IA$  по території Коломийському району

Таким чином, запропонована ГІС-технологія оцінки антропогенного тиску на агроландшафти за загальним критерієм дозволяє відслідковувати динаміку екологічного стану земельних ресурсів, контролювати показники звітності в управліннях Держгеокадстру та надавати органам місцевого управління оперативну інформацію про стан земельних ресурсів з метою їх управління.

#### Літературні джерела

1. Приходько М.М. Проблеми управління екологічною безпекою природних і антропогенних геосистем / М.М. Приходько // Науково-технічний журнал "Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування". № 2(4), 2011 р. – С.37-41.
2. Третяк А.М. Методичні рекомендації з оцінки екологічної стабільності агроландшафтів та сільськогосподарського землекористування/ А.М. Третяк, Р.А., Третяк М.І. Шквир //– К.: Ін-т землеустрою УААН, 2011. – 15 с.
3. Walz U. Monitoring of landscape change and functions in Saxony (Eastern Germany) : Methods and indicators / U. Walz // Ecological indicators. – 2008. – Vol. 8. – P. 807-817.
4. Стратегія збалансованого землекористування на Прикарпатті: колективна монографія / Інститут управління природними ресурсами ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК»; / Трускавецький Р.С., Федорак В.І. Ріпецький Є.І та ін./ за ред. Р.С. Трускавецького, В.І. Федорака. – Чернівці: ДрукАрт, 2013. – 240 с.
5. Моніторинг повеней на основі ГІС-технологій з використанням супутникових даних/ І.А. Шувар, Є.І. Ріпецький, Р.І., Ріпецький, І.І. Гереджук // Вплив руйнівних повеней, паводків, небезпечних геологічних процесів на функціонування інженерних мереж та безпеку життєдіяльності: Матеріали п'ятої наук.-практ. конф., 23 – 27 лютого 2009 р.: тези доп. – Яремче: НПП «Екологія наука техніка». – 2009 – С. 69 – 72.
6. Белова Н.В. Сучасний стан функціонування агроландшафтів Прибескидського Передкарпаття/Н.В. Белова// Збірник наукових праць. – Випуск 16– Харків, 2012 . С.8-11.

УДК 528.481

## МОНІТОРИНГ ГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ЗЕМНІЙ КОРИ

Романюк В.В.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76019, volodymyromaniuk@gmail.com

В минулому столітті для дослідження швидкостей сучасних вертикальних рухів земної кори (ШСВРЗК) використовували геометричне нівелювання. Результати вимірів геометричного нівелювання мали ряд недоліків: не були безперервними, проводились на певні епохи, тривали протягом декількох років, обмежувались певною територією, давали тільки загальну інформацію про рухи земної кори.

Окрім цього, використовувалися мареографічні спостереження, які надавали інформацію про рух земної кори тільки на берегових лініях. Недоліком цих спостережень є також той факт, що вони обтяжені впливом океанічної складової, яка не зв'язана з вертикальними рухами земної кори.

Одним із сегментів ГНСС-технологій є проведення високочастотних вимірів в різних сейсмічних зонах. На сучасному етапі для вивчення ШСВРЗК великий інтерес представляє ГНСС-технології. Застосування ГНСС стало загальноприйнятою практикою при визначенні довготривалих (від року і більше) рухів і деформацій земної кори в глобальному і регіональному масштабах. На відміну від класичних методів геодезії, ГНСС мають низку очевидних переваг: безперервний моніторинг, висока оперативність вимірів, простота і високий ступінь автоматизації виконання вимірювань.

Прогноз землетрусів є складною науковою проблемою і головною метою сейсмології. Незважаючи на значні зусилля вчених (Mladenovski, 1985), на сьогодні немає конкретних методів за допомогою яких можна прогнозувати час та місце виникнення сейсмічних поштовхів. Одним з напрямків розв'язку цієї проблеми є пошук взаємозв'язків між сейсмічними подіями та рухами, або деформаціями земної поверхні. Особливо, це стало актуальним з появою високоточних ГНСС мереж за допомогою, яких проводиться моніторинг геодинамічних процесів, повільних та стрибкоподібних рухів земної поверхні викликаних сейсмічними та техногенними факторами [Marchenko, 2013].

Першим етапом роботи був відбір перманентних ГНСС-станцій, розміщених на території Європи. Було опрацьовано базу даних з майже 300 перманентних ГНСС-станцій. За вихідні дані при дослідженні геодинаміки Європейського континенту були використані результати опрацювання перманентних ГНСС-станцій, представлені на веб-сторінці SOPAC (Scripps orbit and permanent array center) та на веб-сторінці NGL (Nevada Geodetic Laboratory) за 2000-2011 рр.

На другому етапі було відібрано часові серії безперервних спостережень визначених висот за вказаний період. Вибрані 196 перманентних ГНСС-станцій практично рівномірно покривають територію Європи.

Для відібраних перманентних ГНСС-станцій обчислено середньорічні значення швидкостей вертикальних рухів земної кори та середні квадратичні похибки їх визначення. Ці швидкості визначалися в системі координат ITRF-2008; в подальшому будемо називати їх абсолютними. Максимальна додатна середньорічна швидкість вертикального руху зафіксована на станції SKE0 (Швеція) у 2007 р., що становить 26,5 мм/рік. Максимальна від'ємна швидкість зафіксована на станції MIKL (Україна) у 2002 р., і вона становить -24,2 мм/рік. Від'ємні значення швидкостей відповідають опусканню, а додатні – підніманню перманентної ГНСС-станції. Середні квадратичні похибки щорічних абсолютних швидкостей вертикальних рухів є в межах до  $\pm 3$  мм/рік.

Далі мережі перманентних ГНСС-станцій на кожний рік вимірювань були поділені триангуляцією Делоне на мережу трикутників. У вершині кожного трикутника знаходилась перманентна ГНСС-станція. Оскільки з кожним роком кількість перманентних ГНСС-станцій збільшується, відповідно згущується мережа трикутників.

Для кожного трикутника виділено землетруси, епіцентри яких знаходяться в його межах. На досліджуваній території за період з 2000 по 2011 роки були зафіксовані землетруси з максимальною бальністю рівною 7. Землетруси з магнітудою меншою ніж 1 бал в дослідженні не використовувались.

Щоб узагальнити вертикальні швидкості території, охопленої окремим трикутником, в вершинах якого розташовані перманентні станції, ми ввели поняття “інтегрального показника швидкості висотного зміщення території” ( $|\delta V_{i,mm}|$ ). Для узагальнення сейсмічної активності в роботі використано поняття еліпса розсіювань епіцентрів землетрусів на обмеженій території ( $b$ ) [Серант, 2000].

З метою встановлення кореляційних зв'язків між узагальненими параметрами вертикальних рухів земної кори та сейсмічності було проведено кореляційний аналіз між малою піввіссю еліпса розсіювання епіцентрів землетрусів усіх трикутників, визначених триангуляцією Делоне, для кожного року спостережень та інтегральним показником швидкості висотного зміщення території.

Із утвореного масиву річних даних малої півосі еліпса розсіювання епіцентрів землетрусів та інтегрального показника швидкості висотного зміщення території було визначено два трикутники, яким відповідає максимальна кореляція між узагальненими параметрами деформацій  $b$  та  $|\delta V_{i,mm}|$  [4].

Далі ітераційним процесом послідовно нарощується ряд відібраних трикутників за критерієм максимуму коефіцієнта кореляції між малою піввіссю еліпса розсіювання епіцентрів землетрусів та інтегральним показником швидкості висотного зміщення території.

За результатами проведених досліджень складено картосхеми, на яких представлено сукупність відібраних трикутників, для яких кореляційний зв'язок між ( $b$ ) і  $|\delta V_{i,mm}|$  становить більше 0,95. Ці території збігаються із зонами підвищеної сейсмічної активності. Аналізуючи ці картосхеми, видно, що висока кореляція між параметрами  $b$  та  $|\delta V_{i,mm}|$  спостерігається у Піренейській, Альпійській, Апеннінській, Динарській та Карпатській гірських системах.

Нами проведено статистичний аналіз розподілу землетрусів за період спостережень для територій де проявляється кореляційний зв'язок, а також для решти територій Європи з підвищеною сейсмічною активністю.

За даними баз даних веб-сайт United States Geological Survey та Centre sismologique euro-méditerranéen european-mediterranean seismological centr було проаналізовано розподіл землетрусів за магнітудою для відібраних шести зон.

Для перших трьох зон, для яких характерна наявність кореляційних зв'язків, 55 - 70% загальної кількості землетрусів мають магнітуду 2. Від 10 до 30% це землетруси в межах 1 бала. Також мають

місце трибальні землетруси, які є в межах від 10 до 30%. В цих зонах зафіксовано незначну кількість землетрусів з магнітудою 4 та 5 балів, кількість яких не перевищує 3%.

Для зон, в яких не спостерігається кореляція між  $b$  і  $|\delta V_{imm}|$ , характерна переважна більшість землетрусів з бальністю 3 - від 37 до 70% та 2-х бальних землетрусів від 16 до 49%. Однак для цих територій є значно більше землетрусів з бальністю 4 - від 6 до 9% та з магнітудою 5 — від 0,7 до 2,5%. А також мають місце 6-ти бальні землетруси від 0,3 до 1,2%.

Тобто території, для яких характерний кореляційний зв'язок між  $|\delta V_{imm}|$  і  $(b)$ , переважають землетруси за магнітудою до 3 і менше балів і повністю відсутні землетруси з магнітудою 6.

Для територій з відсутнім кореляційним зв'язком переважають землетруси з магнітудою більше 3 балів, і збільшується кількість землетрусів з магнітудою 5 та 6 землетруси з магнітудою 6 балів.

Отже, збільшення середньої бальності землетрусів та поява землетрусів з магнітудою 6 призводить до втрати кореляційного зв'язку між фоною сейсмічності та вертикальними зміщеннями земної кори.

#### Список літератури

1. Mladenovski M. Map of the Contemporary Vertical Movements of the Earth's Crust for the Territory of Bulgaria / M. Mladenovski, T. Belyashki, T. Burilkov // A part of the «Map of the Contemporary Vertical Movements in the Carpathian-Balkan Region». Scale 1:1 000 000. Budapest. 1985.

2. Серант О. В. Сучасні горизонтальні деформації земної поверхні Центральної Європи за результатами GPS-кампанії SERGOP / О. В. Серант, К. Р. Третяк // Геодинаміка [Зб. наук. праць]. — Львів. 2000. — № 1(3).

3. Marchenko O. M. Referentsni sistemi v geodezii / O. M. Marchenko, K. R. Tretyak, N. P. Yarema // V-vo Lvivska politehnika. 2013. — 215 c.

4. Tretyak K. Using GNSS Technologies for Research Features Vertical Movements of the Crust of Europe / K. Tretyak, V. Romaniuk // Geomatics and environmental engineering – AGH. — Польща. Краків. 2013. — № 2(7). — С. 71-77.

УДК 528.1:528.4

## ПРО МІНІМАЛЬНУ ТА МАКСИМАЛЬНУ ВІДСТАНІ МІЖ КУТАМИ ПОВОРОТІВ МЕЖІ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ПІД ЧАС ЇЇ ГЕОДЕЗИЧНОГО ВСТАНОВЛЕННЯ

Рябчій В.А., Рябчій В.В.

*Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»*

Існуючі будівлі, споруди, паркани на земельних ділянках у містах, які підлягають топографічному зніманню, і по контурах яких проходять межі земельних ділянок, мають різну конфігурацію або, так звані, архітектурні виступи. Топографічне знімання земельних ділянок і геодезичне встановлення або відновлення їх меж виконуються для розроблення проектів землеустрою або технічної документації щодо відведення земельних ділянок в оренду або передачу у власність.

Згідно з підпунктом 4.2.10 Керівного технічного матеріалу «Інвентаризація земель населених пунктів (наземні методи)», затвердженого наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України [4], при виконанні робіт з інвентаризації землекористувань і землеволодінь геодезична основа має відповідати вимогам топографічної зйомки масштабу 1:500. Також, відповідно до підпункту 4.2.15 цього документа [4] при координуванні кутів поворотів меж враховуються усі виступи межі більші за 0,25 м і площі яких перевищують 1,0 м<sup>2</sup>.

Тобто інструктивна вимога щодо мінімального розміру уступу існує. Але з практичного досвіду відомо, що є такі суміжники земельних ділянок домоволодінь, які вимагають від інженера-геодезиста координування уступів навіть менше 5 см.

У підпункті 3.4 Інструкції про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в природі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками, затвердженої наказом Державного комітету України із земельних ресурсів [3], вказується: «мінімальна відстань між межовими знаками (межовий знак, якщо він закріплений на місцевості, і є вершиною кута повороту земельної ділянки) в поворотних точках меж земельних ділянок не повинна бути менше ніж 1 м». При такій мінімальній відстані у містах можуть бути пропущені важливі кути поворотів межі земельної ділянки, які характеризують її конфігурацію.

Практика геодезичного встановлення меж земельних ділянок, особливо домоволодінь, показує, що точки кутів поворотів меж земельної ділянки, які вказує замовник відповідних робіт, реально можуть бути на відстані одна від одної починаючи з 0,1 м. Такі точки кутів поворотів межі земельної ділянки є важливими елементами і їх треба координувати. Такі межі проходять по зовнішніх стінах різних будівель (гаражів, сараїв, цегляних парканів тощо).

Деякі поширені випадки існування фактичних меж земельної ділянки з мінімальними відстанями між кутами поворотів показані на рис.

Деякі такі точки кутів поворотів показують не тільки зміну напрямку межі (уступ), а й зміну суміжника (суміжного землекористувача). На рис. така мінімальна відстань позначена як  $l_{min}$ . При цьому, ці відстані можуть бути від 10 см (хоча менші за розміром існують, але у цій статті не розглядаються).

У підпункті 1.3.1 Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98), затвердженої наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України [2], вказується: «будівлі, що виражаються в масштабі плану, відображаються за контурами їхніх цоколів. Архітектурні виступи будинків і споруд відображаються, якщо величина їх на плані 0,5 мм і більше». Для топографічного знімання ця вимога реальна і правильна. Десять

сантиметрів на топографічному плані масштабу 1:500 можна і не побачити, але для геодезичного встановлення меж земельної ділянки така відстань може бути суттєвою.



Рис.1. Поширені випадки існування фактичних меж домоволодінь

Тепер визначимось з максимальною відстанню між кутами поворотів меж земельних ділянок, що регламентується нормативно-інструктивними вимогами.

Згідно з підпунктом 4.2.15 Керівного технічного матеріалу [4], навіть, якщо межа розташована по прямій лінії, то максимальна відстань між суміжними кутами поворотів не повинна перевищувати 50 – 80 м. Але конкретно не наведено, коли ця відстань повинна бути 50 м, а коли – 80 м. Виходить це має бути на розсуд інженера-геодезиста або інженера-землевпорядника. Тобто може бути проявлена суб'єктивність при виконанні цих робіт.

Відповідно до підпункту 3.4 Інструкції [3] максимальна відстань між суміжними кутами поворотів повинна бути до 200 м. Якщо відстань між кутами поворотів становить 200 м, то це є значна величина, особливо, якщо земельна ділянка розташована у великих містах. За межами міст, якщо земельна ділянка має значні відстані між кутами поворотів, то це – більш реально.

Визначення прямолінійності меж у більшості випадків носить суб'єктивний характер, оскільки це встановлює на погляд інженер-геодезист або інженер-землевпорядник, і часто це неможливо перевірити інструментально. Тільки, якщо виконуються роботи з виносу меж земельної ділянки на місцевість, то іноді декілька кутів поворотів межі земельної ділянки можуть бути на одній прямій лінії.

У дослідженнях, які наведені у статтях [1, 5 та ін.], встановлено, що збільшення точок кутів поворотів земельної ділянки зменшує середню квадратичну похибку обчислення її площі. Тобто, якщо зменшити інструктивну (нормативну) максимальну відстань між точками кутів поворотів на прямолінійних відрізках межі, то можна підвищити точність обчислення площі такої земельної ділянки.

**Висновки та пропозиції.** Враховуючи наведене вище, можна дійти такого висновку, що в населених пунктах мінімальна і максимальна відстані між вершинами кутів поворотів межі земельної ділянки мають бути від 0,1 м до 50 м відповідно. Це дозволить точніше встановлювати межі земельної ділянки і визначати її конфігурацію та площу.

#### Література

1. Дутчин М. Дослідження точності визначення площ земельних ділянок з врахуванням кількості контурних точок та їх розташування / М. Дутчин, І. Біда, Г. Мельниченко // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. праць. – Л., 2009. – Вип. I (17). – С. 301-308.
2. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98), затверджена наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09.04.1998 № 56 із змінами, внесеними згідно з наказом Укргеодезкартографії від 27.07.1999 № 90. – Київ, 1999. – 156 с.
3. Інструкція про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками, затверджена наказом Державного комітету України із земельних ресурсів від 18.05.2010 № 376 із змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 03.07.2013 № 405.
4. Керівний технічний матеріал «Інвентаризація земель населених пунктів (наземні методи)», затверджений наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 02.02.1993 № 6. – Київ, 1993.
5. Рябчій В.А. Визначення допустимих значень середніх квадратичних похибок обчислення площ земельних ділянок в різних типах населених пунктів / В. А. Рябчій, В. В. Рябчій, М. В. Трегуб // Геодезія, картографія та аерофотознімання. – 2011. – Вип. 75. – С. 157-167.

УДК 528.482.3, 625.11, 624.127

## МОНІТОРИНГ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ НА ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ ДІЛЯНКИ ДЕЛЯТИН – РАХІВ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ

Серант О.В., Серант О-М.В.

Національний університет «Львівська політехніка» м. Львів вул. С. Бандери 12, 79000  
ser\_oks@i.ua

Важливим аспектом для розвитку України є туристичний бізнес, особливо привабливими для туристів є Українські Карпати. Тому важливим є розвиток та безпека транспортної інфраструктури цього регіону. Особливістю залізничного полотна в гірських регіонах є необхідність побудови різноманітних підпірних та протизмивних стінок. Тому для безпеки руху, необхідний постійний нагляд

за такими об'єктами. Особливо небезпечна ділянка залізничної колії знаходиться між курортами Ясиня і Кваси. Дільниця Делятин-Рахів споруджена ще в 1895 році.

Територія характеризується значною розчленованістю рельєфу (гірська місцевість), коля перегинає значну кількість обвальних та селенебезпечних місць, спостерігаються високі швидкості течій гірських річок та струмків з паводковим характером стоку, що є причиною розмиву берегів і руйнування інженерних споруд.

На відстані 56 км від Яремче (по колії) залізниця прокладена по вузькій ущелиноподібній долині річки, по підшві схилу значної крутизни (до 35°) у вигляді півнасіпу з облаштуваннями: низова підпірно-протирозмивна стінка та верхова підпірна стінка. По правому схилу ріки прокладена автомобільна дорога (Рис.1). Верхова підпірна стінка захищає залізничну колію від селевих потоків та зсуву гірських порід, а низова підпірна стінка захищає земляне полотно залізничної колії від руйнувань, які може спричинити стрімке течія річки Чорна Тиса в крутих гірських поворотах. Від руйнівного впливу річки на автомобільну дорогу національного значення Н09, що проходить через Хуст, Рахів, Яблуницький перевал, Яремче, Ів.Франківськ, також захищає підпірна стінка з габйонних блоків та бетонних конструкцій.

Відновлювально-відбудовчими роботами річище р.Чорна Тиса в межах зазначеної ділянки постійно звужувалось, що зумовило скерування русла ріки в сторону залізничного полотна. В руслі річки для зменшення енергії потоку були влаштовані дерев'яні гасителі, які на даний час повністю зруйновані. Як наслідок цього – активізувалися процеси донної і бокової ерозії вздовж підпірно-протирозмивної стінки, що призводить до руйнування рисберми і підмиву стінки в нижній частині.



Рис.1. Фото небезпечної ділянки залізниці .

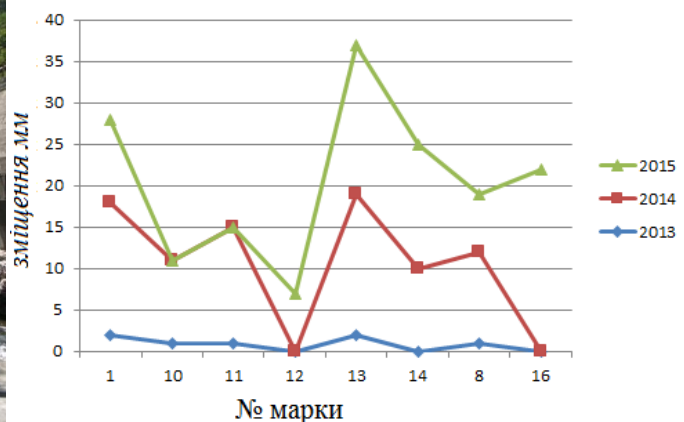


Рис.2. Горизонтальні зміщення марок лівої верхової підпірної стінки, мм/рік

Систематичними оглядами працівниками львівської залізниці та інженерно-геологічними обстеженнями виявились деформації земляного полотна та його облаштувань:

- переміщення мас ґрунту лівого крутосхилу в сторону пониження рельєфу, що привело до руйнування сухої кам'яної кладки і лотка, до деформацій верхових і низової стінок (рис.3);
- руйнування кладки низової стінки сталося по центру, де на стінку діє максимальний зсувний тиск ґрунтів схилу, падіння покривлі корінних порід і поверхні зміщення до 35°;
- до руйнування стінок веде інтенсивне стікання вод зі схилу;
- сильно, а місцями і повністю, зруйнована рисберма, яка вже не виконує своїх захисних функцій;
- спорудження протирозмивних стінок автодороги значно звужило русло річки і, як наслідок, привело до збільшення швидкості водного потоку.

Інженерно-геологічною базою дорожньої лабораторії діагностики залізничної колії ведуться інструментальні геодезичні спостереження за проявом деформацій укріплювальних споруд земляного полотна на 115 км ПК 7-10 дільниці Хриплін-Делятин-Рахів-держкордон.

Спостереження проводилися на локальній мережі, яка складається із трьох пунктів закладених на протилежному березі річки, координати яких визначено в умовній системі. По всьому периметру укріплювальних стінок зафіксовані геодезичні марки, за якими ведуться спостереження з 2005р. Визначено горизонтальні зміщення марок за період з 2013 по 2015р. Величини зміщень коливаються від 1 до 23 мм/рік .

На час проведення вимірювань деякі із закладених марок були знищені, або їх стан був незадовільний. За результатами спостережень побудовано відповідні графіки горизонтальних зміщень (для прикладу горизонтальні зміщення марок лівої верхової підпірної стінки, наведено на рис.2), за якими можна зробити висновок, що останнім часом зсувні процеси активізувалися, особливо це видно на марках 1, 8, 11, 13, 14 лівої верхової стінки, та на марках 3, 4, 6 правої низової стінки.

Аналізуючи результати спостережень, та важливість даного об'єкта необхідно відновити зруйновані геодезичні марки, обов'язково проводити подальші геодезичні спостереження на всіх існуючих марках із періодичністю не рідше ніж 2 рази в рік, дослідити причини та природу таких рухів, оскільки є велика загроза зсуво-обвальних процесів, що можуть призвести до блокування залізничного та автомобільного сполучення цих напрямків.

Для визначення деформацій на даному об'єкті пропонуємо проводити регулярні геодезичні спостереження марок з обов'язковою прив'язкою пунктів локальної мережі до пунктів ДГМ.

#### Список використаної літератури

1. Львівська залізниця: Історія і сучасність / [П. Є. Гранкін, П. В. Лазечко, І. В. Сьомочкін, Г. І. Шрамко]. – Львів : Центр Європи, 1996. – С. 9–135.
2. Gostkowski R. Jak Galicya przyszła do kolej żelaznych / R. Gostkowski. – S. 173, 192–196.
3. І. Юник. Для упередження загрози / електронний ресурс <http://www.magistral-uz.com.ua/articles/vesennij-proryv.html>

#### УДК 528.3

### ЕТАЛОННИЙ ГЕОДЕЗИЧНИЙ ПОЛІГОН ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНОЇ АТЕСТАЦІЇ ЛІНІЙНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ

Тревого І.С., Цюпак І.М.

Національний університет «Львівська політехніка»,  
79013, м. Львів, вул. С. Бандери, 12, [itrevoho@gmail.com](mailto:itrevoho@gmail.com), [i\\_tsyupak@meta.ua](mailto:i_tsyupak@meta.ua)

#### Постановка проблеми

Стандартна одиниця довжини передається геодезичним приладам і контролюється її незмінність в них, як міра, на робочих еталонах, якими є еталонні лінійні бази першого розряду (точність  $(0.6+1 \cdot 10^{-6} \cdot L)$  мм). У такий спосіб забезпечується єдність вимірювань – їх точність і порівнюваність. Довжини ліній між пунктами тепер, як правило, виконують електронними тахеометрами. Сучасні супутникові технології також дозволяють виконувати непрямі лінійні вимірювання між пунктами на поверхні Землі, а також перевищення між ними. Таким чином, можливе одночасне визначення ліній у двох площинах: горизонтальній і вертикальній. Необхідно забезпечити єдність наземних і супутникових вимірювань.

#### Аналіз досягнень в даному питанні

Еталонна одиниця довжини передається від Національного вторинного еталону довжини ВЕТУ-01-03-02-98 [1] робочим еталонам 1-го розряду й високоточним робочим засобам вимірювальної техніки (ЗВТ) методом безпосереднього звірення [2]. З розвитком глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) метрологічна атестація робочих еталонів виконується також цією технологією. Для перевірки високоточних геодезичних приладів допускається, щоб точність еталонів була вищою точності ЗВТ хоча б у 3 рази, що може бути забезпечено періодичними метрологічними атестаціями робочих еталонів з відповідною точністю і статистичним аналізом даних багаторазових атестацій.

Згідно керівних матеріалів [1] метрологічну атестацію еталонного лінійного базиса (ЕЛБ) можна виконувати або базисним комплектом інварних дротів, або комплектом (з двох-трьох) відібраних високоточних фазових лазерних віддалемірів, або пристроєм підвищеної точності, до якого входить прецизійний лазерний віддалемір ПЛД-1М [2], або застосуванням GPS/GNSS-технології за спеціальними методиками [6, 7].

У доповіді буде представлено результати створення еталонного геодезичного полігону, та результати аналізу метрологічних атестацій ЕЛБ і еталонної фундаментальної геодезичної мережі як реперних пунктів для перевірок ЗВТ для лінійних вимірювань, а також методики GPS/GNSS-нівелювання.

#### Виклад основного матеріалу

В Інституті геодезії Національного університету «Львівська політехніка» питаннями створення ЕЛБ і метрологічної атестації приладів для лінійних вимірювань займаються з 1975 р. Для вирішення завдань метрологічної атестації сучасних геодезичних приладів цивільного і військового призначення було запроєктовано і створено Яворівський науковий геодезичний полігон (НГП). Тут вздовж доріг було створено мережу полігонометрії 4-го класу, яка складається із більш як 80 пунктів. Мережа полігонометрії опирається на чотири пункти триангуляції державної геодезичної мережі 1, 2 і 3 класів. Також розвинуто мережу геометричного нівелювання II і III класів, яка закріплена 35 ґрунтовими і стінними реперами, і опирається на репери I і II класу державної нівелірної мережі. Лінії нівелювання проходять і через пункти полігонометрії.

У 1997 р. на чотирьох пунктах триангуляції і 10 пунктах полігонометрії, які розміщені парами в вузлах геодезичної мережі, були виконані GPS-спостереження. Ця GPS-мережа опиралася на 4 перманентні станції європейської мережі EPN.

Враховуючи тенденції розвитку геодезичних приладів, методів і технологій створення геодезичних мереж, на Яворівському НГП були створені два метрологічні об'єкти: еталонна фундаментальна геодезична мережа і ЕЛБ. У 2001 р. були закладені 5 фундаментальних центрів з примусовим центруванням і у 2002 р. здійснена 5-добова GPS-кампанія спостережень. При опрацюванні були залучені перманентні GPS-станції. У цьому ж році було закладено пункти ЕЛБ. Довжина базиса 2260 м, який складається з 20 пунктів, 10 з яких утворюють фазову ділянку з віддальми через 1 м. У 2003 р. була здійснена перша метрологічна атестація довжин ліній ЕЛБ установкою вищої точності, в яку входить фазовий лазерний віддалемір ПЛД-1М. Ця установка і віддалемір є розробкою працівників Національного наукового центру «Інститут метрології» (м. Харків), які виконали

вимірювання ліній ЕЛБ з с.к.п. 0.2-0.5 мм після врахування атмосферного впливу. Для приведення вимірних ліній ЕЛБ до середнього горизонту між двома пунктами, їх висоти були визначені із нівелювання ІІ-класу.

На пунктах фундаментальної геодезичної мережі, 4 пунктах державної геодезичної мережі триангуляції і у вузлах мережі полігонометрії, а також кінцевих пунктах ЕЛБ виконані високоточні астрономічні спостереження для визначення астрономічних координат і азимутів напрямків [4].

Для введення поправок у результати нівелювання ІІ класу за непаралельність прямовисних ліній і відхилення прямовисних ліній на території Яворівського НГП розвинута опорна гравіметрична мережа, що об'єднує близько 45 пунктів і спирається на фундаментальний гравіметричний пункт Державної гравіметричної мережі [3]. За даними гравіметричного знімання побудована гравіметрична карта аномалій у вільному повітрі [3].

Метрологічну атестацію ЕЛБ з 2003 по 2014 р.р. виконували: прецизійним віддалеміром ПЛД-1М, 10 разів тестованими високоточними електронними тахеометрами (ЕТ) і 6 разів за спостереженнями GPS. Аналіз атестацій довжин ліній ЕЛБ електронними тахеометрами показав збільшення похибок вимірів за лінійним законом починаючи з віддалі 130 м, що викликано не достатньо точним врахуванням впливу атмосфери за вимірами метеоданих тільки у початковій точці. Довжини ліній визначені з опрацювання GPS-спостережень мають менші похибки, особливо для ліній довжиною більше 500-600 м, при цьому похибки коротких ліній (до 200 м) можуть мати майже такі ж значення, як і для ліній у 2000 м.

З досліджень нами було встановлено, що для визначення довжин ліній до 20 км з похибкою біля 0.2 мм необхідно виконати сесію GPS-спостережень тривалістю не менше 12-13 год.

Нами запропонована методика вимірювання довжин ліній ЕЛБ [6] у всіх комбінаціях (для ліній в створі). При цьому GPS-спостереження виконуються на усіх пунктах ЕЛБ одночасно, а при опрацюванні складаються умовні рівняння, які розв'язуються методом найменших квадратів. З розв'язку системи рівнянь отримуємо похибки вимірних ліній. Середня квадратична похибка 45 визначених ліній 0.28 мм (максимальна похибка 0.82 мм), довжини ліній від 5 до 2260 м.

Метрологічну атестацію еталонної фундаментальної геодезичної мережі (5 пунктів) виконували кожного року з 2005 по 2008, у 2010 і 2013 р.р. В останні дві кампанії GPS-спостережень підключали і два крайні пункти ЕЛБ. Спостереження продовжувалися 3-5 діб.

За результатами 2005-2008 р.р. були оцінені швидкості зміни координат пунктів фундаментальної геодезичної мережі. З аналізу віддалей між пунктами фундаментальної мережі, отриманих за результатами усіх шести GPS-кампаній 2005-2008, 2010, 2013 р.р., обчислена відносна похибка мережі як  $1/(3 \cdot 10^7)$ .

У 2014-2015 р.р. виконано геометричне нівелювання ІІ класу для висотної мережі, що включає пункти еталонної фундаментальної геодезичної мережі і ЕЛБ з прив'язкою до реперів І класу державної нівелірної мережі. Загальна довжина подвійних ходів нівелювання біля 120 км, нівелірна мережа складається із секцій довжиною від 0.95 до 5.04 км. Результати геометричного нівелювання необхідні для контролю точності методики GPS-нівелювання.

Визначення висот квазігеоїда за результатами 6 кампаній GPS-спостережень показали, що с.к.п. біля 3 см (для віддалей 10-25 км). Отримані результати дають підстави сподіватися, що можна буде визначати перевищення з опрацювання GPS спостережень на рівні ІІ-класу нівелювання.

#### **Висновки**

Запропонована методика метрологічної атестації ЕЛБ технологією GNSS дає змогу визначити довжини ліній з похибкою меншою 1 мм.

Результати аналізу GPS-нівелювання дозволяють сподіватися, що визначення перевищень між пунктами можливе з похибкою близькою до ІІ класу нівелювання для відстаней до 25км.

#### *Літературні джерела*

1. Базисы эталонные. Методика поверки //МИ БГЕИ 40-03.- М., 2003.- Д-п:[www.OpenGost.ru/](http://www.OpenGost.ru/).
2. ГОСТ 8.503-84 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерения длин в диапазоне 24–75000 м. – М., 1984.
3. Дзуліт П., Тревого І., Паляниця Б., Волчко П. Створення оптимальної опорної гравіметричної мережі в районі наукового геодезичного полігону// Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва.– Львів.- 2004.– С. 17-19.
4. Денисов О., Волчко П., Тревого І., Савчук С. Визначення астрономічних координат на пунктах Яворівського наукового геодезичного полігону// Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва.– Львів.- 2003.– С. 122-126.
5. Національний науковий центр «Інститут метрології». Еталонна база. Доступ: <http://www.metrology.kharkov.ua/index.php?id=275&L=10%27>.
6. Патент на корисну модель № 83876 «Спосіб визначення довжин ліній еталонного геодезичного базису».- Зареєстровано 10.10.2013/ О.І Ванчура, І.С. Тревого, І.М. Цюпак, Г.Т. Шевченко, Т.Г.Шевченко // Бюллетень ДП «УПІВ» №19.- 2013.
7. Szczutko T., Frukacz M., Busko M. (2011). Application of Precise Distancers and GPS Receivers for Length Calculation and Krakow-Located „Wisla” Calibration Baseline Stability Control, Reports on Geodesy, No. 1 (90).

УДК 528.481

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ НЕРІВНОМІРНОГО ОБЕРТАННЯ ЗЕМЛІ ТА КІНЕМАТИКИ ТЕКТОНІЧНИХ ПЛИТ НА ПРИКЛАДІ АНТАРКТИЧНОЇ ПЛИТИ

Третяк К.Р., Голубінка Ю.І., Аль-Алусі Ф.К.

Національний університет «Львівська політехніка», 79013,  
м. Львів, вул. Степана Бандери, 12; kornel@lp.edu.ua

Варіації кутової швидкості обертання Землі бувають: 1) періодичні або квазіперіодичні, 2) вікові і 3) нерегулярні. Причиною періодичної зміни швидкості обертання Землі є Земні припливи викликані гравітацією Сонця і Місяця.

Нерегулярні зміни швидкості Землі відбуваються стрибкоподібно через нерівномірні проміжки часу. Причинами їх прояву можуть бути зміни всередині планети (сильні землетруси, виверження вулканів), так і дія поза планетних явищ (викиди плазми Сонця).

Вікове уповільнення швидкості обертання Землі пов'язане з існуванням припливного тертя в тілі Землі і океанах, що приводить до повільного зменшення кутової швидкості обертання Землі.

Вважають, що довгоперіодична нерівномірність обертання Землі не може викликатися геофізичними процесами, що протікають у атмосфері. Зазвичай її пов'язують з внутрішніми процесами взаємодії ядра, мантії та земної кори. Крім цього на довгоперіодичні зміни обертового руху Землі можуть мати вплив переноси водних мас з океану на льодовиковий покрив Антарктиди та Гренландії, а також дрейф літосферних плит. Для цього в даній роботі зроблена спроба дослідити можливу наявність взаємозв'язку між нерівномірністю обертового руху Землі і Антарктичної тектонічної плити.

**Мета роботи:** 1) Дослідити кінематичні параметри Антарктичної плити та щорічні зміни її кутової швидкості обертання та положення полюсу Ейлера за даними перманентних ГНСС-станцій. 2) Порівняти зміни кутової швидкості обертання Землі з нерівномірністю обертового руху Антарктичної плити.

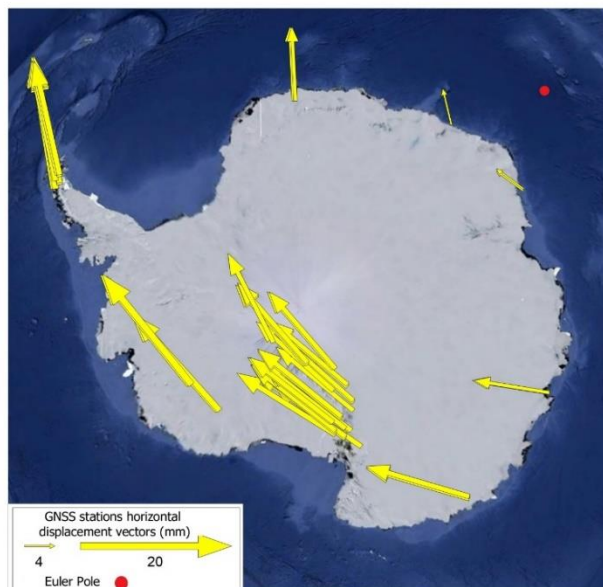
Для цього нами були використані результати добових вимірів 28-ми перманентних ГНСС-станцій Антарктиди за період 1996-2014 рр.

На підставі створеного алгоритму нами було визначено складові векторів горизонтальних швидкостей перманентних ГНСС-станцій Антарктичної тектонічної плити та їх точність з врахуванням нерівномірності та розривів у часових серіях спостережень (рис.1).

На основі визначених векторів зміщень станцій нами обчислено середню кутову швидкість обертання Антарктичної плити та координати середнього полюсу Ейлера за весь період спостережень, визначено їх оцінку точності (табл. 1).

Також за результатами обчислення річних швидкостей горизонтальних зміщень перманентних станцій нами визначено щорічні параметри полюсу Ейлера Антарктичної плити та її кутової швидкості. Щорічну міграцію положення полюсу Ейлера зображено на (рис. 2)

Аналізуючи щорічні зміни широти полюсу Ейлера та кутової швидкості обертання Антарктичної плити можна зауважити наявність взаємозв'язку між цими параметрами. При зменшенні кутової швидкості зменшується широта полюсу Ейлера і відповідно навпаки. Одночасною зміною цих параметрів корегується момент імпульсу Антарктичної тектонічної плити.





**Рис. 1 Вектори швидкостей горизонтальних зміщень перманентних ГНСС станцій Антарктичної тектонічної плити за період з 1996 р. по 2014р**

З метою встановлення можливого зв'язку між нерівномірністю оберткових рухів Землі і антарктичної тектонічної плити, нами виконано розрахунок зміни середньорічної кутової швидкості Землі. Порівнюючи зміну кутових швидкостей обертання Землі  $\omega_{\oplus}$  і Антарктичної тектонічної плити  $\omega$ , можна зауважити що при збільшенні  $\omega_{\oplus}$  кутова швидкість  $\omega$  зменшується і навпаки. Коефіцієнт кореляції між  $\omega_{\oplus}$  та  $\omega$  за період (1996 – 2014) дорівнює -0,536, а за період 1997 – 2014 - -0,610. Кореляція між даними параметрами є незначною, але помітною. Цю закономірність можна пояснити законом збереження моменту імпульсу. Момент кількості руху у замкненій системі (літосфера, мантія і ядро Землі) зберігається під час еволюції цієї системи з часом. Зменшення моменту імпульсу системи ядро-мантія компенсується збільшення моменту імпульсу літосфери (тектонічних плит).

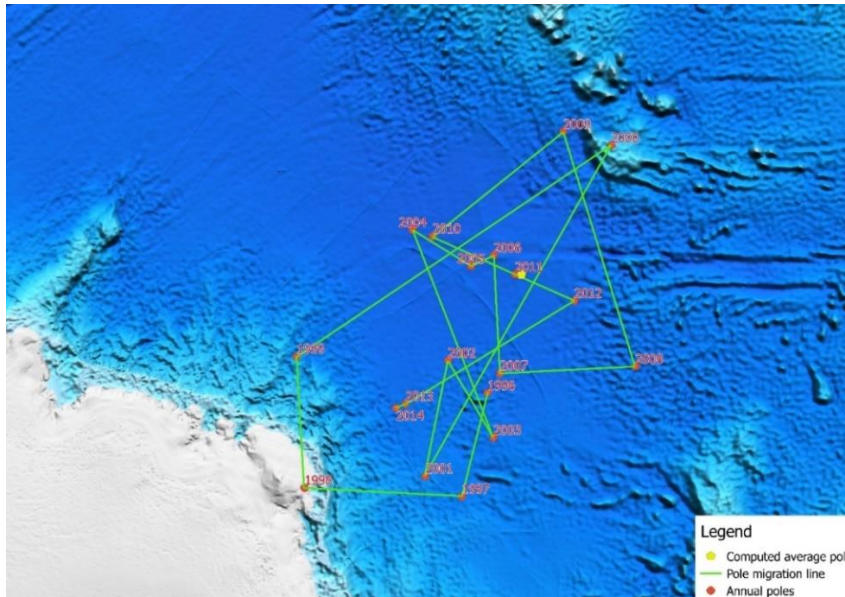
Таблиця 1 - Середня кутова швидкість обертання Антарктичної тектонічної плити та координати середнього полюса Ейлера визначені за даними ГНСС вимірів на перманентних станціях за період 1996 – 2014 рр.

$\omega$ , “/рік	0.00074
$\Phi$ , ° Полюсу Ейлера	58.2157
$\Lambda$ , ° Полюсу Ейлера	52.9937
$m_{\omega}$ , “/рік	0.000008
$m_{\Phi}$ , °	0.308
$m_{\Lambda}$ , °	0.416

**Висновки.** Розроблено модифікований алгоритм визначення параметрів полюсу Ейлера і кутової швидкості обертання тектонічної плити зі врахуванням безперервності і нерівномірності часових серій щоденних розв'язків перманентних ГНСС станцій.

Із використанням результатів щоденних розв'язків 28 перманентних ГНСС станцій Антарктиди за період (1996-2014 рр), визначено положення середнього полюсу Ейлера і кутової швидкості обертання плити, та їх щорічні зміни.

Встановлено наявність взаємозв'язку між щорічною зміною широти полюсу Ейлера та кутовою швидкістю обертання тектонічної плити  $\omega$ . Очевидно зміною цих параметрів корегується момент імпульсу Антарктичної тектонічної плити.



**Рис. 2 Рух полюса Ейлера Антарктичної тектонічної плити за результатами ГНСС вимірів (1996-2014).**

Встановлено взаємозв'язок зміни кутових швидкостей обертання Землі  $\omega_{\oplus}$  і Антарктичної тектонічної плити  $\omega$ . При збільшенні  $\omega_{\oplus}$ , рад/с кутова швидкість  $\omega$  зменшується і навпаки.

УДК 528.34

## ТОЧНІСТЬ ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІДДАЛІ МІЖ СУМІЖНИМИ ВЕРШИНАМИ ТА КОЕФІЦІЄНТОМ ВИДОВЖЕННЯ ДІЛЯНКИ

Федоришин Н.Г.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
E-mail: geodesy@nung.edu.ua

Способи і точність обчислення площ детально розглянуто у роботах Маслова А.В., А.Л. Островського, С.Г. Могильного, П.І. Барана, М.М. Дутчина та інших.

Метою даного дослідження є обчислення точності площ в залежності від віддалі між суміжними вершинами та коефіцієнта видовження ділянки. Об'єктом досліджень були ділянки різної форми. Результати досліджень приведено в таблиці 1.

Обчислення площ та їх точність є спорідненими величинами, вони є одні з базових. Звичним є обчислення площ аналітичним методом та відповідно до нього характеристика точності виражають як похибку визначення координат.

Проте точність обчислення площ можна виразити на пряму через дану формулу згідно [2]:

$$m_{pow} = \pm \sqrt{\frac{1}{4} \cdot \sum_{i=1}^n m_i^2 \cdot (2 \cdot m_{i+1}^2 + d_i^2)} \quad (1)$$

В формулі (1)  $m_i$  є похибкою визначення координат  $i$ -ї вершини, а  $d_i$  є діагоналями багатокутника, які з'єднують вершини з номерами  $i-1$ , а також  $i+1$  ( $i=1,2,\dots,n$ ), беруться до уваги не тільки похибка визначення координат точок, а ще й віддаль між суміжними вершинами (так звані діагоналями), що проілюстровано на рисунку 1.

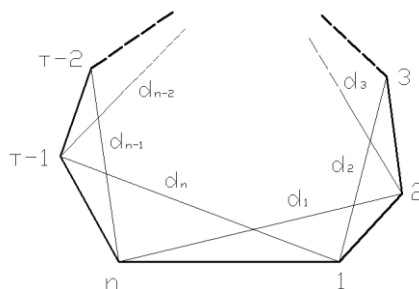


Рис. 1 - Віддаль між суміжними вершинами

Дану формулу можна дещо спростити врахувавши те, що планові координати, як правило визначають з однаковою точністю, також природним буде, що квадрат похибки їх визначення буде набагато меншим за квадрат діагоналей, а також нехтуючи впливом похибок пунктів основи  $i$ , прийнявши відсутність кореляцій між координатами цього самого пункту, то одержимо формулу згідно [2]:

$$m_{pow} = \pm m_p \sqrt{\frac{1}{8} \cdot \sum_{i=1}^n d_i^2} \quad (2)$$

де  $m_p$  – середньоквадратична похибка пункту вершини.

Залежність (2) практично задовольняє точність визначення похибки аналітичного обчислення площ. За умови, що фігура, площу якої ми обчислюємо, є прямокутником довжиною  $a$  і шириною  $b$  (коефіцієнт видовження  $k = a/b$ , а площа  $P = a \cdot b$ , тоді  $a^2 = b^2 \cdot k$  і  $b^2 = P/k$ ), її можна записати так:

$$m_{pow} = m_p \cdot \sqrt{P} \cdot \sqrt{1 + k^2 / 2} \cdot k \quad (3)$$

де уже вона залежатиме не від похибки визначення координат, а від похибки положення пунктів:

$$\left( m_p = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} = \sqrt{2} \cdot m \right), \text{ а у зв'язку з цим } m = m_p / \sqrt{2} \quad (4)$$

Дана залежність майже буде задовільняти наші потреби для аналітичного визначення площ але можна також врахувати ще такий параметр, як коефіцієнт видовження фігури. Він, як на перший погляд, не надто утруднить обчислення похибки площ, оскільки, як правило, ми маємо справу з прямокутними ділянками, де він буде рівний відношенню його довжини до ширини.

Натомість для фігури неправильної форми, щоб знайти коефіцієнт видовження необхідно знати периметр ( $O$ ) фігури і її ширину ( $s$ ), виміряну в найширшому місці. Тоді значення коефіцієнта видовження можна розрахувати згідно [1] з залежності:

$$k = \left(\frac{O}{2} - s\right) / s \quad (5)$$

де O - периметр; s – довжина, виміряна в найширшому місці.  
Результати обчислень приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Похибки обчислення площ

№№	mpov	P	k	O	s
11	2,7821 м2	952,0000 м2	0,3438	124,4600 м	46,3078 м
22	14,5886 м2	7 202,0000 м2	0,0852	565,7420 м	260,6593 м
33	41,7574 м2	249 956,1457 м2	2,3681	2 498,8400 м	370,9576 м

Аналізуючи все вище сказане можна зробити висновок, що середня похибка аналітичного обчислення площі ділянки є функцією її величини і форми, вона також прямо пропорційно залежить від точності визначення положення поворотних точок.

#### Література

1. Баран П.І., Марущак М.П. Топографія та інженерна геодезія. Підручник, Київ 2015.
2. Доскоч А.,Тарнавський В., Літинський В. Точність визначення площ за плоскими прямокутними координатами. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2010. – випуск № 1 (19). – с.107–113.
3. Маслов А.В. Способы и точность определения площадей: Геодезиздат, 1955.- 227 с.
4. Перович Л.М., Волосецький Б.І .Основи кадастру. частина І. Навчальний посібник.- Львів-Коломия. 2000.

УДК 528.48

## ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИШУКУВАННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПРИЯТЛИВОГО ГІДРОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ДІЛЯНКИ РІКИ ВІКНО В С. КУТИЩЕ ТЛУМАЦЬКОГО РАЙОНУ

Феношин М., Гук Л.

Івано – Франківський національний технічний університет нафти і газу  
вул. Карпатська, 15 м. Івано-Франківськ, Україна, 76019

Інженерні вишукування – це вид науково-технічної діяльності з вивчення природних і техногенних умов територій та об'єктів будівництва з метою розроблення прогнозів їх взаємодії з довкіллям для проектування інженерної підготовки територій та захисту споруд від прояву небезпечних процесів [1].

На ділянці ріки Вікно в с. Кутище Тлумацького району був складений робочий проект відновлення та підтримання сприятливого гідрологічного режиму та санітарного стану. В основу розробленого проекту покладені матеріали інженерно-топографічних та гідрологічних вишукувань, натурального обстеження ділянки ріки.

Необхідність в розробці проекту викликана тим, що русло р. Вікно захарачене паводковими наносами, заросле чагарником і окремими деревами, різко знизилась його пропускна здатність. Все це призвело до зниження пропускної здатності русла, виходу вод з берегів при паводках, затоплення садиб та присадибних ділянок (городів) мешканців с. Кутище.

На основі обстеження стану ділянки русла, та інженерно-топографічних вишукувань створено поздовжній профіль ріки та прийнято проектне рішення: відрегулювати і розчистити русло річки Вікно довжиною 1,555км; закріпити лівий берег підпірною стінкою з габіонів довжиною 102 м.

Проектні параметри русла прийняті: ширина по дну -3,0м та 2,0м; заложення відкосів – 1 : 1,5. Об'єм земляних робіт складає при розчистці русла -5,737 тис.м<sup>3</sup>.

Лівий берег ріки довжиною 102 м запроектовано закріпити габійною підпірною стінкою. Висота габійної підпірної стінки – 2,0м. Основою габійної підпірної стінки є хворостяна вистилка товщиною 0,2м. Підпірна стінка влаштовується з габіонів розміром 3,0х1,0х0,5м, виготовлених з оцинкованого дроту діаметром 4мм. Для заповнення габіонів використовується кар'єрний камінь з с.Пасічна Надвірнянського району. На існуючих чотирьох містках запроектовано металеву огорожу із сталевих труб діаметром 40мм.

Річка Вікно протікає в вузькій долині, зайнятій присадибними ділянками, городами та забудованій жилими і підсобними будівлями. Тому не має можливості побудувати русло, яке б пропусало розрахункові витрати 1% забезпеченості. Запроектоване русло розраховане на пропуск паводків розрахункової забезпеченості 25%. Тому існує ймовірність виходу паводкових вод за межі запроектованого русла, затоплення присадибних ділянок і городів та підтоплення жилих і підсобних будівель при перевищенні паводків розрахункової 25% забезпеченості.

Обсяг можливого економічного збитку пов'язаний з можливим руйнуванням кріплення берега при проходженні паводків, які перевищуватимуть розрахункову забезпеченість (Q-25%) становлять втрату матеріальних ресурсів 390,504 тис.грн., що менше 2000 мін. зар.плат і відповідає класу наслідків СС-1.

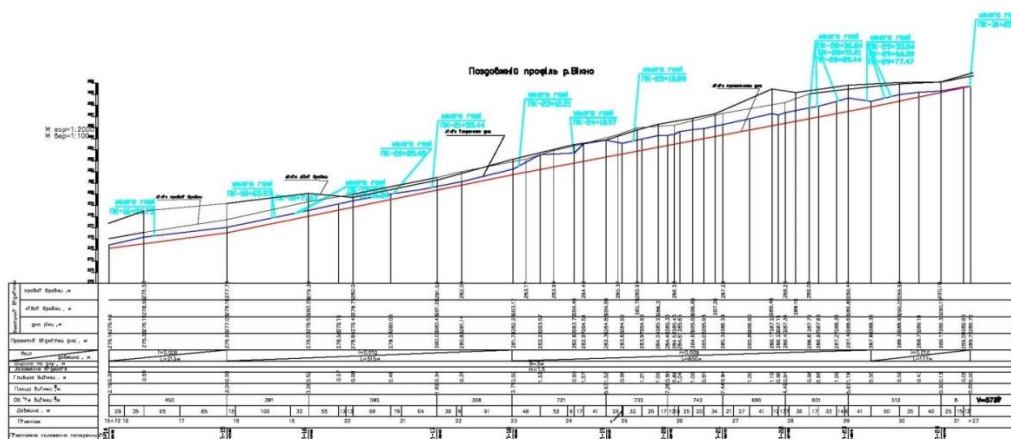


Рис. 1 Поздовжній профіль р. Вікно в с. Кутище

Роботи на об'єкті передбачено виконувати в такій технологічній послідовності: підготовчі роботи, розчистка русла ріки від чагарника та окремих дерев, розчистка русла від паводкових наносів, закріплення лівого берега ріки габійною підпірною стінкою.

Дотримання технології розробки ґрунтів дає можливість уникнути хаотичного переміщення ґрунтових мас, яке викликає порушення ґрунтового покриву і призводить до спотворення території, що в результаті може призвести до виникнення ерозії ґрунту. Земляні роботи в руслі ріки слід виконувати в позанерестовий період.

*Використана література*

1. Баран П. І. Інженерна геодезія. Монографія. К.: ПАТ «ВПОЛ», 2012р. – 618с.

УДК 528.4-515.2

## ПОРІВНЯННЯ BIM І CAD МОДЕЛЕЙ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ ПРОЕКТУВАННІ

Шупенюк Б.І., Шупенюк А.І., Ріпецький Є. Й.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
E-mail: shupeniukbohdan@gmail.com*

Широкий розвиток інформаційних технологій потребує принципово нових підходів в архітектурно-будівельному проектуванні і розробки проектно-кошторисної документації, що полягають у створенні комп'ютерних моделей будівель і споруд, що несуть в собі всі відомості про майбутні об'єкти. Таким чином, обладнання та програмні продукти повинні не тільки відповідати поточним вимогам, але і пропонувати інноваційні рішення.

Термін «BIM» (Building Information Model) з'явився в лексиконі фахівців порівняно недавно, хоча сама концепція комп'ютерного моделювання з максимальним урахуванням всієї інформації про об'єкт почала формуватися і набувати конкретних контурів набагато раніше. З кінця ХХ століття такий підхід в проектуванні поступово «визрівав» всередині бурхливо розвиваючих CAD-технологій.

Проте в результаті діяльності таких компаній, як в першу чергу Autodesk, абрєвіатури BIM і CAD міцно увійшли в лексикон фахівців з комп'ютерних технологій проектування і отримала широке розповсюдження, їх тепер знає весь світ. [1]

Теоретичні рекомендації вирішення проблеми, щодо порівняння BIM і CAD моделей в автоматизованому проектуванні наведено у працях [1,2,3], також в них наведено основні характеристики і переваги цих моделей. В праці [4] основні програмні забезпечення, які використовують ці моделі та галузі їх використання.

В нашій науковій роботі було наведено основні характеристики BIM і CAD моделей, визначено основні сфери застосування цих моделей. Також було визначено, які перспективи мають ці моделі для розвитку цифрового моделювання в геодезії та в будівництві, проаналізовано переваги та недоліки кожної моделі, визначено можливості вдосконалення цих моделей.

BIM - модель 3-вимірної об'єкта з атрибутивною складовою, що обробляється тим чи іншим програмним забезпеченням, що підтримує обробку геометричній, а також інформаційної частини моделі: ARCHICAD, Revit, MicroStation, PowerCivil і т. д.

До основних характеристик BIM можна віднести: добру координацію, узгодженість та взаємозв'язок, можливість виконувати багато розрахунків та аналізувати отримані дані, можливість виконувати геометричну прив'язку елементів створюваного об'єкта, придатність до комп'ютерного використання та можливість необхідних оновлень. В BIM існує можливість враховувати особливе місце розташування об'єкта будівництва, приділяючи увагу точній геодезичній прив'язці об'єкта і

модельованню місцевості на основі даних GIS-систем. В інформаційній моделі також є можливість об'єднувати кадастрові, землевпорядкувальні, геологічні і багато інших даних із різноманітних джерел.

Системи автоматизації проектних робіт (САПР) або CAD (англ. Computer-Aided Design) — спрямовані на створення креслень, технологічних схем, 3D моделей. Сучасні системи CAD оснащуються системами автоматизації інженерних розрахунків, аналізу конструкцій і управління технологічним устаткуванням. CAD використовують майже в усіх сучасних галузях, які пов'язані з виробництвом і забезпеченням подальшого функціонування об'єкту. До таких галузей відносять геодезію, будівництво, архітектуру, машинобудування і т.д. CAD дозволяє користувачам створювати і редагувати 2D і 3D об'єкти, контролювати їх подальше функціонування, виконувати розрахунки.

Проаналізувавши основні характеристики цих моделей, можна виділити такі основні переваги ВІМ над САД:

1. Моделі і об'єкти управління ВІМ являють собою не лише графічні об'єкти, але також інформацію, яка в подальшому використовується для автоматичного розроблення креслень і звітів, проведення аналізу проекту, моделювання графіків виконання робіт, експлуатації об'єктів і т.д.; надає колективу будівельників необмежені можливості для прийняття найкращого рішення з урахуванням всіх наявних даних.

2. ВІМ дозволяє у віртуальному режимі створювати, редагувати та узгоджувати елементи майбутньої споруди фахівцям з різних галузей. Використання ВІМ дозволяє створити модель в якій одночасно працюють геодезисти, архітектори, конструктори та інші фахівці, які залучені до проекту. Спільна робота над проектами при використанні ВІМ триває протягом всього життєвого циклу будівництва. [5]

3. Використання ВІМ дозволяє зменшити час на проектування об'єктів і внесення змін у проектну документацію, без втрати зв'язку між системами та підсистемами будівлі.

Отже, ВІМ моделі є більш функціональні ніж САД моделі, що дозволяє їх все частіше використовувати в процесі виконання різного роду геодезичних, архітектурних, будівельних роботах.

#### *Література*

1. Білик А.С., Беляєв М.А. ВІМ-моделювання. Огляд можливостей та перспективи в Україні.
2. Талалов В.В. Основы ВІМ. Введение в информационное моделирование зданий. – М.: «ДМК-пресс», 2011.
3. Гоц Х.М. Використання сучасних технологій САПР для проектування енергоефективних будівель. -К.:КНУБА.
4. Бородавка Є.В. Способи подання моделі будівельного об'єкта / Є.В. Бородавка // - Управління розвитком складних систем, зб. наук. праць. – К.: КНУБА, 2011.-.
5. Мельник А.В. Інтеграція САД і GIS в програмних продуктах компанії Autodesk

---

**УДК 528.48**

## **ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗА ЗСУВАМИ НА ТЕРИТОРІЇ ПІДГОРЕЦЬКОГО МОНАСТІРЯ**

**Ямелинець С.П., Приступа О.Д., Бальян А.П.**

*Національний університет «Львівська політехніка». м.Львів вул. С. Бандери 12, 79000*

Підгорецький монастир розташований у Бродівському районі Львівської області на території Плісненського городища (див. Рис.1), яке заходиться у складному в морфологічному відношенні районі, тобто, на вершині відокремленого глибокими ярами і балками плато на висоті 400 м над рівнем моря і є пам'яткою архітектури XVIII ст. Через значні зсуви ґрунтів схилів тераси почалися осідання будівель монастиря, деформації та тріщини споруд. Це призвело до аварійного стану пам'ятки архітектури. Відповідно, для запобігання та зупинення руйнації потрібно виконати комплекс досліджень шляхом проведення геодезичних робіт, а саме:

- створити методи для визначення періодів вимірювання зсувів, осідань і деформацій;
- обґрунтувати та створити схеми планово-висотних мереж, а також програми геодезичних вимірів;
- сконструювати та виготовити необхідні геодезичні знаки;
- визначити методи для перевірки положення знаків опорної мережі;
- закласти готові геодезичні знаки;
- виконати відповідні вимірювання для створення опорної мережі (тріангуляція, полігонометрія, геометричне нівелювання);

- виміряти: величини горизонтальних і вертикальних зміщень; величини крену і переносу споруди; розміри тріщин споруд.

Для якісного геодезичного моніторингу потрібно створити геодезичний полігон, виконати геодезичні спостереження, провести їх аналіз та оцінити динаміки руху ґрунту та деформацій комплексу будівель та споруд на території Благовіщенського монастиря чину Святого Василя Великого в с. Підгірці Бродівського району Львівської області. Проконтролювати планово-висотні мережі для наступної видачі рекомендацій щодо подальшої безпечної експлуатації будівель і споруд монастиря.

Майже всі будівлі і споруди знаходяться в аварійному стані, тріщини присутні як назовні так і у їх середині (див. Рис.2,4).

Враховуючи те, що деформація храму Благовіщення Пречистої Діви Марії Василіанського монастиря (див. Рис. 2, 4) може відбуватися через осідання самої будівлі, так і за рахунок зсувів ґрунтів, вирішено:

проводити спостереження за осіданням будівель та споруд.

проводити спостереження за динамікою руху ґрунтів, тобто їх горизонтального та вертикального зміщень.



Рис. 1. Територія Підгорецького монастиря



Рис. 2. Фотофіксація тріщини (деформації) споруди на території Підгорецького монастиря

Відповідно, після рекогностування місцевості було створено схему висотної, планово-висотної мережі, де передбачалося виготовлення та закладення пунктів опорної інженерно-висотної геодезичної мережі спостережень за зсувами ґрунту і деформаціями будівель (див. Рис. 3) Згідно схеми необхідно закласти 2 опорних ґрунтових геодезичних пункти (тип: ґрунтовий репер); 4 стаціонарні спостережні станції на одній вершині та 2 на іншій. Висотну основу запропонували створити нівелюванням II класу.

Для визначення величин горизонтальних зміщень зсувів ґрунту виконати триангуляційні і створні спостереження. Мережа складається з вісьми створів: одні запроєктовані і закладені паралельно будівлі церкви, інші - направлені в сторону ярів для визначення динаміку руху ґрунтів в ярах. Всього у створах закладено 87 арматурних знаків для геодезичних спостережень.

Складнощі виникли під час закладання пунктів геодезичної основи. Вони пов'язані з тим, що дана територія знаходиться у межах історико-культурного заповідника "Давній Пліснеськ". Відповідно до п.4 ст.33 Закону України "Про охорону культурної спадщини" на охоронних археологічних територіях забороняється проводити будь-які земляні роботи без дозволу відповідного органу охорони культурної спадщини. Тому місця закладки знаків погоджувались із адміністрацією заповідника "Давній Пліснеськ" та відбувалися під наглядом представників названої організації.



Рис. 3. Схема інженерно-геодезичної мережі на території Підгорецького монастиря

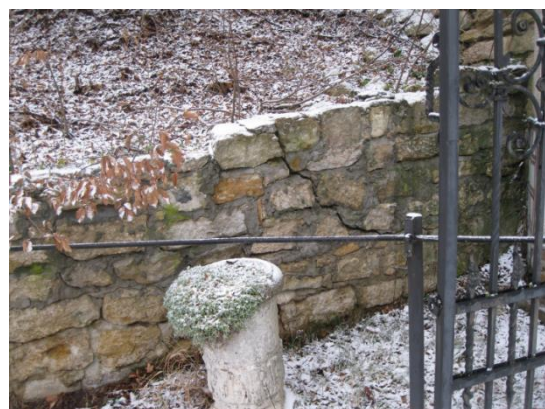


Рис. 4. Фотофіксація тріщини підпірної стінки схилу тераси

Для спостережень за деформаціями будівель та споруд передбачено та закладено 35 зовнішніх стінних знаків в фундаменти споруд та 22 внутрішніх знаки в підлогу церкви. Загальна кількість стінних знаків склала 57 шт.

Під час закладання марок нами було звернено увагу на підпірну стінку, яка знаходиться між дорогою на території монастиря та верхом відкосу другого схилу тераси. Згадана підпірна стінка була збудована з метою утримання зсувів та змиву ґрунтів до низу яру. Згідно документації організації

виконавця, її збудували із буронабивних палів довжиною 20м та розміром 40х40см. Палі між собою з'єднані залізобетоном висотою стінки 50 см над поверхнею землі. Проте, підчас останнього візуального огляду було виявлено ряд тріщин (див. Рис.4), які прогресують, зокрема, виявлено відрив асфальтного покриття дороги від самої підпірної стінки. У зв'язку з цим нами було закладено додатково 20 марок узгадану підпирну стінку для спостереження за її деформаціями.

#### Висновки.

Через значні зсуви ґрунтів схилів тераси будівлі та споруди Підгорецького монастиря знаходяться в аварійному стані. Для порятунку пам'ятки архітектури 18 ст., що розташована на території Пліснєцького заповідника, створено опорну геодезичну планово – висотну мережу (полігон), що дозволить: визначити величину та напрям зсувів ґрунту; визначити деформації будівель і споруд; визначити величину осідання споруд, а також здійснювати постійний моніторинг за цими процесами.

Отже, виконавці робіт на основі проведених циклів геодезичних вимірювань зможуть дати вірні рекомендації щодо укріплення схилів та припинення подальших деформацій будівель і споруд.

УДК 528.94

## ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ НА ПРИКЛАДІ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Ярема Н.П., Марко Т.Б.

*Національний університет «Львівська політехніка»  
м.Львів вул. С. Бандери 12, 79000 n\_yarema@i.ua*

Україна належить до країн з високим рівнем урбанізації, де внаслідок зростання споживання надзвичайно актуальною є проблема поводження з накопичуваними відходами. Так, у вигляді полігонів в Україні розміщується понад 80% всіх відходів, що утворюються. Існуючі полігони та звалища твердих побутових відходів (ТПВ) представляють собою значну екологічну небезпеку. Але, незважаючи на це, захоронення ТПВ залишається найбільш поширеним методом знешкодження і утилізації відходів. Тому, питання дослідження дії полігонів ТПВ як техногенних об'єктів на компоненти урбоєкосистеми є надзвичайно актуальним..

Більшість екологічних проблем має просторовий характер і потребує картографічного відображення. Забезпечення збалансованого, екологічно безпечного розвитку окремих територій держави можливе лише за умов розуміння, як функціонують природні та антропогенні комплекси, що перебувають у їх межах.

Актуальність теми полягає у потребі дослідження та аналізу забруднення навколишнього природного середовища Львівщини твердими побутовими відходами. У зв'язку з великою кількістю переповнених та несанкціонованих сміттєзвалищ та недавніми подіями на Львівському міському полігоні,- це, як ніколи, доцільно.

У даній роботі було створено тематичні карти на основі даних про забруднення навколишнього природного середовища твердими побутовими відходами, а також проведено аналіз і порівняння забудови та завантаженості районів Львівської області твердими побутовими відходами.

Таблиця 1 - Дані про тверді побутові відходи у Львівській області (2014р.).

Номер	Райони	Площа, га	Кількість сміттєзвалищ	Обсяг ТПВ, т	Площа, %
1	Бродівський	38,03	60	-	9,39
2	Радехівський	14,56	29	-	3,59
3	Буський	5	1	86220	1,23
4	Золочівський	21,43	1	244906	5,29
5	Перемишлянський	12,3	25	1424	3,04
6	Жидачівський	89,1	17	1935,8	21,99
7	Стрийський	9,97	1	-	2,46
8	Миколаївський	10,69	3	137295,1	2,64
9	Пустомитівський	2	9	113213	0,49
10	Сокальський	65,46	67	468741	16,16
11	К.-Бузький	40,13	25	130200	9,9
12	Жовківський	5	2	2600	1,23
13	Дрогобицький	3,48	2	1433,4	0,86
14	Самбірський	36,6	15	28581,5	9,04
15	Городоцький	8,9	33	26600	2,2
16	Яворівський	5	2	31172,1	1,23
17	Сколівський	7,79	2	5628,3	1,92
18	Турківський	2,14	1	17500	0,53
19	Мостиський	24,6	26	106815	6,07
20	Старосамбірський	3	46	-	0,74

Картографічний метод дає змогу створювати тематичні карти, наносячи на них безліч об'єктів, відображаючи їх взаємне розташування і взаємозв'язки. Цей метод використовують на всіх етапах дослідження – від збирання вихідної інформації до розроблення нових наукових матеріалів. Карти є інструментом наукових досліджень, а також важливим джерелом для одержання якісних і кількісних характеристик. Вихідними даними для даної роботи були кількість сміттєзвалищ, площі полігонів та

обсяг сміття на територію кожного району Львівської області. Дані були надані Департаментом екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації.

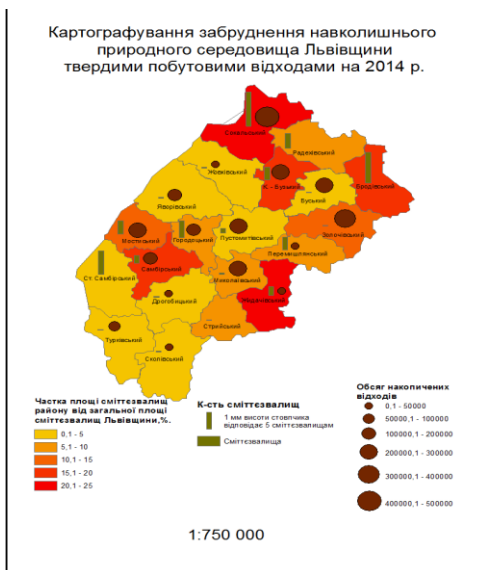


Рис.1. Забруднення навколишнього природного середовища ТПВ ( 2014 р.)

За даними була побудована тематична карта забруднення навколишнього природного середовища твердими побутовими відходами (рис.1). **Висновки:** проаналізувавши карту забруднення навколишнього природного середовища твердими побутовими відходами на 2014 р., можна зробити такі висновки:

1) Найбільші площі сміттезвалищ знаходяться в Сокальському та Жидачівському районах. Найменші – в Жовківському, Яворівському, Буському, Пустомитівському, Старосамбірському, Турківському, Дрогобицькому та Сколівському районах.

2) За кількістю сміттезвалищ лідирують Сокальський, Бродівський та Старосамбірський райони. Найменше сміттезвалищ в Жовківському, Яворівському, Золочівському, Буському, Сколівському, Стрийському, Турківському, Дрогобицькому та Миколаївському районах.

3) Найбільші обсяги накопичених відходів знаходяться в Сокальському районі. Найменше твердих побутових відходів у Жовківському, Перемишлянському, Жидачівському, Сколівському та Дрогобицькому районах.

#### Література

1. Берлянт А. М. Картографічний метод дослідження в збірці: Підсумки науки. Картографія 1967 – 1969, 450 с.
2. Берлянт А. М. Картографія: Учебник для вузов. — М. :Аспект Пресс, 2002. — 336 с.
3. Справка ArcGIS 10.1- Короткий огляд роботи з базами даних в ArcGIS [Електронний ресурс]: – Режим доступу до джерела: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/index.html#/na>



# ОСВІТА В КОНТЕКСТІ КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ/ EDUCATION IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONCEPT

УДК 37:62

## ІНДУСТРІЯ 4.0 ТА ОСВІТА ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Шкіца Л. Є., Корнута В. А.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу «ІФНТУНГ», 76019,  
м.Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, E-mail: -lshkitsa@nung.edu.ua, vol.kor.ikg@gmail.com*

Національною Стратегією сталого розвитку «Україна –2020» [1], схваленою у 2015 році, серед стратегічних індикаторів зазначено необхідність входження України у топ50 держав за якістю освіти та індексом конкурентоспроможності у боротьбі за таланти. Зазначимо також, що робота над концепцією побудови та практичним наповненням освіти для сталого розвитку в Україні відбувалась і до затвердження Стратегії [2]. На саміті ООН у 2015 р. прийнято Цілі сталого розвитку (ЦСР) [3], отже можна констатувати, що станом на сьогодні світове співтовариство спрямовує частину зусиль на популяризацію сталого розвитку, аналіз проблем і розробку стратегій та планів для досягнення ЦСР. Сталий розвиток найчастіше асоціюють з екологічністю, енергоефективністю, ефективним використанням сировини або витратних матеріалів [4].

Освіта – це перш за все погляд в майбутнє, тому розглянемо світові виклики сьогодення. На Всесвітньому економічному форумі у Давосі 2016 року як одну із головних тем проголошено [5]: «Четверта промислова революція та вплив парадигми «Індустрія 4.0» на розвиток людства». Поняття «Індустрія 4.0» включає широкий спектр технологій автоматизованого збирання та опрацювання даних для управління автоматизованим виробництвом у режимі реального часу. Від попередніх стадій розвитку індустрії відрізняється тим, що спектр даних включає інформацію в режимі реального часу щодо дій виконавчих механізмів кожної ланки технологічного процесу. Далі дані аналізують, в т. ч. із використанням штучного інтелекту, та приймають рішення щодо коригування параметрів технологічних режимів. У таких виробництвах суттєво знижується енергоспоживання та підвищується точність, до мінімуму зведено вплив людського фактора. Але одночасно відбувається зниження потреби у персоналі, за винятком фахівців з обслуговування техніки. Зниження потреби стосується і робітничих посад і управлінських, а за деякими прогнозами – і творчих [6]. Індустрія 4.0 неминуче призведе до зміни уявлень про виробництво і підходів до бізнесу [7].

Корпоративний підхід у рамках парадигми «Індустрія 4.0» дозволяє покращити показники екологічності компанії, оптимізувати затрати, таким чином забезпечивши кілька ЦСР, однак суперечить багатьом ЦСР стосовно населення.

Сучасний рівень технологій дозволяє проводити пошук рішення згаданого протиріччя у персональному виробництві. Доступність компонент для розробки верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК), розвиток генеративних технологій 2.5 D та технологій багатокоординатної обробки дозволяють говорити про технічну можливість виникнення персонального виробництва сучасного технологічного рівня [8]. Популярність різноманітних відео та текстово-графічних описів подібних починань у мережі Internet, яка спостерігається останніми роками, свідчить, на нашу думку, про суспільний пошук вирішення згаданого вище протиріччя «Індустрії 4.0» та сталого розвитку. Фактично, прагнення корпорацій та їх керівництва до дедалі більшої концентрації ресурсів зумовлює збідніння населення та підштовхує його представників до пошуку шляхів конкурентного розвитку.

Ключовим чинником конкурентоздатності персонального виробництва виступає освіта суб'єкта виробничої діяльності. Створення, обслуговування та використання обладнання із ЧПК у багатьох випадках складає творчу інженерну задачу на стику кількох наук.

Однією із головних причин широкого запровадження інформаційних технологій у виробництво є можливість швидкої переорієнтації відповідно до запитів користувачів, персоналізований підхід. З точки зору освіти це означає парадокс – для якісного виробництва необхідна вузька спеціалізація, однак для стабільної роботи необхідна готовність до швидкої зміни спеціалізації. Відомим засобом вирішення парадоксу є концепція «освіта впродовж життя».

Таким чином, тренд до укрупнення спеціальностей на рівні бакалаврату цілком відповідає ринковим умовам. Однак укрупнення варто розглядати не як самоціль, а як необхідність набуття компетенцій, загальних для інженерної діяльності.

Наступні курси (після бакалаврату) повинні бути практично орієнтовані із переважанням інформації і можливістю отримання навичок, необхідних для конкретних виробничих умов. У цьому

плані значну конкуренцію університетам складають різноманітні корпоративні навчальні підрозділи, які, однак, не можуть давати відповідь на потребу компетенцій щодо персонального виробництва.

Зазначимо, що персоналізація виробництва потенційно викликає проблеми для навколишнього середовища, як це видно на прикладі м. Тисмениця. Звісно, сучасні генеративні технології передбачають мінімізацію кількості відходів. Відходи від процесів мехобробки (особливо, обробки металів), як правило, можна використовувати для переробки або в якості палива. Однак питання викидів врегульовано слабше. Наприклад, для виправлення дефектів результатів 3D друку часто застосовують різноманітні розчинники. І якщо на великому виробництві використання легких речовин строго нормалізовано, то в умовах одиничного індивідуального виробництва дотримання норм залежить лише від самого виконавця.

Для вирішення вказаної проблеми важливим є завдання освіти навчити сталому використанню ресурсів (зокрема, повітря, води), забезпечити практичні навички із створення та користування обладнанням для мінімізації екологічного сліду. На сьогодні вирішення подібних завдань з використанням інноваційних технологій в освіті реалізують у середній школі [9], що ставить додаткові виклики перед вищою школою щодо розвитку нових різноманітних освітніх проектів із врахуванням ЦСР.

Один із найбільш загальних наборів компетенцій, необхідних у новітніх ринкових умовах, відомий як «Ініціатива CDIO» [10]. Основні положення CDIO сформульовано на основі співпраці Масачусетського інституту технологій і альянсу партнерів із випускниками та виробничниками. Станом на сьогодні партнерами ініціативи CDIO виступають близько ста університетів із різних країн світу.

У навчальному плані CDIO значну частину складають компетенції міжперсональної взаємодії, планування та системного підходу до виконання проектів із урахуванням екологічної та соціальної взаємодії. Основним педагогічним підходом у CDIO проголошується практично-орієнтоване навчання. CDIO є однією із ініціатив переходу до освіти сталого розвитку, перевагою CDIO є комплексність та системний підхід до визначення цілей освіти.

Отже, задля забезпечення цілей сталого розвитку в умовах прискореної еволюції індустріального та економічного ладу вища освіта України повинна бути достатньо динамічною, а у якості дорожньої карти змін слід використовувати досвід та напрацювання кращих освітніх систем світу.

#### *Перелік посилань на джерела*

1. Стратегія сталого розвитку “Україна - 2020” [Електронний ресурс]. – Указ Президента України. – 12.01.2015, № 5/20015. – Станом на 27.02.2017. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/5/2015/page9>.
2. Освіта для сталого розвитку. Національна доповідь за 2012 рік (скорочено) [Електронний ресурс]. – Станом на 27.02.2017. – Режим доступу: [http://dea.gov.ua/chapter/osvita\\_dlya\\_stalogo\\_rozvitku\\_nacional4na\\_dopovid4\\_skorocho](http://dea.gov.ua/chapter/osvita_dlya_stalogo_rozvitku_nacional4na_dopovid4_skorocho).
3. Цілі сталого розвитку 2016-2030. Генеральної Асамблеї ООН. [Електронний ресурс]. – Станом на 27.02.2017. – Режим доступу: <http://www.un.org.ua/ua/tsili-rozvytku-tysiacholititia/tsili-staloho-rozvytku>.
4. Бондар О. І., Барановська В. Є., Єресько О. В. та ін. Екологічна освіта для сталого розвитку у запитаннях та відповідях : науково- методичний посібник для вчителів / за ред. О. І. Бондаря. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – 228 с <http://dea.gov.ua/img/source/24122015.pdf>.
5. Chiang L. This year at Davos: How "Industry 4.0" affects you [Електронний ресурс] / Lulu Chiang // CBS News Moneywatch 04.01.2016, 6:00 AM. – Станом на 27.02.2017. – Режим доступу: <http://www.cbsnews.com/news/this-year-at-davos-how-industry-4-0-affects-you>.
6. Форд М. Пришестя роботів. Техніка і загроза майбутнього безробіття / Мартін Форд. – К. : Наш Формат, 2016. – 400 с.
7. Індустрія 4.0 – що це таке та навіщо це Україні [Електронний ресурс]. – Станом на 27.02.2017. – Режим доступу: [http://appau.org.ua/ru/INDUSTRY\\_4-0%E2%80%93cho-ce-ta-navicho-ce-Ukraini](http://appau.org.ua/ru/INDUSTRY_4-0%E2%80%93cho-ce-ta-navicho-ce-Ukraini).
8. Shkitsa L. Innovative methods of popularizing technical education / [L. Shkitsa, V. Panchuk, V. Kornuta] // Innovative Ideas in Science. – Technical University of Cluj\_Napoca, Cluj Napoca, Baia Mare, Romania, 09.11.2016 - 11.11.2016 <http://conf.cunbm.utcluj.ro/index.php/iis/iis2016>.
9. Освіта для сталого розвитку в дії Міжнародний освітній проект для шкільної молоді та дорослих. Посібники та програми. [Електронний ресурс]. – Станом на 27.02.2017. – Режим доступу: <http://www.esd.org.ua/node/341>
10. The CDIO™ Initiative is an innovative educational framework for producing the next generation of engineers [Електронний ресурс]. – Станом на 27.02.2017. – Режим доступу: <http://www.cdio.org/about>.

## ІНТЕГРАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ В СИСТЕМУ ОСВІТИ

Орфанова М.<sup>1</sup>, Яцишин Т.<sup>1</sup>, Смікал І.<sup>2</sup>, Рибак О.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (ІФНТУНГ), 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, *m.orfanova@gmail.com*, *yatsyshyn.t@gmail.com*

<sup>2</sup> Технічний університет Клуж-Напока Північний університетський центр Бая-Маре, 430083, Румунія, Марамуреш, м. Бая-Маре, вул. д-ра В.Бабеша 62А, *irina.smical@yahoo.com*

<sup>3</sup> Відділ освіти Тисменицької РДА, 77400, Івано-Франківська область, м. Тисмениця, вул. К.Левицького, 4, *Oksanarybak4@gmail.com*

Покращення якості навколишнього середовища передбачає охорону навколишнього середовища, стає використання та управління природними ресурсами. На даний час існує низка проблем, які необхідно вирішити для підвищення рівня екологічної свідомості та екологічної культури суспільства. До основних можна віднести:

- недостатня інформованість населення щодо існуючих екологічних проблем як суто регіонального характеру, так й державного або навіть й глобального масштабу;
- відсутність системних екологічних знань;
- відсутність економічної зацікавленості у вирішенні екологічних питань суспільства;
- відсутність виховання соціальної активності молоді щодо вирішення екологічних проблем, пов'язаних зі зменшення негативного впливу людства на компоненти довкілля.

Тому, нагальним питанням сьогодні є поширення екологічної інформації для підвищення рівня свідомості та ролі суспільства у вирішенні актуальних екологічних проблем на основі поширення інформаційних матеріалів та проведення освітніх заходів екологічного спрямування у навчальних закладах. Екологічна освіта має націлюватись на формування екологічної свідомості особистості і в першу чергу починатися з молоді. Екологічна освіта повинна бути тривалим та міждисциплінарним за своєю суттю процесом, вивчати головні проблеми навколишнього середовища, надавати можливість молоді застосовувати свої знання та допомогти учням розглядати навколишнє середовище в усій його повноті [1].

На простих доступних прикладах кожній віковій категорії необхідно донести принципи сталого розвитку. Цільовою групою є діти та учнівська молодь, які є майбутньою рушійною силою нашого суспільства. Для ефективної екологічної освіти дітей та молоді, ми пропонуємо виділити чотири вікові групи з якими проводити навчальну роботу [2]:

- діти дошкільного віку (5-6 років);
- школярі початкових класів загальноосвітньої школи (7-10);
- школярі загальноосвітньої школи (11-17 років);
- студенти вищого навчального закладу (18-22 роки).

Кожна цільова група відповідно до своєї вікової категорії зможе підвищити рівень знань щодо економічного ставлення до природних ресурсів та збереження навколишнього середовища [3].

Екологічне виховання необхідно починати з дошкільного віку, прививаючи любов до природи та бережливе ставлення до неї. Для дітей 5-6 років важливим є естетичне виховання через малюнок, аплікацію або ліплення. Це дозволить дитині зрозуміти навколишній світ, які процеси відбуваються у ньому та вплив людини на стан навколишнього середовища.

Для учнів екологічне навчання має відбуватися через різні види мотивованої діяльності: озеленення пришкольньої території, прибирання парків та узбережжя річок, дослідницька робота на навчально-експериментальних ділянках, туристичні походи екологічними стежками тощо [3]. Необхідним для формування екологічного світогляду при вивченні різних предметів за шкільною програмою є акцентування про їх міждисциплінарну єдність та єдність з навколишнім світом.

Для студентської молоді важливим є проведення інформаційно-просвітницької діяльності з учнями загальноосвітніх навчальних закладів. Студенти у формі бесіди, за допомогою презентацій та власно створених фільмів для дітей молодшої та загальноосвітньої школи наочно висвітлюють екологічні проблеми та необхідність бережливого ставлення до навколишнього середовища. У формі тренінгу вони показують і допомагають учням старшої школи обґрунтовувати шляхи вирішення конкретної екологічної проблеми [3].

Використовуючи методику досліджень студенти чи учні зможуть вивчати природні об'єкти та знайомитися з екологічними проблемами регіону. Індикаторним видом діяльності є проведення невеликих заходів, які націлені на підвищення відповідальності, знань та обізнаності з питаннями охорони природи. До таких освітніх екологічних заходів можна віднести лекції, майстер-класи, тренінги, конкурси, вікторини, ігри, які розробляються для кожної вікової категорії.

Не менш важливим є просвітницька екологічна діяльність та виховання екологічно-свідомого покоління. Даний напрямок передбачає поширення екологічної інформації з метою підвищення свідомості та ролі суспільства у вирішенні актуальних екологічних проблем регіону та розвитку демократичних процесів шляхом поширення інформаційних матеріалів (буклетів, плакатів, флаєрів, постерів, виставок).

Основні шляхи формування високого рівня екологічної свідомості:

- масштабне екологічне просвітництво для всіх верств населення різних вікових груп;
- проведення у ігровій формі занять з дошкільнятами, допомога їм у створенні екокуточків;
- створення гуртків екологічного напрямку;

- збільшення кількості друкованих екологічних видань, теле-, радіопередач, окремих рубрик екологічного характеру в усіх видах ЗМІ.

Поступова інтеграція екологічних знань дозволить створити постійно діючу систему екологічної освіти, механізми її втілення на трьох рівнях формування особистості – дитина, підліток, молодь.

Не менш важливим є міжнародне співробітництво у галузі екологічного виховання молоді, так як екологічні проблеми не стосуються тільки однієї держави і багато питань вимагають загальних рішень. Транскордонне співробітництво в напрямку екологічного виховання ~~вона~~ передбачає не тільки обмін досвідом між групами вихователів з дошкільних закладів, вчителів загальноосвітніх закладів та викладачів ВНЗ, але проведення загальних екологічних заходів (фестивалів, семінарів, круглих столів), створення міжнародних дитячих екологічних таборів, видання спільних еколого-просвітницьких матеріалів.

Таким чином, інтеграція екологічної складової в усі етапи сучасної системи освіти сприятиме формуванню знань, умінь і навиків екологічного світогляду як у дітей дошкільного віку, так і в учнівської та студентської молоді. Даний підхід дозволить розвивати науковий потенціал учнівської та студентської молоді у галузі екологічної та природоохоронної діяльності, а у дошкільнят формувати бережливе ставлення до навколишнього середовища.

*Перелік посилань на джерела*

1. Екологізація освітнього процесу [Текст]: екологічна освіта та виховання / М. М. Орфанова, Т. М. Яцишин // Екологічний вісник. - 2015. - № 6. - С. 23-24.
2. Орфанова М.Мик., Орфанова М.Мих. Еколого-соціальне виховання молоді у навчальних закладах // Стратегія качества в промышленности и образовании. Материалы IX Международной конференции. В 2-х томах (01.06-06.06.2015, г. Варна, Болгария) – Дніпропетровськ-Варна, ДППОпром-ТУ Варна, 2015. - Том 2. – С. 308-311.
3. Орфанова М. Мик., Орфанова М. Мих. Яцишин Т. М. Рибак О. І. Інноваційні технології у формуванні тривірневої екологічної освіти // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Серія «Екологія». Вип. 14 – Харків: ХНУ, 2016. – С.98-101.

УДК 378.4.016(477-25)КНУ:556.3:[35.077.6:061.1ЄС]

## ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ З ГІДРОГЕОЛОГІЇ В КИЇВСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА В КОНТЕКСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИМОГ ВОДНИХ ДИРЕКТИВ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

Кошляков О.Є., Мокієнко В.І.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ «Інститут геології»  
03022, Київ, вул. Васильківська, 90, E-mail: kosh57@ukr.net*

Традиційна схема підготовки фахівців з гідрогеології передбачає в першу чергу оволодіння навичками загальної якісної оцінки геолого-гідрогеологічних умов території, визначення гідрогеологічних параметрів, підрахунку запасів підземних вод за відомою категоризацією та оцінки їх забезпечення, оцінки та прогнозування якості води, визначення меж зон санітарної охорони, тощо.

Але на теперішній час згідно Угоди про асоціацію з ЄС Україна має імплементувати шість водних Директив Європейського Союзу, головною з яких є Водна рамкова директива ЄС (Директива 2000/60/ЄС, зміненої та доповненої Рішенням № 2455/2001/ЄС). У цьому зв'язку актуальним є питання коригування відповідної навчальної та науково-практичної підготовки гідрогеологів (бакалаврів і магістрів) у ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Головна складність, що виникає при такому коригуванні, пов'язана з певною невідповідністю традиційної для України організації гідрогеологічних робіт та підходами, що містяться у Водній рамковій директиві ЄС.

Вихідними положеннями при розробці нової структурної схеми підготовки фахівців були наступні.

1. У «Водному кодексі України» декларується, що державне управління в галузі використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів здійснюється за басейновим принципом. Проте фактичне умовах управління характеризується наявністю складної системи галузевих, відомчих і місцевих функцій та структур управління, що мають переважно галузеву та адміністративно-територіальну (а не басейнову) орієнтацію, неефективний і незбалансований механізм регулювання водних відносин. Отже, реформування системи державного управління в галузі охорони та раціонального використання водних ресурсів необхідно проводити шляхом впровадження інтегрованого управління за басейновим принципом, що вимагає відповідного районування.

2. Діяльність в цьому напрямку передбачає ряд послідовних ітерацій, серед яких першим кроком є процедура середньомасштабного комплексного гідрологічного та гідрогеологічного районування території України (виділення водних масивів) у відповідності до вимог Директиви 2000/60/ЄС. Таке районування ґрунтується на аналізі геологічної будови, кліматичних, гідрологічних та гідрогеологічних

умов території, спеціальних гідролого-гідрогеологічних та комплексних еколого-геологічних дослідженнях, вивченні існуючих схем середньомасштабного гідрогеологічного, гідрографічного та водогосподарського районування території.

3. Слід враховувати, що у відповідності до Угоди про Асоціацію між Україною та ЄС в частині «Навколишнє природне середовище» серед багатьох аспектів управління довкіллям є запровадження програм моніторингу якості води та підготовка планів управління басейнами природних вод на основі згаданого районування за басейновим принципом. Основні вимоги щодо організації моніторингу водних ресурсів надані у Додатку V Директиви 2000/60/ЄС, де застосовано принцип багаторівневого моніторингу, який включає контрольний, робочий та дослідницький рівні. Головною метою контрольного моніторингу є визначення дострокових змін якості водних об'єктів, робочий моніторинг застосовується до об'єктів з екологічним станом, відмінним від категорії «доброго» стану, а дослідницький – коли потрібно з'ясувати причини забруднення або в разі виникнення аварійної ситуації.

4. У свою чергу, розробка та функціонування систем моніторингу природних вод передусім передбачає застосування геоінформаційних технологій, а саме використання геоінформаційних систем при збиранні, обробці і збереженні інформації для створення відповідних моделей та просторового аналізу і моделювання в ГІС [1].

Тому пропонується при коригуванні навчальних планів і програм поступово доповнити існуючу структурну схему підготовки гідрогеологів такими складовими.

1. Основи європейського водного законодавства.
2. Змістове тлумачення гідрологічних, гідрогеологічних та екологічних англійських термінів, що містяться у водних Директивах Європейського Союзу [2].
3. Гідрогеологічна складова Директиви 2000/60/ЄС.
4. Основи метеорології та гідрології.
5. Комплексне гідрологічне та гідрогеологічне картографування території України (виділення водних масивів) у відповідності до вимог Директиви 2000/60/ЄС [3].
6. Використання ГІС та математичного моделювання в системі моніторингу якості природних вод.
7. Техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки родовищ питних, технічних і мінеральних підземних вод в Україні з урахуванням вимог водних Директив Європейського Союзу.

*Перелік посилань на джерела*

1. Кошляков О. Є. Моніторинг гідрогеодинамічної складової геологічного середовища урбанізованих територій (на основі ГІС) [Текст] : дис. д-ра геол. наук : 04.00.05 : захищ. 26.05.11. : затверджено 22.12.11 / Кошляков Олександр Олександрович. – Київ, 2011. – 300 с.
2. Терміни та визначення водних Директив Європейського Союзу / С.О. Афанасьєв, В.С. Бабчук, О.Є. Кошляков та ін. – К.: Інтерсервіс, 2015. – 32 с.
3. Гребінь В.В. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу / В. В. Гребінь, В. Б. Мокін, В. А. Сташук та ін. / - К.: Інтерпрес ЛТД, 2013. – 55 с.

---

**УДК 372.8**

## **МЕТОДИ ЕМПАУЕРМЕНТ-ПЕДАГОГІКИ В ШКІЛЬНІЙ ЕКОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

**Некос А. Н., Медведєва Ю. В.**

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
61022, Харків, майдан Свободи, 4, E-mail: info@karazin.ua*

Інтеграція України в європейський освітньо-культурний простір обумовлює необхідність модернізації форми і змісту навчального процесу відповідно до міжнародних тенденцій. В цьому контексті слід відзначити прийняття у 2005 році країнами-членами ЄЕК ООН «Стратегії освіти для сталого розвитку» [1], що передбачає для сторін включення в систему формальної освіти широкого спектру методів викладання, в тому числі, активних, спрямованих на конкретні процеси і знаходження рішень. Відправною точкою визнаються інтереси дитини. Принципи Стратегії узгоджуються із концепцією Міністерства освіти і науки України «Нова школа. Простір освітніх можливостей» (2016), ключовими аспектами якої є формування компетентностей, орієнтація на потреби учня в освітньому процесі, дитиноцентризм.

Одним з найбільш ефективних шляхів оптимізації навчального процесу вважається педагогічний емпauerмент або «гуманістична педагогіка». Сутність методів емпauerменту полягає в розширенні прав і можливостей учнів при організації навчання. Серед ключових умов можна виділити створення комфортного психологічного середовища під час проведення уроку, партнерські взаємовідносини учня і вчителя замість авторитаризму, зацікавлення і мотивація до навчання. Педагогіка емпauerменту передбачає діяльнісний підхід, не даючи знання у готовому вигляді – учень має їх здобути самостійно.

Вже традиційні для країн Заходу методи емпauerмент-педагогіки на пострадянському просторі сприймаються із певною засторогою і впроваджуються лише на рівні окремих навчальних закладів в якості експерименту чи на стадії пілотних проектів. Тому, нами проведено попереднє анкетування школярів з метою виявлення найбільш оптимальних форм організації уроків з природничих наук,

зокрема екології. В анкетуванні взяли участь 300 учнів середніх навчальних закладів України. Більшість опитаних, а саме 73,3 % виявили бажання відвідувати уроки екології, що проводяться на природі; 66,7 % – у лабораторіях; 52,7 % визначили як цікаві уроки із використанням слайд-презентації; 50,3 % – уроки з інтерактивними іграми, в т. ч. з використанням комп'ютерної техніки. Тільки 5 % учнів вважають кращими стандартні уроки.

Враховуючи отримані результати для реалізації педагогічного емпайерменту при викладанні екології обрано такі методи, як проведення уроків на природі та з використанням слайд-презентацій. На базі ЗОШ № 32 м. Харкова створено контрольну групу, на базі ЗОШ № 2 і 72 м. Харкова – експериментальні групи № 1 і 2. В дослідженні взяли участь 54 учні 11 класів. В контрольній групі урок екології проведено за пояснювально-ілюстративним методом, повідомлення інформації здійснювалось усним чином. В експериментальних групах № 1 і 2 уроки проведено при поєднанні пояснювально-ілюстративного методу з частинно-пошуковим на природі та з використанням слайд-презентації відповідно. Практична складова заняття полягала в описі учнями екологічних факторів, що впливають на рослини пришкольного подвір'я чи парку на світлинах слайд-презентації; визначенні складових екосистем; поясненні функціональної ролі організмів тощо.

Оцінка ефективності проведених занять здійснювалась за допомогою педагогічного тестування; максимальна оцінка – 100 балів. Середній бал успішності в контрольній групі склав 50,4; в експериментальній групі № 1 (урок на природі) – 82,6; в 2-й експериментальній (урок із використанням слайд-презентації) – 78,5. Для детального аналізу розглянемо відсоток правильних відповідей по кожному з питань (рис. 1).

Як видно з рисунку 1, найбільша різниця у кількості правильних відповідей за кожним з питань спостерігається на користь експериментальних груп. Надати правильну дефініцію понять «екосистема», «біоценоз», «екологічний фактор», «аменсалізм», «екологічна ніша» змогли у контрольній групі – 56, 44, 61, 33, 39 % учнів відповідно; в експериментальній № 1 – 89, 94, 89, 94, 89 %; в експериментальній № 2 – 78, 61, 72, 83, 78 %. Зазначені поняття в експериментальних групах було пояснено за допомогою наочних прикладів у навколишньому середовищі та з використанням фотографій на слайд-презентації. Зокрема, на прикладі дерева і куща пояснено особливості взаємодії організмів, при якій один вид пригнічує інший (явище аменсалізму). Отриманні знання учні закріплювали виконанням практичних завдань. Для рослин пришкольного подвір'я та парку, представлених на слайд-презентації, необхідно було описати екологічну нішу: трофічний статус, місце в просторі, відношення до факторів середовища; визначити екологічні фактори, які впливають на наявні рослинні і тваринні організми. На прикладі шкільного квітника і лісу за світлиною на слайд-презентації учні визначали складові екосистеми – які компоненти належать до біотопу, а які до біоценозу тощо.

Правильно визначити, які організми належать до продуцентів, консументів, стенобіонтів змогли у контрольній групі – 50, 67, 50 % учнів відповідно; в експериментальній групі № 1 – 94, 83, 89 %; в експериментальній № 2 – 72, 78, 78 % учнів.

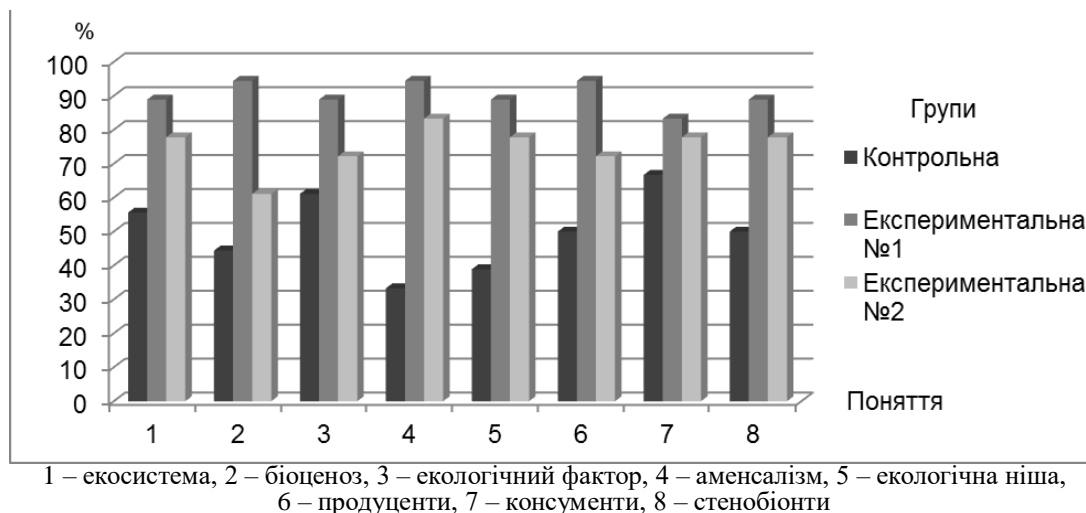


Рис.1. Результати тестування контрольної та експериментальних груп школярів

Отримані результати також пояснюються практичною і проблемно-орієнтовною складовою уроку в експериментальних групах. Зокрема, на прикладі ялинки учні пояснювали явище «екологічної валентності» і визначали чому дана рослина належить до «еврибіонтів». Спираючись на отримані під час уроку базові знання щодо фотосинтезу, трофічного ланцюгу, обміну речовиною та енергією, школярі мали проявити креативність та визначити чому людина або тварина не можуть бути продуцентом тощо.

Отже, проведення педагогічного тестування засвідчило низьку ефективність використання виключно стандартних підходів до викладання екології, спрямованих на засвоєння певного обсягу

навчального матеріалу. Учні експериментальних груп, для яких було проведено уроки за методами педагогічного емпайерменту, зокрема з використанням діяльнісного і проблемно-орієнтованого підходу, показали значно вищу успішність, ніж учні контрольної групи. Зазначені підходи до викладання екології в середніх навчальних закладах, з одного боку, сприятимуть підвищенню мотивації, задоволенню індивідуальних потреб учня та зацікавленості, а з іншого – розвитку і закріпленню компетентностей, необхідних для гармонійного співіснування людини із довкіллям.

*Перелік посилань на джерела*

1. The UNECE strategy for education for sustainable development / Economic commission for Europe. – Vilnius, 2005. – 9 p.

---

УДК 372.8

## ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ ПРИ ВИРІШЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

Ярицька Л.І., Балицька В.О.

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,  
м. Львів, вул. Клепарівська, 35, E-mail: vballitska@yahoo.com*

З розвитком наукового прогресу перед людством постають якісно нові проблеми і виклики, які неможливо вирішити без знання фундаментальних наук. Фізика посідає вагомe місце серед інших наук, утворюючи принципову основу для багатьох суміжних природничих і технічних наук. Значення фундаментальних знань, які дає майбутнім спеціалістам вивчення фізики в теоретичній і практичній професійній підготовці, зростає з кожним роком. Планомірне і цілеспрямоване опанування фізики формує у людини також певне світоглядне спрямування, дає їй змогу бачити ряд технічних та теоретичних проблем у загальнішому контексті, що у більшості випадків сприяє їх вирішенню. Розвиток фізики останніх десятиліть показав зростання масштабів наукових досліджень у галузі прикладної фізики, нанотехнологій, технологій нових матеріалів, живої матерії, розширюються застосування фізичних методів досліджень у суміжних природничих науках, відкриваються нові перспективні можливості для застосувань фізики у біології, геології, медицині, енергетиці. Окремо слід відзначити необхідність розуміння фізичних законів і явищ при вирішенні екологічних проблем, з якими внаслідок технічного прогресу все частіше зустрічається людство.

З охороною навколишнього середовища пов'язаний розвиток нанотехнологій, які дедалі ширше впроваджуються і впливають на вирішення багатьох проблем. Насамперед це стосується використання нанопристроїв в системі дослідження і контролю продуктів і відходів різних хімічних і суміжних виробництв, при створенні екологічно «чистих» технологій з мінімальним виходом шкідливих відходів виробництва, а також переробки сміття на звалищах та очищення забруднених вод. Необхідно враховувати, що виробництво самих наночастинок може теж викликати забруднення навколишнього середовища, що загрожує здоров'ю людини. У багатьох випадках нанотехнології є новими виробничими процесами. Тому їх потенційна небезпека для навколишнього середовища повинна бути вивчена і ретельно оцінена. Наноматеріали з їх унікальними властивостями вже зараз знаходять широке застосування в багатьох виробництвах, пов'язаних з охороною навколишнього середовища. Використання нанорозмірних реагентів у розробці нових методів каталізу дозволило в багатьох випадках різко підвищити ефективність каталітичних реакцій як в гомогенних, так і гетерогенних системах. Важливим напрямком каталізу є очищення промислових газів, що виділяються в результаті процесів спалювання технологічних відходів. В їх склад входять сажа, оксиди вуглецю, азоту, сірки, а також механічні домішки. Каталізатори глибокого окислення, що містять ультрадисперсні порошки оксидів неблагородних металів, показали ступінь очищення газів від чадного газу і метану в межах 94-99%. Висока активність наноматеріалів дозволяє застосовувати їх як високоєфективні адсорбенти для вирішення багатьох технологічних і екологічних завдань.

Підвищену ефективність впливу наносорбентів на висококонцентровані емульсії нафтопродуктів пояснюють здатністю наносистем створювати електричний потенціал на межі розділу фаз адсорбент-розчин. Це і призводить до швидкої коагуляції мікроглобул емульсії нафтопродуктів у великі фрагменти і їх осадження на поверхні адсорбенту. Різниця в швидкостях процесу адсорбції окремих іонів дозволяє використовувати ультрадисперсні порошки адсорбентів для вилучення і селективного виділення окремих цінних компонентів з бурових вод і водних промислових відходів. Поєднання нанопорошкових адсорбентів з волокнистими матеріалами (наприклад, вуглетканинами, базальтовими волокнами та ін.) дозволило створити апаратуру для очищення нафтовмісних стічних вод.

Для усунення або запобігання забрудненню навколишнього середовища наночастинками необхідно насамперед мати досить повне уявлення про фундаментальні процеси взаємодії наночастинок і наноструктурних матеріалів з навколишнім середовищем і, особливо, з біологічними системами. На сьогоднішній день отримано недостатньо даних про роль факторів розміру і форми наночастинок в хімії поверхневих явищ, внаслідок чого не створені ефективні моделі для оцінки параметрів відповідних процесів. Наночастинки можна розглядати як своєрідні «мікрореактори», які в залежності від оточення можуть перетворювати енергію, переробляти відходи або служити в якості сенсорів. Робота по створенню все більш досконалих і екологічно чистих виробничих процесів залежить від розвитку засобів контролю та зворотного зв'язку, які в багатьох випадках можуть бути побудовані лише на основі нанопристроїв. На підставі наноматеріалів можуть бути створені «зелені» технології в багатьох галузях промисловості. З їх допомогою може бути підвищена ефективність

технологічних процесів, а також процесів знищення відходів або їх переробки. Для розв'язання цих проблем необхідні сучасні наукові підходи, які можуть здійснити лише добре підготовлені освічені фахівці.

УДК 551.(477)

## МОРСЬКІ ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ТА ГЕОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ІНСТИТУТІ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК АН УРСР (НАН УКРАЇНИ)

Половка С.Г.

*Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини,  
20300, Черкаська обл., м. Умань, вул. Садова 2, e-mail: serge\_polovka@ukr.net*

Після морської глибоководної експедиції дослідників Новоросійського (нині ОНУ імені І. І. Мечникова) університету в Чорне море (1892), яка завершилася відкриттям зараження глибин моря сірководнем. На цьому тлі М. І. Андрусов і М. Д. Зелінський обґрунтували біогенну гіпотезу походження сірководню [5; 7]. Ці наукові напрацювання «підштовхнули» першого Президента УАН акад. В. І. Вернадського до зосередження уваги дослідників природи Землі на необхідності проведення геохімічних досліджень в Азовському морі та вивченні природної радіоактивності Південного берегу Криму. Згодом такі дослідження вилилися у започаткування ним нової науки – біогеохімії. Вона виникла в ХХ ст. на перехресті геології, біології та хімії. Основні принципи були сформовані В. І. Вернадським і норвезьким ученим В. М. Гольдшмідтом та розвинені у наукових працях російських дослідників О. Є. Ферсмана і О. П. Виноградова. Завдяки симбіозу природничих наук, нині з'ясовано значну роль розвитку життя на Землі, як фактору, який призвів до утворення органічних гірських порід (коралові рифи, кам'яне вугілля, торф та ін.), що в свою чергу, як вважають вчені, змінили склад атмосфери та гідросфери, а також безпосередньо мали вплив на геологічні процеси (вивітрювання та ін.) [2].

У подальшому наукові результати морських експедицій спонукали і надихнули В. І. Вернадського розглянути питання походження життя на Землі, згодом створити всесвітньо відоме вчення про біосферу (термін увів Е. Зюсс в роботі «О происхождении Альп», 1875), живу речовину, яка організовує земну оболонку. Академік УАН В. І. Вернадський стверджував, що змінюється не лице Землі, як вважав видатний австрійський геолог Едуард Зюсс, а лице біосфери. З останньої тези випливає, що Володимир Іванович був добре знайомлений із науковими працями Ч. Дарвіна («Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь», 1859 р. та ін.) і підтримував його вчення [7].

В. І. Вернадський накреслив шлях еволюції біосфери в ноосферу [1], по-скільки ці узагальнюючі вчення фокусують у собі не просто окремі науки або низку природничих наук, але і всю науку і всю політику. Від того, наскільки вдалим виявиться співпраця науки і політики, залежить доля роду людського. Вчення акад. УАН Вернадського про взаємовідносини природи і суспільства здійснює і нині вплив на формування сучасного екологічного світогляду (саморегуляції біосфери більше не вистачить для збереження її цілісності).

У період апогею «боротьби» фіксистів і мобілістів офіційно було започатковано морську геологію в АН УРСР (1962 р.). Подальший розвиток геології океанів і морів дає поштовх до виникнення концепції літосферних плит. Такий кут зору на землебудову «породжує» нові наукові напрями в різних природничих науках і спонукає до висунення альтернативних думок на усталені концепції. Участь у морських експедиціях співробітника ІГН АН УРСР доктора геол.-мін. наук А. Я. Дроздовську надихнули по-новому реконструювати природничу історію хімічної еволюції Світового океану й атмосфери в геологічній історії Землі («Химическая эволюция океана и атмосферы в геологической истории Земли», 1990) [2]. За допомогою законів термодинаміки вона вперше, довела низку тверджень, які дають підставу до висунення альтернативної думки, щодо поглядів В. І. Вернадського на час зародження життя на Землі (на думку Володимира Івановича атмосферу сформували біологічні організми) і нині потребують осмислення та подальшого розвитку науковою спільнотою [2; 7].

Нині, сучасні морські геологічні дослідження в ІГН НАН України розвиваються за 8-ма науковими напрямами, до двох із яких «приклав руку» В. І. Вернадський, а саме: морська геоecологія (В. Х. Геворк'ян, В. О. Ємельянов, С. Ф. Шнюков, О. Ю. Митропольський, А. Я. Дроздовська та ін.) та морська геохімія (О. Ю. Митропольський, А. Я. Дроздовська та ін.) [7].

Починаючи з 90-х років ХХ ст. дослідники НАН України все більшу увагу приділяють геоecологічному та екогеохімічному напрямам. Про це свідчать державні замовлення з боку Національного агентства морських досліджень і технологій (НАМДіТ) та Міністерства освіти і науки – «Динаміка екосистем. Дослідження динаміки морських та океанічних екосистем з метою здійснення контролю за їх станом, управління їх біопродуктивністю, здатністю до відновлення» (Проект НАМДіТ, 1995-1996 рр.); «Геологічна оцінка трансформації субмаринного розвантаження підземних вод у дно Чорного моря в межах Південного берега Криму»; цільовий комплексний проект Міннауки 01.02/02540 «Комплексний екологічний моніторинг прибережної зони Чорного та Азовського морів та комплексне використання ресурсів шельфу», 1997 р.; «Комплексні дослідження стану та взаємодії гідросфери,



літосфери та атмосфери в зоні стику суша - море Азово-Чорноморського регіону» № 6197 ИО/7340, 1996 – 2001 рр.; «Дослідження процесів сучасного седиментогенезу природних систем «ріка – море» (еколого-геохімічний аспект)», 1991 – 1994 рр.; «Розробка концепції та методології досліджень ролі антропогенних утворень у формуванні і функціонуванні морських геосистем у зоні переходу «море-суходіл» тощо.

Над екогеохімічними дослідженнями конкретних окремих частин шельфу Чорного моря працювали аспіранти та докторанти. Ними захищені 4 кандидатські («Вплив процесів седиментогенезу на створення сучасної екологічної ситуації у Джарилгацькій та Тендрівській затоках» (Т. А. Шостак, 1992 р.); «Пестициди у донних відкладах Азово-Чорноморського басейну та їх вплив на екологічний стан акваторії» (Н. П. Осокіна, 1996 р.); «Антропогенне забруднення донних відкладів північно-західного шельфу Чорного моря важкими металами» (Є. І. Наседкін, 2001 р.) та «Еколого-геохімічна характеристика стану сучасного осадконакопичення в районі придунайського шельфу Чорного моря» (Ю. Д. Степаняк, 2003 р.) та 1 докторська («Георетичні та методологічні основи вивчення донних відкладів океанів і морів як геоекологічних систем» (В. О. Ємельянов 1994 р.) дисертації.

Таким чином, фахівцями зібрано та проаналізовано значний масив даних із широкого спектру забруднень акваторії Чорного моря, що дозволило наукові здобутки узагальнити в монографічних роботах: «Геохімія Чорного моря» (авт. А. Ю. Митропольский, А. А. Безбородов Е. И. Овсяный, 1982); «Основы морской геоекологии» (авт. В. А. Емельянов, 2003); «Геоекология черноморского шельфа Украины» (авт. В. А. Емельянов, А. Ю. Митропольский, Е. И. Наседкин и др., 2004); «Екогеохімія Чорного моря» (авт. О. Ю. Митропольский, Є. І. Наседкін, Н. П. Осокіна, 2006); «Геолого-структурно-термоатмогеохімічне обґрунтування нафтогазоносності Азово-Чорноморської акваторії» (авт. П. Ф. Гожик, І. Д. Багрій, З. Я. Войцицький та ін., 2010), «Геоекология украинского сектора глубоководной зоны Чорного моря» (авт. В. О. Ємельянов, А. А. Пасинков, Л. А. Пасинкова, Л. А. Прохорова, 2012»), тощо.

Застосування з 70-х років ХХ ст. підводних апаратів (ПА) українськими дослідниками дало можливість отримати принципово нову інформацію про Світовий океан у тому числі і в Чорне море.

Ландшафтне геоекологічне вивчення за допомогою ПА шельфу Чорного моря дозволило оцінити негативний вплив тралового промислу на донні біоценози, встановити наявність інтенсивного замулювання окремих ділянок дна та створення на них умов, не сприятливих для життєдіяльності бентосної фауни.

Геоекологічні дослідження з ПА здійснювалися в Каркінітській затоці (з'ясовано, що природні комплекси на малих глибинах шельфу майже зникли), шельфах Болгарії та Румунії (останні деградують за рахунок впливу дунайських стоків), рейді порту Ялта, ділянках гідротехнічного будівництва (спонукають до накопичення різного сміття), районах водоспусків у Криму та Кавказі: трубопроводів Анапський, Новоросійський, Геленджикський, Ялтинський, в бухтах Ласпі і Голубій. Зазначимо, що на всіх досліджуваних ділянках виявлено значні негативні прояви, що негативно впливають на екологічний стан акваторії Чорного моря.

**Висновки.** На підставі наших досліджень, слід зробити наступні висновки:

1. Закладені наукові ідеї В. І. Вернадським актуальні і нині та впроваджуються в практику життя, розвиваються на новому науковому рівні його послідовниками, які займають гідне місце в когорті учнів його школи в галузі геології океанів і морів за напрямками морська геохімія та морська геоекологія.

2. Досвід робіт екологічної спрямованості в акваторії Світового океану та накопичений багатий фактичний матеріал доцільно було б на нашу думку передати прийдешнім поколінням, через започаткування (відкриття) в спеціалізованих навчальних установах (середніх і вищих) України нової спеціальності – морської еколог.

3. На наше особисте переконання, нині в першу чергу, слід інтенсивніше здійснювати різнобічні екологічні дослідження акваторії Азово-Чорноморського регіону, яка підпадає під юрисдикцію України.

*Перелік посилань на джерела*

1. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера / Владимир Иванович Вернадский. – М.: Наука, 1989. – 262 с.
2. Дроздовская А. А. Химическая эволюция океана и атмосферы в геологической истории Земли / Алиса Акимовна Дроздовская. – Киев: Наук. думка, 1990. – 208 с.
3. Емельянов В. А. Геоекология черноморского шельфа Украины / Емельянов В. А., Митропольский А. Ю., Наседкин Е. И. и др. – К.: Академперіодика, 2004. – 296 с.
4. Емельянов В. А. Основы морской геоекологии / Емельянов В. А. – Киев: Наук. думка, 2003. – 238 с.
5. Ларченков Е. П. Геология в Одесском университете (Очерки истории кафедры общей и морской геологии) / Ларченков Е. П., Кравчук О. П., Кравчук А. О. – Одесса: Феникс, 2009. – 536 с. – (Возникновения геологии как науки. Основные идеи в период ее становления).
6. Митропольский О. Ю. Екогеохімія Чорного моря / Митропольський О. Ю., Наседкін Є. І., Осокіна Н. П. – К., 2006. – 279 с.
7. Половка С. Г. Історія морських геологічних досліджень в Україні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геол. наук: спец. 04.00.23 «історія геології» / Сергій Григорович Половка; Інститут геологічних наук НАН України. – Київ, 2011. – 36 с.

УДК 378.147

## ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ З ТУРИЗМУ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Зоріна Г.П., Коробейникова Я.С., Долгопола Г.Є.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу «ІФНТУНГ»,  
76019, м.Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, E-mail: galinachgp@i.ua,*

На сьогодні усі країни світу сприйняли «Порядок денний на XXI століття» («AGENDA 21») зі схваленням і активно працюють над його реалізацією у всіх сферах економічного та суспільного життя. Проте для досягнення сталого розвитку суспільства недостатньо реалізації окремих елементів сталого розвитку в окремих галузях. Як показує європейський досвід, неодмінною умовою таких змін є розширення поінформованості населення, постійне удосконалення професійної підготовки, системи освіти, в першу чергу університетської. Наприклад, розроблена концепція сталого розвитку європейських країн містить розділ з розвитку вищої освіти. Європейські вищі навчальні заклади включають навчальні модулі щодо сталого розвитку до навчальних програм окремих дисциплін [1]. В Україні така діяльність тільки розпочинається та має фрагментарний характер.

У туристичній галузі принципи стійкості чи збалансованості були сформульовані ВТО і Всесвітньою Радою з подорожей і туризму. У 1995 році ці організації разом з Радою Землі (міжнародною природоохоронною організацією) опублікували спільний звіт «Порядок дій на XXI ст. для індустрії туризму та подорожей – назустріч екологічному стійкому розвитку» [2]. Стійкий розвиток туризму став пріоритетним напрямком для організації Європейського Союзу, проекти зі стійкого розвитку впроваджуються у практику туристичної діяльності. Важливість сталого розвитку туристичних дестинацій визначається тим, що сталий соціально-економічний розвиток є основою для ефективної туристичної діяльності, а сприятлива екологічна ситуація - одним з основних туристичних ресурсів та переваг. За даними ВТО 84 % туристів надають перевагу подорожам в екологічно чисті дестинації. Саме тому розширення освітнього простору у контексті сталого розвитку, де поряд із професійними, екологічними, соціальними та економічними аспектами підготовки, передбачає формування економічно та соціально орієнтованої моделі навчання на базі широких міждисциплінарних знань та комплексний підхід до розвитку суспільства, економіки та охорони довкілля. Таким чином, у випускників формується цілісний світогляд стосовно стану та перспектив сталого розвитку суспільства в цілому та у галузі праці випускника, навиків щодо практичної реалізації проектів, які спрямовані на сталий розвиток територій. Робочий навчальний план підготовки бакалавра за спеціальністю «Туризм» сформований таким чином, що питання сталого розвитку можуть розглядатися у загальному аспекті при вивченні фундаментальних дисциплін, так і орієнтуючись на майбутню спеціальність при вивченні професійно орієнтованих дисциплін. Таким чином, забезпечується безперервність у навчальному процесі підготовки фахівців з туризму для сталого розвитку. Економічні аспекти сталого розвитку доцільно включати до дисциплін економічного блоку підготовки бакалавра з туризму: економічна теорія, економіка підприємств, економіка підприємств туризму, організація готельного господарства, основи наукових досліджень, організація ресторанного господарства. Соціальні аспекти сталого розвитку рекомендуємо розглядати в навчальних дисциплінах філософія, основи туризмознавства, основи наукових досліджень. Екологічні аспекти сталого розвитку можуть розглядатися в рамках дисциплін безпека життєдіяльності, географія туризму, основи екології, ландшафтознавство та заповідна справа, моніторинг рекреаційного середовища, геотуризм, основи гідрометеорології, інфраструктура туристичних комплексів.

У напрямку підготовки студентів необхідне вивчення міждисциплінарного курсу з проблем сталого розвитку туризму, що має забезпечити студентів розуміння ними необхідності та практичної реалізації принципів сталого розвитку в галузі туризму. Магістерська програма зі спеціальності «Туризм» передбачає вивчення дисципліни «Стратегія сталого розвитку туризму», метою якої є формування у студентів фахового розуміння щодо визначень та принципів сталого туризму, а також особливостей формування туристичних проектів та програм, які мають збалансований характер та реалізуються з урахуванням принципів сталого розвитку територій. Розглядаються методологічні підходи щодо розвитку збалансованого туризму та практичні аспекти реалізації програм розвитку туризму в контексті сталого розвитку територій рекреаційного використання, програмні документи міжнародних урядових та громадських організацій у галузі збалансованого туризму. До програми курсу входить питання особливостей впливу на довкілля об'єктів туристичної інфраструктури, наслідки таких впливів на довкілля та населення приймаючих сторін, механізми реалізації принципів збалансованості в туризмі. Важливе місце займають питання позитивних та негативних впливів туризму на населення та соціально-економічний розвиток туристичних дестинацій, впровадження енергоощадних технологій для оптимізації функціонування об'єктів туристичної інфраструктури та можливість використання відновлювальних джерел енергії в межах туристичних комплексів [3]. Екологічний та сільський туризм представлені як пріоритетні види туризму, що розвиваються у напрямку стійкого розвитку туристичної діяльності [4].

Таким чином, упровадження питань сталого розвитку в освітній процес в Україні є на початковій стадії. Зважаючи на важливість та актуальність питань сталого розвитку в туристичній діяльності, вони мають бути включені в освітній процес підготовки фахівців з туризму. Аналіз навчального плану

підготовки бакалаврів та магістрів з туризму в ІФНТУНГ свідчить, що можливе введення елементів навчання зі сталого розвитку до деяких дисциплін може забезпечити безперервність такої підготовки, що відповідає європейській практиці підготовки фахівців у різних галузях для сталого розвитку.

*Перелік посилань на джерела*

1. Європейський досвід підготовки інженерів для сталого розвитку /За.ред.В.Шатоха.- Д.: «Дріант», 2016.- 92 с.
2. Петрасов И.В. Экономико-географические предпосылки устойчивого развития туризма в странах Европы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://tourlib.net/books\\_tourism/petrasov1-1.htm](http://tourlib.net/books_tourism/petrasov1-1.htm).
3. Коробейникова Я.С. Стратегія збалансованого туризму: методичні вказівки до вивчення дисципліни / Я.С. Коробейникова: ІФНТУНГ.–Івано–Франківськ: Факел, 2011. – 14 с.
4. Коробейникова Я.С. Стратегія збалансованого туризму: конспект лекцій / Я.С. Коробейникова: ІФНТУНГ.– Івано–Франківськ: Факел, 2011. – 147 с.

---

УДК 550.83

## ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА У ВИЩІЙ ШКОЛІ ТА АКТИВІЗАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РУХУ В УКРАЇНІ

Лаврук Т. М.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Організація екологічної освіти та активізація екологічного руху в Україні є найгострішими проблемами сучасності, від вирішення яких безпосередньо залежить вміння проектувати і планувати сталий розвиток суспільства і держави. Згідно Закону України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року», підвищення рівня суспільної екологічної свідомості є однією із стратегічних цілей, для реалізації якої необхідно вирішити головні завдання – розробити Стратегію екологічної освіти, створити мережу регіональних екологічно-просвітницьких центрів на базі закладів освіти, неурядових природоохоронних організацій, активно залучати громадськість до процесу екологічної освіти... [1].

Актуальним на сьогодні залишається формування стандартів природоохоронної освіти у вищих навчальних закладах. У даному випадку поняття «стандарт» ми розуміємо як «взірець», що за змістом якнайкраще відповідатиме поставленим цілям і завданням, однак не буде позбавлений своєрідності й оригінальності та обов'язково ґрунтуватиметься на професійній зацікавленості студентів. Багаторічний досвід викладання дисципліни «Основи екології та безпека життєдіяльності» в КНУ імені Тараса Шевченка і результати соціологічного опитування студентів вказують на те, що процес організації екологічної освіти ще далекий від завершення [2].

Насамперед торкнемося змісту програми природоохоронних дисциплін та методики їх викладання. Для багатьох студентів цей курс асоціюється з відповідним шкільним предметом і автоматично відноситься до непотрібних дисциплін, що пов'язано з певною невизначеністю об'єкта та предмета досліджень, відсутністю уявлень про зміст і завдання сучасної екології, новітні досягнення в цій галузі тощо.

На відміну від розділу біології (де започаткувалась і виокремилась екологія), сучасна міждисциплінарна екологія вивчає надскладну екосистему «суспільство – навколишнє середовище». Предметом дослідження є взаємозв'язки в цій екосистемі, тобто взаємовплив людини і навколишнього середовища. Методологічною основою міждисциплінарної екології є системний аналіз екосистем різного рівня організації, однак, основну увагу необхідно зосередити на антропогенному впливі на природу, який давно вже перевищив допустимі навантаження і спричинив глобальну кризу на планеті. Логічно, на наш погляд, назвати таку навчальну дисципліну не просто «екологія», а «геоекологія», що вже своєю назвою визначатиме об'єкт і масштаб досліджень[2, 5].

Щодо змісту дисципліни, то він повинен бути інтегрованим, включати найновіші досягнення як природничих, так і соціальних, технічних наук з метою формування екологічного світобачення і світосприйняття, філософії гармонії, порядку і чистоти довкілля, прагнень набути практичних вмінь зробити свою професійну діяльність «еко-дружною» задля збереження природних ресурсів і природних умов та підтримання високого рівня екобезпеки.

Реалізація такого підходу сприятиме запровадженню принципово нових методів опанування змісту природоохоронних дисциплін з врахуванням професійної спрямованості та залученням творчого потенціалу студентів. Найефективнішими формами засвоєння знань є семінари-практикуми та виконання творчих самостійних завдань. Нині ж екологію викладають переважно лекційним способом, а лекція, за висловом академіка І. Кьолера, це «найбільш лінивий спосіб повідомлення знань» [6].

Для справжнього учіння характерна самостійність, тому лекційний матеріал нерідко залишається неопрацьованим і незасвоєним. Кожна людина, як вважав досвідчений педагог і методист І. Львов, має бути найактивнішим чинником у власній освіті і багато працювати над собою. [6].

Одним з найефективніших методів розвитку екоосвіти у вищих навчальних закладах є творче осмислення екологічних проблем та шляхів їх вирішення. З досвіду викладання екології для студентів різних факультетів та спеціальностей, слід зазначити, що студентська молодь охоче опрацьовує саме творчі завдання, а отриманий досвід є для них важливим і неоціненним.

Тому розроблена нами навчальна програма з екології та безпеки життєдіяльності передбачає виконання студентами власних екопроектів [3,4]. Так, наприклад, перший тематичний дослідницький блок стосується людини як компонента екосистеми «суспільство – навколишнє середовище». Основною мета – сформувати екологічний світогляд, пропагувати екологічну культуру. Студенти досліджують

основні психофізіологічні властивості та можливості свого організму, визначають рівень задоволення особистих потреб, включаючи потребу у безпеці довкілля, аналізують поняття здорового способу життя, правила раціонального і здорового харчування, поєднання розумових і фізичних навантажень, вплив шкідливих звичок, роль сучасної медицини у збереженні здоров'я тощо. У процесі самопізнання стає зрозуміло, що здоров'я – це стан рівноваги людини з навколишнім середовищем, і саме стан останнього є критерієм безпеки життєдіяльності.

Наступним дослідницьким блоком є навколишнє середовище як базова складова екосистеми, де йдеться про вплив довкілля на становлення і розвиток особистості. Основна тема для міркувань – «Я і моя маленька Батьківщина». Це своєрідна презентація, що спонукає до справжнього переосмислення своєї особистості й екологічної оцінки рідного краю, його впливу на формування характеру, життєвий вибір тощо. Захоплений дослідник із задоволенням, або зітхаючи (залежно від конкретної екоситуації) ілюструє сучасний стан своєї малої Батьківщини, порівнює його із спогадами дитинства і відчуває суттєву різницю... Саме тут переходимо до пошуків істини. Актуалізуємо основні закономірності розвитку суспільства й природи, усвідомлюємо, що саме антропогенний вплив призводить до екологічної кризи. Розглядаємо усі чинники небезпек: природні, техногенні, соціальні та комбіновані – на регіональному, державному, глобальному рівнях. Акцентуємо увагу на тому, що за статистикою, 10 відсотків небезпек пов'язані з природними, 15 – з техногенними чинниками, а 75 відсотків припадає на так званий людський чинник, де небезпека спричинена помилкою людини.

За своєю природою людина – творець, проте наслідки людської творчості бувають різними. Обміркувати сутність людини-творця пропонуємо у темі «Роль творчості в житті людини. Безпека людської творчості», яка не залишає байдужими студентів усіх спеціальностей, незалежно від обраного фаху.

Наступний тематичний блок присвячено шляхам досягнення екобезпеки. З цією метою студенти вивчають та аналізують традиції розв'язання екопроблем у різних країнах та регіонах світу. Знайомляться з правовим забезпеченням екобезпеки, еко-логічною (або нелогічною) політикою власної держави, екологічними правами та обов'язками громадян. Більшість студентів зізнаються, що над цими проблемами вони не замислювались, і що для них це вже справжні відкриття.

Як досягти гармонії суспільства й природи в нашій країні? – Навчатись жити за законом. Тому такі природоохоронні дисципліни як екоправо, екоменеджмент, екоаудит, міжнародне співробітництво в галузі екології вкрай важливо вивчати у вищих навчальних закладах.

Проте, щоб досягнути кожній сучасній людині найнеобхідніші знання у галузі охорони довкілля та організації своєї життєдіяльності, замало виділених програмою годин. Адже на «екологію» зазвичай відведено від 18 до 34 годин лекцій на першому чи другому курсі, часто без семінарських і практичних занять. Разом з тим, як показало соціологічне опитування за участю понад 2 тисяч студентів різних спеціальностей та напрямів освіти, студентська молодь є дуже активною, готовою до вивчення світового досвіду захисту навколишнього середовища, організації своєї професійної діяльності на екодружніх засадах, участі у різноманітних екопроектах з відновлення природи рідного краю [3]. Тому у вишах має бути запроваджена сучасна навчальна програма, яка відповідає б стандартам і водночас залишала місце для творчого пошуку студентів і викладачів. Організаторами суспільного екологічного руху, на наше переконання, мають стати саме викладачі й студенти, оскільки нині це основне завдання – залучити суспільство до знань про Землю, розкрити основні закономірності взаємовпливу суспільства і природи, популяризувати новітні досягнення природничих і технічних наук і навчати використовувати їх для гармонійного розвитку суспільства й природи.

#### **Висновки**

Зміст екологічних дисциплін у вищій школі має бути інтегрованим і використовувати новітні досягнення усіх наук задля гармонійного розвитку суспільства й природи.

Найефективнішим методом навчання є практичні й індивідуальні дослідження, що активізують студентів і формують практичні навички та вміння проектувати гармонійний розвиток суспільства й природи.

Найцікавішими формами навчання студенти визнали творчі і практичні завдання, пов'язані з дослідженням проблем розвитку рідного краю та самодослідженням власної особистості, вивчення й узагальнення досвіду розв'язання екологічних проблем у світі, розробкою власних екопроектів, присвячених збереженню довкілля, формуванню екологічного світобачення та світосприйняття, пропагуванню екокультури.

Саме викладачі та студентська молодь повинні стати організаторами суспільного екологічного руху з метою вивчення світового досвіду вирішення екологічних проблем та реалізації екологічної політики нашої держави.

#### *Літературні джерела*

1. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року»// Відомості Верховної Ради України (ВВР) . – 2011. – N 26, ст. 218
2. Дидактичні засади викладання екологічних дисциплін у вищій школі / Т. М. Лаврук // Україна: географія цілей та можливостей. Зб. наук. праць. – Н: ФОП «Лисенко М.». – 2012. – Т 3. – С.345-348.
3. Навчальні екологічні проекти та їх роль у розвитку екологічної освіти і культури / С. Ю. Бортник, Л.М. Тимуляк, Т.М. Лаврук // Фізична географія та геоморфологія. – 2014. – Вип. 1(73). – С.168-171.
4. Основи екології та безпека життєдіяльності. Навчальна програма та науково-методичні рекомендації для виконання практичних робіт / упор. Т.М. Лаврук. – К. : ВГЛ «Обрії», 2014. – 24 с.

5. Рудько Г.І. Конструктивна геоecологія: наукові основи та практичне втілення. / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – Київ: Маклаут, 2008. – 320 с.

6. Соціально-педагогічні ідеї освітян кінця XIX–XX століття: монографія/ А.А. Марушкевич, Н.М. Кузьменко, Н.В. Кошечко, Н.В. Постоюк. – К.: ВГЛ «Обрії», 2012. – 130 с.

УДК 378.1: 574

## ПІДГОТОВКА БАКАЛАВРІВ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ “ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА”

Погребенник В.Д., Петрушка І.М., Мокрий В.І., Хомко Н.Ю., Шибанова А.М., Чайка О.Г., Ріпак Н.С., Політило Р.В., Гивлюд А.М., Войціховська А.С., Подольчак І.І.

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. Ст. Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013, e-mail: vpohreb@gmail.com*

Важливу роль в соціальному аспекті екологічних проблем належить перш за все процесу освіти, виховання, просвітництва – основним складовим процесу формування екологічної культури населення. На сьогодні екоосвіта відіграє визначну роль у захисті довкілля. До недавнього часу в Україні екоосвіта, а саме охорона довкілля, реалізовувалась лише в деяких вузах. На даний час, забезпечення якісної екологічної освіти спонукало до відкриття чимало інститутів, кафедр, організацій, що займаються проблемами екології, зокрема Інституту екології, природоохоронної діяльності та туризму ім. В. Чорновола в Національному університеті “Львівська політехніка” [1]. Кафедра екологічної безпеки та природоохоронної діяльності готує бакалаврів, магістрів та докторів філософії зі спеціальності “Технології захисту навколишнього середовища”.

**Метою роботи** є висвітлення особливостей підготовки бакалаврів зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”.

Мета освітньої програми – надати теоретичні знання та практичні уміння і навички, достатні для успішного виконання професійних обов’язків за цією спеціальністю та підготувати студентів для подальшого навчання за обраною спеціалізацією.

Освітньо-професійна програма має дві практичні лінії – технології захисту довкілля та екологічну безпеку та базується на загальновідомих положеннях та результатах сучасних наукових досліджень з основ екології, технологій захисту атмосфери, гідросфери та літосфери, технології відновлення порушених ландшафтів, рекультивациі та біоремедіації природно-техногенних екосистем, екологічної безпеки технологій виробництва, моделювання і прогнозування стану довкілля, основ екологічного ризику та нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище та орієнтує на актуальні спеціалізації, в рамках яких можлива подальша професійна та наукова кар’єра.

*Інтегральна компетентність* передбачає здатність вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі природничих наук, технологій захисту навколишнього середовища, технологій відновлення порушених екосистем та в процесі навчання, що передбачає застосування методів та засобів захисту довкілля і характеризується комплексністю умов.

*Загальні компетентності* передбачають: базові знання фундаментальних наук, в обсязі, необхідному для освоєння загально-професійних дисциплін; базові знання в галузі виробництва та технології, необхідні для освоєння професійно-орієнтованих дисциплін; здатність до аналізу та синтезу; здатність здійснювати пошук та аналізувати інформацію з різних джерел; мати дослідницькі навички; мати навички розроблення та управління проектами; уміння розв’язувати поставлені завдання та приймати відповідні рішення; уміння працювати як індивідуально, так і в команді; уміння ефективно спілкуватися на професійному та соціальному рівнях з актуальних питань екології, природоохоронної діяльності та захисту навколишнього середовища; здатність до системного мислення та до подальшого навчання; відповідальність за якість виконуваної роботи.

*Фахові компетентності* спеціальності передбачають базові знання: наукових понять, теорій і методів, необхідних для розуміння принципів роботи та функціонального призначення природоохоронних систем та технологій; основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів в галузі природоохоронної діяльності; технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації природоохоронного устаткування та обладнання; знання та володіння навичками роботи з інформаційними технологіями для вирішення задач захисту та відновлення екосистем; знання основ охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час роботи з устаткуванням та обладнанням; уміння застосовувати та інтегрувати знання і розуміння дисциплін інших природничих і технічних галузей; здатність використовувати та впроваджувати нові технології, брати участь в модернізації та реконструкції обладнання, засобів, систем та комплексів з метою захисту довкілля та відновлення природно-техногенних екосистем; здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, що впливають на розроблення ефективних природоохоронних рішень та використання альтернативних джерел енергії; здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для впровадження технологій захисту довкілля та відновлення природних ресурсів та екосистем; здатність використовувати знання й уміння для розрахунку, дослідження, вибору, впровадження та проектування природоохоронних технологій, систем та устаткування; уміння досліджувати екологічні проблеми та визначати обмеження, у тому числі зумовлені антропогенними, техногенними та виробничими чинниками впливу на екологічну безпеку та безпеку життєдіяльності; уміння проектувати природоохоронні системи та їх компоненти з урахуванням усіх особливостей створення, налагодження, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації; уміння аргументувати вибір природоохоронних, природозахисних та

природовідновних методів вирішення спеціалізованих екологічних задач, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.

*Програмні результати* навчання передбачають: здатність продемонструвати систематичні знання сучасних методів проведення досліджень в області технології захисту довкілля; здатність продемонструвати знання у вибраній області наукових досліджень; здатність продемонструвати розуміння впливу технічних рішень у суспільному, економічному і соціальному контексті.

**Обов'язкові компоненти освітньо-професійної програми з цієї спеціальності передбачають** вивчення таких дисциплін: “Іноземна мова (за професійним спрямуванням)”, “Українська мова (за професійним спрямуванням)”, “Історія державності та культури України”, “Політологія”, “Філософія”, “Вища математика”, “Вступ до фаху”, “Геологія з основами геоморфології”, “Інженерна графіка”, “Фізика”, “Хімія з основами біогеохімії”, “Біологія”, “Ґрунтознавство”, “Екологічна безпека технології виробництва”, “Метеорологія і кліматологія”, “Інформатика”, “Фізико-хімічні методи аналізу”, “Урбоекологія”, “Техноекологія”, “Технології захисту заповідних територій”, “Раціональне природокористування та ресурсозбереження”, “Економіка природокористування”, “Загальна екологія і неоекологія”, “Ландшафтна екологія”, “Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище”, “Організація управління в природоохоронній діяльності”, “Оцінювання впливу на навколишнє середовище”, “Природоохоронне законодавство та екологічне право”, “Екологічна безпека”, “Інженерна екологія”, “Моніторинг довкілля”, “Основи охорони праці та безпека життєдіяльності”, “Екологічна експертиза”, “Фоновий екологічний моніторинг”, “Моделювання і прогнозування стану довкілля”, “Основи промислової екології”, “Сучасні методи досліджень об'єктів довкілля”, переддипломну практику, кваліфікаційний іспит, підготовку та захист бакалаврської кваліфікаційної роботи. Цей цикл займає 180 кредитів ЄКТС.

Вибіркові компоненти передбачають вивчення таких дисциплін: “Екологічна безпека атмосферного повітря”, “Методи аналізу екологічних систем”, “Охорона навколишнього середовища при здійсненні господарської діяльності”, “Технології захисту водного середовища”, “Технологічне проектування обладнання з захисту довкілля”, “Основи екологічного контролю промислових виробництв”, “Основи захисту довкілля від фізичних забруднень”, “Основи екологічно безпечних технологій”. Цей цикл займає 60 кредитів. Загальний обсяг навчальної програми – 240 кредитів ЄКТС.

Атестація випускників спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» проводиться у формі складання державного випускного іспиту та захисту бакалаврської кваліфікаційної роботи та завершується видачею документів встановленого зразка про присудження ступеня бакалавра з присвоєнням кваліфікації: Бакалавр з технологій захисту навколишнього середовища. Атестація здійснюється відкрито і публічно.

**Висновки:** подано особливості підготовки бакалаврів у Національному університеті “Львівська політехніка” зі спеціальності “Технології захисту навколишнього середовища”.

#### *Література*

1. Мітрасова О.П. Екологічна освіта в стратегії сталого розвитку / О.П. Мітрасова, В.Д. Погребенник, А.М. Шибанова, Р.В. Політило // Матеріали І Міжнародної конференції молодих вчених EcoTour-2013 (21–23 листопада 2013 р., Львів). – Львів, 2013. – С. 46-48.

УДК 372. 854

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ “ХІМІЯ” ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІФНТУНГ**

Калин Т.І.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу «ІФНТУНГ»,  
76019, м.Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, E-mail: kalyn\_tatyana@mail.ru*

В сучасному світі має місце тенденція злиття освітніх і інформаційних технологій, і формування на цій основі принципово нових інтегрованих технологій навчання, заснованих на Інтернет-технологіях. Використання Інтернет-технологій дозволяє необмежено і практично безкоштовно тиражувати навчальну інформацію, швидко і адресно її доставляти. Навчання при цьому стає інтерактивним, зростає значення самостійної роботи тих, що навчаються, причому посилюється інтенсивність учбового процесу.

Одним з ефективних шляхів впровадження інформаційних технологій в навчальний процес є створення комп'ютерних центрів навчання, що працюють на базі мережових технологій. Це дає можливість здобувати освіту незалежно від місцезнаходження і збільшити контингент тих, хто бажає здобути освіту. Однією з інноваційних впроваджень ІФНТУНГ у є створення центру дистанційного навчання (ЦДН), завданням якого є розробка інформаційного і програмного забезпечення для дистанційного навчання студентів.

Студенти, що навчаються за заочною формою, повинні мати комплект навчально-методичних матеріалів, що включають програми дисциплін, підручники і навчальні посібники в друкованому та електронному вигляді (підручник, задачник, посібник з виконання лабораторних робіт тощо), а також методичні рекомендації для організації самостійної роботи з кожного виду занять.

Використання дистанційної форми навчання для студентів-заочників забезпечує нову якість комп'ютерної підтримки навчального процесу, що дає йому можливість бути мобільнішим, інформаційно насиченішим. Формуванням і удосконаленням бази для використання інноваційних технологій у Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу безпосередньо займається Центр дистанційного навчання ІФНТУНГУ. Для проведення навчання за дистанційною формою обов'язковими є електронні навчально-методичні комплекси. Для студентів першого року навчання напряму підготовки „Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології“ при вивченні дисципліни „Хімія” на сайті розроблені:

- Інформаційний блок про дисципліну, викладача, обсяг вимог, оцінювання навчальної діяльності та правила оформлення контрольних робіт та звітів до лабораторних робіт;

- Електронні навчальні посібники. Представлення матеріалів навчального посібника здійснюється за допомогою мови розмітки текстових документів HTML і його варіантів, мови програмування JAVA-Script і деяких інших web-технологій. Методичні розробки з курсу хімії побудовані таким чином, щоб студент міг перейти до самостійної діяльності, до максимальної заміни викладацького контролю самоконтролем. Тому вони містять докладний опис раціональних прийомів описаних видів діяльності та рекомендації з ефективного використання консультацій.

- Лабораторні роботи. Як виявилось, створення віртуальних лабораторних практикумів є проблемою при використанні мережевих технологій у вивченні хімії. Неможливо говорити про повноцінну підготовку студента з хімії без його ознайомлення з реальними хіміко-технологічними процесами. Мова може йти лише про вивчення відповідних хімічних процесів на базі математичних моделей, що досить повно відбивають досліджувані реальні процеси і явища. Перспективним рішенням цієї проблеми є агрегація web- і JAVA-технологій для реалізації таких моделей. Віртуальні лабораторії не є адекватною заміною реальної лабораторної установки, але можуть бути дуже корисним інструментом високоякісної підготовки студентів до інтенсивного виконання реальної програми роботи при короткочасному перебуванні студентів у стінах університету.

- Розклад занять;

- Тестові завдання і комп'ютерне оцінювання знань.

Як показали результати осінньої заліково-екзаменаційної сесії, існує ряд переваг та проблем при навчанні студентів за дистанційною формою. Безумовно, перевагами є - лабільність навчання, стимулювання самонавчання, самовдосконалення. Однією з проблем, як виявилось, є відсутність комп'ютерів (ноутбуків) у студентів та інтернет-зв'язку у тих місцевостях, де вони перебувають на час сесії. Другою проблемою є створення віртуальних лабораторних робіт. Третя полягає у недосконалих знаннях користування системою Moodle як студентами, так і викладачами. Четвертою є відсутність візуального зв'язку „студент – викладач”. Тому важливим є роз'яснення для студентів під час настановчої сесії щодо правильного використання системи Moodle, а для викладачів – проведення семінарів, що активно впроваджується ЦДН цього року.

---

## УДК 371.1

### АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПЕРЕПІДГОТОВКИ ТА ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ФАХІВЦІВ ТУРИСТИЧНОЇ ГАЛУЗІ

Долгопола Г. Є., Коробейникова Я. С., Зоріна Г. П.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу «ІФНТУНГ»,  
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, E-mail: galuna.dolgopola@gmail.com*

Стрімкий розвиток туристичної галузі, зокрема індустрії гостинності, вимагає потужного інтелектуального ресурсу, кадрового потенціалу, який сприятиме сталому розвитку галузі та задоволенню зростаючих потреб населення у рекреації. Вищі навчальні заклади різних форм власності та різних рівнів акредитації, мають забезпечувати високий рівень підготовки випускників, їх стійку затребуваність на ринку праці туристичної сфери. Систематичне вдосконалення здобутих знань і набутих навичок, самоосвіта та самоаналіз, підвищення кваліфікації й перепідготовка сприятимуть ефективній роботі закладів туризму та успішному розвитку індустрії гостинності в цілому.

Питання професійної підготовки фахівців для сфери туризму стали предметом уваги фундаментальної педагогічної науки, професійної педагогіки, оскільки вимоги сучасного суспільства до процесу організації рекреації (туризму, оздоровленню, екскурсій, відпочинку тощо) та професійності працівників підприємств туристичної індустрії досить жорсткі. Загальні методичні та методологічні аспекти підготовки фахівців викладені у працях вітчизняних дослідників (В. Федорченко, Л. Кнодель, І. Зязюн, Н. Ничкало, Н. Конох, В. Пазенок, Л. Поважна, В. Лозовецька, Л. Нохріна, Я. Олійник, М. Скрипник, Г. Цехмістрова, О. Любіцева та ін.).

В умовах зростання попиту на якісні туристичні послуги особливо актуальними є питання постійного удосконалення професійної майстерності працівників туристичної галузі згідно концепції **"Lifelong Learning"** тобто навчання впродовж життя стає значущою та необхідною складовою сучасної освітньої системи. Підготовка кадрів для сфери туризму повинна враховувати всі напрями та особливості туристичної діяльності, їх зміни в залежності від ринкових умов.

Одним із завдань сьогодення у сфері перепідготовки та підвищення кваліфікації працівників туристичної сфери є перегляд підходів до визначення освітніх програм та приведення їх обсягів, напрямів і якості у відповідність до потреб роботодавців [1]. Ці програми повинні відображати нове бачення суспільного ідеалу освіченості, сучасні вимоги до організації та технологій обслуговування,

адже дипломовані спеціалісти із значним багажем застарілих знань не будуть затребувані виробництвом.

У теорії педагогіки активно використовуються такі поняття, як «формальна освіта» «неформальна освіта», «інформальна освіта» [2]. Головна відмінність між цими видами навчання полягає у державній сертифікації: лише формальна освіта офіційно надає право на подальшу фахову діяльність і підтверджена загальноновизнаними дипломами, свідоцтвами, сертифікатами тощо. Неформальна освіта передбачає підвищення професійного рівня шляхом відвідування курсів, тренінгів, короткотермінових освітніх та кар'єрних програм. Інформальне навчання відбувається поза програмами навчальних закладів. Різняться вони тим, що неформальна освіта є системною, цілеспрямованою (визначено мету, результат, тривалість), а інформальна вважається спонтанною, незапрограмованою (проходить у повсякденному житті, на робочому місці, у колі сім'ї, друзів, у вільний від роботи чи навчання час) і значною мірою залежить від активності та бажання того, хто навчається (читання літератури, підручників, наукових статей, пошук відповіді на питання в інтернеті тощо).

Класична система навчання спрямована на передавання комплексу знань, вмінь, навичок і досвіду педагога, вчителя, викладача. Природно, що за таких умов, не завжди приділяється значна увага саморозвитку та самовдосконаленню, креативності мислення тощо. Завдання сучасної педагогіки – переорієнтація на людину та забезпечення її всебічного розвитку, реалізація ефективних інноваційних підходів до навчального процесу.

Організаційно-навчальний процес у рамках неформальної та інформальної освіти передбачає індивідуальний підхід до кожного слухача, що виявляється у використанні дистанційного навчання, семінарів з діловими іграми, наданні аудіо- та відеолекційного матеріалу, організації on-line-консультацій, проведенні окремих видів занять безпосередньо на виробництві і сприяє оптимальній адаптації до тих виробничих функцій, які виконує певний працівник відповідно до своїх службових обов'язків. Основним з інструментів формального й неформального навчання можуть бути електронні навчальні курси, причому, вибір того чи іншого навчального курсу учасник процесу здійснює в залежності від потреб підприємства, галузі, ринку тощо. На кафедрі туризму ІФНТУНГ формуються електронні навчальні курси. Специфіка ІФНТУНГ дозволяє також організацію та проведення тренінгів, семінарів, які стосуються актуальних питань у туристичній галузі: енергозбереження та підвищення енергоефективності об'єктів туристичної інфраструктури, впровадження нових інформаційних технологій у сфері гостинності, новітніх архітектурно-планувальних рішень просторової організації туристичних комплексів, удосконалення маркетингової діяльності (брендінг підприємств та туристичних дестинацій) тощо.

Таким чином, поєднання формального, неформального та інформального видів навчання дозволяє реалізувати концепцію "Lifelong Learning" та повинне стати невід'ємною частиною професійної діяльності фахівців у сфері туризму.

*Перелік посилань на джерела*

1. Дятлов В.А. Актуальные вопросы управления персоналом / В.А. Дятлов. - М.: ЗАО «КОНСЭКО», 2012. - 163 с.
2. Кнодель Л.В. Підвищення кваліфікації й перепідготовка кадрів для сфери туризму у Франції / Л.В. Кнодель // Вісник ЛНУ ім. Тараса Шевченка. – 2011. – №14 (225). – Ч. І. – С. 178-191. – (Серія : Педагогічні науки).

УДК 373.2.015.31:504]:712.23(477.51)(045)

## ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ ДОШКІЛЬНЯТ НА БАЗІ МЕЗИНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

Гавриленко О.М.

*Мезинський національний природний парк, 16212, Чернігівська обл., Коропський р-н,  
с.Свердловка, вул. Свердлова, 49 а, E-mail: mezinpark@gmail.com*

Проблема формування екологічної компетентності дітей дошкільного віку набула актуальності тоді, коли у суспільну свідомість увійшло розуміння взаємозв'язку людини і природи, їхньої взаємозалежності та взаємообумовленості існування.

Ефективність екологічної освіти полягає в системності, систематичності та неперервності, що забезпечує формування екологічної культури особистості шляхом єдності формальної та неформальної екоосвіти.

Мезинський національний природний парк (Чернігівська обл.) як еколого-освітня установа здійснює систему екологічної освіти у таких напрямках:

- поширення природоохоронних знань серед населення через лекційну пропаганду, видання науково-популярної та еколого-просвітницької літератури, засоби масової інформації;
- поширення природоохоронних знань серед підростаючого покоління шляхом впровадження екоосвіти на базі дошкільних та загальноосвітніх навчальних закладів.

Враховуючи вищезазначене, на базі еколого-освітнього центру Мезинського НПП з вересня 2016 року розпочав свою роботу гурток з екологічного виховання „Друзі природи” для вихованців



Деснянського дошкільного навчального закладу «Казка». Гурток „Друзі природи” є першою сходинкою збагачення дітей знаннями про природне оточення, знайомство з загальною, цілісною картиною світу. Мета гурткової роботи – усвідомлення дитиною нерозривної єдності світу природи і людини, розуміння причинно-наслідкових зв’язків у навколишньому світі, формування елементів екологічної свідомості та здатність любити довкілля. Для чіткого та послідовного розвитку у дітей таких понять, як екологія, природа рідного краю, охорона довкілля фахівцями з екоосвіти розроблено та затверджено навчальну програму на 2016-2017 рік. Заняття проходять щотижня за темами: «Світ навколо нас», «Люба осінь завітала», «Цікавий світ тварин», «Вітаміни на вікні», «Біла книга зими», «Люби та бережи своїх пернатих друзів» тощо. Під час практичних занять діти займаються виготовленням виробів з природного матеріалу, беруть участь у вікторинах та конкурсах. Особливо цікаві є екскурсії в природу, де діти мають змогу ознайомитися з пристосуванням рослин і тварин до змін пір року, провести невеликі польові дослідження та зібрати природні матеріали для творчості.

Типовий план-конспект гурткового заняття для дошкільнят за темою: «Дарунки осені»

**Мета заняття:** ознайомити дітей з різноманітним світом рослин нашого краю; конкретизувати й узагальнювати уявлення дітей про овочі та фрукти; закріплювати знання про те, звідки до столу потрапляють овочі та фрукти, де їх використовують; навчати дітей розрізняти дари полів, садів; розвивати мислення; сприяти формуванню екологічно доцільної поведінки; виховувати пізнавальний інтерес; викликати у дітей бажання працювати заради спільної мети.

**Матеріали та обладнання:** картина з зображенням городу та саду, муляжі овочів і фруктів, лялька – дівчина Осінь, шматочки овочів та фруктів для гри «Упізнай за смаком»; паперові заготовки для аплікації (яблука, груші, слави, гарбуз, помідори), клей, серветки.

**Хід заняття**

**Організаційний момент** (Психогімнастика «Я і природа»)

Добрий день, сонечко! (Піднімають руки вгору, вітаються із сонечком.)

Добрий день, земелькою! (Опускають руки вниз, вітаються із земелькою.)

Добрий день, водичкою! (Простягають ручки вперед, вітаються із водичкою.)

Добрий день, вітерець! (Ставлять ручки до плечей, вітаються із вітерцем.)

**I. Основна частина** (Читаємо легенду про Осінь)

За народними переказами Осінь – старша дочка Сонця. Вона останньою залишила батьківській дім і стала на Землі четвертою порою року. Посилаючи Осінь на Землю, Сонце сказало їй: «Забирай все моє багатство. Я віддаю тобі все золото. Будь щедрою і люди полюблять тебе.» І Осінь як ви бачите, виконує наказ Сонця і кожного року дарує нам щедри дарунки полів і садів і чарує нас своїм осіннім золотом.

**Дидактична гра «Кухарі»**

Діти об’єднуються у дві групи. Серед запропонованих муляжів овочів та фруктів діти вибирають ті, які їм потрібні. Перша група «варить» борщ, а друга – готує салат.

**II. Рухлива гра**

На городі походжаємо,

Овочі ми розглядаємо. (Діти зупиняються, нахилившись до овочів.)

Овочі ми розглядаємо

І найкращі ми позбираємо.

І в садочку ми бували –

Груші, яблука збирали. (Діти піднімають руки вгору, «зривають» фрукти.)

Гарний урожай збрали,

Всі раділи – танцювали. Звучить весела музика, діти виконують вільні танцювальні рухи.

**Дидактична гра «Упізнай на смак»** (Читаємо віршовані рядки)

На городі і в саду урожай –

Все збирай, не відставай!

Моркви виросло багато,

Огірки є і капуста для маляток.

І цибульку ми збрали,

Картоплю і буряк копали.

Гарний урожай збрали.

Все в корзину покладали!

Перед вами, діти – фрукти,

Дуже корисні продукти:

Яблуко та груша,

Виноград та слива.

Хто буде їх їсти,

Той буде щасливим!

На деревах ці плоди ростуть,

Люди фруктами їх звать

Дітям пропонується заплосити очі та впізнати на смак овочі та фрукти (морква, цибуля, огірок, помідор, слива, яблуко, груша, виноград). Чим фрукти відрізняються від овочів? (Фрукти ростуть у саду, а овочі на городі).

**III. Продуктивна діяльність**

Дітей запрошують до художньої майстерні, де все приготовано до роботи. Пропонується розглянути зразок роботи – готові паперові овочі та фрукти. Обговорюється кожен фрукт та овоч. Наприклад: «Якого кольору помідор? Якої він форми? Він великий чи маленький?». Потім ознайомлюємо діток з прийомом роботи, зокрема, як складати заготовки паперу, щоб отримати об’ємні фігури овочів та фруктів. Допомагаємо кожній дитині правильно наносити клей на заготовку та акуратно склеювати. Діти працюють під спокійний музичний супровід. У кінці діти розглядають свої роботи та формують виставку. Дякуємо дітям за дружню працю.

**IV. Підсумок**

В Україні завжди вирощували багато овочів, фруктів і шанували їх за корисність. Тому про них складено багато народних прислів’їв та приказок.

- Кожному овочу свій час.
- Маленький овоч свою користь несе.



---

Навчити помічати красу довкілля, гармонійно співіснувати з природою та раціонально використовувати її багатства — ось пріоритетні завдання екологічного виховання дошкільників. Чітко усвідомивши в дошкільному дитинстві відповідальність за природу як живий організм, у майбутньому дитина відчуватиме невід'ємну потребу діяти заради збереження та відновлення її багатств.

*Перелік посилань на джерела*

1. Горопаха Н.М. Виховання екологічної культури дітей. – Рівне: Волинські обереги, 2001. – 212с.
2. Лисенко Н.В. Екологічне виховання дітей дошкільного віку. – Львів: Світ, 1994. – 144 с.
3. Плохій З.П. Виховання екологічної культури дошкільників. – К: Редакція журналу Дошкільне виховання, 2002. – 173 с.

# ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ/ ENVIRONMENTAL ISSUES OF TOURISM SUSTAINABLE DEVELOPMENT

УДК 551.4 + 477.86

## РОЗВИТОК ДОСЛІДЖЕНЬ СТАРУНІ ТА ЛАНДШАФТНО-АРХІТЕКТУРНА МОДЕЛЬ ПАРКУ ЛЬОДОВИКОВОГО ПЕРІОДУ

Адаменко О. М.<sup>1</sup>, Котарба М. Й.<sup>2</sup>, Карпаш О. М.<sup>1</sup>, Адаменко Я. О.<sup>1</sup>, Винниченко Д. М.<sup>1</sup>, Драгант Д. М.<sup>3</sup>, Зорін Д. О.<sup>1</sup>, Ковбанюк І. І.<sup>1</sup>, Кочкін І. Т.<sup>4</sup>, Мазур М. П.<sup>1</sup>, Мацкевий Л. Г.<sup>5</sup>, Мосюк І. В.<sup>6</sup>, Радловська К. О.<sup>1</sup>, Скрипник В. С.<sup>7</sup>, Стельмах О. Р.<sup>1</sup>, Федорчак Т. Ю.<sup>1</sup>, Чорнобай Ю. М.<sup>3</sup>, Юзків В.<sup>8</sup>,

<sup>1</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м.

Івано-Франківськ, 76019, Україна; E-mail: katolrad22@gmail.com;

<sup>2</sup>Краківська гірничо-металургійна академія (Польща); <sup>3</sup>Природничий музей НАНУ, м. Львів;

<sup>4</sup>Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника,

<sup>5</sup>Інститут українознавства ім. І. Крип'якевича НАНУ, м. Львів;

<sup>6</sup>Старунська сільська рада; <sup>7</sup>Надвірнянський коледж Національного транспортного університету України; <sup>8</sup>Івано-Франківське обласне телебачення «Галичина»

1. Перші знахідки муміфікованих туш волохатого носорога, мамонта, решток коня, косулі та інших тварин плейстоценової так званої мамонтової фауни були здійснені на глибині 12 м при проходці копальні (шахти) для видобутку озокериту біля с. Старуні Богородчанського району Івано-Франківської області у 1907 р. Вчені Кракова і Львова достатньо оцінили ці унікальні відкриття і опублікували ряд статей та монографію у 1914 р.

2. У 1929р. експедиція Академії Вміння із м. Кракова при проходці копальні на глибині 17 м знайшла рештки ще 3х волохатих носорогів. Були зібрані також численні кістки малих хребетних (гризунів), решток мушлі, численних видів комах, жуків, паразитичних хробаків, блошиць, метеликів, павуків, слимаків, судинних рослин, мошок, насіння і гілок карликової берези, вільхи та інших представників тундрової флори. Польські вчені організували комплексні вивчення фауни і флори, частково їх результати були опубліковані у статтях, але друга світова війна призупинила цей процес.

3. Важливо відмітити, що Старунські знахідки інтенсифікували всебічне вивчення стратиграфії, палеонтології, палеогеографії, геохронології та інших аспектів четвертинного періоду – квартету. Варто нагадати, що у 1932р. у Ленінграді Міжнародний геологічний конгрес заснував INQUA – Міжнародний Союз з вивчення четвертинного періоду. Але основні методичні засади цього вивчення були закладені на матеріалах Старуні.

4. У період між першою і другою світовими війнами, а також у післявоєнні роки 1945-1969 на теренах Старуні і сусідніх площах розвивались родовища озокериту (Старунське та Дзвінячське), який продовжував розробляти, проводились інтенсивні пошуки нафти, але її родовища, у тому числі і у куполі Старунської складки, виявились занадто малими для експлуатації.

5. У березні 1977р. після землетрусу у горах Вранча (Румунія) на озокеритовому родовищі виник перший і поки що єдиний у Карпатах грязьовий вулкан, який додав Старунському палеонтологічному місцезнаходженню нового «звучання». Професори Івано-Франківського інституту нафти і газу доктори геолого-мінералогічних наук Надія Хрисантівна Білоус та Веніамін Михайлович Клярівський вивчали прояви грязьового вулканізму на Старуні протягом 1977-1988рр. Вони «добились» реєстрації цієї ділянки площею 60 га як геологічної пам'ятки державного значення під назвою «Чудо-Старуня», що охороняється сільським головою Старуні.

В той же період до вивчення Старуні залучились геологи О.М. Адаменко, О.Р. Стельмах, Г.Д. Стельмахович, Н.М. Шевчук, В.В. Коленченко та інші співробітники кафедри загальної геології ІФНТУНГ. До них приєднались палеонтологи Природознавчого музею АН України (м. Львів) Д.М. Драгант та ін.

6. У 70-80 роки ХХ ст. археолог Інституту українознавства ім. І. Крип'якевича АН України Леонід Георгійович Мацкевий разом з археологами Івано-Франківського педагогічного інституту ім. В. Стефаника Б. А. Василенком та І. Т. Кочкіним провели розкопки навколо Старуні. Було виявлено кілька десятків стоянок давньої людини епох пізнього палеоліту, мезоліту та неоліту. Це були стоянки наших предків – кроманьйонців, що вже у своєму розвитку досягли рівня Homo sapiens – людини розумної.

Варто згадати, що ще у 1914 р. професор М. Ломницький писав про круглий отвір у черепі волохатого носорога, а поруч був знайдений уламок дерев'яного списа з загостреним кінцем.

Тим самим, до Старуні як унікального феномену палеонтології і вулканізму додався ще й феномен археології.

7. У 1988-1989 рр. Івано-Франківський інститут нафти і газу вперше офіційно організував держбюджетні науково-дослідні роботи за рахунок фінансування Міністерства освіти і науки України на Старунському грязьовому вулкані під керівництвом О. М. Адаменка. Безпосередніми виконавцями теми були О. Р. Стельмах, Л. М. Михальська, І. Р. Михайлюк та інші працівники кафедри загальної геології (з 1989р. – теоретичних основ геології). Крім досліджень динаміки функціонування грязьового вулкану, була виконана детальна масштабу 1: 10 000 топографічна зйомка (кафедра інженерної геодезії, завідувач д.г.-м.н., професор Л. Я. Сайдаковський, безпосередній виконавець – к.т.н., доцент Р. Г. Пилип'юк), а також радіометрична зйомка (кафедра геофізики, завідувач – д.т.н., професор Б. Г. Тарасов, безпосередній виконавець – к.г.-м.н., доцент В. П. Степанюк). Максимальні показники радіації у 60 мкр/год. (у 4-5 вище ГДК) зафіксовані біля свердловини «Надія», де і нині горить газ.

8. Із корисних копалин Старунського місцезнаходження, крім озокериту та нафти, варто не забувати і про потужні поклади солей, які розроблялись на Прикарпатті ще з XII ст. і які зараз можуть бути джерелом лікування.

9. Наближення дати 100 літнього ювілею (2007р.) палеонтологічних знахідок у Старуні призвело до активізації міждисциплінарних досліджень цього геологічного пам'ятника. Вийшла з друку монографія краківського професора Штефана Александровича «Старуня», а Президент польського товариства «Геосфера» професор Краківської гірничо-металургійної академії ім. С. Стасіца Мацей Котарба запропонував професору Олегу Адаменку, який усі роки з 1974 і до нині продовжував вивчати Старуню як ендеогединамічний полігон, розпочати спільні дослідження усіх процесів на цьому полігоні.

У 2004 р. були організовані дві українсько-польські експедиції – перша у травні, а друга у жовтні за рахунок бюджетного фінансування Міністерства освіти і науки Польщі. На жаль, паралельний проект фінансування ІФНТУНГ не був підтриманий з боку аналогічного міністерства України.

Результати досліджень обох експедицій опубліковані у 2005 р. у книзі «Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starunia – the area of Discoveries of Wolly Rhinoceroses» за редакцією проф. М. Котарби.

Були висвітлені питання історії досліджень Старуні, охарактеризовані колекції палеонтологічних знахідок, археологічні дані, історія пошуків нафти та геологічної позиції місцезнаходження мамонтової фауни, роль солевих покладів міоцену у формуванні структури надр, геоморфологічна та неотектонічна ситуація, голоценові тераси р. Великий Луковець, осадові породи та дендрохронологія захоронення дерев, а також розпочатих тоді широких геофізичних та геохімічних досліджень і визначень абсолютного віку радіокарбонним методом.

Тоді ж вперше була опублікована ідея О. М. Адаменка про створення у Старуні Парку Льодовикового періоду. Він опублікував цю ідею у четвертому томі свого роману життя, науки і кохання «Наш майбутній дім - Екоєвропа» (2007 р.), у польському журналі «Geoturistika» та цілому ряді статей.

10. У 2005 р. була проведена наукова конференція у Кракові, а у 2008 р. у Івано-Франківську. Вони були присвячені 100-річчю палеонтологічних знахідок з екскурсіями до Старуні, з широким обговоренням наукових результатів експедицій 2004-2005 рр. та висвітленням у кількох збірниках матеріалів та засобах масової інформації.

11. Черговий етап міждисциплінарних досліджень Старуні відбувся у 2006-2009 рр., коли під керівництвом професорів М. Котарби та О. Адаменка вдалось організувати буріння кількох десятків свердловин зі 100 відсотковим виходом керну для детального вивчення четвертинних відкладів. Продовжувались також геолого-геоморфологічні, геохімічні, геофізичні дослідження, особливо важливими були ізотопи визначення вуглецю у вуглеводневих сполуках з метою встановлення природи вуглецю: «прийшов» він з глибин разом з нафтою чи утворився при розкладі четвертинних органічних решток мамонтової фауни та тундрової флори.

Результати цих досліджень опубліковані у науковій збірці «Interdisciplinary studies (2006-2009) at Starunia (Carpathian region, Ukraine) – the area of discoveries of Wolly Rhinoceroses» (Annales Societatis Geologorum Poloniae, vol. 79, no. 3, Krakow, 2009: С. 217-480). Основні досягнення викладені у 17 статтях і стосуються геологічного середовища, геоморфології, літології, стратиграфії та палеогеографії верхньоплейстоценових та голоценових відкладів, їх палінологічної палеоботанічної характеристики, радіокарбонного датування, опису макрорешток рослин та фауни мушлів, хроностратиграфії та змін довкілля за період пізнього плейстоцену і голоцену, а також досліджень методами електронзондування, гравірозвідки і мікрогравіки, геохімічних аналізів газів, ізотопів вуглецю, мікробіологічної характеристики четвертинних відкладів та бітумів.

12. Усі численні міждисциплінарні виследи польських та українських вчених підтверджують унікальність Старуні у світовому масштабі, вимагають збереження і подальше дослідження палеонтологічних знахідок та діючого єдиного у Карпатах грязьового вулкану. Такі знахідки можна здійснити лише організувавши Старунський геодинамічний полігон та Міжнародний еколого-туристичний центр «Парк Льодовикового періоду». Ця ідея підтримується і практично втілюється завдяки активній позиції ректорату ІФНТУНГ. Архітектурно-ландшафтний проект Парку створений вченими Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу і демонструється у Геологічному музеї університету. Автори доповіді мають надію, що знайдуться інвестори, які допоможуть зберегти для майбутніх поколінь унікальний феномен Старуні.

## РОЗВИТОК ГЕОТУРИЗМУ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ

Бучинська А.В.<sup>1</sup>, Яцожинський О.М.<sup>2</sup>, Скакун Л.З.<sup>2</sup>, Зінько Ю.В.<sup>2</sup>, Бубняк І.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, 79050, Львів, вул. Наукова, 3а, [abuchynska@yahoo.com](mailto:abuchynska@yahoo.com),

<sup>2</sup> Львівський національний університет імені Івана Франка, 79000, Львів, вул. Грушевського 4, [yacorzynski@gmail.com](mailto:yacorzynski@gmail.com)

Життя в епоху антропоцену ставить перед людством нові, складні виклики, для подолання яких потрібні комплексні рішення, що відповідають принципам сталого розвитку (*sustainable development*). Сталий розвиток передбачає комплексний міждисциплінарний підхід — поєднання знань про економіку, екологію, суспільство, технології, збереження культурної та природної спадщини, використання політичних та комунікаційних інструментів.

Щоб пристосуватися до цього нового складного світу, який змінюється безпрецедентно швидко, кожному з нас потрібно постійно вчитися — жити за принципами “навчання протягом життя” (*life-long learning*). Однією з найпростіших, найприємніших і найдоступніших для будь-яких людей форм такого навчання є подорожі, пізнавальний туризм, і в тому числі геотуризм як один із його різновидів. Наочна демонстрація геологічних процесів і їхнього глобального характеру, їх взаємозв'язку у різних частинах планети допомагає туристам усвідомити глобальний аспект і глобальний ефект в тому числі людської діяльності, яка тепер також є частиною світових геологічних процесів.

Геотуризм ґрунтується на вивченні геологічних (геоморфологічних) об'єктів і процесів, а також отриманні від контакту з ними естетичних вражень. Визначальною функцією геотуризму є навчально-освітня, а головною метою — інтерпретація достовірних наукових відомостей у галузі геології й геоморфології для широкого кола споживачів. Об'єктами геотуристичного інтересу є ділянки геологічного середовища (геосайти) і явища неживої природи, які утворилися природним способом, а також антропогенні форми і утворення, які виникли внаслідок несвідомої чи цілеспрямованої діяльності людини. Серед них форми рельєфу (геолого-геоморфологічні утворення), геологічні тіла та явища, геологічні і геоморфологічні процеси, форми антропогенного перетворення геологічного середовища, інженерно-геологічна діяльність, твори матеріальної культури (з використанням природного каменю), музеї та експозиції, що пов'язані з науками про Землю.

Важливе значення для функціонування геотуризму мають спеціально облаштовані геотуристичні шляхи — туристичні маршрути, які охоплюють геосайти певної території і представлені такими різновидами:

а) геотуристичні дидактичні стежки — короткі локальні маршрути, здебільшого піші чи велосипедні, які найчастіше виділяють в межах національних і ландшафтних парків та геопарків і використовують для освітньо-пізнавальних цілей. Наприклад, дидактичні стежки на Скелях Довбуша у Карпатському національному парку, Урицьких скелях і “Долиною річки Кам'янки” у національному парку Сколівські Бескиди (Україна), геотуристична стежка «Давня копальня Бабіна» у геопарку Мужакова Дуга, геотуристичні стежки Юри Краківсько-Ченстоховської (Польща) та інші.

б) власне геотуристичні шляхи — піші, велосипедні, водні, автомобільні регіональні, національні чи транснаціональні туристичні маршрути значної довжини, які охоплюють різноманітні геосайти одного чи кількох природних районів (регіонів). Наприклад, польсько-український «Гео-Карпати», «Нафтовий шлях», «Бурштинові шляхи» Європи та інші.

В Україні геотуризм досі є нішевою, немасовою формою туризму. Тим часом, за даними дослідження National Geographic, у світі для геотуризму існує величезний ринок: зокрема, у США 65 мільйонів домогосподарств підтримують його засади і принципи. Попри такий масовий потенціал, геотуризм за своєю суттю і за визначенням відноситься до екологічного, сталого туризму — форми відповідального дозвілля, що виховує в туристах повагу до довкілля та відчуття відповідальності за його збереження, а також враховує інтереси місцевих громад. Геологічні пам'ятки та їх промоція дозволяють розширити туристичні можливості регіону або взагалі можуть виступити основним привабливим туристичним об'єктом на певній території. Це підвищує притік туристів в регіон, робить досвід і враження мандрівника більш повними, багатограними і різноманітними.

Геотуризм тісно пов'язаний з охороною геоспадщини (геоохороною, геоконсервацією). Багато геотуристичних атракцій одночасно перебувають під правовою охороною (в Україні за законодавством — як пам'ятки природи, заказники чи у складі природних заповідників, національних природних і регіональних ландшафтних парків). У таких випадках впроваджують спеціальний режим їх відвідування — обмежують доступ до цих об'єктів чи окремих їх частин (наприклад, закривають для загального доступу частини печер), направляють туристичний рух за чітко визначеними і промаркованими трасами (стежками), контролюють туристичне навантаження (встановлюють кількість осіб, які можуть одночасно відвідувати геотуристичну атракцію без шкоди для неї) та використовують інші можливі способи для їх збереження.

Геотуризм — це форма просвітництва не лише мандрівників, але й місцевих мешканців. Він дозволяє їм краще зрозуміти унікальність свого місця проживання, дає знання про природну спадщину своєї місцевості, виховує в них необхідність її збереження та захисту. Це зміцнює економічний добробут місцевих громад і покращує їх якість життя у довготривалій перспективі. Лише у співпраці місцевих громад з природоохоронними та науковими установами відповідного профілю, освітніми закладами та іншими партнерами можна очікувати успішного функціонування геотуризму на даній території.

У 2013-2015 роках в рамках Програми добросусідства Польщі-Білорусі-України було реалізовано транскордонний проект «Гео-Карпати – створення польсько-українського туристичного шляху». Його розробниками виступили навчальні заклади України та Польщі: Вища професійна технічна школа в Кросно (Підкарпатське воєводство) та Львівський національний університет імені Івана Франка. У рамках проекту опрацьовано концепцію та облаштовано транскордонний геотуристичний шлях протяжністю понад 700 км, який пролягає гірськими масивами Кросненського та Перемишльського підрегіонів (Підкарпатське воєводство) та Львівщини й Івано-Франківщини. У межах геотуристичного шляху розміщено 28 інформаційних щитів з описом найважливіших геотуристичних атракцій.

В якості об'єктів геоспадщини було обрано певні типи об'єктів: геологічні відслонення з документацією етапів геологічного розвитку та катастрофічних процесів минулих років, унікальні скельні і долинні форми рельєфу, сліди прояву і давні розробки нафти і газу, місця знаходження важливих палеонтологічних об'єктів. Одні з цих об'єктів мають тривалу історію туристичного використання, а інші відомі тільки фахівцям-геологам та освітнім групам. Забезпечення елементів сталого рекреаційно-туристичного використання обраних об'єктів геоспадщини було одним з пріоритетних напрямів розбудови геотуристичного шляху «Гео-Карпати». Це зумовило детальне вивчення таких питань: комплексна оцінка потенціалу об'єктів геоспадщини (науково-освітня, культурно-естетична), сучасний стан їх туристичного використання, оцінка забезпечення інфраструктурою (інформаційно-освітнього та допоміжного типу). Планування перспективного використання об'єктів геоспадщини як складових елементів шляху «Гео-Карпати» включала розробку наступних заходів: інформаційно-освітнього забезпечення (інформаційні щити, путівники, карти, інтернет-сторінка), зі зменшення та регуляції рекреаційно-туристичного навантаження, облаштування допоміжної інфраструктури для відвідувачів (оглядові майданчики, облаштовані шляхи), залучення місцевих жителів до обслуговування туристів через надання нічліжних, гастрономічних послуг та реалізації місцевих виробів і сувенірів. Науково-дослідні, освітні та інфраструктурні питання розбудови шляху «Гео-Карпати» вирішувались у тісній взаємодії з органами місцевого самоврядування та громадськими організаціями (екологічні та туристичні клуби).

Проаналізовані об'єкти геоморфологічної спадщини українсько-польського шляху «Гео-Карпати» представлені атракційними скелями та скельними комплексами, річковими долинами, сучасними морфодинамічними процесами. Більшість зі скельних утворень виступають популярними місцями для рекреаційно-туристичних занять з облаштованою поруч спеціалізованою та нічліжно-гастрономічною інфраструктурою. Інші геоморфосайти потребують інформаційно-рекламного забезпечення та облаштування відповідної інфраструктури. Предметом подальших досліджень повинні стати питання оцінки можливих загроз для геоморфосайтів та розробки заходів з мінімізації рекреаційно-туристичного навантаження. Ще одним важливим питанням науково-практичного та проектного плану виступає обґрунтування для основних видів геоморфосайтів спеціалізованої інфраструктури для геоосвітніх та геотуристичних цілей.

Важливою складовою впровадження транскордонного шляху «Гео-Карпати» була підготовка провідників по розбудованому шляху та волонтерських груп (студентські групи) із забезпечення його функціонування.

Ініціативною групою Geoattractions, яка була створена після закінчення проекту, на базі вже існуючого геотуристичного шляху «Гео-Карпати» було розроблено і впроваджено у співпраці з туристичними фірмами Львова кілька геотуристичних продуктів, що мають попит у жителів регіону. Серед них: тур «Галицька Каліфорнія» з представленням історичного та сучасного нафтопромислу Передкарпаття, тур «Придністерська Гобітанія» з презентацією природно-антропогенних скельно-печерних феноменів регіону Стільського Опілля, «Скельна сага Карпат», що дає можливість із професійними геологами перенестися на 65 млн. років назад і довідатися про історію утворення Карпат та інші. Geoattractions відкритий для співпраці як із спеціалістами-геологами, так і з туристичними фірмами, клубами, гуртками тощо. Популяризація та розвиток геотуризму безперечно надасть новий поштовх для розвитку туристичної інфраструктури регіону.

УДК 338.48.2:640.4

## ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ ЗАКЛАДІВ ГОСТИННОСТІ В УКРАЇНІ

Вацєба Н.М

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна;*

Наука і техніка не стоять на місці, тому готелі починають використовувати новий метод залучення споживачів - впровадження концепції «екологічного готелю», яка є особливо актуальною в період світових екологічних та економічних криз. Сучасні тенденції розвитку світового співтовариства наочно демонструють, що екологічність в усіх сферах діяльності стає скоріше правилом, ніж винятком. У сфері туризму та гостинності це значний фактор, який призвів до виникнення напряму еко-туризму, частка якого оцінюється до 20% ринку. Сьогодні люди більш усвідомлено підходять до життя, питань

свого здоров'я, і як наслідок, навколишнього середовища. Сфера гостинності, як одна з основ індустрії туризму, прагне відповідати новим потребам гостей шляхом організації еко-готелів.

Метою дослідження є оцінити перспективи впровадження екологічної сертифікації закладів гостинності в Україні.

Об'єкт дослідження: заклади гостинності в Україні.

Предмет дослідження: екологічна сертифікація закладів гостинності в Україні.

Завдання:

1. Дослідити розвиток ідеї впровадження екологічної сертифікації закладів гостинності в Україні
2. Проаналізувати роль державного регулювання екологічної сертифікації закладів гостинності в Україні.
3. Дослідити перспективи впровадження екологічної сертифікації закладів гостинності в Україні.

Питання функціонування, класифікації, умов сертифікації екологічних готелів розкриваються в основному у публікаціях закордонних науковців та організацій. Особливої уваги заслуговує видання Алекса Конті «Еко-готелі світу», у якому висвітлюється їх діяльність на різних континентах з відповідною аргументацією їх економічних та екологічних переваг. Серед вітчизняних науковців проблемі сертифікації та функціонування еко-готелів присвячені праці О.Пньовської та В.Радченко. Більшість вчених, відзначають позитивний вплив екологічної сертифікації еко-готелів на національну економіку. Так, Данілова О.М і Погинайко І.В виділяють такі особливості еко-готелів як інноваційну концепцію гостинності, зокрема:

- залежність від природного середовища;
- екологічна стійкість;
- внесок у збереження навколишнього середовища;
- забезпечення екологічної підтримки кадрів;
- врахування місцевої культури;
- забезпечення економічної віддачі для місцевої громади.

Аналіз літературних джерел, присвячених проблематиці досліджень свідчить проте, що більшість вчених, відзначають позитивний вплив екологічної сертифікації еко-готелів на національну економіку. Тому для успішної роботи еко-готелів потрібно 3 складові: наявність природних чистих територій, екологічна сертифікація третьою незалежною стороною, виважена екологічна політика закладу. Таким чином, еко-готель з одного боку, повинен бути орієнтований на повніше задоволення запитів споживачів, а з іншого – на отримання конкретного економічного ефекту.

Відповідно до міжнародних стандартів екологічний готель (еко-готель) – це екологічно-сертифіковане житло, метою якого є поліпшення стану навколишнього середовища шляхом зведення до мінімуму власного негативного впливу на довкілля.

В Україні питання застосування екологічних маркувань та декларацій регулюється на державному рівні Технічним регламентом з екологічного маркування, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 18 травня 2011 року № 529. На вимогу даного нормативно-правового акту жодний суб'єкт господарювання не має право застосовувати щодо товарів чи послуг екологічне маркування або декларації екологічного змісту: «екологічно чистий», «екологічний», «екологічно безпечний», «дружній до природи» і т. д. без підтвердження екологічних переваг шляхом сертифікації.

Об'єктами обов'язкової сертифікації в Системі УкрСЕПРО за цими Правилами є готельні послуги, що надаються суб'єктами туристичної діяльності (готелі, мотелі, туристичні бази, гірські притулки, кемпінги, оздоровчі заклади, заклади відпочинку, місця для короткотермінового проживання в інших приміщеннях), процес надання послуг.

Розвиток еко-готельного бізнесу є перспективним напрямом для України, адже у регіоні є значна кількість територій придатних для розбудови еко-готелів, порівняно низький рівень індустріалізації території. Сьогодні в Україні налічується декілька тисяч таких об'єктів, що правда, точну статистику, на жаль, ніхто не веде. Але лише декілька десятків з них дійсно дотримуються всіх норм і правил, встановлених для дружніх навколишньому середовищу готелів. На прикладі, один з них це Еко-гриль-готель-ресторан "Акваріус" – відпочинковий комплекс у смт. Брюховичі, до якого за десять хвилин можна дістатися автомобілем від центру міста Львова.

Основними позитивними умовами, що сприяють розвитку еко-готелів в Україні, є:

- наявність рекреаційних ресурсів та територій, придатних для розташування еко-готелів;
- становлення та розвиток виробництва екологічно сертифікованої будівельної продукції; наявність значної кількості навчальних закладів з підготовки фахівців у сфері гостинності;
- наявність наукових, науково-дослідних центрів, що спеціалізуються на розробці енерго-, водозберігаючих технологій, підготовці фахівців відповідної спеціалізації;
- становлення виробництва екологічно чистих продуктів харчування;
- наявність широкого спектра додаткових послуг; послаблення податкового тиску у сфері гостинності.

Висновок

Отже, на сьогоднішній день актуальним для науковців в галузі еко-готельного господарства залишається розробка універсальної схеми їх екологічної сертифікації, а також створення механізму впровадження зелених ініціатив на рівні дрібних, середніх та великих підприємств сфери гостинності. Розв'язати проблеми раціонального економічного та екологічного функціонування закладів розміщення саме покликані екологічні готелі.

Екологічні готелі - це готелі майбутнього, які здатні покращувати стан природного середовища, виховувати в суспільстві екологічну свідомість та відповідальність. Інноваційні методи по

впровадженню екологічної політики в готельну індустрію сприяють, перш за все, реалізації соціальних цілей, а вже потім - являються інструментом підвищення рентабельності та конкурентоспроможності готельного підприємства.

*Список використаних джерел*

1. ISO 14001:2004 «Системи екологічного менеджменту».
2. Мариняк Я. Екологічний туризм в Україні: стан та перспективи розвитку / Я. Мариняк // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету. – № 2. – 2004. – С. 244 – 247.
3. Розвиток туристичного бізнесу регіону / Школа М.І., Ореховська Т.М., Корольчук О.П. та ін.; за ред. М.І. Школи. – Чернівці: Книги-XXI, 2007. – 292 с.

**УДК 338.78**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ТУРИСТИЧНОГО БАЛАНСУ В ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

**Данчук Д.М.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; E-mail: dmitrodanchuk@mail.ru*

Туристичний баланс - співвідношення надходжень від зарубіжних туристів в даній країні і витрат туристів даної країни за кордоном. Івано-Франківська область є однією з найпопулярніших туристичних дестинацій Західної України. На території області є велика кількість пам'яток культури та архітектури, а також одна з основних туристичних атракцій Західної України – гірськолижний курорт «Буковель».

Мета дослідження: дослідити структуру та динаміку туристичного балансу Івано-Франківської області.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати роль туристичного потоку в покращенні соціально-економічного розвитку регіону.
2. Дослідити динаміку туристичного балансу.
3. Розробити рекомендації щодо покращення стану туристичного балансу, розробки плану щодо збільшення позитивного сальдо туристичного балансу.

Об'єктом дослідження є туристичний баланс Івано-Франківської області.

Предметом дослідження є кількісні показники структури та динаміки туристичних потоків в Івано-Франківській області.

З кожним роком простежується зростання кількості туристів на Івано-Франківщині, а це означає збільшення доходів області та країни загалом. Туристичний збір за минулий рік становить 1578,5 тис. грн., а за січень-квітень 2016 року – 724,4 тис. грн.

За даними форми державного статистичного спостереження №1-туризм (річна) «Звіт про туристичну діяльність» в області налічується близько 200 суб'єктів туристичної діяльності, з них 33 туроператори. Найбільшу кількість туристів прийняли ПП «Мандри-гори», ПФ «Марко», ПП «Прикарпатська туристична компанія», ПАТ «Івано-Франківськтурист», ТЗОВ «Туристична фірма Надія», ТЗОВ «Парктур». За 2015 рік загальна кількість туристів, яким були надані послуги, становить 65885 осіб.

Загальна кількість внутрішніх туристів у 2015 р. становить 57708 осіб, що на 4% більше у порівнянні з минулим роком. Найбільшу кількість туристів на території області прийняли ТЗОВ «Холідей тур ІФ», МП Пансіонат «Карпатські зорі», ПП «Мандри-гори», ТЗОВ «Туристична фірма Надія», ПАТ «Івано-Франківськтурист». Чисельність іноземних громадян, яким були надані послуги у 2015 р., становить 1324 особи. Найбільше туристів відвідали область з Білорусі, Молдови, Російської Федерації, США, Ізраїлю, Румунії Польщі. У 2015 р., 6853 туристів виїжджали за кордон, що на 10% менше минулорічного показника. Найбільше – у Болгарію, Туреччину, Єгипет, Польщу, Грецію, Чорногорію, Угорщину. Зростає кількість суб'єктів туристичної діяльності, що сплачують платежі до бюджету. З 2007 року їх кількість зросла у 4,7 рази та становила на кінець 2013 року 44362 тис. осіб.

Дохід від наданих туристичних послуг за 2015 р. становить 262885,4 тис. грн., що на 27% більше минулорічного показника. Впродовж останніх двох років у 1,4 рази зросли надходження від туристичного збору. Ще у 2011 надходження склали 683,04 тис. грн. Та вже у 2013 році склали 956,3 тис. гривень. Екскурсійні послуги. У 2015 р. кількість обслужених екскурсантів склала 3320 осіб (без врахування екскурсантів та одноденних відвідувачів ТЗОВ «Парктур»). Найбільшу кількість екскурсантів на території області прийняли: ТЗОВ «Гуцульський край», ТЗОВ «Туристична компанія «Красна», ПП «Перлина Карпат», ПП «Галичанка ІФ», ТЗОВ «Туристична фірма «Надія».

Зростає кількість суб'єктів туристичної діяльності, що сплачують платежі до бюджету. З 2007 року їх кількість зросла у 4,7 рази та становила на кінець 2013 року 44362 тис. осіб.

Позитивні тенденції в туризмі на території області дозволяють стверджувати, що туризм стає галуззю спеціалізації краю. Тому дослідження є актуальною проблемою регіонального розвитку.

Реалізацією державної політики у сфері розвитку туристичної галузі в Івано-Франківській області займається обласна державна адміністрація, у складі якої створено спеціалізований структурний



підрозділ – Управління міжнародного співробітництва, євроінтеграції, туризму та інвестицій. Для подальшого розвитку туризму та перетворення Івано-Франківська на значний туристичний регіон необхідно виконати ряд умов (завдань):

- розвинути матеріальну базу через залучення бюджетних коштів передбачених державною і регіональною програмами розвитку туризму, розробка інвестиційних проєктів з залученням українського та іноземного капіталу. Рівень сервісу одне з головних завдань у цьому напрямку.

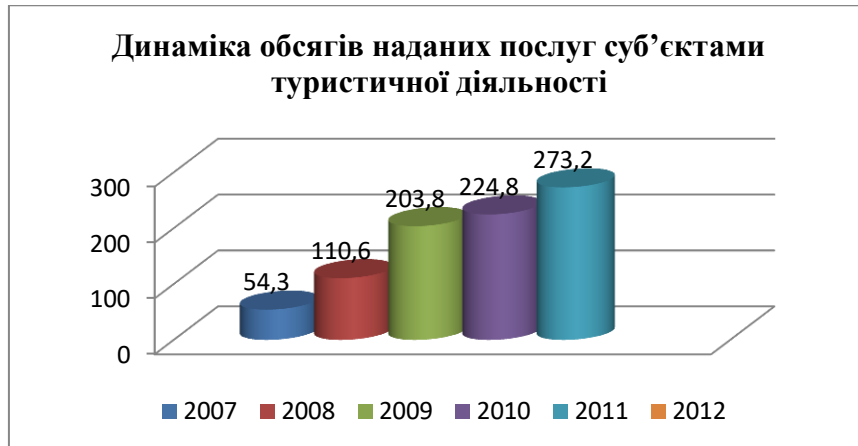


Рисунок 1 – Обсяги наданих послуг туристам (2007 – 2012 рр.).

- широке висвітлення туристичних особливостей регіону через рекламно-інформаційну діяльність;
- відродити туристичні дитячі табори та кемпінги, мотелі для сімейного відпочинку. Розробка індивідуальних туристичних заходів;
- збереження та реставрація пам'яток історії;
- розширення і покращення дорожньої мережі, яка б забезпечила надійний зв'язок з санаторно-лікувальними, туристичними та оздоровчими закладами, об'єктами сфери обслуговування, розгалужена транспортна мережа сприятиме розширенню рекреаційно-туристичної сфери в регіоні.

Виконання цих завдань, економічна стабільність у державі сприятимуть успішному розвитку туризму в Івано-Франківській області.

#### **Висновок**

Розвиток рекреаційно-туристичної галузі сприятиме підвищенню рівня зайнятості населення, загальному розвитку сфери обслуговування, благоустрою населених пунктів, невиснажливому використанню природних ресурсів і охороні довкілля. Розвиток туристично-рекреаційної галузі Івано-Франківщини в період 2007-2013 рр. характеризується переважно позитивною та сталою динамікою. Виїзний туризм характеризується більшою стабільністю і поступовим ростом.

Не дивлячись на те, що в рейтингу конкурентоспроможності національного туристичного продукту Івано-Франківська область є однією з перших, безліч питань та проблем усе ще чекають свого нагального вирішення. Проте виважені рішення можливі тільки за наявності ґрунтовних досліджень, які б виявляли негативні явища та диспропорції ринку.

#### *Список використаних джерел*

1. Розвиток туризму в Івано-Франківській області. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.rusnauka.com/16\\_ADEN\\_2010/Geographia/68124.doc.htm](http://www.rusnauka.com/16_ADEN_2010/Geographia/68124.doc.htm)
2. Головне управління статистики в Івано-Франківській області – <http://www.ifstat.gov.ua/>
3. Кратт О. А. Кон'юнктурне дослідження: періодизація динаміки / О. А. Кратт // Економіка. Менеджмент. Підприємництво. – Луганськ, 2003. – № 10. – С. 127–137.
4. Прикарпаття – край туризму. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ua.textreferat.com/referat-1035-2.html>

УДК 379.85 (075.8)

## **МІЖНАРОДНИЙ ТУРИЗМ ЯК ФАКТОР НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

**Дутчак О.І.**

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
вул. Галицька 201 б, dutchako@gmail.com.*

**Постановка проблеми.** У процесі туристського освоєння певної території відбувається зміна навколишнього природного середовища. Як правило, такий вплив є негативним, та проявляється у формуванні низки екологічних та соціальних проблем. Їх успішна ліквідація (мінімізація) є

першочоговим завданням при розробці системи заходів, спрямованої на підтримку сталого розвитку туризму.

**Мета статті** полягає в аналізі міжнародного туризму як фактора негативного впливу на довкілля.

**Виклад основного матеріалу.** На сьогодні між захисниками навколишнього середовища та виробниками туристичних послуг склалися взаємини, які загалом можна поділити на три типи [3, с. 20]:

1. Відносна незалежність — прихильники різних позицій, поважаючи протилежну думку, зберігають ізоляцію і максимально обмежують контакти. Такі взаємини не характерні для масового туризму.

2. Симбіоз (взаємна підтримка) — виявляється як розумне та контрольоване використання природних ресурсів. Природні зони, археологічні зони й історичні пам'ятники оберігаються й підтримуються.

3. Конфлікт — руйнування навколишнього середовища. Руйнівна активність туристів проявляється або в повному винищенні туристичних ресурсів, або в постійному негативному впливі на соціокультурну систему, наслідком якого можуть бути зміна ціннісних систем, моральних законів, загального стилю життя і рівня безпеки [3, с. 20].

За підрахунками Програми ООН з навколишнього середовища, щодня середньостатистичний турист залишає після себе один кілограм сміття. Туристи зазвичай використовують надто багато води, продуктів тощо. Від цього можуть страждати місцеві жителі [2].

Наприклад, в Індії під навалю відвідувачів поступово руйнується Тадж-Махал, в Єгипті від величезної кількості туристів страждають навіть піраміди. Через неконтрольований вплив туристів, які вештаються природними резерватами, хиріє або гине рослинність. Більш того, туристи часто забирають на згадку про подорож різні речі, скажімо, рідкісні морські мушлі чи корали, або ж купують їх як сувеніри у місцевих жителів. Однак у багатьох країнах не вживалось жодних кроків для захисту і збереження природи з-за відсутності необхідних фінансових коштів, а отримані від туризму доходи перекачуються в інші сфери, що вважалися економічно більш вигідними [3, с. 21].

Вплив туризму на збереження історико-культурних пам'яток є надзвичайно вагомим і, переважно, також негативним. Саме тому багато років в Італії була закрита для відвідування туристами Пізанська вежа, у Римі існує загроза руйнування Сенату, обмежено кількість туристських відвідувань Ватикану. Єгипетським пірамідам, багатьом пам'ятникам середніх віків також загрожує руйнування [3].

Спілкування з іноземними туристами може згубно впливати на місцеву культуру, зокрема етнокультуру, та систему цінностей. Часті відвідини туристів можуть призвести до втрати культурної самобутності та зруйнувати традиційний спосіб життя місцевого населення. Місцеві жителі часто спостерігають негативний бік туризму, оскільки туристи дозволяють собі робити те, чого вдома, серед родичів і друзів, ніколи б не зробили. Аморальна поведінка туристів породжує чималі проблеми [2]. Серед таких проблем – формування девіантної поведінки у представників місцевого населення, які прагнуть користуватися такими ж матеріальними благами, що й приїжджі гості. Часто для власного комфорту туристи привозять зі собою різні цінні речі, про які місцеві мешканці можуть лише мріяти. Бажання мати такі речі змушує багатьох людей змінювати своє життя, штовхас до злочинів, підриває споконвічні засади функціонування традиційного суспільного укладу та способу життя.

У зв'язку з виснаженням природних ресурсів у всіх країнах світу, викликаних не тільки техногенними чинниками, а й туристичним перевантаженням, світовим співтовариством визнана необхідність теоретичних розробок і практичних кроків у формуванні екологічної політики, передбачено турботу про збереження природи, «якості» навколишнього природного середовища, про раціональне використання існуючих і потенційних енергетичних ресурсів, підтримки екологічної рівноваги у природі. Всі ці аспекти необхідно враховувати при розробці організаційно-управлінських рішень, спрямованих на підтримку сталого розвитку туризму у будь-якому регіоні світу.

Державне втручання в сферу природокористування та забезпечення охорони історико-культурної спадщини в окремих країнах світу є складною системою управління, в якій виділено цілі природоохоронної політики; об'єкти політики – повітряний простір, водні системи, ґрунт, ліс, інші природні ресурси, заповідники і т.д.; рівні здійснення політики – державний сектор, місцеві органи влади, приватний сектор; інструментарій політики – контроль і спостереження за станом середовища (моніторинг), оперативне управління та превентивні заходи, наукові дослідження, підготовка кадрів, фінансування та економічні санкції, міжнародне співробітництво, яке розглядається як засіб вирішення не лише проблем, пов'язаних із охороною природного середовища, а й деяких важливих внутрішніх екологічних проблем [1].

У багатьох країнах світу простежується чітка тенденція: з одного боку, збільшується число органів державного управління, включаючи галузеві міністерства, що несуть відповідальність за стан середовища, з іншого – створюються центральні органи державного управління з високими повноваженнями, відповідальні за загальне керівництво в національних масштабах всією політикою в галузі навколишнього середовища, за координацію цієї політики та за участь у міжнародних програмах співпраці. Такими органами виступають: в США – федеральне агентство з охорони навколишнього середовища, в Японії – управління охорони навколишнього середовища, у Франції – міністерство з питань якості життя і т.д. Крім того, у ряді країн при уряді були утворені спеціальні консультативні органи: у США – Рада з якості навколишнього середовища, в Англії – Постійна Королівська комісія з боротьби із забрудненням навколишнього середовища [1].

Туристська присутність на певній території як одна з форм природокористування разом з техногенними чинниками неминуче веде до забруднення довкілля, рекреаційного «виснаження» території, руйнування історико-культурних пам'яток, формування низки соціальних проблем на території приймаючого регіону. Для подолання комплексу таких проблем у багатьох країнах світу збільшується кількість органів державного управління, зростають їхні функціональні повноваження у сфері охорони природного середовища та історико-культурних пам'яток, приймаються низки законодавчих актів, міжнародних договорів та програм співпраці спрямованих на подолання проявів негативного впливу туризму на навколишнє середовище.

#### *Список використаних джерел*

1. Білецька І. Особливості регулювання туристичної індустрії у контексті концепції сталого розвитку/ І. Білецька [Електронний ресурс]. – Режим доступу до джерела: [http://old.geography.lnu.edu.ua/Publik/Period/vism/43\(2\)/PDF/014%20Білецька.pdf](http://old.geography.lnu.edu.ua/Publik/Period/vism/43(2)/PDF/014%20Білецька.pdf)
2. Божидарнік Т.В. Міжнародний туризм: навч. посіб. / Т.В. Божидарнік, Н.В.Божидарнік, Л.В. Савош. – К.: Цн. Учбової літератури, 2012. – 312 с.
3. Великочий В.С. Міжнародний туризм: навчальний посібник / Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника / В.С. Великочий, О.І. Дутчак, В.В. Шикеринець]. – Івано-Франківськ: Вид. Кушнір Г.М., 2015. – 254 с.
4. Дутчак О.І. Міжнародний туризм як фактор регіонального розвитку / О.І. Дутчак // Scientific journal «Aspect»: Materials of the fifth International research and practice conference «Achievements of high schools and modern science» (Donetsk, 15-17 October 2012). – Donetsk, 2012. – Р. 33-35.
5. Миронов Ю.Б. Сутність та чинники сталого розвитку туризму в регіоні / Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.11. - С.117-122 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до джерела: <http://infotour.in.ua/myronov2.htm>.

---

УДК 338.484:004.67

## **ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДИНАМІКИ ТУРИСТИЧНИХ ПОТОКІВ ЗАСОБАМИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

**Журавель Н.В., Коробейникова Я.С.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Карпатська, 15, м.Івано-Франківськ, 76019, klimka\_ua@mail.ru*

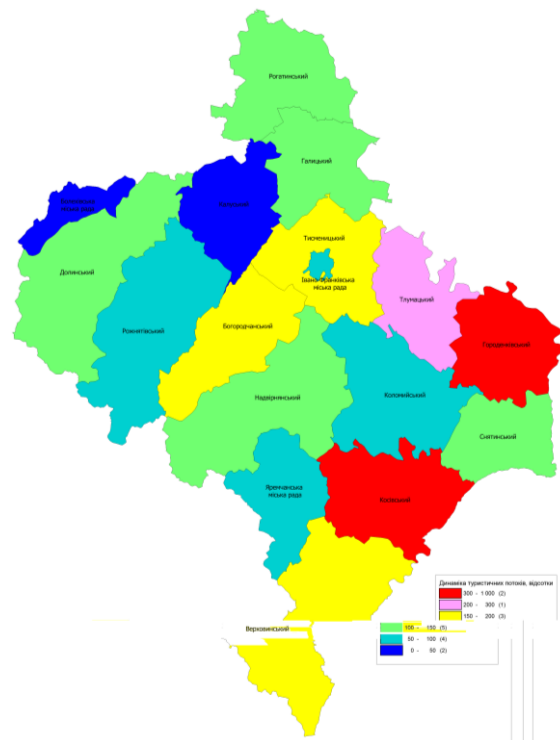
Світовий досвід вказує на те, що індустрію туризму можна розвивати і в період економічних криз, оскільки витрати на створення одного робочого тут у 20 разів менші, ніж у промисловості, а оборотність інвестиційного капіталу в 4,2 рази вища, ніж в інших галузях господарства [1]. Тому зростає роль туризмознавчих досліджень у різних аспектах. Основою будь-яких досліджень є його інформаційне забезпечення. На сьогодні основним джерелом отримання кількісної інформації щодо розвитку туризму є статистична інформація. Джерелами інформації при цьому в Україні є звіти суб'єктів туристичної діяльності, облік руху громадян на кордоні, фінансова документація суб'єктів туризму, анкетування, інші джерела. Попри те, що на етапі збору інформації про показники розвитку туризму науковці стикаються з проблемами їх неупорядкованості, різноманітності, неадекватності у багатьох випадках, вони залишаються єдиними офіційними джерелами інформації про туризм. Більшість інформації прив'язана до певної території, що обумовлює необхідність її геопросторового зображення. Тому актуальним напрямком досліджень є особливості картографічного зображення інформації туризмознавчого змісту. Туристичні карти належать до тематичних карт та поділяють на оглядові, туристичні плани міст та туристичних дестинацій, маршрутні картосхеми [2]. Географічною основою туристичних карт є загальногеографічні карти різного ступеня генералізації. Туризмознавчу інформацію зображають умовними позначеннями, об'єднаними в три групи: позамасштабні – використовуються для показів об'єктів, які локалізовані у пунктах; лінійні позначення використовують для відображення лінійних об'єктів, таких як: дороги, ріки, кордони, межі; площинні – застосовують для об'єктів, які зберігають на карті свої розміри та контури.

На основі статистичних даних управління туризму в Івано-Франківській області для побудови картосхеми туристичних потоків у Івано-Франківській області у 2015 році нами використовувались штатні засоби тематичної картографії ГІС MapInfo [3]. Картосхема візуалізує кількісні характеристики потоку туристів в розрізі районів області [4].

Показники туристичної діяльності мають не тільки геопросторові характеристики, але динамічні у часі. З метою аналізу туризмознавчої інформації найбільш доцільно застосовувати сучасні геоінформаційні технології. Всі геоінформаційні системи підтримують роботу з базами даних. За даними [5] можна виконати візуалізацію динаміки туристичних потоків за певні періоди часу різними способами. Для прикладу нами побудована картосхема динаміки туристичних потоків у Івано-Франківській області в розрізі адміністративних районів в період міжсезоння (березень – травень) і виконувалась засобами геоінформаційної системи. Алгоритм побудови надзвичайно простий. На першому етапі проводиться геопросторова прив'язка даних. На другому етапі – виконується побудова тематичної карти. Для побудови таких тематичних карт можна застосовувати найпоширеніші геоінформаційні системи загального призначення, такі як MapInfo, ArcGIS та інші. Розрахунок значення динаміки туристичних потоків можна виконувати як в абсолютних одиницях, так і у відсотках або частках. Для побудови нами було розраховано відсоток зміни кількості туристів за певний проміжок часу (місяць) в різних роках. В якості базових були взяті дані щодо кількості туристів в 2015 році

порівняно з 2016 роком. Динаміка розраховувалась як різниця між чисельними показниками відповідних періодів різних років, приведеними до 100 відсотків. Побудована тематична картосхема (рис. 1) відображає динаміку туристичних потоків за вказаний період.

Подібні картосхеми можуть використовуватись при аналізі туристичної діяльності в розрізі окремих територіальних одиниць, як інформаційна основа при плануванні туристичної діяльності та для розробки адміністративно-управлінських заходів в туристичній галузі на національному, регіональному та локальному рівнях.



**Рис. 1 – Картосхема динаміки туристичних потоків в Івано-Франківській області в розрізі адміністративних районів в період міжсезоння за 2015 – 2016 роки.**

Наведена картосхема відображає загальну динаміку туристичних потоків за період міжсезоння (3 календарних місяці). При поглибленому вивченні чинників, що впливають на динаміку туристичних потоків, з'являється можливість спільного аналізу різнотипних геопросторових даних, таких як метеоумови, кількість вихідних днів, транспортна доступність, купівельна спроможність споживачів туристичних послуг, показники динаміки соціально-економічного стану країни.

Також необхідно наголосити, що дана картосхема, в термінах ГІС є звичайною тематичною картою, а отже є динамічною, тобто, при зміні вихідних даних вони автоматично будуть відображені на карті.

Таким чином, на нашу думку, найбільш ефективним інструментом аналізу туризмознавчої інформації на сьогоднішній день є геоінформаційні технології. Вони дозволяють застосовувати методи геостатистичного аналізу, об'єднання різнопланових даних, зручних засобів візуалізації туризмознавчих даних у вигляді, зручному для сприйняття як фахівцями, так і пересічними громадянами.

#### Література

1. Стан та перспективи розвитку туризму в Україні. - К.: Державна туристична адміністрація України, Науковий центр розвитку туризму, 2004. - 182 с.
2. Шевченко Роман. Картографічні технології в туризмі / Р. Шевченко [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://pidruchniki.com/70829/turizm/kartografichni\\_tehnologiyi\\_v\\_turizmi](http://pidruchniki.com/70829/turizm/kartografichni_tehnologiyi_v_turizmi)
3. Коробейникова Я.С., Журавель Н.В. Геопросторова організація та сезонність туристичних потоків в Івано-Франківській області /Я. С. Коробейникова, Н. В. Журавель //Стан і перспективи сучасного туризму: матеріали 11 Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, Суми, 23 листопада 2016 р: тези доповідей.- Суми. 2016.- С.66 – 70.
4. Туризм Прикарпаття – статистичні дані [Електронний ресурс]. - Режим доступу: [if.gov.ua/news/31251](http://if.gov.ua/news/31251).
5. Туристичні потоки у Івано-Франківську область [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.ifstat.gov.ua](http://www.ifstat.gov.ua).

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ ВПЛИВУ РЕКРЕАЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА

Клименко В.І., Радчук І.В., Загородня С.А.

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ, Чоколівський б-р 13, м.Київ 186, 03150, Zagorodnya.s@gmail.com*

Охорона об'єктів, що потребують особливої охорони, а саме біологічного і ландшафтного різноманіття базується на завданнях оцінки факторів, що несуть загрозу для екологічної безпеки території. Території природних заповідників відповідно до законодавства України мають бути ізольовані від впливу будь-яких антропогенних факторів впливу. Але територія Рівненського природного заповідника (ПЗ), яка обрана для дослідження має антропогенний вплив, що може спричинити серйозні екологічні загрози. Особливої уваги заслуговує територія Білоозерської ділянки Рівненського ПЗ (розташування на території Володимирецького району Рівненської області). Незважаючи на формально високий природоохоронний статус даної території, на деяких її частинах дозволяється рекреаційна діяльність, яка часто приймає стихійний характер.

Співробітниками Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України спільно із співробітниками Рівненського ПЗ та за сприянням директора Рівненського ПЗ Бачука Василя Анатолійовича було проведено експедиційні роботи, а також опрацьовано фондові матеріали досліджуваної ділянки Рівненського ПЗ. Експедиційні роботи передбачали дослідження антропогенного навантаження на територію Білоозерської ділянки та виявлення порушених місць Рівненського ПЗ від рекреаційного навантаження. Здійснено оцінку території природного заповідника використовуючи методи дистанційного зондування Землі, ГІС – технології при цьому та отримано ряд еколого – картографічних матеріалів [1]. Для здійснення оцінки складових досліджуваної природоохоронної території, забезпечення екологічної безпеки та попередження негативного впливу, детально та системно проаналізувано стан природно – заповідної території з застосуванням ГІС – технологій.

В результаті опрацьовувавши дані отримані при проведенні експедиційних досліджень території та здійснивши ГІС – аналіз Білоозерської ділянки РПЗ у 2015 та 2016 роках встановлено, що зона рекреації на території Білоозерської ділянки Рівненського ПЗ складає близько 166 га. Результати експедиційних робіт опрацьовано в середовищі ArcGIS, побудовано базу даних для детального аналізу із врахуванням додаткових архівних фондових матеріалів досліджуваної ділянки. Визначено, що рекреаційне навантаження, здійснюється сезонно у формах:

- організованого відпочинку на турбазі, північний берег озера Біле (вплив на: пляж, до 1000 м. зону озера (човнова станція), 50-100 м. прибережну зону і по контуру турбазі – лісові насадження заповідника) протягом черня-вересня;
- неорганізованого відпочинку вихідного дня, заїзд автобусами і автомобілями переважно на пляж турбазі в травні-вересні (вплив на: пляж, 50 м. зону озера, 50-100 м. прибережну зону лісових насаджень заповідника);
- «табірного» відпочинку поза пляжем турбазі в травні-вересні, заїзд автомобілями і автобусами (вплив на: пляж, 50 м. зону озера, 50-100 м. прибережну зону лісових насаджень заповідника);
- збирання чорниці на території боліт в центральній і північній частинах ділянки заповідника протягом 1,5 місяця у липні-серпні, збирачі – мешканці навколишніх сіл (сс. Березина, Озірці, Кругле, Рудка, Більська Воля).

Для визначення інтенсивності рекреаційного навантаження необхідно врахувати такі показники: орієнтовна оцінка середньодобової кількості відпочиваючих у сезон відпочинку на територіях у-тих ділянок рекреаційних угідь ( $Kr_{dy}$ ); площа кожної ділянки зазначених угідь ( $S_y$ ), розрахована засобами ГІС-аналізу; тривалість сезону відпочинку, днів ( $T_y$ ) для кожної ділянки. Тоді сумарне рекреаційне навантаження на всі ділянки рекреаційних угідь в  $i$ -тий рік становитиме:

$$RB_i = \sum \left( \frac{Kr_{dy}}{S_y \cdot T_y} \right);$$

*Оцінка середньої кількості відпочиваючих:* Пропонуємо умовно вважати навантаження від 1 автомобіля рівним навантаженню від однієї людини. Тоді отримаємо мінімальну і максимальну оцінки, відповідно, в середньому 5 і 7 чол. на 0,1 га на добу. За сезон травень-вересень (31, 30, 31, 31, 30, 31 днів) – 184 доби, за сезон червень-вересень – 153 доби. За результатами нашого обстеження кількості відпочиваючих та ГІС-оцінки площі рекреаційних угідь (вся територія пляжу і 100 м прибережної зони - 20 га): мінімальна оцінка кількості відпочиваючих –  $(5/0,1)*20=1000$  осіб; максимальна оцінка –  $(7/0,1)*20=1400$  осіб. Тобто оцінка на основі результатів нашого обстеження близька до значень, які використовує в своїх роботах адміністрація заповідника, отриманих у попередні роки для неорганізованих туристів у сприятливі дні [2].

Відповідно до нормативних показників рекреаційного навантаження на природні комплекси, на території Білоозерської ділянки Рівненського ПЗ встановлено максимальні розрахункові перевищення рекреаційного навантаження у сезони відпочинку 2015 – 2016 рр. (табл. 1).

Таблиця 1. Максимальне перевищення рекреаційного навантаження

Білоозерська ділянка Рівненського заповідника 2015–2016 рр.

	Ділянки	Річне навантаження, осіб всього		Річне навантаження, осіб на 1 га		Максимальне перевищення рекреаційного навантаження, разів
		мін	макс	мін	макс	
1	Турбаза	72072	72072	5544	5544	1,0
2	Пляж турбази	27720	38808	7700	10780	46,7
3	Пляж дикий	123280	172592	9200	12880	46,7
4	Пляж табірників	254100	355740	7700	10780	46,7
5	Пляж всього	422500	591500	8450	11830	46,7
6	Зона впливу рекреантів	546112	728272	4744,7	6327,3	22,7
7	Зона рекреації оз. Біле	507000	676000	2905,4	3873,9	15,3
8	Зона збору чорниці	72780	72780	50,1	50,1	0,7
9	Обидві зони рекреації	648802	802802	398,4	493,0	2,7
10	Заповідник всього	648802	802802	80,6	99,7	0,1

В результаті, встановлено, що рекреаційне навантаження завдає значного впливу на досліджену ділянку природного заповідника. Відповідно, зусилля щодо забезпечення екологічної безпеки заповідника необхідно зосередити на розробці заходів з мінімізації саме таких видів антропогенного впливу.

В результаті дослідження, здійсненого відповідно до існуючої нормативно-правової бази та міжнародних зобов'язань України щодо вдосконалення режиму охорони заповідних природних комплексів та об'єктів для забезпечення екологічної безпеки, зокрема на територіях природних заповідників, обґрунтовано такі рекомендації:

- забезпечити поетапну інвентаризацію та екологічну оцінку сучасного стану заповідних природних комплексів і об'єктів на основі систематичних спостережень для забезпечення постійного фонового моніторингу;

- встановити розміри водоохоронних зон відповідно до чинного законодавства; ареали місцезнаходження чи гніздування цінних видів визначити як заборонені для відвідування в місцях, де відбувається рекреаційне навантаження;

- визначити буферні зони на території природних заповідників шириною не менше 50 м (без вилучення їх з підпорядкування заповідника) для пом'якшення антропогенного впливу на природоохоронні території та збереження природного контуру ландшафту;

- обмежити шляхи проходження автомобільної техніки з метою недопущення перетину ключових біотопів природно – заповідної території; ввести заборону на використання моторної водної техніки на водних об'єктах природно – заповідних територій;

- на території природних заповідників, де відбувається постійна господарська та рекреаційна діяльність, встановити перепускний режим відвідування;

- збільшити надходження власних коштів на утримання установ природно-заповідного фонду за рахунок розширення послуг, які можуть надаватись цими закладами згідно з їх функціональними повноваженнями та у сфері господарської діяльності.

Рекомендовані заходи доцільно враховувати при розробці програм реалізації завдань з припинення втрат біорізноманіття, формування екологічної мережі, розвитку природно – заповідної справи, що дасть змогу підвищити соціально-економічну ефективність системи фонового моніторингу навколишнього природного середовища.

#### Літературні посилання.

1. Методи прогнозування в системах підтримки прийняття рішень: монографія / С.О. Довгий, П.І. Бідюк, О.М. Трофимчук, О.І. Савенков. – Київ: Наук. думка, 2011. – 608 с.

2. Проблеми рекреаційного освоєння прибережної смуги озера Біле Рівненського природного заповідника / І.В. Шукель, А.П. Дида, В.А. Бачук // Проблеми урбоекотології та фітомеліорації. – 2003. – Вип. 13.5. – С. 38-44.

УДК 338.484

## СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ НА ЗАСАДАХ СТАЛОСТІ

Коробейникова Я.С.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Карпатська, 15;76018,  
м.Івано-Франківськ, yaroslava.korob@gmail.com

Досвід розвитку туризму в європейських країнах після другої світової війни показав, що нехтування екологічними аспектами розвитку галузі туризму ставить під загрозу життя і здоров'я туристів та місцевих жителів, руйнує середовище туристичної діяльності, а отже зменшує надходження

від туристичної галузі в бюджети країн. Так, проблема забруднення Альп, узбережжя Середземного моря як туристичних destinations стала загальноєвропейською та вирішувалася протягом десятиліть [1]. Тут сформувалася потужна наукова школа з проблем сталого розвитку туризму. Протягом останніх 30 років більше 15 міжнародних зібрань ЮНЕП та ВТО були присвячені сталому розвитку туризму. Скепсис деяких українських вчених у галузі охорони довкілля щодо цього питання не витримує критики, проте можна пояснити практичною відсутністю результатів досліджень у цій сфері та традиційними уявленнями про те, що туристична галузь господарства не шкодить довкіллю. Екологічний стан туристичних destinations впливає на систему туризму, оскільки туристична галузь більше, ніж всі інші галузі економіки, залежить від цілісності оточуючого середовища. Зростання туристичної галузі приводить до високої концентрації туристів та інфраструктури туризму. В цьому контексті варто розглядати розвиток туризму в Україні, особливо в популярних туристичних destinations, таких як Українські Карпати, причорноморське узбережжя, тощо. Протягом останніх років туризм в Українських Карпатах розвивається швидкими темпами, наприклад приріст туристичного потоку протягом 2015 – 2016 рр. в Івано-Франківській області становив 10 %, кількість туристів у 2016 році становила більше 2 млн чол. та продовжує зростати [2]. Динамічне зростання галузі потребує впровадження принципів збалансованості та реальних механізмів досягнення такого рівня в межах туристичних destinations, причому вони мають бути обов'язковими до виконання як для суб'єктів туризму, так і для органів влади, місцевих жителів і самих туристів, тобто всіх зацікавлених сторін у процесі сталого розвитку галузі.

Нами визначені складові сталого розвитку туризму, окреслені основні екологічні проблеми, пов'язані з розширенням туристичної діяльності [3,4]. Виявлено, що особливістю туристичних destinations як об'єктів екологічних досліджень є сезонний характер антропогенних навантажень в їх межах, причому регулювання кількості туристів на сьогодні – проблематичне питання з точки зору наукового обґрунтування та практичної реалізації. Попередній аналіз екологічних проблем туристичних destinations Івано-Франківської області виявив, що найбільш гострими є проблеми поводження з відходами туристичної діяльності та проблеми екологічно безпечного водопостачання та водовідведення [4,5]. Результати досліджень та аналіз досвіду країн світу у галузі розвитку сталого туризму дозволив ідентифікувати основні чинники, які стимулюватимуть туристичну галузь розвиватися у відповідності з концепцією сталого розвитку.

1. Підвищення компетентності уряду, регіональних органів управління та громадських організацій в тому, що туризм може негативно впливати на довкілля. В Україні затверджена Стратегія сталого розвитку туризму і курортів, розроблені регіональні стратегії сталого розвитку туризму. Проте, практичних заходів щодо впровадження принципів збалансованості в туристичну сферу майже немає. Так, у Комплексній регіональній цільовій програмі розвитку туризму в Івано-Франківській області на 2016-2020 роки серед проблем, які стримують розвиток галузі, не зазначено екологічні. У запланованих заходах програми - здійснення впорядкування територій рекреаційного призначення, туристських маршрутів, об'єктів, проведення екологічних акцій щодо очищення берегів річок та територій рекреаційного призначення, які сприятимуть локальному покращенню екологічної ситуації та не вирішують ці проблеми комплексно. Обласне управління екології та природних ресурсів не розглядає галузь туризму як потенційно небезпечну для довкілля, тому в програмних документах управління цей аспект також не висвітлений. Це свідчить про недостатнє усвідомлення виконавчих структур про негативні екологічні наслідки розвитку туризму.

2. Зростання регулятивного тиску держави у галузі дотримання природоохоронного законодавства сприятиме належному дотриманню лімітів та стандартів у галузі охорони довкілля туристичних destinations. За даними ВТО 84 % туристів надають перевагу відпочинку в екологічно чистих територіях. Підприємства туристичної інфраструктури не належать до екологічно небезпечних, проте їх висока концентрація та нерівномірне розміщення у межах туристичних destinations, функціонування без належного екологічного обґрунтування створює загрози довкіллю. З іншого боку такі об'єкти не підлягають контролю з боку природоохоронних служб, що допускає можливість недотримання ними природоохоронного законодавства щодо скидів, викидів, поводження з відходами.

3. Усвідомлення організацій туристичної галузі, що екологічні чинники є необхідними показниками конкурентноздатності на ринку послуг. Підприємства гостинності розробляють власні програми екологічного менеджменту та їх реалізують в рамках загальної стратегії розвитку. В Європі визнано понад 10 екознаків та сертифікаційних програм для ідентифікації екологічно прийнятних товарів, продуктів та послуг в тому числі і в галузі туризму. За даними ВТО близько 40 % туристів, обираючи місце для відпочинку, звертають увагу на екологічний сертифікат закладу розміщення. В Україні небагато закладів гостинності позиціонують себе як екозаклади та мають екологічні сертифікати. Сертифікат найбільш відомої системи «Green Way» мають близько 20 готелів. В Україні розроблено також методіку добровільної екологічної сертифікації садиб сільського туризму «Зелена садиба». Проте, такі процедури не стали всеохоплюючими та не набули популярності серед менеджменту готелів як заходи маркетингу.

4. Зростання знань менеджменту туристичного бізнесу про можливості енергоощадності та підвищення енергоефективності об'єктів туристичної інфраструктури та раціонального використання ресурсів сприятиме більш активному впровадженню заходів зі сталого розвитку туризму. У цьому контексті корисними є поширення інформації у вигляді семінарів про екологічну сертифікацію закладів розміщення, впровадження програм підвищення енергоефективності та енергоощадності будівель і споруд туристичного призначення, які би могли організувати управлінські структури в галузі туризму в рамках підтримки туристичного бізнесу. Різне підвищення вартості енергоносіїв спонукає власників закладів гостинності шукати найбільш ефективні способи їх життєзабезпечення.

5. Усвідомлення громадськості щодо можливостей впливу на туристичну політику в галузі охорони довкілля туристичних дестинацій дозволить їй долучитися до питань раціонального планування та функціонування туристичної діяльності. Відомо, що ставлення місцевого населення до туристів можна поділити на п'ять стадій:

- ейфорія – коли гостям раді та приймають їх гостинно;
- апатія – перехід до формалізованих відносин, коли туриста розглядають виключно як джерело доходів;
- роздратованість – коли місцеве населення починає сумніватись щодо користі туризму в їх місцевості («наїхало їх тут»);
- неприязнь – коли всі соціальні і економічні проблеми пояснюються наявністю туристів;
- мирне співіснування – формування умов, за яких місцеве населення розуміє та може отримати вигоду від туристів [6]. Тісна співпраця влади та громадянського сектору на цьому етапі дозволить направити розвиток туризму у русло збалансованого розвитку, при якому забезпечуються інтереси бізнесу, суспільства при мінімальних екологічних наслідках від туристичної діяльності. В цьому контексті показовим є конфлікт громадськості та бізнесу в м. Яремче щодо розширення сувенірного ринку та жваве обговорення цієї проблеми на різних рівнях.

Таким чином, туризм є одним з найбільш публічних секторів бізнесу та може розглядатись як модельна галузь в процесі сталого розвитку регіону. Він здатний впливати на свідомість широких верств населення, транслювати знання, підвищувати рівень обізнаності в суспільстві, в першу чергу, власним прикладом сталого способу споживання ресурсів, виробництва продукції та послуг. Урахування наведених чинників дозволить більш ефективно реалізувати елементи стратегії сталого розвитку туризму в регіоні.

#### *Література*

1. Godde P.M., Price M.F., Zimmerman F., M Tourism development in mountain region / Godde P.M., Price M.F., Zimmerman F., M.- Wallington, 2000. -321 p.
2. Туристичні потоки у Івано-Франківську область [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.ifstat.gov.ua](http://www.ifstat.gov.ua).
3. Коробейникова Я.С. Екологічні проблеми територій туристичних дестинацій/ Я.С. Коробейникова // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. Науково-технічний журнал. – 2013 - №1(7). – с. 91-94.
4. Korobeinykova, Ia. and Murava, Iu. (2015), “Regulatory mechanisms for ensuring ecological safety of tourist destination territories”, *Naukovyi visnyk KRNU*, no. 19, pp-17-21.
5. Luliia Murava, Iaroslava Korobeinykova. The analysis of the waste problem in tourist destination on the example of Carpathian region in Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*, Volume 17, Issue 2, Apr, 2016, P. 43 – 51.
6. Коробейникова Я.С. Стратегія збалансованого туризму: Конспект лекцій / Я.С. Коробейникова : ФНТУНГ .– Івано-Франківськ: Факел, 2011. – 147 с.

УДК 504.61

## **ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ НА ТЕРИТОРІЇ КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ**

**Корчемлюк М. В., Архипова Л. М.**

*Карпатський національний природний парк, Вул. В. Стуса, 6, м. Яремче, Івано-Франківська обл.,  
78500, [martakor@yahoo.com](mailto:martakor@yahoo.com)*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
Вул.Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76000, [konsevich@ukr.net](mailto:konsevich@ukr.net)*

Карпатський національний природний парк (КНПП) – перший і один з найбільших в Україні національних природних парків. Основна частина його території охоплює верхів'я ріки Прут з численними притоками, найбільшою з яких є Чорний Черемош. Забезпеченість території басейну Пруту природними рекреаційними ресурсами на 1км<sup>2</sup> території та 1 жителя, відповідно, в 1,4 і 1,8 рази вища, ніж у середньому по Україні. Це район багатопрофільного літнього і зимового туризму, масового пізнавально-оздоровчого та рекреаційного відпочинку.

На території Яремчанської міської ради функціонує 47 готелів (2292 місця), 48 рекреаційних закладів (2472 місця), 552 садиби зеленого туризму. У 2013 році територію Яремчанської міської ради відвідало 890 тис. осіб, а у 2014 році – 934 тис. осіб [1]. Туристична сфера створює додаткове навантаження на водні ресурси регіону. За інформацією адміністрації Карпатського національного природного парку тенденція динаміки збільшення числа відвідувачів природно-заповідної території зберігається і невдовзі досягне 100 тис. (рис. 1).

Крім м. Яремче, туризм розвивається в населених пунктах, що належать до території Яремчанської міської ради і розташовані на р. Прут вище за течією – в селах Микуличин, Татарів, Ворохта, Яблуниця. У с. Поляниця сформувався відомий центр гірсько-лижного туризму – туристичний



комплекс «Буковель». Хоча цей туристичний комплекс не входить до території КНПП, проте саме він створює додаткове рекреаційне навантаження на водні ресурси. Основним тиском впливу на екологічний стан річок басейну Пруту є скиди з очисних споруд міст і селищ. Для Верхнього Пруту до цього чинника додається власне туристична індустрія. Курорти поблизу та безпосередньо в прибережних смугах скидають стічні води і тверді відходи у річки. Крім м. Яремче, туризм розвивається в населених пунктах, що належать до території Яремчанської міської ради і розташовані на р. Прут вище за течією – в селах Микуличин, Татарів, Ворохта, Яблуниця.

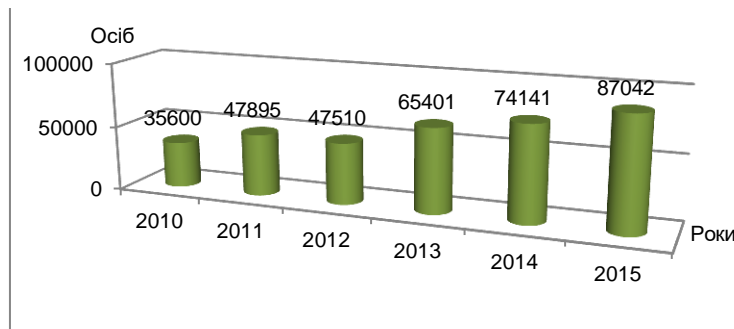


Рис. 1. Динаміка відвідувачів території Карпатського національного природного парку

У с. Поляниця сформувався відомий центр гірсько-лижного туризму – туристичний комплекс «Буковель». Хоча цей туристичний комплекс не входить до території КНПП, проте саме він створює додаткове рекреаційне навантаження на водні ресурси. Основним тиском впливу на екологічний стан річок басейну Пруту є скиди з очисних споруд міст і селищ. Для Верхнього Пруту до цього чинника додається власне туристична індустрія. Курорти поблизу та безпосередньо в прибережних смугах скидають стічні води і тверді відходи у річки.

Очисні споруди усіх населених пунктів є так званими точковими джерелами забруднення в басейні всього Пруту. У більшості випадків вони вичерпали свій ресурс і працюють вкрай неефективно. Інформація про наявність дозволів на спецводокористування, про об'єми скидів стічних вод та спосіб їх очистки в органах місцевого самоврядування відсутні. Так, на Яремчанщині звіт по формі 2ТП-Водгосп здає тільки 18 суб'єктів господарювання, що складає біля 20% всіх готельних комплексів (без урахування невеликих туристичних садиб) [2]. Власне найбільше навантаження спричинюють ті рекреаційно-туристичні заклади, що взагалі не мають очисних споруд і створюють дифузні джерела забруднення водних горизонтів.

Системне вивчення антропогенного впливу на якість води в р. Прут в межах КНПП розпочалося в 2001 році у восьми контрольних створах. Проби води для фізико-хімічних досліджень відбирали не менше 4 разів на рік (у різні гідрологічні сезони) за обов'язковою програмою згідно КНД 211.1.1.106 – 2003[3]. Для розрахунку Індексу забрудненості води (ІЗВ) взято такі показники:  $\text{NH}_4^+$  (ГДК – 0,5 мг/дм<sup>3</sup>),  $\text{NO}_2^-$  (ГДК – 0,08 мг/дм<sup>3</sup>),  $\text{NO}_3^-$  (ГДК – 40,0 мг/дм<sup>3</sup>), БСК<sub>5</sub> (ГДК – не більше 3 мг/дм<sup>3</sup>), розчинений кисень (ГДК – не менше 6 мг О/дм<sup>3</sup>). За отриманими багаторічними усередненими даними можна зробити висновок про те, що якість води у I-III створах практично відповідає референційним (максимально наближеним до природних) умовам ( $\text{ІЗВ} \leq 3$ ). Що стосується всіх інших – спостерігаємо перехід класу якості води від «дуже чистої» до «чистої» ( $\text{ІЗВ} \geq 3$ ) (рис.2). Основними забруднюючими компонентами є іон амонію, нітриту та органічна частка. Це свідчить про потрапляння в поверхневі води неочищених або недостатньо очищених стічних вод від об'єктів, що є точковими джерелами забруднення, а також забруднень, пов'язаних з дифузними джерелами (стихийні сміттєзвалища, вигрібні ями, туалети, господарські будівлі тощо).

Впродовж чотирьох років в басейні Пруту впроваджувався проект ЄС «Охорона довкілля міжнародних річкових басейнів», в рамках якого проводилися фізико-хімічні дослідження підземних і поверхневих вод у період 2013 - 2015 рр. в офіційно акредитованій лабораторії Івано-Франківського обласного управління водних ресурсів. До польових досліджень було залучено працівників КНПП, спеціалістів із житлово-комунального господарства, місцевих органів виконавчої влади, депутатів, активістів екологічних НУО.



Рис.2 Усереднене багаторічне значення Індексу забрудненості води для р. Прут (2001-2015 рр.)

Незалежні оцінювання впливу скидів від існуючих очисних споруд на території КНПП проводилися в періоді межени за такими показниками: БСК<sub>5</sub> (біохімічне споживання кисню протягом п'яти днів); ХСК (хімічне споживання кисню); NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (загальний амоній); NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (нітри); NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (нітрати); PO<sub>4</sub> (ортофосфати). Показники електричної провідності, рН, розчиненого кисню і температури води вимірювалися спеціальними портативними приладами. Низька концентрація кисню свідчила про наявність стічних вод, як і відповідний колір річкової води та присутність специфічного запаху [4]. У 11 пробах із 25 було знайдено перевищення гранично допустимих концентрацій нітриту. Це вказує на постійне свіже забруднення річок неочищеними стічними водами. Неконтрольований туризм призводить до порушення норм чинного природоохоронного законодавства. Адаже індивідуальні власники невеликих туристичних садиб безконтрольно облаштовують вигрібні ями, септики тощо, а також експлуатують їх та обслуговують, що негативно впливає на якість як поверхневих, так і ґрунтових вод.

Одним із шляхів вирішення проблеми може бути створення єдиної організації, яка б контролювала збір, відведення та очищення стічних вод від локальних об'єктів. До того ж у сферу діяльності такої компанії можна включити і збір твердих побутових відходів. Ці заходи є необхідними для охорони водних ресурсів та утвердження сталого туризму в регіоні.

В Україні передбачається прийняття закону у сфері водовідведення, який би регулював скидання стічних вод від малих господарств, а також імплементація Водної Рамкової Директиви ЄС і Директиви Ради 91/271/ЄЕС «Про очистку міських стічних вод». Такі державницькі кроки є вкрай необхідними, адже вирішувати проблему можна лише у рамках існуючого законодавства.

*Використані літературні джерела:*

1. Корчемлюк М.В. Підвищення рівня екологічної безпеки Прутської екосистеми.- автореф. дис. канд. техн. наук: 21.06.01 «Екологічна безпека» / Корчемлюк Марта Василівна – Івано-Франківськ, 2016. – 20 с.

2. Корчемлюк М.В., Приходько М.М., Архипова Л.М. Дослідження зміни клімату та його наслідків в українській частині басейну р. Прут// М.В. Корчемлюк, М.М. Приходько, Л.М. Архипова Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: науково-технічний журнал/засн. ІФНТУНГ. №1(13)- Івано-Франківськ: Голіней, 2016. - С. 120-129

3. Korchemlyuk M., Arkhylova L. Environmental audit of Ukrainian basin ecosystem of the Prut river// M. Korchemlyuk, L. Arkhylova. - Scientific bulletin of National Mining University № 5 (155) – Дніпропетровськ: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2016. – С. 98-106

4. Кравченко В.А., Кравченко О. В., Комарова О. В. та ін. Польові дослідження впливу стічних вод з очисних споруд на стан річок басейну Пруту на території Карпатського національного природного парку та розробка програми моніторингу у відповідності з вимогами ВРД / Звіт проекту ЕПІРВ, 2016. – Київ, 2016. – 62 с.

УДК 338.8-32

## ЕКСКАРСІЯ ЯК ЗАСІБ ЕКОЛОГІЧНОГО ВИХОВАННЯ В ПРОЦЕСІ ТУРИСТСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Косило Л.С.

*Карпатський національний природний парк, м. Яремче e-mail: Kosylo.Liuba@gmail.com*

Для здійснення екологічного виховання особистості необхідний комплекс таких методичних засобів та прийомів, щоб вивчення природи, будь-яке спілкування з нею залишало в пам'яті глибокий слід, обов'язково впливало б на її почуття і свідомість. Тому важливу роль в екологічному вихованні відіграють туристські походи та екскурсії, де виробляється культура поведінки.

Під час екскурсій у природу в туристів розвивається спостережливість, формується вміння виявляти зв'язки між життєвими явищами і природними процесами, пробуджується інтерес до навколишнього середовища і бажання глибоко пізнати його закономірності.

Природознавча екскурсія – це одна з форм розвитку спостережливості, фіксації уваги на суттєвих відмінностях як між об'єктами природи, так і на їх сезонні зміни. Мета всіх екскурсій у природу – встановлення зв'язку між різними явищами у єдиному життєвому комплексі, визначення залежності живих організмів від субстрату, зміни кліматичних умов, антропогенного впливу. Порівняння тваринно-рослинного світу окремих територій кристалізує світогляд, підкреслюючи єдність органічного світу [1].

Проводячи природознавчу екскурсію, екскурсивод повинен:

- знати методику і техніку проведення екскурсій;
- досконало володіти культурою мови, знати основи ораторського мистецтва;
- розкривати зміст екскурсії доступно, зрозуміло, переконливо;
- уміти використовувати засоби мови, розповідь вести емоційно і виразно;
- дотримуватись правильного темпу розповіді, пристосовуючись до руху і умов екскурсії;
- встановлювати відповідний контакт з екскурсантами, основою якого є взаємоповага, ввічливість, коректність, доброзичливість;

- уникати конфліктних ситуацій, не виявляти роздратування чи гніву, уміти навести порядок і дисципліну серед екскурсантів;
- делікатно і коректно відповідати на провокаційні питання, що стосуються національних, релігійних, політичних проблем [2];

Також екскурсивод під час проведення екскурсії зобов'язаний:

- забезпечувати дотримання відвідувачами природоохоронного режиму;
- слідкувати за безпекою туристів на екскурсійному маршруті;
- попередити на початку екскурсії про можливі небезпечні обставини, зокрема, про негативні чинники біотичні (укуси тварин, змій, ос, пошкодження колючими рослинами, отруєння ягодами чи грибами) та абіотичні (зсуви та осипи землі, слизькість, обледеніння дороги тощо) чинники небезпеки;
- зупинитися з екскурсантами у місцях, безпечних щодо руху транспорту.

Природознавчі екскурсії бувають тематичні і оглядові. Тематичні, в свою чергу, поділяються на:

- геологічні, які несуть знання про земну кору, її надра і про процеси, які утворюються там;
- зоологічні, які знайомлять туристів з тваринним світом даного регіону або окремими представниками;
- ботанічні, що розкривають неповторний світ рослини;
- гідрологічні, мета яких є знайомство з водними ресурсами краю – ріками, озерами;
- ландшафтні екскурсії в ліс, парк, зелені насадження.

При підготовці природознавчої екскурсії насамперед слід уважно вивчити пункти маршруту, визначити для зупинок наймальовничіші і найвиразніші місця, звідки зручно вести показ об'єкта, знати, де ростуть рідкісні дерева, де найчастіше можна зустріти тварин. Часто у природному оточенні зустрічаються пам'ятки культурно-історичної спадщини, про охорону яких наголошується в ст. 54 Конституції України.

Екскурсійними об'єктами природознавчих екскурсій є ліси, полонини, гори, гай, степ, озеро, річка, парк, вулкан, водоспад, скеля, унікальні дерева, рідкісні рослини, тварини. та об'єкти, що мають особливу екологічну, наукову, естетичну, господарську, а також історико-культурну цінність.

В залежності від місця проведення екскурсій слід ознайомлювати екскурсантів з діючими законодавчими актами про охорону лісів, водних басейнів, надр і т. д., із законами про заповідні території, постійно потрібно наголошувати на шанобливому ставленні до природи. Обов'язково слід розповідати про охорону тварин, розвінчуючи уявлення про шкідливість чи непотрібність деяких представників фауни, в розповіді екскурсивода завжди повинен відчуватися акцент на заповіді "не вбий", на величній гармонії і взаємозв'язку в природі, створеній Богом

Оволодіння елементарними нормами поведінки у природі невіддільне від естетичного ставлення до неї. Екскурсиводу, який працює з туристами, слід пам'ятати про важливість розкриття всієї складності, різноманітності, багатства, і одночасно, крихкості природи, особливо її живих організмів. Підкреслюючи складність життєвих процесів, треба знаходити близькі для туристів, особливо ті, які дозволяють робити порівняння і дають волю фантазії, що сприяє формуванню правильного екологічного мислення.

Розкриваючи тему про ліс, ми наголошуємо на його особливому значенні в житті людини. Ліс був першою колискою, давав все необхідне для життя: їжу, одяг, паливо, будівельний матеріал, захищав і лікував людину. Ліс відіграє значну роль, як регулятор клімату, захисник землі від ерозії, охоронець вод і санітар повітря. Крім господарських, захисних, водоохоронних, кліматорегулюючих, санітарно-гігієнічних та інших корисних функцій, ліс має важливе рекреаційне значення, тобто здатний відновлювати фізичні і духовні сили людини.

В розповіді особливо наголошуємо на тому, що ці корисні функції лісу люди зрозуміли і почали цінувати зовсім недавно, коли масове вирубування лісів в окремих місцях нашої планети стало супроводжуватися засухами, повеннями та іншими катастрофічними явищами.

Розповідь екскурсивода про ліс повинна підводити туристів до думки про дбайливе ставлення до природи не тільки тому, що ліс нас оздоровлює чистим повітрям, зігріває, дає тінь, гриби, ягоди, забезпечує сировиною, є основою сільського, лісового, рибного господарства і взагалі, джерелом всього життя. Але тому, що в ньому злилися гармонія, сила, витонченість, досконалість форм, вишуканість кольору (краса).

Розповідаючи про ґрунти, роз'яснюємо, що охорона ґрунту є найважливішою проблемою, бо відновлюються ґрунти після руйнування, у багато разів довше.

Підкреслюємо негативний вплив туристів в даній місцевості. Через безконтрольну вирубку дерев, безсистемну прокладку стежин, порушення дерну багаттям і табірними майданчиками, розвивається ерозія. Вирушаючи на відпочинок в новій місцевості, туристи повинні керуватися чіткими правилами і вимогами, щоб не потрапити в складну ситуацію [3].

Тему екологічного виховання продовжуємо і біля річки. Після загальної характеристики гідроресурсів Карпат доцільно наголосити на єдності і взаємозобумовленості явищ в навколишньому середовищі. Наприклад, якщо на гірській річці, яка протікає з крутим ухилом, для зручності переходу розчистити русло від завалів, десь випрямити його, десь розібрати старі завали, то в цілому річка стане більш чистою і прямою, але тепер в ній не будуть затримуватись талі води, стрімка течія розмиватиме береги, в посуху вона буде сильніше міліти.

Одне із важливих завдань виховної роботи з туристами – навчити їх спостерігати, дивуватись, захоплюватись природою, уміти розпізнавати дерева, кущі, визначати за співом птахів, за слідами – звірів. Отже, природознавча екскурсія, яка пропонується туристам, є потужним фактором екологічного виховання.

І, як підсумок, згадаємо статтю 66 Конституції України : „Кожен зобов’язаний не заподіювати шкоду природі, культурній спадщині, відшкодовувати завдані ним збитки”.

*Використана література:*

1. Бабарицька В. Екскурсознавство і музеєзнавство/ В. Бабарицька: Навч. Посіб/ В.Бабарицька К: Альтерпрес, 2007. – 250 с.
2. Ємельянов Б. Основи екскурсознавства /Б. Ємельянов /М.:Луч, 1999 – 160 с.
3. 3. Крачило М. Краєзнавство і туризм / М. Крачило: Навч. Посібник /К.:Вища школа,1994.–191с.

**УДК 338.48.2**

## **ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ГОТЕЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ США ТА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ В ГОТЕЛЯХ УКРАЇНИ**

**Лукіяничук А.В.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; E-mail: nanyta1407@ukr.net*

Готельне господарство є невід’ємною частиною індустрії туризму. Воно являє собою тисячі підприємств по всьому світу, об’єднаних спільною метою: забезпечити туристів необхідними та бажаними послугами. В цих умовах, гостро постає проблема пошуку і створення нових шляхів розвитку, постійного оновлення власної політики з урахуванням динамічного розвитку ринку готельних і туристських послуг.

Метою роботи є визначити інноваційні технології у готельному господарстві США та доцільність їх впровадження в готелях України. Об’єктом дослідження є готельне господарство США. Предмет дослідження – інноваційні технології у готельному господарстві США та доцільність їх впровадження в готелях України.

Завдання дослідження: з’ясувати значимість готельного господарства у розвитку туристичної інфраструктури США; проаналізувати розвиток готельної справи у США; визначити особливості інноваційних технологій у готельному господарстві США на сучасному етапі; визначити тенденції розвитку готельного господарства України; дослідити інноваційні технології в готельній індустрії США та доцільність їх впровадження в готелях України для підвищення ефективності розвитку сфери гостинності.

Безперечним лідером серед країн, де виникли, сформувалися та поширилися світом найбільші готельні мережі є США. Світове визнання та поширення готельні мережі отримали через використання франчайзингу. Ця система, з боку готельної корпорації, окрім надання можливості використовувати торгову марку, передбачає консультативну допомогу, навчання обслуговуючого персоналу, передачу методики ведення бізнесу та ноу-хау, проведення рекламних кампаній, підключення до єдиної системи бронювання місць.

Вирішення цих питань розглядаються у працях таких авторів, як В.Данильчук, Т. Дворова, І. Куроченко, В. Федорченко, В. Цибух. Окремі аспекти розглянуто вітчизняними та зарубіжними авторами: Азар В.А., Браймер Р.А., Дурович О.П., Кабушкін М.І., Карсекін В.І., Квартальнов В.О., Кузнєцова Н.М., Папірян Г.А., Ткаченко Т.І., Уокер Д., Зорин І.В., Чуднов-ський О.Д. Джанджугазова Є.А, Пуцентейло П.Р. та ін.

В наш час в світі склалася потужна система засобів розміщення та обслуговування гостей, яка сформувала матеріально-технічну основу індустрії туризму – готельне господарство.

До основних тенденцій у сфері розвитку готельної індустрії сучасні автори та вчені відносять наступні:

- поширення сфери інтересів готельного бізнесу на продукти і послуги, раніше надані підприємствами інших галузей (наприклад, організації харчування);
- зростаюча демократизація готельної індустрії, яка в значній мірі сприяє підвищенню доступності готельних послуг для масового споживача;
- посилення спеціалізації готельного бізнесу, що дозволяє чіткіше орієнтуватися на певні сегменти споживачів з урахуванням різних ознак;
- будівництво готелів в екологічно чистих регіонах, формування «зелених» поверхів і номерів у звичайних міських готелях;
- глобалізація і концентрація готельного бізнесу;
- глибока персоніфікація обслуговування і повна концентрація на запитах і потребах клієнтів;
- впровадження нових технологій у ділову стратегію готельних підприємств.

Причина, по якій сьогодні США посідають перше місце в експорті готельних послуг, складається в динамічному узгодженні цих таких чотирьох факторів, як:

- 1) Умови попиту;
- 2) Наявність ресурсів;
- 3) Стратегія фірми, структура галузі й конкуренція;
- 4) Наявність підтримуючих галузей;

Американські мережі намагаються використати передові технології у виробництві й керуванні. Школи готельного бізнесу США є одними із кращих у світі. Відкритість країни для іноземних інвестицій у готельний сектор привела до того, що місцеві підприємства змогли навчитися вільно перебудовувати систему споживання ресурсів, ефективно їх використати, і в результаті успішно конкурувати з іноземними фірмами. За останні кілька років відомі готельні мережі США, такі як Sheraton, Holiday Inn, Marriott, з одного боку, придбали кілька нових підприємств, а з іншого боку - позбулися від неприбуткових.

На сьогоднішній день інновації в готельному бізнесі є обов'язковим процесом для кожного готелю, який бажає втримати постійних клієнтів та залучати нових. Подорожуючи по всьому світу і відвідуючи різні готелі, клієнти стали більш вибагливішими. Щоб залишатися «в грі» готелям вже не можна не рахуватися з даним явищем. Тому індустрія гостинності не перестає нас дивувати активним впровадженням нових інноваційних технологій та маркетингових стратегій.

Готельне господарство України на даний момент стрімко розвивається і залучається велика кількість інноваційних технологій. Будівництво готелів залишається одним із перспективних напрямів розвитку готельної бази України. З цією метою необхідно більше залучати інвесторів, зокрема іноземних. І вийти на український ринок вони можуть не тільки вкладаючи гроші в будівництво нових готелів, що становить певний ризик у зв'язку з невирішеністю низки питань у юридичній, економічній та політичній сфері, але й шляхом придбання й реконструкції вже існуючих готелів або придбання пайової частки в них, а також - на умовах контракту або франшизної угоди. Нині є поки поодинокі приклади виходу великих готельних операторів на ринок України.

Висновок. З кожними роками та десятиліттями людство показує своє прагнення до розвитку. На межі ХХ-ХХІ століть суспільство вступило в інноваційну добу, яка характеризується швидким зростанням змін у всіх сферах суспільного життя. Як всім відомо основними причинами вивчення та введення інновацій у підприємствах готельно-ресторанного господарства є: представлення унікальних послуг, посилення конкурентної боротьби та намагання одержати на ринку конкурентні переваги та максимізувати прибуток; зростання попиту споживачів; забезпечення престижу підприємства та швидке вирішення проблем, що можуть виникнути на підприємстві. США залишається провідною країною як за кількістю готелів, так і за бурхливим розвитком інноваційних технологій.

*Список використаних джерел*

1 <http://5ka.at.ua> - Архів якісних рефератів. Державне регулювання розвитку гостинності на сучасному етапі. Розвиток готельної індустрії в світі. 2010-2015рр.

2 [http://pidruchniki.com/1417012060338/turizm/osoblivosti\\_industriyi\\_gostinnosti](http://pidruchniki.com/1417012060338/turizm/osoblivosti_industriyi_gostinnosti) – Особливості індустрії гостинності, 2010-2015рр.

3 <http://libfree.com> – Підручники та книжки онлайн. Мальська М.П. Розвиток сучасного світового готельного господарства: функціональні та територіальні особливості. 2011р.

---

УДК 502.4:796

## РОЛЬ ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ В ЕКОЛОГІЧНОМУ ТУРИЗМІ

Литовченко І. В., Логвин М. М.

*Вищий навчальний заклад Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі»  
36014, м. Полтава, вул. Коваля, 3, [turizm@ucsu.ua](mailto:turizm@ucsu.ua)*

Сучасний стан економічного розвитку України піднімає питання пошуку нових форм виробництва, які б враховували інтереси виробників і споживачів товарів та послуг, зберігаючи при цьому екологічну рівновагу в регіоні. Однією з таких форм господарювання виступає екологічний туризм.

Екологічний туризм у контексті сталого розвитку передбачає не тільки раціональне використання та відтворення екологічних ресурсів, а й збереження етнокультурного середовища. Це до певної міри обмежує залучення до екотуризму природо-промислових видів діяльності (полювання, рибальство, збирання грибів і ягід з метою продажу та заготівлі), тому що вилучення у великій кількості природних компонентів призводить до порушення природного балансу і суперечить принципам екотуризму. Разом з тим необхідним є створення екотуристичної інфраструктури, спрямованої, насамперед, на збереження природного середовища, а не на задоволення вимог комфортабельного відпочинку на природі [0]. Крім того, неможливо відокремити українські культурні традиції від природи, яка їх сформувала. А чи можна виховати любов і пошану до рідної землі, не оберігаючи її красу? Збереження природи – це одночасно, і умова, і механізм відродження культури і патріотизму. Тому об'єкти природно-заповідного фонду мають підтримувати культурні традиції, освіту і виховання молоді. Дбайливе ставлення до місцевих об'єктів флори і фауни, неживої природи – сенс екологічного туризму.

Важливо наголосити, що екологічний туризм характеризується оздоровчою функцією. Здоров'я населення безпосередньо залежить від якості навколишнього середовища, яка визначається збереженням повноцінних природних екосистем. В умовах зростання урбанізації можливість повноцінного спілкування з природою набуває всього велику цінність. Це стає одним з головних показників якості життя.

На нашій планеті природоохоронними територіями різних форм і статусу, охоплено близько 15% суші і є тенденція до збільшення цього показника. У різних країнах і на різних материках їх кількість неоднакова. Так, тільки в США і Канаді нараховується більше 20 форм заповідних земель, а їх загальна

кількість складає майже 4500. У зарубіжній Європі близько 10 тисяч національних парків, резерватів і пам'яток природи. Більше всього їх в Північній Америці і в Європі - 380 і 360 відповідно, але їх середні площі розрізняються істотно – 100 000 га і 13 000 га. Близько 180 заповідників та їх аналогів у Африці при середній площі 200 тис. га. Екосистеми різних природних зон і біомів Землі представлені на заповідних землях у край нерівномірно. Наприклад, близько 560 територій, що охороняються, зберігають вологі тропічні ліси, займають майже 80 млн. га. В той же час 50 тундрових заповідників і національних парків охоплюють більше 120 млн. га, а 500 територій, що охороняються, в біомі широколистяних лісів займають всього 12 млн. га. Степи і прерії зберігаються всього в близько 100 заповідних ділянках площею 2 млн. га [0].

Природно-заповідний фонд України – ділянки суші і водного простору, природні комплекси та об'єкти, які мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність і виділені з метою збереження природної різноманітності ландшафтів, генофонду тваринного і рослинного світу, підтримання загального екологічного балансу та забезпечення фонових моніторингу навколишнього природного середовища. За роки незалежності площа природно-заповідного фонду України зросла більш ніж удвічі. Станом на 1 січня 2013 до його складу входять понад 8029 територій та об'єктів загальною площею 3921857,3 га, фактична площа складає 3650106,8 га, що становить 6,05% від території країни. Це, зокрема, 19 природних та 4 біосферних заповідники, 47 національних природних парків, 3388 пам'яток природи, 2732 заказники, 89 регіональних ландшафтних парків та 808 заповідних урочищ. Штучно створені об'єкти природно-заповідного фонду об'єднують 28 ботанічних садів, 13 зоологічних парків, 54 дендропарки та 553 парки-пам'яток садово-паркового мистецтва [0]. Попри це, площа природно-заповідного фонду в Україні є недостатньою і залишається значно меншою, ніж у більшості країн Європи, де середній відсоток заповідності становить 15 %.

Заповідний фонд Полтавської області складається із заказників, заповідних урочищ, регіональних ландшафтних парків, пам'яток природи, дендропарків, парків-пам'яток садово-паркового мистецтва, які формують загальнодержавну екологічну мережу. Кількість об'єктів заповідного фонду становить 337, які розмістилися на площі 63572,23 га, або 2,2% від загальної площі області. Основу заповідного фонду області складають заповідники, з яких 14 загальнодержавного, а 133 місцевого значення. За напрямками збереження окремих природних комплексів заповідники поділяються на ландшафтні (45 об'єктів), гідрологічні (5 об'єктів), ботанічні (34 об'єкти), загальнозоологічні (4 об'єкти), лісові (2 об'єкти), орнітологічні (2 об'єкти), ентомологічні (1 об'єкт) іхтіологічні (1 об'єкт), геологічні (2 об'єкти) [0].

Значну частку в оптимізованій заповідній мережі області займають заповідні урочища. Створені з метою збереження в природному стані відповідних частин ландшафту, займають площу більше 7 тис. га, а їх загальна кількість становить 49 об'єктів. Заповідні урочища області – це еталонні ділянки широколистяних лісів та фрагменти лучних степів із багатоманітною рослинністю, тваринним світом та численними популяціями рідкісних рослин. Об'єктом поліфункціонального значення у структурі природно-заповідної мережі є єдиний регіональний ландшафтний парк Лівобережної України – Диканський, який займає площу 11945 га, або 18,8% площі природно-заповідного фонду області. На території Полтавщини створено 18 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва, відкрито багато джерел мінеральної води існують комплексні, ботанічні, гідрологічні, геологічні та зоологічні пам'ятки природи.

Заповідний режим територій заповідного фонду області передбачає обмеження або заборону таких видів господарської діяльності, як розорювання земель, випас, викошування, лісокористування певних видів, забудову, меліоративні роботи, використання отрутохімікатів, рибальство, мисливство, видобуток корисних копалин [0].

У територіальному розподілі об'єктів і площ природно-заповідного фонду виділяються Полтавський район із найбільшою кількістю об'єктів – 47 і Диканський район із найбільшою їх площею – 12176 га. Головне завдання заповідників, національних парків та інших об'єктів природно-заповідного фонду – збереження природних екосистем, які формують та підтримують стабільне та сприятливе для людей середовище існування. Жива природа дає людям свіже повітря, чисту воду, зберігає родючість ґрунтів. Природні екосистеми відіграють ключову роль у підтримці сталого розвитку усієї біосфери. Збереження стійких природних екосистем запобігає екстремальному природним явищам і катастрофам і є умовою екологічної безпеки окремих регіонів і країни в цілому.

Розвивати екологічний туризм в Україні та виводити його на пріоритетний рівень національного туризму, можливо лише за дотримання наступних принципів: 1) збереження та відтворення природного середовища; 2) обмеження туристичного навантаження на об'єкти природно-заповідного фонду; 3) відновлення та збереження етнокультурного середовища.

Основою для цього має бути розробка спеціальних державних та регіональних програм з розвитку екологічного туризму, організація екологічних стежок, студентських та учнівських екологічних рухів, створення та розвиток туристичної інфраструктури.

Але є чинниками, що стримують розвиток екотуризму в Україні за наявного потужного екотуристичного потенціалу, є: відсутність необхідного початкового капіталу для фінансування робіт із створення науково-природознавчих центрів, з розробки комплексу питань формування цільових програм екологічного туризму; слабкі інвестиції в інфраструктуру туризму, що позначається на стані готельного, транспортного обслуговування, рівні надання послуг; відсутність засобів з менеджменту та маркетингу екотуризму для залучення потенційних туристів; відсутність цілеспрямованих наукових досліджень та підготовки необхідних кадрів; відсутність необхідної законодавчої бази екотуризму.

Вирішення зазначених проблем, з використанням зарубіжного досвіду та підтримки сфери екотуризму «зверху», надасть можливість підняти на більш якісний рівень усталеності всієї туристської індустрії шляхом забезпечення економічних переваг для місцевих громад, активного сприяння охороні природних ресурсів, культурної інтеграції місцевих громад і підвищення поінформованості мандрівників про необхідність охорони природної і культурної спадщини. Екологічний туризм також передбачає виховання любові населення, особливо молоді до природи взагалі.

*Література:*

1. Дмитрук О.Ю. Екологічний туризм: сучасні концепції менеджменту і маркетингу: Навчальний посібник / О.Ю. Дмитрук. – К.: Альтерпрес, 2004. – 192 с.
2. Еталони природи Полтавщини. Розповіді про заповідні території / Полтав. обл. держ. амін.; Держ. упр. екології та природних ресурсів у Полтав. обл. [та ін.] / Ред. О. М. Байрак та ін. – Полтава: Верстка, 2003. – 212 с.
3. Дудник І. М. Суспільно-екологічне районування території (географічний підхід): Монографія // І. М. Дудник, І. В. Литовченко / За ред. І.М.Дудника. – К.: ІМВ НАУ, 2011. – 189 с.
4. Петрович О. З. Аналіз структури та територіальної репрезентативності природно-заповідного фонду України / О. З. Петрович, Є. І. Іваненко, А. М. Драпалюк // Інвентаризація біорізноманіття в межах природно-заповідного фонду збірник наукових праць ДНБС. – Том 135. – С. 7-16.
5. Тишков А.А. Охраняемые природные территории и формирование каркаса устойчивости. В кн.: Оценка качества окружающей среды и экологическое картографирование. – М.: Институт географии РАН, 1995. – С. 94-106.

---

УДК 528:502.51+504.6:556

## **ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ ЯК ОДИН З КОМПОНЕНТІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ НА ПРИКАРПАТТІ**

**Маланюк Т.З.**

*ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», malanjukt@ukr.net*

Сьогодні екологічна освіта і виховання молоді розглядається як цілісна педагогічна система, структура якої визначає зміст, види і форми навчально-пізнавальної і дослідницької діяльності та конкретної природоохоронної роботи особистості, формування її екологічного світогляду, суспільно значущої поведінки і діяльності в навколишньому середовищі. У свою чергу екологічне виховання має забезпечити ефективність інтелектуального, духовного і фізичного розвитку особистості, реалізації її індивідуальних здібностей та творчого потенціалу у процесі вивчення, охорони та використання природних ресурсів довкілля [3, с. 7].

З багатьох джерел відомо, що природоохоронною діяльністю, екологічним вихованням на Прикарпатті займаються достатньо тривалий час.

Яскравим прикладом любові до природи рідного краю, збереження її для нащадків була природоохоронна діяльність релігійного та громадського діяча митрополита Галичини А. Шептицького. Зокрема, за його ініціативою у 1935 р. було створено кедровий заповідник, а в 1936 р. – Український парк природи [4, с. 22].

Поєднуючи патріотичне виховання з краєзнавчою роботою, екологічним вихованням, необхідно пробуджувати в учнів та студентів засобами навчальних предметів любов до природи рідного краю, його рослинного світу, без якого не можна уявити життя людини. Молодь починає більшою мірою берегти «зелене царство», рослинний світ рідного краю і всієї України, коли вони дізнаються, що явища живої природи, зокрема дерева і кущі, наприклад, дуб, символізують міцність і вічність українського народу, пам'ять про видатних українців – патріотів, діячів минулого [1, с. 244].

У своєму дослідженні ми використовували приклади краєзнавчої роботи у формуванні екологічного світогляду учнівської та студентської молоді. Вивчаючи рідний край, молоде покоління детальніше і глибше вникають у проблеми рідного краю, зокрема екологічні. Так на території Прикарпаття розроблені еколого-пізнавальні стежки, які у свою чергу підвищують екологічну грамотність, сприяють формуванню гуманного ставлення до природи, відчуття відповідальності за її долю як найвищу національну і загальнолюдську цінність, становить невід'ємну рису екологічного виховання молоді.

В школах і інших навчальних закладах Прикарпаття екологічне виховання здійснюється в різних напрямках: на уроках, заняттях, гурткової роботи, під час проведення екскурсій, туристських походів різних масових заходів тощо.

Для прикладу в загальноосвітній школі №24, Українській гімназії №1, гімназії №2 вже багато років діють туристсько-краєзнавчі гуртки, які займаються вивченням природи, історії свого краю, пошуковою роботою, туризмом. Члени гуртка проводять походи по околицях міста, Карпатах. Вони знайомляться з різними природними комплексами свого краю, виявляють ступінь їх зміни людиною, наочно бачать приклади раціонального і нераціонального природокористування. Це дає їм змогу глибше й повніше усвідомлювати екологічні проблеми краю.

Певна робота по екологічному вихованню проводиться на факультеті туризму Прикарпатського національного університету імені В. Стефаника.

В рамках вивчення курсу «Спортивний туризм» студенти-першокурсники на лекціях, практичних заняттях, безпосередньо під час туристських походів дізнаються як правильно поводити себе у

природному середовищі під час облаштування туристського біваку (довготривалий привал з ночівлею у польових умовах).

Також студентами нашого факультету проводяться екологічні акції під час масових сходжень на г. Говерла, Хом'як, Кострича та ін.

Як свідчить практика, ті діти, які побували у походах, ніколи не розпалюють вогнище безпосередньо на траві, не залишають його непогашеним, заберуть сміття після свого відпочинку. Ці учні та студенти мають, порівняно з іншими, сформовані екологічні навички, вони цінують природу, навчені ставитися до неї дбайливо.

Екологічному вихованню сприяють також туристські змагання, що систематично відбуваються в Івано-Франківській області. Крім змагань з туризму і краєзнавства на них проводиться конкурс на кращий екологічний стан табору. Тому всі члени команд мають навички правильної поведінки на природі. Безперечно, такі навички залишаються на все життя.

Важливу роль у формуванні екологічного світогляду відіграє також красназнавча робота. Вивчаючи рідний край, молодь детальніше і глибше вникають у проблеми рідного краю, зокрема екологічні [2, с. 392–393].

Таким чином, екологічне виховання має надзвичайно важливе значення для розвитку пріоритетної рекреаційно-туристської галузі України і зокрема Прикарпаття.

#### *Література:*

1. Дубина М. Виховання учнів і студентів Українського патріотизму / М. Дубина, Ю. Руденко. – К. : ТОВ «Експрес–Поліграф», 2010. – 400 с.
2. Пустовіт Г. Теоретико-методичні основи екологічної освіти і виховання учнів 1-9 класів у позашкільних навчальних закладах : [монографія] / Г. Пустовіт. К. – Луганськ : Альма-матер, 2004, - 540 с.
3. Маланюк Т. Особливості екологічної освіти і виховання у сфері рекреаційно-туристської галузі в освітніх закладах Прикарпаття / Т. Маланюк // Гуманітарний вісник Переяслав-Хмельницького педагогічного університету імені Григорія Сковороди : наук.-теор. зб. - К. : КИТ, 2004. - С. 391-395.
4. Маланюк Т. Природно-заповідний фонд Івано-Франківської області / Т. Маланюк // Джерела. – 1999. - № 3. – С. 21-24.

УДК 379.85:504

## **СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ : ОБМЕЖЕННЯ НА ВПРОВАДЖЕННЯ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

**Мельник А.В.**

*Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»,  
88000, м. Ужгород, пл. Народна, 3 avmelnyk@ukr.net*

Впровадження та раціональне використання найбільш ергономічних, практичних та доступних технологій, таких, як: GPS-технології, GIS-технології, геопросторові сервіси, доповнена реальність, технології QR-кодів, віртуальні тури, технологія Wi-Fi спрямовані на вирішення основного кола питань, які виникають у подорожуючих в сучасних умовах з урахуванням тенденцій щодо збільшення кількості туристів, які бажають здійснювати подорожі, у поєднанні з ефективним споживанням ресурсів та розуміння сутності основних екологічних факторів (обмежень) сталого розвитку туризму.

Одним з основних принципів концепції сталого туризму, які запропоновано Туристичною Радою та Всесвітнім фондом дикої природи (WWF) є скорочення надмірного споживання та шкідливих викидів (попереджає необхідність значних витрат коштів на усунення шкоди, завданої довкіллю, та підвищує якість туризму) [2].

Основною складовою обмежень у сталому розвитку туризму є природне навколишнє середовище, а також економічні, соціально-побутові та культурологічні обмеження, які обумовлені організацією суспільства, станом технологій, рівнем освіти і культури населення [1, с. 58].

У сучасних умовах інформаційні технології залежать від доступу до глобальної мережі Інтернет, яка надає користувачам можливості щодо синхронізації та актуалізації вхідної та вихідної інформації.

Сьогодні, усім відома технологія Wi-Fi, стрімко з'являється та безкоштовно використовується в аеропортах, в громадському транспорті, кафе, ресторанах, офісах, навчальних установах та інших громадських місцях. Різноманітні мобільні пристрої також оснащені клієнтськими Wi-Fi прийомо-передаючими пристроями, які безперешкодно підключаються до локальних мереж та отримують доступ до глобальної мережі Інтернет через відповідні точки доступу. Крім того, кожен бажаючий має можливість встановити Wi-Fi маршрутизатори у себе вдома, які випромінюють високочастотну енергію в житлових приміщеннях багатоквартирних будинків.

Масштаби електромагнітного забруднення настільки істотні, що Всесвітня організація охорони здоров'я включила цю проблему в число найбільш актуальних. Електромагнітне випромінювання непомітне, але кількість його джерел постійно зростає, всі вони розташовуються в безпосередній близькості до людини, і випромінювання відбувається постійно.



У травні 2011 року на засіданні постійного комітету Парламентської асамблеї Ради Європи (ПАРЕ), яке проходило в Києві, одним з питань, представлених комітетом до розгляду стала доповідь на тему: «Потенційна шкода електромагнітних полів і їх вплив на навколишнє середовище». У доповіді зазначалося, що бездротовий інтернет Wi-Fi, WiMAX і мережа 3G можуть завдати шкоди здоров'ю людей і тварин. Зокрема, було зазначено, що негативний вплив електромагнітних полів і радіочастот збільшується з кожним роком, а в групу особливого ризику потрапляють діти та молоді люди, які активно використовують технічні новинки. Комітет рекомендував Раді Європи скоротити використання мобільних телефонів і Wi-Fi в школах, замінивши їх дротяними способами зв'язку [3]. На підтвердження вищезазначеного, за останні роки багато установ по всьому світу видаляють встановлені мережі Wi-Fi або отримали відповідні застереження щодо їх використання, зокрема дані процеси відбуваються в Англії, Німеччині, США та Канаді, у Франції законодавчо заборонили використання Wi-Fi у школах.

Можна констатувати, що недооцінка електромагнітних полів, як фактора забруднення навколишнього середовища, призводить до погіршення екологічної ситуації, що, у свою чергу, порушує ключові положення концепції сталого розвитку туризму та може впливати й на імідж туристичної привабливості території. Дана проблема пов'язана також з переважанням комерційних і споживчих підходів щодо використання технічних засобів, які випромінюють електромагнітну енергію та недосконалою матеріально-технічною базою електромагнітного моніторингу. Quo vadis?

*Літературні джерела:*

1. Ткаченко Т.І. Сталий розвиток туризму: теорія, методологія, реалії бізнесу: монографія – Вид. 2-ге, [перероб. та доп.] / Т.І. Ткаченко. – К. : Вид-во КНТЕУ, 2009. – 463 с.
2. Збереження і сталий розвиток Карпат: Навчальний посібник зі сталого туризму.
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.heifer.org.ua/heifer/files/Staly\\_rozvytok\\_Karpat.pdf](http://www.heifer.org.ua/heifer/files/Staly_rozvytok_Karpat.pdf).
4. ПАРЕ сворачивает сети // Мобильная связь признана вредной для здоровья [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ukrinterstandard.com/ru/news\\_all/news\\_all\\_potreb\\_news/1314.htm](http://ukrinterstandard.com/ru/news_all/news_all_potreb_news/1314.htm)

---

**УДК 911.3:338.48(477.86):331.5**

## **ПОТЕНЦІЙНІ ТУРИСТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ПРИКАРПАТТЯ**

**Невенченко А.І.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м.Івано-Франківськ, 76019, Україна*

Потенціал розвитку туризму в Україні пов'язаний передусім із тим культурним надбанням, яке залишили після себе покоління людей, що належали до різних народів та етнічних груп, а також із природним середовищем. Туризм перетворився на змістовну форму використання вільного часу окремих осіб і на основний засіб між особистих зв'язків, а також політичних, економічних і культурних контактів, що стали необхідними внаслідок інтернаціоналізації всіх секторів життя націй.

Одним із пріоритетних напрямків розвитку Івано-Франківської області визначено розбудову рекреаційно-туристичної галузі та посилення її економічного впливу на регіональний розвиток. Розширення туристичної діяльності сприятиме збільшенню надходжень до державного та місцевого бюджетів, розвитку супутніх галузей господарського комплексу Прикарпаття, будівництву об'єктів туристичної та загальної інфраструктури, появи нових робочих місць. Але здійснення ефективної регіональної політики потребує надійного правового забезпечення та зміни системи управління, вжиття комплексу заходів зі стимулювання інвестиційних процесів, упровадження спрощеної системи оподаткування тощо. Туристична галузь Івано-Франківщини розвивається відповідно до цільової Програми розвитку туризму на 2010-2015рр., що затверджена на сесії обласної ради. Необхідно зазначити, що в області вже досягнуто певних позитивних результатів.

Прикарпаття – це край багатовікової історії, що зберіг і доніс з глибини віків стародавні традиції, легенди, обряди, народні промисли, етнографічні особливості Гуцульщини, Бойківщини, Покуття. Минули віки, а традиції та культура мальовничого давнього краю і сьогодні вражають гостей своєю автентичністю та майже первісною чистотою. Чудові літні й зимові туристичні курорти, цілющі мінеральні джерела, архітектурні пам'ятки та зручні шляхи сполучення робить Івано-Франківщину краєм туризму. Клімат краю м'який, помірно континентальний. Зима м'яка із середньою температурою січня -5С, літо тепле із середньою температурою липня + 18С.

У передгірській і гірській частинах клімат більш різноманітний. В долинах літо тепле і вологе, в горах – холодніше, опадів випадає 800 – 1100 мм. Зима в гірській зоні досить холодна, сніг лежить до середини травня. Кліматичні умови як літа, так і зими сприятливі для туризму. Зимові Івано - Франківщина цікава для туристів, лижників та сноубордистів, тих, хто любить зимові гірські пейзажі, прогулянки на гринджолах, запряжених конях, адреналінові поїздки на снігоходах. В області є кілька десятків гірськолижних витягів. Популярні місця зимового відпочинку - Яблуниця, Верховина, Паляниця, Косів, Шешори, Вишків. Неподалік від м. Яремча в селі Паляниця розташований сучасний гірськолижний курорт Буковель. До послуг туристів комфортабельні котеджі, ресторани, кафе – колиби, продаж та спорядження. В області діє понад 150 туристично – рекреаційних закладів та 600 садиб сільського зеленого туризму, які пропонують комфортні умови проживання, особливу регіональну та традиційну кухню.

Народне мистецтво Івано-Франківщини найвиразніше характеризує етно-культуру західного регіону України. Особливим колоритом і розмаїттям видів і жанрів народної творчості відзначається Гуцульщина. Саме тут знаходяться осередки різьби по дереву, гончарства, ткацтва, вишивки, художньої обробки металу та шкіри, писанкарства. Народжені тут мистецькі твори розходяться по світу і які можна побачити в музеях від Нью-Йорка і Торонто до Кєва і Москви.

Івано-Франківщина гордиться своєю культурно-історичною спадщиною. На її території взято під охорону держави 3,5 тисячі пам'яток історії та культури. Туристи із задоволенням знайомляться з пам'ятками, музеями Івано-Франківська, Коломиї, проходять стежками О.Довбуша. Область має значну туристично-оздоровчу базу. Понад 100 об'єктів (готелі, турбази, санаторії, пансіонати) можуть одночасно прийняти 14 тисяч відпочиваючих. Туристичні послуги надають 29 туристичних підприємств.

Зважаючи на світові тенденції туризму та потенційні туристичні можливості Прикарпаття в розвитку туристичної галузі, ефективним буде застосування комплексного підходу до використання туристичних ресурсів краю, розвиток тих видів туризму, що мають потужні передумови для розвитку, та пошук нових, альтернативних напрямків у туристичній діяльності. Зокрема, на думку автора, нагальною необхідністю є розширення сфери інформування потенційних туристів щодо туристичних пропозицій суб'єктів туристичної діяльності Івано-Франківської області, облаштування інформаційних щитів для туристів, що подорожують власним транспортом. З огляду на передумови для розвитку екскурсійного туризму, доцільним вважаю є розширення кількості об'єктів туристичного показу, включення в екскурсійну програму відвідування екскурсантами традиційних, обрядових дій, масових культурних, туристичних заходів.

#### *Список використаних джерел*

- 1.Гілецький Й.Р. Популярно про Українські Карпати та основні пішохідних маршрутів /Й.Р. Гілецький.- Івано-Франківськ: Місто НВ, 2007.-176с.
- 2.Невенченко А.І. Перспективи розвитку туристичної індустрії в Україні: регіональні аспекти. Збірник тез.Умань, 2013. – С.240-242.
- 3.Невенченко А.І., Фадєєва В. Організаційно-економічні засади розвитку туризму в м.Коломия Івано-Франківської області. Збірник тез. Умань, 2014. – С.94 – 96

**УДК 338.1**

## **ЦІНОВІ ВАЖЕЛІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ СФЕРИ ТУРИЗМУ**

**Орлова В.В., Оришко С.П.**

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника*

Однією із причин розвитку на вітчизняному ринку туристичних послуг цінової конкуренції є низька купівельна спроможність більшої частини населення. Без сумніву, це знаходить своє відображення на обсягах збуту, а в кінцевому підсумку на результатах діяльності підприємств сфери туризму.

Характерним для вітчизняного ринку туристичних послуг є розвиток цінової конкуренції з причини низької купівельної спроможності більшої частини населення. А відбивається це, в кінцевому підсумку, на результатах діяльності фірм, що пропонують послуги туристам, і звичайно формах конкурентної боротьби.

Щоб туристичні підприємства були спокійні за своє майбутнє, забезпечували стабільний попит на послуги та стійку конкурентоспроможність, кожне з них повинно проводити самостійну цінову стратегію. Для того, щоб вибрати оптимальну цінову стратегію, необхідно враховувати конкретні умови: кон'юнктуру ринку туристичних послуг, обсяг реалізації наданих послуг, тощо.

Турфірмам необхідно позиціонувати свої послуги на ринку з метою вибору найбільш оптимальної комбінації між якістю та ціною.

Основна мета цінової стратегії - забезпечити конкурентоспроможні ціни тур фірми, з урахуванням аналізу на ринку туристичних послуг: конкуренції, сезонності, якості, законодавчих актів та ін. Такий аналіз повинен бути гарантією формування оптимальної цінової стратегії.

Процес ціноутворення починається зі встановлення початкових цін на туристичні продукти і визначення напрямку їх бажаних змін. Так як клієнти мають звичку порівнювати корисність послуги та її ціну, тому ціна і є центральною складовою стратегії конкуренції. Коли на ринок входять нові туристичні підприємства, то обговорення цінових пропозицій матиме більш важливіше значення, ніж створення рекламних продуктів. Без сумніву впливає на репутацію туристичного підприємства і той факт, коли відсутня інформація чи неповністю інформація розкрита про ціни, а це в кінцевому підсумку може призвести до того, що клієнти можуть обрати конкурентів. Визначення та оприлюднення ціни, звичайно не може виключити наступних переговорів між потенційними клієнтами та підприємствами щодо купівлі-продажу туристичних продуктів. З правової точки зору, якщо будь-яка інформація про туристичний продукт подається без зазначення ціни, то її вважають неповною і вона не може бути пропозицією, а є тільки предметом до обговорення, дискусії, розгляду. Ціни на туристичні продукти

багато в чому залежать від вдалої реклами на дані тури, що може призвести до збільшення ціни, чи навпаки зменшення.

На формування цін впливає чимало складових, зокрема: значення цін у маркетинговій стратегії фірми; цінова стратегія стосовно нової послуги; вибраний метод розрахунку цін; роль підприємства в ціновій конкуренції; рівень попиту; розмір витрат на виробництво; необхідність у рекламі; етапи життєвого циклу послуги; на якому рівні базисна ціна; транспортні витрати; вказівки з боку державних органів; посередницька націнка та чимало інших складових. Згрупувавши усі складові, отримуємо три групи факторів, які орієнтовані на: витрати, конкуренцію, попит.

Ціна остаточно складається під впливом попиту, хоча у свою чергу, вона може і повинна регулювати споживчі попити, впливати на прискорення чи сповільнення реалізації туристичних послуг. Саме в такому використанні цін у діяльності туристичних підприємств і полягає основне завдання політики цін, основою якої є необхідність враховувати еластичність, коливання попиту, а головна її мета - стимулювати попит та збільшувати доходи, що в кінцевому підсумку приведе до збільшення прибутку.

Цінову політику пов'язують у взаємозв'язку із загальними завданнями туристичного підприємства, основними можна вважати три:

- забезпечення певного обсягу продаж з метою збільшити частку на ринку;
- добитися отримувати максимальний прибуток і покращувати фінансовий стан фірми;
- зміцнення існуючого стану на туристичному ринку з метою створення сприятливого клімату для розвитку тур фірми.

У практичних реаліях туристичні підприємства можуть використовувати такі методи по визначенню цін на туристичні продукти.

1. Стратегія престижних цін. Туристична фірма буде виходити на туристичний ринок з високими цінами з метою приваблення клієнтів конкретного сегменту, в умовах, коли хоче досягнути високих позицій на ринку туристичних послуг. А ціни відповідно повинні підтримувати таку позицію. У цьому випадку, зниження ціни, може призвести до протиріччя в позиціонуванні бізнесу та до комерційних невдач.

2. Стратегія "зняття вершків". При цій стратегії передбачається встановити високі ціни на нові послуги. Застосування такої стратегії може мати сенс в умовах, коли ринок - не чутливий до рівня цін та їхньої зміни. Зазвичай, стратегія "зняття вершків" може мати короткий термін застосування - допоки конкуренти не побачать, що багаті споживачі у змозі заплатити більше коштів, і запропонують на ринок аналогічні послуги, таким-чином збільшивши пропозиції, а отже, ціни знизяться. Проте в туристичному бізнесі, по причині відносно легкого входу конкурентів на ринок, таку цінову стратегію практично використовувати важко тривалий період.

3. Стратегія впровадження на ринок. Ця стратегія передбачає на початкових етапах замість високої ціни для невеликих, проте вигідних ринкових сегментів, встановлення туристичними підприємствами низької початкової ціни, а це сприяє проникненню на ринок швидко, завоюванню більшої ринкової частки, привабивши цим більше клієнтів та має "ефект масштабу" реалізації послуг.

4. Стратегія низьких цін застосовується для того, щоб усунути можливість конкуренції. Проте для встановлення низьких цін необхідні деякі умови:

- туристичний ринок має бути настільки високочутливим до цін, щоб низькі ціни призвели до більшого ринкового зростання;
- умови для економії, які призводять до зменшення витрат при умові збільшення обсягів реалізації послуг;
- низька ціна повинна "допомагати" бути поза конкуренцією.

Туристичні підприємства повинні уміти пристосувати свої ціни залежно від категорії клієнтів, а також до ситуацій, що змінюються. Тому підприємства туристичного бізнесу застосовують різноманітні стратегії цінового регулювання:

- встановлюють стандартні ціни або ціни, що можна змінити;
- встановлюють єдину ціну або її диференціюють у залежності від сегменту ринку;
- використовують ціноутворення, яке буде стимулювати збут;
- компенсації та знижки.

Рекомендації варіанту встановлення стандартної ціни. Це буде означати, що ціни не залежать від змін на ринку і залишаються постійними. Це робиться з метою, аби у споживачів виникали асоціації конкретних послуг з конкретними цінами. Це може бути можливим у разі унікальності надаваних послуг, що є не дуже реальним, враховуючи рівень конкуренції на ринку туристичних послуг.

Встановлення єдиної ціни або її диференціація у залежності від сегменту ринку. Турфірми можуть надавати послуги за єдиними для всього ринку цінами, а також одну і ту ж послугу - за різними цінами без урахування змін витрат. Такі ціни мають назву диференційованих цін або "споживчого сегменту". Сьогодні це - дуже актуально для туристичних підприємств.

Цінове стимулювання збуту. Застосування турфірмою стимулюючого ціноутворення - тимчасового призначення ціни за свої товари нижче за ціни прайс-листа, а іноді - нижче витрат на їхнє виробництво - має чимало форм. У період несеzonу, для збільшення доходу, туристичні підприємства пропонують спеціальні пільгові ціни, які стимулюють попит постійних клієнтів. Турфірми доцільніше надавати спеціальні знижки замість того, аби просто понизити ціни. У спеціальний пакет послуг на уїкенд може, наприклад, входити: проїзд, обід для двох та сніданок у кімнату, проживання, шампанське. Такі стимулюючі пропозиції будуть спонукати клієнта скористатися для відпочинку послугами саме цієї турфірми. Такий комплекс послуг збільшить їх цінність загалом для клієнта. Таке стимулювання створює можливості додаткового іміджу, у той час як прямі знижки ціни можуть спричинити негативні уявлення у споживачів.

Для того, щоб удосконалити ціноутворення та збільшити обсяг реалізації туристичних послуг для туристичних підприємств є можливим:

- встановлення спеціальних цін вихідного дня;
- ініціація і впровадження нових видів туристичних продуктів;
- застосування досвіду ціноутворення на послуги інших туристичних підприємств;
- з метою більш повнішого ознайомлення із споживчим попитом, проводити анкетування клієнтів стосовно якості та цін на послуги.

Необхідно відзначити, що цінова стратегія будь-якого підприємств туристичної сфери не може бути постійною. Вона буде змінюватися як від характеру безпосередньо ринку, так і від ринкової ситуації, що відображатиме взаємодію усіх ціноутворюючих факторів. Розробляючи цінову стратегію, підприємствам необхідно намагатися якнайкраще пристосувати якість та ціни на свої послуги до конкретної ситуації, яка склалася у даний час на ринку туристичних послуг з метою збільшення прибутку підприємства та досягнення конкурентоспроможності.

УДК 338.48

## СПАДЩИНА ЮНЕСКО В УКРАЇНІ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗИТКУ ТУРИЗМУ

Павлюк І.М.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу вул. Карпатська, 15,  
м. Івано-Франківськ, 76019, Україна*

Розвиток туристичних регіонів України залежить, як відомо, від максимальної інтеграції об'єктів культурної спадщини у туристичні процеси. Це, в свою чергу, пов'язано з охороною і збереженням пам'яток історії та культури, створенням нової або налагодженням вже існуючої туристичної інфраструктури. З-поміж усіх історико-культурних ресурсів нашої держави найбільшої уваги заслуговують українські об'єкти Світової спадщини ЮНЕСКО, а також пам'ятки, що є претендентами на здобуття цього статусу. Українські об'єкти ЮНЕСКО вже мають певний авторитет не тільки серед вітчизняних, але й серед іноземних туристів. Вони є носіями української культури, що робить країну несхожою на жодну іншу. Актуальність теми: На території України є велика кількість культурних і природних об'єктів, які мають унікальну цінність. Багато з них потребує охорони. Матеріальна спадщина – це візитка картка кожної країни. З плином часу культурні пам'ятки потребують охорони, реставрації. Тому наша держава намагається співпрацювати з ЮНЕСКО сфері збереження культурної і природної спадщини. Україна активно працює над покращенням свого міжнародного іміджу та підвищенням туристичного потенціалу за рахунок розширення присутності спадщини ЮНЕСКО як об'єктів туризму.

Мета: висвітлити українські об'єкти Світової спадщини ЮНЕСКО та претендентів на включення до цього списку, як важливих туристичних об'єктів; проаналізувати їх використання в туризмі. Об'єктом дослідження є унікальні природні і культурні об'єкти, що перебувають під охороною ЮНЕСКО в Україні як об'єкти туризму. Предметом дослідження є атрактивність та використання в туризмі об'єктів спадщини ЮНЕСКО. Оцінка природних та культурних об'єктів для цілей туризму.

Завдання:

1. Висвітлити українські об'єкти Світової спадщини ЮНЕСКО;
2. Описати об'єкти-кандидати на включення до Списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО;
3. Оцінити результативності і ефективності використання історико-культурної спадщини ЮНЕСКО України в туризмі.

Проблему інтеграції об'єктів культурної спадщини в туристичні процеси, а також їх вплив на розвиток туристичних регіонів досліджували А.Гудзевич, М.Костриця, О.Донцов, М.Трюхан, О.Михайлова, В.Кіпченко, Я.Безпалько та ін. Однак, незважаючи на наявність наукових робіт, питання інтеграції українських об'єктів ЮНЕСКО (а також претендентів на отримання цього статусу) в туристичні процеси залишається недостатньо дослідженим.

Україна ратифікувала Конвенцію ЮНЕСКО про охорону всесвітньої культурної і природної спадщини 12 жовтня 1988 року, а перший український об'єкт увійшов до переліку Світової спадщини 1990 року. Станом на 2016 рік Список об'єктів Світової спадщини ЮНЕСКО в Україні налічував 7 найменувань, що становить близько 0,7% від загальної кількості об'єктів Світової спадщини у світі (981 станом на 2016 рік):

1. Київ: Собор Святої Софії з прилеглими монастирськими спорудами, Києво-Печерська лавра» (внесено у 1990 р.);
2. Ансамбль історичного центру м. Львів (1998 р.);
3. Транскордонний (10 країн) об'єкт «Дуга Струве» (геодезичні пункти Баранівка, Катеринівка, Старонекрасівка, Фельштин, 2007 р.);
4. Об'єкт природної спадщини «Букові праліси Карпат» (спільна українсько-словацька транскордонна номінація, 2007 р.);
5. Резиденція митрополитів Буковини і Далмації (2011 р.).

6. Дерев'яні церкви Карпатського регіону України і Польщі (2013);

7. Античне місто-держава Херсонес Таврійський та його хора (2013).

Конвенція про охорону нематеріальної культурної спадщини була прийнята Генеральною конференцією ЮНЕСКО 17 жовтня 2003 р.

Україна приєдналася до Конвенції у 2008 році (Закон України №132 від 06.03.2008 р.). У грудні 2012 року Міністром культури України було сформовано Перелік елементів нематеріальної культурної спадщини України (Наказ Міністерства №1521), який сьогодні переглядається незалежними експертами та фахівцями. Зокрема, до зазначеного вище Списку попередньо включено такі елементи:

1) Косівська кераміка як традиційне ремесло Карпатського регіону (територія побутування – Івано-Франківська обл., м. Косів);

2) Кролевецькі ткани рушники – традиційна техніка перебору з ремізно-човниковим ткацтвом у поєднанні червоно-білих кольорів (територія побутування – Сумська обл., м. Кролевець);

3) Опішнянська кераміка – гончарне традиційне мистецтво (територія побутування – Полтавська обл., Зіньківський район, смт. Опішне);

4) Петриківський розпис – українське декоративно-орнаментальне малярство (територія побутування – Дніпровська обл., Петриківський р-н, смт. Петриківка);

5) Культура хліба (Хлібна культура і традиції);

6) «Козацькі пісні Дніпропетровщини».

Українські об'єкти ЮНЕСКО та претенденти на включення до списку Світової спадщини по-різному використовуються в туристичних процесах: деякі з них використовуються раціонально і їх відвідання вітчизняними та іноземними туристами досить динамічне (ці об'єкти стрімко розвиваються як туристичні об'єкти), інші – майже не інтегровані в туристичні комунікації і не розцінюються як туристично-привабливі (церкви Карпатського регіону). Останні практично не задіяні в культурно-освітньому, подієвому та інших видах туризму. Такі важливі об'єкти культурної спадщини не повинні бути поза увагою.

Об'єкти ЮНЕСКО та об'єкти-претенденти на отримання цього статусу мають бути консолідуєчими центрами розвитку тих туристичних регіонів, в яких вони знаходяться. Особливо важливим, з точки зору розвитку туристичних регіонів, є використання вищезазначених об'єктів у подієвому туризмі. Основна мета подієвого (тематичного) туризму присвячена національного чи міжнародного рівня (національні фестивалі та свята, театралізовані шоу, фестивалі кіно і театру, гастрономічні фестивалі, фестивалі й виставки квітів, модні покази, аукціони, фестивалі музики і музичні конкурси, спортивні події).

Проблемою відвідування об'єктів спадщини ЮНЕСКО є також мале забезпечення інформаційної реклами, проблема низької свідомості і культури певної категорії туристів, низька атрактивність пам'яток спадщини ЮНЕСКО, особливо Карпатського регіону, не привабливі маршрути, не кваліфіковані кадрові забезпечення в обслуговуванні туристів

Необхідно також чітко усвідомлювати, що включення пам'ятки до Списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО не може розглядатися як джерело наступного надходження міжнародних коштів на її утримання. Роблячи цей крок, держава добровільно бере на себе визначені Конвенцією про збереження всесвітньої культурної і природної спадщини 1972 року зобов'язання, підпорядковуючи себе моніторингу з боку ЮНЕСКО

**Висновок:** Проаналізовано об'єкти спадщини ЮНЕСКО в Україні. Виявлено, що на території України під охороною спадщини ЮНЕСКО знаходяться 7 об'єктів та 6 нематеріальної спадщини України. Виявлено, що Україна має величезний потенціал як для розвитку внутрішнього туризму, так і для заохочення іноземних туристів.

Також, для атрактивності спадщини ЮНЕСКО України запропоновано використання об'єктів у подієвому туризмі для розвитку динаміки потоку туристів, так як більшість об'єктів майже не використовуються в туризмі, і для туристів не є привабливими. Поки що в Україні не всі повною мірою усвідомлюють важливість факту належності об'єкта до історико-культурної спадщини Списку ЮНЕСКО, а також пов'язані з цим зобов'язання держави.

*Список використаної літератури:*

1. Об'єкти Світової спадщини ЮНЕСКО в Україні [Електронний ресурс]/ Режим доступу - <http://knukim.edu.ua/wp-content/uploads/2014/04/unesko.pdf>

2. Список Світової спадщини ЮНЕСКО. – Електр. ресурс: офіційний сайт Комітету Світової спадщини ЮНЕСКО / UNESCO World Heritage Centre. – Режим доступу: <http://www.whc.unesco>

---

**УДК 911.3**

## **ЗБАЛАНСОВАНИЙ РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОГО ТУРИЗМУ**

**Пендерецький О.В.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
Карпатська, 15, 76019, м.Івано-Франківськ, 72 12 03*

Розвиток вітчизняного промислового туризму, як складної соціо-економіко-екологічної системи, ґрунтується на взаємодії її суб'єктів – туристів, та об'єктів – туристичних дестинацій [1]. Туристична дестинація виступає ключовим компонентом системи промислового туризму, оскільки її формують функціонально пов'язані елементи (туристичні ресурси, туристична та загальна інфраструктура території, трудовий потенціал та органи управління), що розташовані на певній території, мають

інформаційно-комунікаційні структури для забезпечення виконання стратегії й тактики виробництва та реалізації туристичного продукту, спрямованих на ефективну економічну, соціальну та екологічну діяльність у ній. Проведене дослідження сутності туристичної дестинації дає підстави розглядати її як соціо-економічну місцевість певного масштабу, що характеризується конкурентоздатними туристичними ресурсами та інфраструктурою, яка створює і реалізує привабливий для споживача туристичний продукт, не завдаючи шкоди довкіллю [2].

У багатьох міжнародних документах з туризму звертається увага на туризм як фактор стійкого розвитку (збалансованого щодо природного середовища): "всі учасники туристичного процесу зобов'язані охороняти природне середовище та ресурси з метою забезпечення здорового, поступального та стійкого економічного зростання на благо рівноправного задоволення потреб та прагнень сьогодшніх та завтрашніх поколінь" – зазначається в Глобальному етичному кодексі туризму. Екологічний імператив навіть сформував такі напрями сучасного туризму, як екотуризм, що ґрунтується на відповідальному ставленні до природної й культурної спадщини, дотримується діючих норм рекреаційного навантаження та правил експлуатації природних об'єктів у туризмі.

Перетворення виробництва в туристичний об'єкт стимулює фірму до поліпшення корпоративного клімату і трудових відносин. Стають осмисленими прибирання в цехах, чиста робоча форма, презентабельний вигляд обладнання та багато іншого, в чому середньостатистичний директор не бачив сенсу раніше. Та й у робітників мотивація змінюється, коли на них дивляться, як на музейний скарб. Отже, фірма отримує лояльність споживачів, ефективну підтримку брендів. Обороти сувенірних магазинів, розташованих у точках, де закінчуються екскурсії, значно вищий, ніж в інших точках з аналогічною продукцією. Нарешті, зайве казати, як виграє бюджет міста від стимулювання продажів міських товарів і послуг. Але, крім того, міста здобувають нові бренди, нові несподівані і привабливі елементи іміджу, а також більше число туристів – цих «ходячих грошей» нашого часу. До того ж екскурсії на діючі підприємства – це, як правило, додаткове «навантаження» для інших туристичних магнітів, які сконцентровані знову ж таки в містах [3]. Причому найбільш популярнішими у туристів є об'єкти, які є брендами конкретних міст. Наприклад, портовий комплекс в Роттердамі або завод «Ролекс» у Цюриху. Саме місто забезпечує популярність бренду.

Промисловий туризм – різновид культурно-пізнавального туризму, спрямований на пізнання особливостей технологічних процесів діючих (або тих, що колись діяли) промислових підприємств та народних промислів. Таке визначення сформульоване нами на основі тлумачення значення слова «промисел» в Академічному словнику української мови (1970 – 1980) [5]:

- заняття яким-небудь ремеслом з метою добування засобів існування; дрібне ремісничє виробництво;

- місце, родовище, де добувають що-небудь; добувне промислове підприємство;

- галузь промислового виробництва .

Отже, народні промисли можна характеризувати як перший, дослідний етап промислового виробництва, а тури на такі об'єкти і визначили назву туризму – промисловий.

Промисловий туризм – це справжній інструмент маркетингу території, системної роботи місцевих співтовариств по просуванню її інтересів для залучення інвесторів, туристів чи потенційних жителів.

Ресурсний потенціал промислового туризму становлять його об'єкти: індустриальні, природні та народні промисли.

До індустриальних об'єктів промислового туризму відносяться: заводи, фабрики, електростанції, комбінати, летовища;

до природних – соляні промисли, карстові утворення, озокеритові утворення, нафтові промисли, промислові кар'єри, зоо-і фіто промисли, лікувальні грязі, мінеральні води;

до народних промислів – килимарство, ткацтво, вишивання, різьба по дереву, кістці, рогу, лозоплетіння, художня обробка шкіри, декоративний розпис, гончарство, склороби-гутники, золотарі-ювеліри, ковалі.

Щоб зацікавити туристів до подорожі необхідно надати їм повну та різнобічну інформацію про маршрут і об'єкти, які вони будуть відвідувати. Іншими словами – розробити туристичний паспорт промислового туру [1], який буде поєднувати кадастровий, технічний і екологічний паспорти об'єктів маршруту.

Об'єкти промислового туризму та туристичний паспорт туру є основними складовими Інформаційного центру промислового туризму (ІЦПТ), завдання якого – сприяння ефективнішому використанню та розвитку туристичних ресурсів, підвищення їх конкурентоспроможності, надання необхідної інформації і консалтингових послуг. Реалізацію своїх завдань ІЦПТ здійснює через створення бази даних та налагодження зв'язків між власниками туристичної інфраструктури. Центри працюють як осередки розвитку промислового туризму і повинні володіти достовірною інформацією про вказані об'єкти, зберігати їх технічні, функціональні, правові та юридичні дані; містити оптимальні взаємозв'язки з різними об'єктами та державними органами влади, вихідні дані яких формують інформацію про промислові об'єкти, їх кількісний і якісний стан, підвищення рівня ефективності управління та раціонального використання. Робота Інформаційного центру повинна бути динамічною, вести безперервно контроль за процесами які впливають на вихідний продукт.

Сьогодні для підвищення конкурентоспроможності регіону в індустрії туризму використовують кластерний метод. Туристичний кластер [4] – це ключова організаційна основа, яка поєднує підприємства туристичної та інших суміжних галузей у єдину систему, що дає змогу реалізувати пріоритетні задачі, які стоять перед підприємствами, установами, організаціями та сприятиме

посиленню конкурентних переваг цього регіону. Шляхом створення подібного об'єднання можна забезпечити фінансування та виконання навіть дуже амбіційних проектів у туристичній галузі, які за інших обставин для кожного окремого учасника були б неможливі. Для підвищення конкурентоспроможності області, завдяки кластерному методу, промисловий туризм відіграє важливу роль: відновлення виробництва, зайнятість населення, дохід у місцевий бюджет і т.д. При мінімальних інвестиційних надходженнях промисловий туризм здатен забезпечувати їх максимальну віддачу.

**Висновки та перспективи.** Різноманітність промислового туризму, як суспільного явища, зумовила комплексний, проблемно-цільовий підхід до його наукових і прикладних досліджень, вирішити які можна завдяки визначенню його механізму функціонування та геопросторової організації. На сьогоднішній день актуальною є проблема вдосконалення теоретико-методологічних та методичних положень промислового туризму, розширення його предметно-об'єктної сфери і проведення на цій основі прикладних досліджень, які й будуть визначати відповідність промислового туризму сучасним вимогам розвитку науки і суспільства.

#### *Список літератури*

1. Пендеревський О.В. Територіальна організація промислового туризму Карпатського суспільно-географічного району та основні напрямки її вдосконалення: Монографія /О.В. Пендеревський. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2011. – 225 с.
2. Головчан А.І. Теоретико-методичні підходи до оптимізації розвитку туризму в DESTИНАЦІЯХ /А.І. Головчан// Вісник ДІТБ.–2011.–№ 15. – С. 139–145.
3. Любіцева О.О. Туризмознавство: вступ до фаху: підручник / О.О. Любіцева, В.К. Бабарицька. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 335 с.
4. Александрова А. Ю. Туристские кластеры: содержание, границы, механизм функционирования // Экономические проблемы развития сервиса и туризма. – 2007. – № 2 – С. 51 – 61.
5. Словник української мови: в 11 томах. – Том 8, 1977. – стор. 229.

---

УДК 528:502.51+504.6:556

## **ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУБ'ЄКТІВ ТУРИЗМУ М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬК**

**Рибаченко Т.В., Побігун О.В.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; katarata76@mail.ru*

Створення нових інформаційних технологій має важливе значення для розвитку суспільства. Вони активно перетворюють інші технології матеріального і нематеріального виробництва, в кінцевому підсумку формуючи високий стиль роботи, спосіб життя в цілому. Автоматизована інформаційна технологія (АІТ) — системно організована для розв'язання задач управління сукупність методів і засобів реалізації операцій збору, реєстрації, передачі, нагромадження, пошуку, оброблення і захисту інформації на основі застосування програмного забезпечення, засобів обчислювальної техніки та зв'язку, а також засобів, за допомогою яких інформація пропонується клієнтам. Використовуючи інформаційні технології, будь-яка туристична фірма може комплектувати свої тури за допомогою глобальної мережі Internet. Інформація про конкретну фірму може бути представлена на web-сторінці, сайті-візитці або повноцінному сайті, виходячи з бажання і фінансових можливостей фірми.

Метою наукової роботи є дослідження рівня інформаційного забезпечення суб'єктів туризму м. Івано-Франківська.

Об'єктом досліджень є туристичні суб'єкти, які функціонують для надання туристичних послуг.

Предметом досліджень є інформаційне забезпечення та функціонування суб'єктів туристичної діяльності, реалізація їхніх послуг через Internet.

Завданнями було проаналізувати кількість суб'єктів туризму м. Івано-Франківська, визначити важливість їх інформаційного забезпечення, проаналізувати якісне наповнення їхніх сайтів.

Туристична діяльність та інформація нероздільні. Рішення про поїздку приймається, як правило, на основі інформації. Тур в момент купівлі - теж інформація. Для успішної діяльності туристичної фірми необхідно використовувати постійний потік правдивої та своєчасної інформації для прийняття важливих управлінських рішень з метою досягнення очікуваного кінцевого результату - отримання прибутку. У зв'язку з тим, що інформацією учасники туристського ринку обмінюються протягом дня, виникає необхідність у вмінні збирати та опрацьовувати її. Дослідженням інформаційних технологій в туризмі займалися Коваль П.Ф., Алешугіна Н.О., Андрєєва Г.П., Зеленська О.О., Григор'єва Т.В., Пархоменко О.Г., Дудко В.Б., Михайловський М.О., Бондар С.І.

Крім глобальних дистрибуторських систем, отримати інформацію про послуги готелів, забронювати номери можна за допомогою публічних інформаційних порталів та власних сторінок в Інтернеті. Інформаційні портали надають широкий спектр інформації про туристичні фірми, агентства, можливість вибору та замовлення туру, створюють належні умови для того, щоб ознайомитися з новинами туризму, описом курортів, країн, отримати значний обсяг корисної інформації про особливості подорожі та інше. Спеціалізовані web-сторінки містять інформацію про туристичні послуги, оформлення та відправлення замовлень, оформлення документів у режимі он-лайн для розрахунків традиційним шляхом з використанням стандартних засобів. Як зазначає О.М. Сазонєць – однією з новітніх технологій є використання електронного довідника-каталогу, до функцій якого входить вибір туристичного продукту, автоматизованих агентств, оформлення замовлення. Висока ефективність каталогу зумовлена надзвичайно високим обсягом інформації на web-сторінках, яку

презентують різними мультимедійними методами з використанням тексту, фото, звуку, відео та інших засобів. Реклама в Інтернеті доступна без обмеження в будь-який час доби широкому колу споживачів. За рівнем подання в мережі он-лайн туристські ресурси можна поділити наступним чином:

- спеціалізовані туристичні портали і сайти;
- глобальні системи бронювання;
- сайти фірм-туроператорів;
- сайти туристичних агентств;
- сайти готелів;
- особисті сторінки мандрівників.

Аналіз літературних джерел свідчить, що для туристичних підприємств Інтернет у сучасних умовах є дуже важливим каналом, який дає змогу репрезентувати пропозицію широкому колу потенційних клієнтів. На електронній платформі підприємства може відбуватися процес презентації пропозицій, їх добір, приймання і оформлення замовлень, укладення угод та їх обслуговування. Висока ефективність комунікативних властивостей Інтернету забезпечує можливість скорочення часу на пошук партнерів, прийняття рішень, здійснення угод, розроблення нових туристичних продуктів. Інформація та послуги в Інтернеті доступні цілодобово. Крім того, його комунікативні характеристики володіють високою гнучкістю, що допомагає легко оновлювати інформацію і, тим самим, підтримувати її актуальність без тимчасової затримки та витрат на розповсюдження. Названі ефекти також сприяють значному скороченню транс-акційних витрат, тобто витрат, пов'язаних з налагодженням та підтриманням взаємодії між компанією, її замовниками та постачальниками. При цьому вартість комунікацій, порівняно з традиційними засобами, стає мінімальною, а їх функціональність і масштабність значно зростають.

Технологічність туристичної галузі на даному етапі розвитку дуже висока, і турагентство має відповідати вимогам ринку і потребам клієнта. Для цього необхідно:

- виділена лінія інтернет;
- установка системи on-line пошуків, бронювання турів, описи країн, готелів;
- установка програми виписки документів та ведення клієнтської бази тур фірми;
- наявність туристичних каталогів по країнах.

Сьогодні, Івано-Франківськ є одним з найбільш динамічних міст в регіоні. Активно розвиваються як економічний, так і гуманітарний сектор міста. У місті функціонують понад 95 СПД, які займаються туристичною діяльністю, серед них 15 туроператорів та 80 туристичних агенцій, які надали туристичні послуги понад 25 тисячі туристам та 30 тисячі екскурсантам, що свідчить про розвиток туристичної галузі в м. Івано-Франківськ. Переваги використання Інтернету засвідчують такі його характеристики:

- необмежена часова доступність - Інтернет працює 24 години на добу, 7 днів у тижні, 365 днів у році;

- необмежений обсяг інформації, що дає змогу отримувати докладну інформацію туристичної фірми про її проекти, фото та інші наочні матеріали, з якими можуть ознайомитися як потенційні клієнти, так і партнери по бізнесу; така інформація може супроводжуватися прайс-листом, який має необмежену кількість позицій;

- інтерактивність - Інтернет забезпечує комунікацію, яка ґрунтується на спілкуванні у реальному часі, тобто споживач сам може переглянути перелік послуг, що пропонуються, і одразу надіслати в туристичну фірму електронний лист із замовленням;

- можливість покращення обслуговування - Інтернет сприяє підвищенню якості і оперативності обслуговування, тобто перед, під час і після продажу (зміни цін, популяризації акції, системи знижок, впровадження нових привілеїв, програм ринкових альянсів тощо);

- повна статистика звернень - після встановлення лічильника відвідувань веб-сторінки можна визначити кількість звернень до джерела інформації, показники відповідності пропозиції запитам потенційного попиту, обсяги реального попиту тощо;

- швидкість - Інтернет забезпечує швидку комунікацію. Часто керівники туристичних підприємств вважають, що варто лише створити веб-сторінку фірми і розмістити її в Інтернеті - й одразу ж можна очікувати суттєвого збільшення обсягів продажу туристичних послуг, швидкої окупності, однак ці сподівання не завжди виправдані, оскільки інформаційний продукт, як і будь-який інший, потребує логістичної, маркетингової та рекламної підтримки.

Створення нових інформаційних технологій має важливе значення для розвитку суспільства. Добре відтворюють атмосферу туристичного регіону кольорові зображення, графіки, карти, таблиці та символи, вони ділять текст на дрібніші фрагменти, полегшуючи сприйняття. Використання переваг мультимедійного середовища дає можливість підтримувати у споживачів інтерес до веб-сторінки. Отримані результати аналізу характеристик сайтів та елементів комплексів Інтернет-маркетингу туристичних фірм Івано-Франківська виявив, що існує низка чинників, які позитивно впливають на показники кількості їх відвідувачів. Користувачі найдовше зберігають інтерес до того сайту, який надає можливість самостійно вибирати потрібну інформацію. Успішні ті сайти, які містять інтерактивний план подорожі та віртуальні брошури.

*Список використаних літературних джерел*

1. Шаховалов Н.Н. Інтернет-технологии в туризме. Учебное пособие. - Барнаул: Издательство АлтГАКИ, 2007. – 251 с.



2. Беленький К.Э., Никипелов А.В. Проблемы информатизации рекреационной и туристической деятельности в Украине: перспективы культурного и экономического развития. - Трускавец, 2000. - 275 с. - С.82-84.

3. Управління інноваціями в сучасній організації / [під ред. В. А. Євтушевського]. – К.: Нічлава. – 2006. – 359 с.

УДК 338.48

## АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ МІЖНРОДНОГО ТУРИЗМУ В ПІВНІЧНІЙ АМЕРИЦІ

Слободянюк О.А., Марущак М.І.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна; тел0953851101 E-mail : slobodanukoleksij@gmail.com*

Міжнародний туризм став важливою галуззю світової економіки. За даними Світової ради з туризму та подорожей, його внесок у світовий ВВП становить майже 11 %, забезпечуючи зайнятість понад 10 % усієї робочої сили й 11 % інвестицій і майже стільки ж податкових надходжень. У світі розуміють значення доходів від розвитку туризму для економіки своїх країн і тому докладають чимало зусиль для заохочення приїзду іноземців. Міжнародний туризм дуже популярний. Ним захоплюються мільйони людей. Якщо, скажімо, 1950 р. у таких поїздках брали участь 25,3 млн осіб, а 1990 р. - 435,9, то 2008 р. - 924,0 млн осіб. Доходи відповідно в 1950 і 1990 рр. становили 21,0 млрд, 270,2 і в 2007 р. - 856,0 млрд доларів США. Середньорічні темпи приросту міжнародних туристичних прибуттів упродовж останніх десятиліть становлять 4,7 %, а зростання прибутків від розвитку міжнародного туризму - понад 3,6 %. Серед країн світу за кількістю міжнародних прибуттів вирізняються Франція, Іспанія, США, Китай, Італія.

Міжнародний туризм є однією з провідних галузей економіки. 2015 році кожна 11 людина була зайнята в сфері обслуговування, туризм склав 7% світового експорту, за рік налічувалось 1186 млн прибуттів, дохід від яких склав 1260 млрд \$. Крім того Сполучені Штати Америки займають одну з основних часток міжнародного туризму за прибуттями і є лідером за доходами від прибуттів, тому аналіз статистичних даних міжнародного туризму в цій країні є справді актуальним. Об'єкт дослідження: міжнародний туризм Північної Америки. Предмет дослідження: Північна Америка. Мета роботи: проаналізувати розвиток туристичної галузі регіону на основі статистичних даних ВТО.

Методи дослідження в роботі використані наступні: пошуковий - по наявній методичній та науковій літературі із аналізом знайденого матеріалу, індукція, порівняння, з'ясування причинно-наслідкових зв'язків, систематизація матеріалів, спостереження, аналіз документації та результатів діяльності вчених економістів і істориків та географів.

Найбільш розвиненими видами туризму в США є: екотуризм, бізнес-туризм, сімейний туризм, самодіяльний та пізнавальний туризм.

Екотуризм. Особливої уваги заслуговує досвід США в організації національних парків, які налічують 38 при середній площі одного 325 тис. га. Щороку більше 200 млн. чол. відвідують національні парки. Основну рекреаційне навантаження беруть на себе рекреаційні території, розташовані біля густонаселених пунктів і служать місцями короточасного відпочинку. Так, якщо в національних парках навантаження складає більше 15 відвідувань в рік / га, національних лісах біля 3, то в приміських зонах відпочинку – більше 115 відвідувань в рік / га.

Цікавою формою рекреаційного використання території є туристичні стежки, які прокладаються в унікальних районах. Найбільшою популярністю користуються Аппалачська (3200 км.) і Тихоокеанська (3680 км.) живописні стежки.

Бізнес-туризм. 1/3 частина в'їзного туризму припадає на бізнес-туризм: ділові поїздки, конференції тощо.

Сімейний туризм. Переважно сімейним туризмом займаються самі ж американці, тобто це є важливою особливістю внутрішнього туризму в Сполучених Штатах Америки. Це є значна частка туризму, адже лише 5% від всіх американських туристичних поїздок – закордонні, інші 95% відбуваються всередині країни.

Самодіяльний туризм. Як інутнішній так і зовнішній туризм відрізняється на відміну від інших країн самодіяльністю. Тобто більшість подорожуючих самі організують для себе маршрути туризму і пересуваються на авто. американці окрім авто використовують також трейлери.

Пізнавальний туризм. Закордонні відвідувачі приїждять в США зазвичай з метою побачити відомі місця Америки, особливо місця, де знімалися відомі фільми: Нью-Йорк, Лос-Анджелес, Маямі, Орlando, Сан-Франциско, Голівуд та ін..

Найбільш перспективними видами туризму в США є: пляжний туризм, гірський туризм, сафари, мисливський туризм та пригодницький туризм.

Пляжний туризм. Фактично це дикі пляжі, на яких дозволена рекреаційна діяльність. Відвідування таких пляжів є безкоштовним, однак аби залишити десь авто (на пляж в'їжджати автотранспортом заборонено) скоріше за все прийдеться заплатити. При Державних пляжах завжди розташовані кемпінги, проте, то може бути не таким простим, потрапити на кемпінг. Аби гарантувати собі відпочинок на кемпінгу біля пляжу в Південній Каліфорнії, американці резервують собі місця кілька місяців наперед.

Отже мережа публічних територій, пристосованих для туризму і рекреації в США є дуже густою, і займають вони чималі площі. Американці змогли зберегти незмінними величезні простори своєї чудової природи.

Сафари. Пустелі є не тільки в Африці, а в США вона навіть різноманітніша.. Пустеля Невади, пустеля Мохаве, піщані дюни в Мохаве і Долині смерті - між ними стільки ж спільного, як між Карабі яйлою та Альпами. В пустелі Мохаве - вузька дорога посеред пустелі і нікого навколо, піщані дюни Келсо та багато цікавого.

Гірський туризм. В США є дуже багато місць де можна милуватися і дивуватися творіннями живої та неживої природи. Кількість гірських місцевостей та каньонів в США справді вражає.

Мисливський туризм. Полювання на Американському континенті завжди було невід'ємною частиною життя мільйонів людей, які й донині не втратили цю давню традицію. У США три «священних» права: на власність, на володіння зброєю і на полювання. Це є нестандартним видом туризму тому також матиме переваги серед споживачів.

Пригодницький туризм. Різноманітні туристичні ресурси та розвиток технічного обладнання Сполучених Штатів дає можливість для розвитку пригодницького туризму.

Країни Північної Америки мають значний туристичний потенціал, розвинену інфраструктуру та багато ресурсів. США являється світовим лідером за доходами від прибуттями, Канада також займає значну частку ринку, а Мексика вважається екзотичною країною туризму.

Прибуття в Північну Америку в 2015 році склали 127,564 млн осіб, найбільше їх прибуває з Європи (в 2015 р. – 18,838млн. осіб). Основна мета міжнародних прибуттів в регіон – туризм і рекреація. Основний вид транспорту, яким прибувають в регіон іноземні туристи – повітряний, оскільки це самий зручний спосіб, що потрапити до цього острівного району.

В північній Америці кількість екскурсантів (2014р.- 156,531 млн. осіб) переважає над кількістю туристів (2014р. – 114,64 млн. осіб).

Проаналізувавши прибуття та доходи від прибуттів в США перш за все вражає кількість в'їзних туристів (77,510 млн осіб) та дохід від міжнародного туризму (204,523 млн \$) в 2015 році.

Частка США за доходами від прибуттів в світі складає 16% - це значний показник, тому ось уже 10 років поспіль Сполучені Штати є лідером за доходами та посідають 2-ге місце за прибуттями у світі. Також США займає 4-те місце в рейтингу зі 141 країни за туристичною конкурентноспроможністю. Кількість прибуттів з 2006 року до 2015 зросла більш ніж на 52%, а дохід – більш ніж на 138%.

Таку чисельність міжнародних туристів можна пояснити привабливістю та популярністю країни. Тут є все: екзотичні пляжі на Гаваях, лижні курорти Аспена, численні національні парки з помпезними і вражаючими природними ресурсами, казино Лас-Вегаса, розваги Нью-Йорка та Глівуду і ще багато цікавого.

*Перелік використаної літератури.*

1 Міжнародний туризм. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://pidruchniki.com/1263111343760/turizm/osnovni\\_formi\\_turizmu](http://pidruchniki.com/1263111343760/turizm/osnovni_formi_turizmu)

2 Статистичний щорічник UN WTO Highlites – 2016. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://tourlib.net/wto/WTO\\_highlights\\_2ii016.pdf](http://tourlib.net/wto/WTO_highlights_2ii016.pdf)

**УДК 502.4**

## **СТАН РЕКРЕАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ТА РОЗВИТОК КУРОРТНИХ ЗОН ТЕРНОПІЛЛЯ**

**Триснюк Т.В., Триснюк І.В.**

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ,  
Чоколівський бульвар 13. trisnyuk@ukr.net*

Природні рекреаційні ресурси в Тернопільській області в цілому сприятливі для відпочинку населення і представлені всіма видами: кліматичні, ландшафтні, курортологічні та ресурси поверхневих вод. Тернопільщина має для розвитку рекреації одні з найкращих в Україні умови: вигідне геополітичне становище та унікальні у європейському і світовому масштабах культурні і природні об'єкти.

Окрім того, область належить до тих регіонів України, в яких найбільше у кількісному відношенні пам'яток природи, культури, історії та архітектури, що є в державі. Так на державному обліку області перебуває 1315 пам'яток архітектури та містобудування, з яких 180 – національного значення; 1937 пам'яток історії і мистецтва; близько 1,5 тисячі – археології; 541 об'єкт природно-заповідного фонду, з них: 13 парків пам'яток садово-паркового мистецтва, 9 дендропарків; 27 державних та 136 громадських музеїв, 14 з яких мають статус народних.

Кліматичні природні ресурси сприятливі для сезонного відпочинку (весняно-літній період).

Ресурси поверхневих вод включають ріки, струмки, озера та водойми площа яких становить 19,3 тис. га (1,4 % від території області). Найбільш практичне значення для рекреаційних цілей мають р. Дністер, Збруч, Серет, Стрипа, Золота Липа. Серед озер та водосховищ переважають штучні водойми, які розміщені в долинах річок.

Загальна площа ландшафтів рекреаційного призначення по Тернопільській області складає 207,0 тис. га, або 15% її території.

Курортологічні ресурси області базуються на природних джерелах мінеральних вод та сприятливих мікрокліматичних умовах в межах Збручанської та Тербовлянської курортних рекреаційних зон.

Згідно із постановою Кабінету Міністрів України від 15.12.1997р. за №1391 “Про внесення змін до переліку населених пунктів, віднесених до курортних” в Тернопільській області до курортних віднесені такі населені пункти: смт Скала-Подільська Борщівського району, с. Скоморохи Бучацького району, смт Гусятин Гусятинського району, смт Микулинці та с. Конопківка Тербовлянського району.

Курортологічні ресурси області розташовані в межах Волино-Подільського артезіанського басейну, де широко поширені прісні мінеральні води. Серед мінеральних вод в області виділяють такі їх типи: без специфічних компонентів і властивостей, сульфідні води і води типу “Нафтуса” і “Друскінінкай” [1].

На території області діє 6 санаторіїв на 1,2 тис. ліжок, 1 пансіонат на 0,1 тис. ліжок, 2 будинки відпочинку на 0,2 тис. місць, 11 санаторіїв-профілакторіїв на 1,2 тис. ліжок. В них відпочиває щорічно 26-27 тис. чол.

Наші дослідження дають можливість зробити висновок про відносну чистоту атмосферного повітря, поверхневих вод і ґрунтів у національних парках «Дністровському каньйоні», «Кременецьких горах», природному і заповіднику «Медобори» та прилеглих територіях, а також використання природоохоронних територій для оздоровлення, рекреації та туризму. Але потрібно відмітити, що ці території, знаходяться під техногенним впливом промислових об’єктів, населених пунктів, автомобільних доріг і мостів, магістральних газопроводів та інших джерел забруднення довкілля. Існує цілий ряд ризиків для довкілля і здоров’я людини, які необхідно враховувати для забезпечення екологічної безпеки, збалансованого природокористування та сталого соціально-економічного розвитку цього регіону. Техногенне навантаження та природне середовище залежить від транскордонних, регіональних і локальних потоків забруднюючих речовин.

Поки що ми не маємо кількісних даних, яку частку вносять у загальне забруднення транскордонні переноси, але враховувати їх потрібно і це задача – майбутніх досліджень.

Регіональні забруднювачі долини Верхнього Дністра розташовані у Львівській (Стебник), Івано-Франківській (Бурштинська ТЕС, міста Калуш, Івано-Франківськ, Надвірна) та Тернопільській (Чортків) областях [2]. За час наших досліджень згідно статистичних даних в табл.1 відображено сумарний вплив техногенних об’єктів природоохоронних територій.

Таблиця 1. – Перелік основних забруднювачів – природоохоронних територій Тернопільської області

Сумарний вплив техногенних об’єктів природоохоронних територій	Об’єм скидання, млн. м <sup>3</sup>		
	всього	неочищених	недостатньо очищених
1	2	3	4
Природний заповідник Медобори			
2013	2,3	0,01	2,29
2014	2,7	0,01	2,69
2015	2,1	0,01	2,09
Національний парк Кременецькі гори			
2013	3,45	0,01	3,44
2014	3,64	0,02	3,62
2015	2,82	0,01	2,81
Національний парк Дністровський каньйон			
2013	1,41	0,02	1,39
2014	1,26	0,01	1,25
2015	1,18	0,01	1,17

Локальні забруднення природоохоронних територій спричинені місцевою промисловістю, автомобільним та залізничним транспортом, сільськогосподарським виробництвом та інші. Джерела викидів та скидів знаходяться, в основному, у районних центрах – Городенці, Монастириську, Бучачі, Чорткові, Борщові, Заліщиках. Як видно із цієї таблиці, вплив техногенних об’єктів хоча і незначний, але він є і його необхідно враховувати для екологічної безпеки регіону.

На сьогодні для визначення рівня небезпеки від впливу оточуючого середовища широкого застосування отримала концепція гранично допустимих концентрацій, яка є комплексним показником нешкідливого для людини вмісту хімічних елементів в ґрунті.

На сьогодні для визначення рівня небезпеки від впливу оточуючого середовища широкого застосування отримала концепція гранично допустимих концентрацій, яка є комплексним показником нешкідливого для людини вмісту хімічних елементів в ґрунті. Базуються вони на чотирьох основних показниках шкідливості, що встановлені експериментально:

- транслокаційному, що характеризує перехід речовини з ґрунту в рослину;
- міграційному водному, що характеризує здатність переходу речовини з ґрунту в ґрунтові води і вододжерела;

– міграційному повітряному, що характеризує перехід речовини з ґрунту в атмосферне повітря;  
– загальносанітарного, що характеризує вплив забруднюючої речовини на самоочищуючу здатність ґрунту та його біологічну активність.

У випадку забруднення ґрунту багатьма речовинами оцінка ступеня небезпеки допускається за найбільш токсичним елементом з максимальним вмістом в ґрунті або сумарним показником. Інформативність таких показників зростає з врахування фонових концентрацій.

Ефективність процесу прийняття рішень в екологічній сфері досягається завдяки достатній інформаційній дієздатності моніторингу, широкому впровадженню в природокористуванні технологій ГС та ДЗЗ і розвитку на цій базі механізмів, які дозволяють подолати існуючі еколого-технічні проблеми найменшими затратами економічного, політичного та людського капіталу.

#### Список літератури

1. Триснюк Т. В. Експериментальні дослідження рекреаційного навантаження на природоохоронній території Тернопілля / Т. В. Триснюк // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України. – К.: 2015. – Вип. 18. – С. 31-36.

2. Адамченко О.М., Міщенко Л.В. Екологічний аудит території: Підручник. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 342 с.

УДК 338.484

## ДНІСТРОВСЬКИЙ КАНЬОН: ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ

Флінта Н.І.

*Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
м. Тернопіль, вул. М.Кривоноса, 2 geonataly1@gmail.com*

Всебічне втілення концепції сталого розвитку в життя робить туризм з кожним роком все більш значимим. Ефективне і раціональне використання ресурсного потенціалу та оптимальне вирішення проблем регіонального розвитку – ось дві найважливіші мети, які намагається досягти стратегія сталого розвитку для будь-якої території. Ці дві мети знайшли б свою реалізацію в розвитку різних видів туризму, що дозволять зберегти унікальну красу природних територій, зменшити антропогенний тиск на природне середовище, збільшити в підрастаючого покоління об'єм знань про природу і досвід спілкування з нею, покращити добробут місцевого населення тощо.

Незважаючи на те, що Тернопільська область займає одне з провідних місць в Україні за рівнем забезпеченості цінними ресурсами, здатними генерувати значний туристичний інтерес (вигідне геополітичне положення, сприятливі кліматичні умови, рівнинні і передгірські ландшафти, багатство флори і фауни, всесвітньовідомі спелеологічні ресурси, наявність практично всіх типів мінеральних вод, інші лікувальні ресурси, розвинута мережа транспортного сполучення, велика кількість історичних пам'яток культури та архітектури), регіональний туристичний продукт має низьку конкурентоспроможність на внутрішньому та міжнародному туристичному ринку і потребує подальшого розвитку і залучення значних інвестицій у його розбудову. Пріоритетними видами туризму в області, які історично сформувались і потребують подальшого комплексного розвитку є: релігійно-паломницький, культурно-пізнавальний, пригодницький і тематичний. За визначенням Всесвітньої туристської організації вони входять до основних напрямків розвитку туризму у XXI столітті. Тернопільщина як визнаний туристичний край позиціонується в Україні та закордоном завдяки широко відомим брендам [3]. Одним з них є „Дністровський каньйон”, на території якого можна розвивати всі вказані види туризму.

У межах області Дністер має довжину 262 км і є природною границею між Івано-Франківською - Чернівецькою і Тернопільською областями. Та своєю мальовничістю береги цієї ріки виражаються саме на Тернопіллі.

Найцінніший, найживописніший відрізок Дністра довжиною в 250 кілометрів знаходиться між устями рік Золота Липа і Збруч. Тут Дністер тече по каньйоноподібній долині, утворюючи багато фантастичних краєвидів. Схили Дністра вкриті реліктовою лісовою та степовою рослинністю.

**Історичних пам'ятників** (замків, монастирів, церков, костелів, скель, гротів і печер) на берегах Дністра не менше, ніж на інших європейських ріках. На особливу увагу заслуговують такі об'єкти, як церква Успіння Пресвятої Богородиці (1785 р.), костел (кінець 18 ст.) у с. Коропець Монастирського р-ну; церква св. Михаїла (1772 р.) у смт. Мельниця-Подільська, дерев'яна Богоявленська церква (1763 р.) у с. Іване-Пусте., фортеця Трійці (1692 р.) у с. Окопи Борщівського р-ну.

У долині ріки Дністра та його приток **відслонюється потужний комплекс осадових товщ** від наймолодших - антропогенних і до найдавніших - силурійських відкладів палеозойської ери. Це унікальна геологічна енциклопедія, що чітко зафіксувала еволюцію земної кори та життя, яке було в морському та континентальному середовищах понад 400 мільйонів років тому. На особливу увагу заслуговують відслонення силурійських і девонських відкладів у Трубочині, Худиківцях, Заліщиках, Іване-Золотому, Устечку та Вістрі. Ці та інші відслонення становлять велику науково-пізнавальну цінність, а окремі мають світове значення. Скельні відслонення на Дністрі, так звані стінки – пам'ятки природи, подібних до яких у світі практично немає.

У лютому 2010 року для збереження цінних природних та історико-культурних об'єктів лісоотривої зони Придністров'я Указом Президента України створений національний природний парк «Дністровський каньйон» площею 10829,18 га. До його складу увійшли землі однойменного регіонального ландшафтного парку площею 10041,87 га [1].

Найбільшу туристично-рекреаційну цінність становлять гідрологічні пам'ятки природи місцевого значення “Червоногородський водоспад”, “Русилівські водоспади”, “Сокілецькі водоспади”, мальовничі геологічні пам'ятки природи місцевого значення “Травертинові скелі в Литячому”, “Порохівська скеля”, “Космиринська скеля”, “Рівна скеля”, “Монастирська скеля”, “Скеля семи джерел”, ботанічні пам'ятки природи місцевого значення “Гінкго дволопатева”, “Горіх ведмежий”, “Дзвенигородські дуби”, ландшафти в ур. “Червоне”, “Дністровсько-Берем'янський каньйон” та ін.

Місцевість багата пам'ятками історії та культури (431 шт.), архітектури (72 шт.), сприятливими рекреаційними ресурсами. Тут знаходяться значні запаси мінерально-лікувальних вод.

Про будівництво Верхньодністровського каскаду ГЕС стало відомо восени 2015 року, коли керівництво УГЕ провело робочі зустрічі з цього приводу. Згідно з оприлюдненим проектом Дністер планувалося перекрити шістьма греблями в Івано-Франківській, Тернопільській та Чернівецькій областях.

На думку фахівців УГЕ, будівництво каскаду ГЕС не тільки збільшить виробництво електроенергії, а й дозволить боротися з паводками та затримувати воду з атмосферних опадів заради збереження водних ресурсів.

Однак каскад ГЕС на Верхньому Дністрі не можна вважати аналогом каскаду ГЕС на Дніпрі та гідровузла Дністровської ГЕС. Зокрема — через меншу потужність ГЕС, меншу площу водосховищ і необхідність збереження руслових ділянок між водосховищами.

Такі плани викликали спротив місцевих громад, природоохоронних організацій і туристичної спільноти. Мешканці придністровських сіл злякалися затоплення осель та городів, туристи вказали на знищення рекреаційного потенціалу, екологи били на сполох через знищення унікальних екосистем.

Негативний приклад такої діяльності можна побачити зовсім поруч: за 100 км нижче за течією Дністра 30 років стоїть гребля Новодністровської ГЕС.

Позицію активістів підтримали органи місцевого самоврядування: 25 грудня 2015 року Івано-Франківська, а 3 лютого 2016 року Тернопільська облради проголосували за заборону будівництва ГЕС на Дністрі в межах області.

Тимчасом Міністерство екології заявило, що заплановане будівництво порушить закони "Про природно-заповідний фонд", "Про Червону книгу", "Про тваринний світ".

В результаті буде знищено прируслові та руслові природні комплекси національного природного парку "Дністровський каньйон", частину природних комплексів національних природних парків "Хотинський" та "Галицький".

Крім того, на думку міністерства, Дністер є середовищем риб, занесених до додатків конвенції про охорону дикої флори та фауни в Європі, а території названих національних парків є об'єктами-кандидатами Смарагдової мережі Європи, створення якої передбачене угодою про асоціацію з ЄС.

Таким чином, констатувало міністерство, побудова каскаду ГЕС на Дністрі призведе до порушення Україною своїх міжнародних зобов'язань.

Прибуток від туризму та риболовлі більший, ніж прибуток від виробництва електроенергії. Сучасна альтернативна енергетика — це, передусім, вітрова та сонячна енергетика з мінімальним шкідливим впливом на довкілля.

Дністровський каньйон як одне з семи природних чудес та туристична перлина України перестане існувати, застерігають науковці. Результати втручання будуть вбивчими: Дністер перетвориться з ріки гірського характеру на каскад ставків із слабопроточною водою. Вже через 10 років водосховища будуть повністю занесені твердим стоком ріки, через що втраять свою цінність як об'єкти енергетики. Під сумнівом, що проєктовані греблі та дамби зможуть утримати величезний об'єм води, що формується під час повеней та паводків. Будівництво гребель призведе до підняття рівня води у Дністрі до такого, яким воно було при катастрофічному паводку 2008 року. Мешканцям сіл на берегах ріки доведеться відселитися. Катастрофічними наслідками загрожує будівництво ГЕС фауні і флорі ріки — загинуть рідкісні червонокнижні риби, земноводні, рослини. Про розвиток туризму на Дністрі, який набуває все більшої популярності, можна буде забути [2].

В довгостроковій перспективі екологічні наслідки для регіону — непередбачувані, застерігають фахівці і закликають чиновників з Міністерства екології відмовитися від протизаконних планів будівництва ГЕС на Дністрі.

Сучасна концепція туризму підкреслює обов'язковість збереження природного і культурного спадку, біотичної різноманітності і покращення екологічного, соціального і економічного стану регіонів, які відвідують туристи.

#### *Літературні джерела:*

1. Дністровський каньйон. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [www.vodgosp.te.ua/vr-dnistrovskv-kanvon.html](http://www.vodgosp.te.ua/vr-dnistrovskv-kanvon.html).
2. Дністровський каньйон: туризм і гідроенергетика мають мирно співіснувати. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.golos.com.ua/article/277934>
3. Програма розвитку туризму в Тернопільській області на 2016-2020 роки. . [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.oda.te.gov.ua/main/>

УДК 528:502.51+504.6:556

## «СЕНТИМЕНТАЛЬНИЙ» ТУРИЗМ В СИСТЕМІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТРАНСКОРДОННИХ ТЕРИТОРІЙ

Томчевська-Попович Н., Хлобистов Є.В.

- <sup>1</sup> Сілезький університет (Катовіце, Польща), E-Mail: ntomczewska-popowycz@wseh.pl,  
<sup>2</sup> Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України (м.Київ, Україна)  
<sup>3</sup> The University of Economics and Humanities (Bielsko-Biala, Poland), E-Mail: ievgen.khlobystov@ukr.net

Сентиментальний («ностальгійний») туризм (СТ) формується на основі історичної та культурної спадщини. Мотивом подорожей стає відвідування країни свого народження або народження предків. Цей вид туризму особливо важливий для мігрантів - він дозволяє здійснювати прямий контакт з країною людям, які народилися за її межами, робить внесок в національну самосвідомість, дозволяє підтримувати національні традиції в чужій країні за рахунок науки і рідної мови, а також підтримувати релігійні та культурні традиції або відвідувати пам'ятки. «Сентиментальний» («ностальгійний») туризм стає все більш популярним також в зв'язку з глобалізацією, зі спрощенням процедур перетину кордонів. Люди емігрують з метою заробляння грошей, освітніх та інших, а тим, хто емігрував давно, простіше відвідати країну походження. Збільшення тривалості життя сприяє активності літніх людей, які також практикують цей вид туризму. Аналізуючи поняття «сентимент» - почуття - можна сказати, що «сентиментальний» туризм пов'язаний з місцями, до яких мандрівник відчуває симпатію або прихильність. Це можуть бути місця, пов'язані з романтичною літературою (наприклад, Східні Креси для поляків) або чарівністю звукової мови або стилу життя, певних національних груп. До поняття «ностальгія» відноситься власне туга за рідною країною, в якій не було чи ні можливості перебувати. Можливо, це туга по місцях, пов'язаних з дитинством, з селом, де проходили канікули у бабусі. Як можна помітити, мотиви поїздки різні, тому пропонуємо під «сентиментальним» культурним туризмом розуміти кілька його видів, що включає поїздки, пов'язані з: а) поверненням до місць особливого емоційного цінності і туги; тут можна виділити ностальгійний туризм етнічного характеру, який пов'язаний з почуттям туги за батьківщиною або місцевості походження; б) інтересами і хобі, а також почуттям симпатії до конкретного місця (наприклад, описаним в літературних творах, наприклад «Світязь» Міцкевича); в) пошуком етнічної ідентифікації - в разі відвідування місць, де сталися важливі для конкретної етнічної групи події (наприклад, відомі битви, місця народження і діяльності відомих предків і т.д.); г) відвіданням представниками діаспори країни походження; цей вид туризму відноситься до всіх подорожей, пов'язаних з поїздкою на батьківщину: з метою відвідування сім'ї та знайомих, в бізнес-інтересах, з освітньою та іншими цілями; д) генеалогією туризм - це пошук коренів за допомогою відвідування архівів, бібліотек і музеїв або бажання досліджувати генеалогічне дерево, пошук місць, пов'язаних з предками: їх проживанням, пошук місць їх поховання і т.п. Термін "Східні Креси" означає територію, в минулому належать східним межах Польської Республіки. На цих територіях народилося і працювало багато видатних поляків, наприклад: Словацька, Лем, Ожешкова, Запольська, Шульц, Фредро та інші. Народилися там також королі і польські вожді: Жолкевський, Конєцпольський, Собеський та інші, а також відомі професори університетів і технічних вузів, художники і представники духовенства. Події Першої та Другої світових воєн призвели до переселення значної кількості поляків з територій східних околиць. В результаті Ялтинського договору 1945 року по післявоєнним кордонам значна частина польської держави перейшла на територію Литви, Білорусії та України, тобто - в межі Радянського Союзу. За даними Дослідницького центру громадської думки, кожен сьомий поляк має родича по прямій лінії, народженого в Східних кресах, або сам народився на цих територіях. Це означає, що в Польщі живе від 4,3 до 4,6 мільйонів осіб у віці старше 18 років, які мають генеалогію Східних кресів. Багато поляків відчувають тугу або прихильність до територій нинішньої Західної України у зв'язку зі своїм походженням і багатотисячовою історією. На територіях Східних кресів знаходяться культурні об'єкти, пов'язані і з іншими народами: євреями, вірменами, чехами, німцями та ін. Це робить простір унікальним і включає в себе схильність до розвитку європейських культурних маршрутів і туристичних продуктів.

СТ пов'язаний з подорожами в цілях пошуку та відвідування пам'яток традиційної культурної спадщини. Такого роду подорожі впливають на збереження культурної спадщини: замків, резиденцій, костелів, пам'ятоків та ін. Ці елементи важливі для ідентичності культурного ландшафту. «Сентиментальним» туристам важливо, щоб культурні об'єкти були ідентичні тому, що вони чули від предків про ці території, а також тому, що вони запам'ятали з дитинства. Деякі їдуть в Україну в зв'язку з їх інтересом до літератури і історії. Сцени з книги «Вогнем і мечем» відбувалися в Збараж, вся трилогія Генрика Сенкевича має зв'язок з багатьма місцями, в тому числі знаменитим Кам'янець-Подільським. Тому дуже важливо, щоб такі значні в свідомості поляків історичні місця відповідали їхнім очікуванням. Іншим прикладом можуть послужити некрополі. Найбільш відомим в Україні є Личаківський цвинтар, на якому розташовано цвинтар Львівських орлят. Воно було зруйновано після Другої світової війни, але в 2005 році його заново відкрили президенти Польщі і України. На цвинтарі поховані дуже відомі люди різних національностей. В Україні збереглися також пам'ятники, створені ще до Першої світової війни. До найбільш відомих належать пам'ятник Ю. Словацькому в Кременці 1909 року і пам'ятник А.Міцкевичу у Львові. Вони вливаються в культурний ландшафт регіонів і

свідчать про історію, пов'язану з цими землями. Результати розвитку туризму в цілому можуть бути недостатньо відображені в наведеному нижче переліку, але СТ пов'язаний зі сталим розвитком певних суспільно-територіальних проявів (сфер) життєдіяльності. Серед основних проявів СТ наведено наступні.

Просторовий розвиток СТ. Мається на увазі модель планування та просторового управління. «Сентиментальний» культурний туризм унікальний тим, що туристи шукають автентичні місця, які були раніше і є зараз. Турист буде задоволений, якщо зможе відпочити на віллі або інших об'єктах розміщення, які приймали гостей ще перед Другою світовою війною.

Економічний розвиток СТ. Досліджуваний вид туризму може внести свій вклад в профілювання дрібної промисловості і ремесел, сільськогосподарської продукції, спеціалізованих послуг. Є багато прикладів виробництва місцевих продуктів в сільській місцевості: молочні продукти, мед, фрукти, овочі, м'ясо, а в міських і промислових районах можна показати туристам стару шахту або завод, в якому можна відкрити музей історії цих об'єктів. Дуже цікавим регіоном для розвитку пост-промислового туризму є територія поблизу Борислава Львівської області, де була дуже розвинена нафтова промисловість.

Соціально-культурна сфера для СТ. «Сентиментальний» культурний туризм сприяє підтримці традиційного стилю життя населення, збереження індивідуальності та автентичності історичних реалій регіону.

Культурний ландшафт для СТ. Досліджуваний вид туризму може підтримувати захист і формування ландшафту, впливати на реконструкцію найбільш цінних складових ландшафту, що мають культурний потенціал, наприклад, історичних міст, покинутих маленьких містечок, парків, замків і палаців. Реконструкція дасть розвиток багатьох видів культурного туризму. У Західній Україні відновлені замки в Збаражі, Вишнівці, Кам'янець-Подільському, але ще є багато руїн, які потребують консервації та реконструкції: Бережани, Скала-Подільська, Меджибіж, Жовква, Старе Село, Коропець та інші.

Для розвитку «сентиментального» культурного туризму не має сенсу будувати нові готельні та розважальні комплекси, головне - зосередитися на відновленні тих об'єктів, які були створені ще до Другої світової війни. В Україні для іноземних туристів поки недостатньо інформації, здатної допомогти в пошуку місць, пов'язаних з предками. Тому важливо впорядкувати відомості про назви вулиць, історичних місць до війни і в даний час, а також створити базу прізвищ, років проживання і місць поховань. Необхідно підготувати план розвитку регіональних туристичних центрів з урахуванням потреб такого роду туристів, і задіяти місцеве населення в наданні гастрономічних, агротуристичних, інформаційних та іншого роду послуг. Регіон Південного Поділля в період між Першою і Другою світовою війною був відомий своїми садами і був найтеплішим у II Республіці Польща. Відновлення традиційних галузей економіки також позитивно відбилося б на локальному ринку. Сталий розвиток територій невіддільне від сталого використання територіальних ресурсів, в тому числі, рекреаційно-туристичних та культурно-освітніх. Розвиток стійких форм туризму на територіях, які в різні періоди минулого століття перебували в межах України та Польщі, становить інтерес для теоретичного осмислення туристичних процесів і для практики туристичної діяльності. «Сентиментальний» туризм повинен пройти шлях осмислення, методичного забезпечення та практичного впровадження в туристичних програмах і відбиватися в туристичних продуктах.

---

УДК 477.75

## ШЛЯХИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ТУРИЗМУ

Шикеринець В.В.

*ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»*

Виклад основного матеріалу. Безумовним є значення туристично-рекреаційного комплексу України та більшості її регіонів, і зокрема для нашої області. Неоднозначність проявів розвитку туризму зумовлює необхідність управління відповідними процесами, провідну роль у чому має відігравати держава, а в умовах реалізації адміністративної реформи – органи місцевого управління [3, с. 227]. Місьцеве управління – складний різновид публічної влади, який може вводити, як місцеві представницькі та виконавчі органи, так і державну адміністрацію на місцях, що зумовлює сполучення в інституті місцевого управління самоврядних і державних начал [2, с. 31].

Екологізація туристичної галузі – це науково обґрунтована діяльність людини, яку буде спрямовано на розумне управління процесом взаємодії працівників галузі і туристів з навколишнім природним середовищем. Необхідно сформувати таку систему управління взаємовідносин туристів з природою, яка не призведе до незворотного руйнування природних комплексів та систем, а також зможе зберегти їх у задовільному екологічному стані. Тому екологізація туристичної галузі являє собою сукупність засобів і методів, які допомагають збалансовано використовувати, охороняти і відтворювати природні ресурси відповідно до основних принципів функціонування біосфери [1, с. 27].

Збереження цілісності навколишнього природного середовища є найважливішою передумовою розвитку туризму і рекреації, тому що лише первозданна природа приваблює туристів і сприяє їхньому повноцінному відпочинку. Забруднення туристично-рекреаційних ресурсів і територій завдає значних соціальних і економічних збитків. Руйнування навколишнього природного середовища рано чи пізно призводить до зникнення у відповідному регіоні рекреації і туризму як галузі економіки України.

Отже, логічним і виправданим як у функціональному, так і управлінському плані є віднесення природоохоронної діяльності до основних складових туристично-рекреаційного господарства. Подібне визначення пояснюється тим, що туристично-рекреаційна, лікувально-оздоровча і санаторно-курортна діяльність використовує природне середовище не тільки в рамках просторово-територіальної визначеності. У туристично-рекреаційній сфері це – основний ресурс для надання послуг і виробництва товарів.

При цьому багато територій у разі їх використання для туристично-рекреаційних потреб дають набагато більший прибуток, ніж при використанні їх у промисловості і сільському господарстві. Тому однією з основних складових проблем сприяння сталому та раціональному природокористуванню туристично-рекреаційних територій є виявлення пріоритетних напрямів подальшого функціонування господарських комплексів туристично-рекреаційних регіонів.

Зазначимо, що у системі природокористування України на практиці й досі реалізується концепція пріоритетного транспортно-промислового освоєння, що супроводжується надмірною експлуатацією і деградацією туристично-рекреаційних ресурсів, забрудненням середовища. Проблема загострюється екстенсивним розвитком туризму і рекреації. Туристично-рекреаційні території та люди, що постійно живуть, зазнають труднощів, які пов'язані з подоланням сформованих за роки стереотипів мислення. Ці обставини призводять до розвитку на туристично-рекреаційних територіях різних конфліктних ситуацій, на подолання яких має бути спрямоване планування збалансованого туристично-рекреаційного природокористування.

При цьому методично туристично-рекреаційне природокористування необхідно розглядати через єдність таких процесів, як організація оздоровлення населення з використанням природних туристично-рекреаційних ресурсів, запобігання змінам стану навколишнього природного середовища під впливом будь-якої господарської діяльності із задоволення потреб населення в екологічно чистих природних туристично-рекреаційних ресурсах тощо.

Взагалі взаємозв'язок туристично-рекреаційної діяльності з навколишнім середовищем зводиться в основному до таких відносин: природне середовище – необхідна умова для туризму і рекреації; туризм і рекреація зберігають навколишнє середовище.

Відзначимо, що туристично-рекреаційну сферу з великим запізненням було залучено до процесу екологізації. Може здатися, що дана сфера, як одна з типових галузей сфери послуг, найменш небезпечна для навколишнього середовища.

Однак насправді, якщо взяти до уваги ресурсоємність туристично-рекреаційної індустрії й результати активної життєдіяльності самих туристів, ця небезпека виявляється дуже значною, особливо з урахуванням того, що туристично-рекреаційна діяльність звичайно концентрується на відносно невеликій території й тому може призвести до повного знищення локальних екосистем. Отже, виступаючи значним сегментом сфери послуг, туристично-рекреаційна сфера належить також до галузей інтенсивного природокористування.

Є багато негативних чинників, що впливають на екологізацію туристично-рекреаційної сфери: викиди в атмосферу забруднюючих речовин та скиди у водойми стічних вод з низьким рівнем очищення промисловими підприємствами, розташованими у туристично-рекреаційній зоні; відсутність дієвого державного контролю за використанням туристично-рекреаційних ресурсів; не раціональне використання природних лікувальних ресурсів; нетривалий відпочинок на природі без облаштування необхідної інфраструктури; сезонна насиченість.

Між туризмом і навколишнім середовищем спостерігається чітка взаємозалежність. За якісний стан навколишнього середовища відповідає правильна організація туристичної діяльності. Світовий досвід розв'язання цієї проблеми досить багатий. І сьогодні, у світлі бурхливого розвитку туризму і зростання його навантаження на середовище, найбільші туристичні організації ставлять перед собою завдання звести до мінімуму негативні екологічні наслідки туризму, замінити культуру інтенсивного споживання культурою розумного розвитку.

Таким чином, при наданні туристично-рекреаційній сфері пріоритетного значення серед інших галузей господарювання у відповідних регіонах за умови раціональної організації туристично-рекреаційний сектор економіки здатний забезпечити реальну фінансову підтримку охорони природного середовища і підвищити значення тих природних ділянок, які слід зберігати в первозданному вигляді. Тому фахівці у галузі природокористування і охорони природного навколишнього середовища почали присвячувати чимало досліджень тому, щоб змусити туристично-рекреаційний сектор “працювати” на охорону природи.

Отже, збалансований розвиток туристично-рекреаційної сфери, тобто перехід до сталого туристично-рекреаційного природокористування, сприятиме раціоналізації використання відповідних територій. Розвиток туристично-рекреаційної сфери буде генерувати кошти, частину яких можна буде витратити на охорону природи і традиційної культури, причому покривати не лише прямі витрати на різні заходи щодо охорони, а й альтернативні, пов'язані з вилученням територій з господарського використання. У свою чергу, охорона природи і об'єктів архітектурної, історичної і культурної спадщини забезпечує поновлення ресурсів для туристично-рекреаційної сфери, які в умовах кризи виявляються життєздатнішими в порівнянні з іншими галузями, а також можуть сприяти їхньому розвитку.

*Література:*



1. Ніколає К.Д. Сучасні підходи й шляхи екологізації туризму в Україні / К.Д. Ніколає, В.М. Ісаєнко // Екологічний вісник. березень-квітень. - 2010. - № 2 (60) С. 27-28.

2. Становлення та тенденції розвитку місцевого управління в Україні: монографія / В. В. Шикеринець; за наук. ред. д. держ. упр. проф. Лазора О.Я; Львівський регіональний інститут державного управління Національної академії державного управління при Президентові України. – Львів: ЛРІДУ НАДУ, 2010. – 184 с.

3. Шикеринець В.В. Актуальні проблеми муніципального управління туристично-рекреаційного комплексу Прикарпаття / В.В.Шикеринець, С.М. Філюк // Рекреаційний потенціал Прикарпаття: історія, сучасний стан, перспективи. – Вип. 2 : Матеріали науково-практичної конференції “Стан розвитку екскурсійного обслуговування та проблеми управління рекреаційним комплексом Прикарпаття” (Івано-Франківськ-Яремче, 20-22 грудня 2010 р.) / Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника; / гол. ред. Володимир Клапчук. Івано-Франківськ : “Фоліант”, 2010. – 244 с.

---

УДК 911.2:502.7.58

## РЕКРЕАЦІЙНИЙ ТУРИЗМ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ПРИРОДНОМУ ПАРКУ «ПІВНІЧНЕ ПОДІЛЛЯ»

Шишка М.М.

*Національний природний парк «Північне Поділля», Львівська обл., Бродівський р-н, с. Підгірці,  
вул. Гагаріна, 2-Б, e-mail: turizm.npp@gmail.com*

Національний природний парк «Північне Поділля» розташований у північно-східній частині Львівської області на територіях Бродівського, Буського і Золочівського районах, у географічному плані – на стику Подільської височини і Малого Полісся. Основним продуцентом для провадження рекреаційного екологічного туризму на розрізних територіях парку є мільйонлітні кам'яні останці всіляких химерних форм, яких залишило нам у спадок архаїчне Сарматське море, яке у цій місцевості, відповідно до Міжнародної хроностратиграфічної таблиці, плескалось 7-11 млн років тому, що відповідає Торгонському ярусу епохи Міоцен Неогенового періоду Кайнозойської ери. Важливими об'єктами, які цікавлять мандрівників усіх вікових категорій, є закам'янілі пісковики з назвами «Триніг», «Мертва голова», «Камінь-кат», «Лежачий пес», «Великий камінь», «Груда рихлого каміння» та інші. Також неабиякий інтерес у туристів викликають стара каменоломня та печера-грот язичницького періоду. Серед природних об'єктів, що пропонуються для огляду відвідувачам парку, на територіях НПП «Північне Поділля» є багатолітні буки-патріархи, рідкісні червонокнижні рослини серед яких – береза темна, клокичка периста та інші, а також водні джерела, що є витокami річки Стир, Малий Серет, Західний Буг, Іква.

Окрім геологічних та природних об'єктів НПП «Північне Поділля», туристи, вийшовши на туристичні маршрути установи, мають можливість оглянути історико-культурні пам'ятки, зокрема Музей-кріівку вояків УПА, ДОТи, бліндажі та залишки шанців, що є фортифікаційними спорудами періоду Першої та Другої світових воєн, оборонні вали літописного городища Пліснесько, сакральні споруди Підгорецького та Святогірського монастирів, а також різні пам'ятники на місцях історичних подій серед яких – величавий 25-ти метровий металевий хрест на Білій горі, встановлений з нагоди 100-річчя від дня народження будителя національної свідомості українців Галичини отця Маркіяна Шашкевича.

На сьогодні в НПП «Північне Поділля» проводяться лишень піші та веломандрівки. Інші види туризму в установі поки що не практикуються через відсутність потрібного ресурсу – немає на територіях парку водойм та широких річок для проведення сплавів, високих скель для скелелазіння. У перспективі планується запровадити кінні мандрівки – верхи, на возах і санях, та санно-лижні спуски.

Відповідно до Положення про рекреаційну діяльність у межах територій та об'єктів природно-заповідного фонду України, працівники відділу рекреації та туризму установи забезпечують попит рекреантів на загальнооздоровчий, культурно-пізнавальний відпочинок методом мандрівок. Такий підхід сприяє формуванню у місцевих жителів та гостей парку екологічної культури, бережливого та гуманного ставлення до національного природного надбання. І в тому природоохоронці НПП «Північне Поділля» переконані, незважаючи на протилежні твердження навіть заслужених природоохоронників України на кшталт Володимира Борейка, який у своїй брошурі «Троянський конь екотуризму: смерть для заповідної природи» стверджує: «Организация туризма и экскурсий в природных заповедниках и заповедных зонах – это воровство, извращение идеи заповедников. Невозможно одновременно охранять, изучать – и показывать толпам людей» [2, с.8]. За словами пана Борейка «Любой экотуризм, любое посещение заповедника в самом минимальном объеме наносит ущерб заповедной природе» [2, с.11]. Більше того, В.Борейко вимагає заборонити не тільки туристичну, але й будь-яку екскурсійну діяльність на територіях заповідників. Чи можна погодитися з такими поглядами на екотуризм? Вважаємо, що ні!

Працівники відділу рекреації та туризму НПП «Північне Поділля» у своїй природоохоронній та екотуристичній діяльності зважають насамперед на людину як невід'ємну частину природи і її місце в природному середовищі. Дотримуючись природоохоронних принципів, ми все ж не вимагаємо для наших мандрівників – школярів, студентів, дорослих туристів – будь-яких площ для провадження рекреаційної діяльності та мандрівок по заповідних територіях. Ми лишень використовуємо вузькі стежини піших чи веломаршрутів для мандрівників, які для особистої рекреації – отого відновлення

фізичних і духовних сил – прагнуть споглядати прекрасні мальовничі краєвиди, напиться кришталевочистої водиці з джерел, що щедро б'ють із надр рідної землі, почути різноголосся пташок у лісі та лишень доторкнутися до різнобарв'я квітів-трав (навіть й червонокнижних) у лузі й вікових дерев у букових лісостанах. Маємо тверді переконання, що кожен громадянин країни, як частинка нації, має конституційно гарантоване право користуватися у повній мірі природними угіддями своєї рідної землі без нанесення шкоди природному довікілью. У протиріччя поглядам В.Борейка, працівники відділу рекреації та туризму поставили собі за мету якомога більше людей залучити до мандрівок по мальовничих територіях НПП «Північне Поділля» з метою зацікавлення їх історією та культурою свого народу, його святинями, мальовничими ландшафтами у мозаїці яких чарівні ліси та смарагдові луки прошиті срібними стрічками річок. Принцип горе-природоохоронців «вбий себе – збережи природу» для нас – працівників НПП «Північне Поділля» – є неприйнятним. Обмежувати доступ до природного багатства для людей, а тим більше для підростаючого покоління, вкрай несправедливо і шкідливо для розвитку нації. Адже не можна виховати природолюбів, не кажучи вже про науковця-натураліста, демонструючи йому у навчанні тільки гарні картинки видів флори і фауни на моніторах комп'ютерів, телевізійних та інших екранах. Саме для школярів та студентів, зацікавлених рослинним і тваринним розмаїттям заповідних територій НПП «Північне Поділля», зокрема тими, що внесені до Червоної книги України, працівники відділу рекреації та туризму установи, дотримуючись усіх вимог природоохорони, організовують мандрівки для підростаючого покоління у заповідні території парку й особистим прикладом демонструють перед молодими шанобливе ставлення до природного довікілья. Тож не варто нарікати на туристів, як на махрових нищителів біорізноманіття. Адже у своїй більшості мандрівники в національних природних парках – це палкі любителі природи, всього живого, що їх оточує. Тих, хто нищить природу, на туристичних маршрутах – одиниці і це, радше, виняток, ніж масовість.

Дотримуючись принципів збереження автентичності природного довікілья, працівники відділу рекреації та туризму НПП «Північне Поділля» не вважають за потрібне маркувати туристичні маршрути на заповідних територіях установи. Із самого початку створення парку виникло питання: кому це треба? Місцеві мешканці, які проживають у цій місцевості, і без маркування знають про розташування усіх цікавих об'єктів. А гостям парку, які бажають здійснити мандрівку по вищезгаданих туристичних маршрутах, найкраще звернутися до турпроводників з відділу рекреації та туризму установи, які проведуть цікаву екскурсію і всіляко сприятимуть безпеці туристів під час мандрівки та підкажуть про важливі об'єкти інфраструктури, що поза межами заповідних територій. Але, найголовніше, працівники парку, перебуваючи з гостями на маршруті, завжди прилягнуть за дотриманням екскурсантами чистоти природного довікілья упродовж мандрівки, спровадять до місць можливого розбиття туристичного бівуаку тощо. Саме таким чином працівникам відділу рекреації та туризму НПП «Північне Поділля» вдалося звести до мінімуму засміченість туристичних маршрутів побутовим сміттям. До речі, як показав досвід, охайна, прибрана від сухого гілля та прокошена стежина через устелені смарагдовими травами та квітами луки і лісостани, де абсолютно відсутні признаки людської цивілізації, більше подобається мандрівникам, ніж туристичні маршрути, заставлені всілякими штучними вказівниками та інформаційними стендами. Сучасні мандрівники, перевтомлені всілякими вивісками і вуличними знаками в містах і селах. Відтак, зібравшись у мандрівку по просторах рідного краю вони жадають споглядати натуральне, а не витворене штучно.

Підсумовуючи вищесказане, слід зауважити, що екотуризм, зокрема й по заповідних територіях, сприяє оздоровленню нації як фізично, так і морально, відволікає людей від буденності, робить їх добрішими. Адже саме від непорочної природи – автентичного природного довікілья – людина найбільше черпає фізичні сили та творчу енергію і перешкоджати їй у доступі до природних територій, навіть якщо вони визначені як заповідні, є несправедливим.

#### *Джерела та література*

1. Уварова А.Ш. Сталий розвиток туризму в контексті рекреаційно-туристичного природокористування // Інститут міжнародних відносин Національного авіаційного університету: зб. наук. праць. – 2006. – С. 217-220.
2. Борейко В.Е. Троянський конь екотуризму: смерть для заповідної природи // Серія Охрана дикої природи. – К. – 2015. с. 8-10.
3. Вишневецький В.І. Екологічний туризм // Інтерпрес ЛТД. – К. – 2015. – 140 с.
4. Положення про відділ рекреації та туризму національного природного парку «Північне Поділля».
5. Концепція сталого розвитку туризму в сучасних умовах. – Інтернет-ресурс: [http://tourlib.net/statti\\_ukr/sviridova2.htm](http://tourlib.net/statti_ukr/sviridova2.htm)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБЕРЕЖЕНОСТІ ЗАМКІВ ТЕРНОПІЛЬЩИНИ ЯК ТУРИСТИЧНИХ АТРАКЦІЙ

В.Я.Юрків

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна*

Актуальність теми. Всього на території області понад 3 тис. пам'яток історії і культури, у тому числі 39 старовинних замків (найбільше серед областей України). Майже у кожному містечку є залишки давніх фортець, що створюють неповторний туристичний профіль Тернопільщини.

Тернопільщина – край оборонних замків, палаців, край, де давні церкви служили одночасно оборонними спорудами, де донині повсюди зачаровує воістину сивочола твердиня.

В області, яка територіально є однією з найменших в Україні, збереглося більше третини всіх українських замків і палаців, понад сотню дерев'яних церков різних епох, десятки унікальних кам'яних храмів і костелів, зосереджена п'ята частина всіх пам'яток природи, що нараховуються в Україні.

Управлінням архітектури і містобудування Облдержадміністрації визначено 14 замків області, які при наявності капіталовкладень можна було б обладнати у туристичні об'єкти і заклади сервісного обслуговування туристів (готелі, музеї, майстерні, кафе, ресторани).

Мета роботи полягає в аналізі основних рис та ступеня збереження замків Тернопільської області, привабливості їх для туристів та можливості використання в туристичній діяльності.

Відповідно до мети в науковій роботі вирішувались такі завдання: ознайомитися з історико-архітектурними ресурсами області; виконати аналіз сучасного стану об'єктів та перспективи розвитку їх в туристичній атракції; проаналізувати проблеми реставрації та проектування замків для туристичної діяльності, визначити концепцію розвитку туризму Тернопільської області на основі ефективного використання рекреаційного ресурсу; дослідити замки Тернопільської області, ступеня їх збереження та можливість використання в туризмі; перспективи розвитку замків Тернопільщини та використання їх у туристичній галузі.

Об'єктом дослідження є основи та загальні риси туристичного та історико-культурного рекреаційного комплексу Тернопільської області.

Предметом дослідження вступає об'єкти історико-архітектурних, культурних, рекреаційних ресурсів туризму в Тернопільській області, які потребують збереження, задля туристичної атракції.

За результатом дослідженої роботи, яка полягала в аналізі основних рис та ступеня збереження замків Тернопільської області, досліджено: більшість замків та фортець сьогодні перебувають у руїнах, стан збереженості їх низький та дуже низький, пам'ятки практично не підлягають реконструкції та відбудові.

Для визначення туристичного потенціалу та рівня атрактивності замкових комплексів Тернопільщини було використано методіку оцінки, засновану на комплексному підході. За результатами роботи, з точки зору розвитку туризму, Тернопільщина відокремлює здобутками надзвичайно багаті міста як Тернопіль, Бережани, Теребовля, Бучач.

Найвищий рекреаційний потенціал мають Тернопільський, **Кривченський**, Золотопотіцький, Струсівський, Ягільницький замки. Вони мають високий рівень туристичної атрактивності.

Збільшення кількості відвідувачів цих пам'яток стане можливим завдяки: проведенню анімаційних заходів (фестивалів); покращення інфраструктури; інвестування, як вітчизняне, так і закордонне; організація мережі турбаз, готелів, будинків відпочинку з використанням замкових споруд; будівництво нових об'єктів у місцях, де знаходяться різноманітні пам'ятки історії та культури; введення в експлуатацію численних музеїв на місцях руїн.

На сучасному етапі замуєння фортець є одним з найкращих засобів їх збереження.

Ці пропозиції дадуть змогу зберегти і залучити до туристичної діяльності давно забуті шедеври архітектури розвинути туристичну індустрію району Придністров'я.

### *Список використаної літератури*

1. Аніпко Н. П. Середньовічні замки і фортеці. Рекреаційно-туристське використання / Н. П. Аніпко // Красзнавство, географія, туризм. - 2011. - № 20. - С. 15-18.
2. Мороз В. Замки Тернопілля / В. Мороз ; дизайн обкл. та худож. оформл. О. Соколюк, О. Корнеєвої ; ред. Т. Дунаєвська. – Т.: Підручники і посібники, 2009. – 176 с.
3. Рутинський М.І. Замковий туризм в Україні. Географія пам'яток фортифікаційного зодчества та перспективи їх туристичного відродження: Навчальний посібник. – Київ: Центр учбової літератури, 2007. – 432 с.
4. Земля тернопільська : Туристичний путівник. – Тернопіль: «Джура», 2003. – с. 368
5. Букавін І. Історія Тернопілля : наш край з найдавніших часів до наших днів: навч. посібник / І.Букавін.– Тернопіль: Астон, 2004.– 104 с.: іл.
6. Бевз М. Збереження історико-містобудівної спадщини: актуальні завдання сьогодні // Резерви прогресу в архітектурі та будівництві. Вісник ДУЛП. – № 278. – Львів: ДУ „Львівська політехніка”, 1994. – С. 113–115;

## ЗМІСТ / CONTENT

<b>ЕКОЛОГІЯ ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕСУРСКОРИСТУВАННЯ/ ECOLOGY AND BALANCED USE OF RESOURCES</b> .....	<b>4</b>
<b>РОЛЬ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ НАФТИ І ГАЗУ У ВИРІШЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ ТА ПРИКАРПАТТЯ</b>	
Крижанівський Є. І.....	4
<b>КОНСТРУКТИВНА ЕКОЛОГІЯ: ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА</b>	
Адаменко О. М. ....	6
<b>ВОДОКОРИСТУВАННЯ І ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ ВОДОЗБІРНИХ БАСЕЙНІВ РІЧОК</b>	
Шапар А.Г.....	7
<b>АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ НА ГІРСЬКИХ СХИЛАХ</b>	
Адаменко С. Я., Северова А. А. ....	9
<b>ПРО ОСНОВНІ ЕКОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ФУНКЦІЇ ЛІСІВ КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ</b>	
Белей Л.М., Вередюк Л.П. ....	10
<b>УТИЛІЗАЦІЯ НАГРОМАДЖЕНИХ РОЗСОЛІВ КАЛІЙНИХ КОПАЛЕНЬ</b>	
Басистюк Я.І. <sup>1</sup> , Самборська М.І. <sup>2</sup> .....	11
<b>ВИКОРИСТАННЯ ЕМ-ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ДООЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ПИВЗАВОДУ «САН ІН БЕВ МИКОЛАЇВ» ВІД НІТРАТІВ НА ПРИКЛАДІ ПРЕПАРАТУ «ТАМІР»</b>	
Трохименко Г. Г., Бажина М. О.....	13
<b>ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН, ЩО ВИКИДАЮТЬСЯ У ПОВІТРЯ, НА ПРИКЛАДІ ЦЕМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА</b>	
Бессажна А.А., Непошивайленко Н.О.....	14
<b>ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МЕТОДОМ ОЦІНКИ ЗАПИЛЕНОСТІ ЛИСТЯ ДЕРЕВ</b>	
Боднар Н. В., Голембйовська М.Ю. ....	16
<b>АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЛАЗЕРНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ЗОНІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ</b>	
Вамболь В. В. <sup>1</sup> , Рашкевич Н. В. <sup>1</sup> , Рашкевич О. С. <sup>2</sup> .....	17
<b>ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОСТІЙНОГО ВИСОКОТОЧНОГО МОНІТОРИНГУ СКЛАДУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ</b>	
Вамболь В. В., Рашкевич Н. В. ....	18
<b>ДО ПИТАННЯ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ З СМІТТЕЗВАЛИЩ ЯК ПАЛИВА ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ</b>	
Дикун Т.В., Гаєва Л.І.....	20
<b>ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛІХЕНОІНДИКАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АТМОСФЕРИ В МІСТІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬК</b>	
Голембйовська М. Ю., Боднар Н. В.,.....	22
<b>ЕКОЛОГІЧНІ ПРОГРАМИ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РЕГІОНУ</b>	
Голік Ю. С., Ілляш О. Е.....	23
<b>ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ ОТРИМАНОГО ЗІ ЗВАЛИЩ</b>	
Дем'янчук Я.М.....	25
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТИ ОЛИВИ І ПАЛИВА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТЕХНІЧНОЇ НАНОДОБАВКИ ХАДО - 1 STAGE ДО ОЛИВИ В ДВИГУНАХ РУХОМОГО СКЛАДУ НАФТОГАЗОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО І АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ</b>	
Драганець П.О., Дмитренко В.С., Негрич В.В., Демянчук Я.М. ....	26
<b>ВИКОРИСТАННЯ ЦЕОЛІТУ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНИХ ТА СТИЧНИХ ВОД</b>	
Полутренко М.С. <sup>1</sup> , Мандрик О.М. <sup>1</sup> , Засідко І.Б. <sup>2</sup> .....	27
<b>ПЕРШИЙ ЕТАП ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА ДНІСТРОВСЬКОМУ ПРОТИПАВОДКОВОМУ ПОЛІГОНІ (2012-2016)</b>	
Зорін Д. О.....	28
<b>КИСНЕВИЙ РЕЖИМ ВОД ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ Р. ЗАХІДНИЙ БУГ</b>	
Карабин В.В. ....	29
<b>РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОЕЛЕКТРИЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ СПОСТЕРЕЖЕННЯХ ЗА СТАНОМ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЇ ПІВДЕННОГО КРИВБАСУ</b>	
П.Г. Пігулевський <sup>1,2</sup> , В.К. Свистун <sup>1</sup> , О.С. Кирилук <sup>2</sup> , О.К. Тяпкін <sup>2</sup> , .....	31

<b>ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕРХНЬОЇ ДІЛЯНКИ Р. ДНІСТЕР</b> Корбутяк В.М., Корбутяк М.В. ....	33
<b>ВИЗНАЧЕННЯ АКУСТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА НА ЗУПИНКАХ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ</b> Кундельська Т. В., Николин В. Р. ....	34
<b>ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ СПИРТОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ У ЯКОСТІ ДОБАВОК ДО МОТОРНИХ ПАЛИВ</b> Козак Ф.В., Мельник В.М. ....	37
<b>ПРОБЛЕМИ ЗАХИСТУ МАЛИХ РІЧОК З ВИСОКИМ РІВНЕМ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ</b> Маджд С.М. ....	38
<b>МАЛІ РІЧКИ ЯК ІНДИКАТОР СТАНУ ПРИРОДНИХ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД</b> Мітрясова О.П., Бурякова А.Л. ....	39
<b>ВДОСКОНАЛЕННЯ РОЗРАХУНКУ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД ЄДИНОГО СТАЦІОНАРНОГО ДЖЕРЕЛА</b> Михайлюк Ю.Д., Онищак Т.І., Кушнірчук В.В. ....	41
<b>МОНІТОРИНГ ВМІСТУ АНТРОПОГЕННИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ У ВОДОНОСНИХ ГОРИЗОНТАХ ЧЕТВЕРТИННИХ І ЕОЦЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b> Осокіна Н.П. ....	42
<b>ОЦІНКА РІВНЯ ПРОСІДАННЯ ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТІВ У ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНИХ РАЙОНАХ</b> Побережна Л.Я. ....	43
<b>ПРО ДЕЯКІ ПОБІЧНІ ЕФЕКТИ ГІДРОТЕХНІЧНОГО БУДІВНИЦТВА В БАСЕЙНІ Р. СЛУЧ</b> Стефанишин Д.В. ....	45
<b>ОДИН З МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ – УТИЛІЗАЦІЯ ГОРІЛИХ ПОРІД ШАХТНИХ ТЕРИКОНІВ ТА ПОЛІСТИРОЛЬНОГО ПИЛУ</b> Повзун О.І., Подкопаєв С.В., Вірич С.О., Фролов О.В., Горячева Т.В. ....	47
<b>ЗМІНИ ПРИРОДНОГО РЕЖИМУ ПІДЗЕМНИХ ВОД ПІД ВПЛИВОМ ФУНКЦІОНУВАННЯ КРУПНИХ ВОДОСХОВИЩ</b> Тяпкін О.К., Подрезенко І.М., Пігулевський П.Г., Бондаренко Л.В. ....	49
<b>ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОГЕННИХ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ГІДРОГЕОХІМІЧНИЙ СТАН ПІВДНЯ КРИВБАСУ</b> Тяпкін О.К., Подрезенко І.М., Остапенко Н.С., Кириченко В.А., Крючкова С.В. ....	51
<b>ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РУСЛОВОГО ПОТОКУ ЗА ДОПОМОГОЮ НАПІВЗАГАТ</b> ХОДНЕВИЧ Я.В. <sup>1</sup> , ЩОДРО О.Є. <sup>2</sup> ....	52
<b>ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ВАПНА ТА СОЛІ МАНГАН СУЛЬФАТУ НА БІОХІМІЧНУ АКТИВНІСТЬ МОДИФІКОВАНИХ ГРАНУЛ ФОСФОГІПСУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЇХ В ЯКОСТІ МІНЕРАЛЬНОГО НОСІЯ В БІОФІЛЬТРАХ</b> Черниш Є. Ю., Яхненко О. М. ....	53
<b>ВТОРИННІ РЕСУРСИ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b> Орфанова М.М., Яцишин Т.М. ....	55
<b>ЗМІНА ПАРАМЕТРІВ РОДЮЧОСТІ У ҐРУНТАХ БАСЕЙНУ РІЧКИ ВИЖІВКА ЯК РЕЗУЛЬТАТ АНТРОПОГЕННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ</b> Чир Н.В. ....	56
<b>ТЕХНОЛОГІЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ ЗЕМЕЛЬ В КОНТЕКСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ</b> Шапар А.Г., Скрипник О.О. ....	58
<b>ПРОБЛЕМА ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ В КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТУРИСТИЧНИХ ДЕСТИНАЦІЙ (НА ПРИКЛАДІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)</b> Юрас Ю.І., Коробейникова Я.С. ....	60
<b>НЕБЕЗПЕКА ТИФУ НА ТЕРИТОРІЇ СЕЛА ДОВГЕ-КАЛУСЬКЕ КАЛУСЬКОГО РАЙОНУ ІВАНО-ФРАНКІВЩИНИ</b> Антонюк Н. В. ....	62
<b>АЛГОРИТМ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВУГІЛЬНИХ ТЕС НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ (НА ПРИКЛАДІ ДТЕК БУРШТИНСЬКА ТЕС)</b> Чичул Х.-М. М., Лялюк-Вітер Г. Д. ....	63
<b>ВПЛИВ ВУГЛЕВИДОБУТКУ У ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОМУ КАМЯНОВУГІЛЬНОМУ БАСЕЙНІ НА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ МІДДЮ</b> Кочмар І.М., Карабин В.В. ....	64
<b>ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ МОНІТОРИНГУ ПІДЗЕМНИХ І ПОВЕРХНЕВИХ ВОД НА ОБ'ЄКТАХ НАФТОГАЗОВИДОБУВНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ</b> Дядін Д. В. ....	66
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ СОЦІАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА У СКЛАДІ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ НА ТЕРИТОРІЇ ДІЯЛЬНОСТІ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ</b> Дядін Д. В. <sup>1</sup> , Клочко Т. А. <sup>2</sup> , Журавель М. Ю. <sup>3</sup> , Клочко П. В. <sup>3</sup> ....	68
<b>ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕННЯ СТРАТЕГІЧНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ</b>	

Радчук В.В., Новохацька Н.А. ....	69
<b>ІНТЕГРОВАНІЙ МЕТОД УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ</b>	
Подольчак І.І., Погребенник В.Д. ....	71
<b>ОЦІНКА НАДХОДЖЕННЯ У ДОВКІЛЛЯ ПРОДУКТІВ ЗНОШЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН (НА ПРИКЛАДІ ЛУЦЬКОГО РАЙОНУ)</b>	
Панькевич С.Г., Федонюк М.А., Федонюк В.В. ....	73
<b>ПРО РЕЗУЛЬТАТИВНІСТЬ ДОСЛІДЖЕНЬ ГАЗОВИХ ТА ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ СВЕРДЛОВИН НА СТАЦІОНАРНОМУ ТА НЕСТАЦІОНАРНОМУ РЕЖИМАХ ФІЛЬТРАЦІЇ</b>	
Акульшин О.О. <sup>1</sup> , Рой М. М. <sup>2</sup> .....	74
<b>АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПАЛИВОЗАПРАВНИХ ОБ'ЄКТІВ НА СТАН ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ</b>	
Радомська М.М., Юрків М.В., Горобцов І.В. ....	80
<b>ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ КАВІТАЦІЇ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ДРІЖДЖОВІСНИХ СТИЧНИХ ВОД</b>	
Бернацька Н.Л., Типіло І.В. ....	82
<b>ВПЛИВ ЗАБРУДНЮЮЧОГО АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ДИХАЛЬНУ СИСТЕМУ ДІТЕЙ</b>	
САВЧУК Л. Я. ....	83
<b>ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ УРБАНІЗОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ</b>	
Чайка О.Г., Мацьків О.О. ....	84
<b>ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ МЕТАНУ ІЗ ВУГІЛЬНИХ ВІДКЛАДІВ ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО БАСЕЙНУ</b>	
Калиній Т.В., Зубашев С.С., Вовк Р.І. ....	85
<b>ПЕРСПЕКТИВИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ЛЬВІВСЬКОГО ПАЛЕОЗОЙСЬКОГО ПРОГИНУ</b>	
Омельченко В.Г., Дербаль В.І., Карпенко М.О. ....	87
<b>РЕГРЕСІЙНІ МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ ЕЛЕМЕНТІВ В МІКСОМІЦЕТАХ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	
Волошкіна О.С., Кривомаз Т.І., Максименко Д.В. ....	89
<b>ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	
Москальчук Н.М. ....	90
<b>ПРО ЄМНІСТЬ ПОГЛИНАЧА НА ОСНОВІ ІОНІТУ КУ 2-8 ДЛЯ МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СКЛАДУ КАТІОНІВ У ВОДНИХ РЕСУРСАХ ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	
Сінченко В.Г. <sup>1</sup> , Тарасенко Г.П. <sup>2</sup> , Хрикова Л.В. <sup>1</sup> .....	92
<b>ПРИЧИНИ ВІДМОВ СИСТЕМ ГАЗОПОСТАЧАННЯ І ФАКТОРИ ЙОГО ЗНИЖЕННЯ</b>	
Семчук Я.М, Балан О.С. ....	94
<b>ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ В РІЧЦІ ГНИЛА ЛИПА</b>	
Бойчук О.З. ....	95
<b>ЕКОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ НАСЛІДКИ ЗАКРИТТЯ ШАХТ КРАСНОАРМІЙСЬКОГО ВУГЛЕПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ ДОНБАСУ</b>	
Каменець В.І., Повзун О.І., Ротова Л.В. ....	96
<b>ОСНОВНІ БІОСТРАТИГРАФІЧНІ ЕТАПИ ІСТОРІЇ ЗЕМЛІ. СЦЕНАРІЇ ТЕХНОГЕНУ</b>	
Рудько Г.І. ....	98
<b>СТРАТЕГІЧНА ГЕОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ</b>	
Рудько Г.І. <sup>1</sup> , Адаменко О.М. <sup>2</sup> .....	99
<b>ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИК ПРОГНОЗУВАННЯ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ПОРІД У РОЗРІЗАХ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОШУКІВ ТА ВИДОБУВАННЯ НАФТИ І ГАЗУ ТА ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ НЕБЕЗПЕК</b>	
Л.В. Скакальська*, А.В. Назаревич .....	101
<b>РОЗРОБКА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВІБРОПРЕСОВАНОГО ШАМОТНОГО ЛЕГКОВАГУ</b>	
О. Б. Скородумова, О. В. Тарахно, Н. С. Кайда, В. А. Шуліка .....	103
<b>РОЗРОБКА ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ВОГНЕСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ</b>	
О.В. Тарахно, О.Б. Скородумова, В.А.Крадожон .....	104
<b>ЩОДО ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГАЗУ МАГІСТРАЛЬНИМИ ГАЗОПРОВОДАМИ</b>	
О.Р. Манюк .....	106
<b>ПРО ВПЛИВ БУДІВНИЦТВА ГЕС У ДНІСТРОВСЬКОМУ КАНЬЙОНІ НА ПОВЕНЕВУ СИТУАЦІЮ</b>	
Д.В. Стефанишин .....	107

<b>ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА/ TECHNOLOGIES OF ENVIRONMENTAL PROTECTION .....</b>	<b>109</b>
<b>ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В ЗБРОЙНИХ СИЛАХ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	
Агібалов Ю.В. ....	109
<b>ПРОГНОЗ МЕЖ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ПЕРІОДИЧНИХ КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ У ДОЛИНИ ДНІСТРА</b>	
Адаменко О.М., Адаменко Я.О., Мандрик О.М., Мазур М.П., Зорін Д.О., Сусак І.П., Євчук О.П. ....	110
<b>ЕКОЛОГІЧНА ПРОБЛЕМА НА ТЕРИТОРІЇ СЕЛА ПІЙЛО КАЛУСЬКОГО РАЙОНУ ІВАНО-ФРАНКІВЩИНИ</b>	
Антонюк В. М., Антонюк Н. В. ....	111
<b>АКУСТИЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ В РАЙОНІ РІВНЕНСЬКОГО ПОЛІГОНУ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ ПРИ ЗБОРІ ТА УТИЛІЗАЦІЇ БІОГАЗУ</b>	
Атаєв С.В. ....	111
<b>КОМПОЗИЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ КІНЕТИКИ ДЕГРАДАЦІЇ ВОЛОГОЧУТЛИВОЇ КЕРАМІКИ ДЛЯ СЕНСОРІВ ВОЛОГОСТІ</b>	
Балицька В.О., Ярицька Л.І. ....	113
<b>ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЦЕОЛІТІВ СОКИРНИЦЬКОГО РОДОВИЩА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПРИРОДНОЇ ВОДИ</b>	
Басараба Ю.Б. <sup>1</sup> , Засадний Т.М. <sup>2</sup> , Луцишин Т.І. <sup>1</sup> ....	114
<b>СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ</b>	
Бойченко М.С., Вовк О.О. ....	116
<b>ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ПРОТИЗСУВНИХ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАХОДІВ ІЗ МОДЕЛЮВАННЯМ БАРАЖНОГО ЕФЕКТУ ТА ВИКОРИСТАННЯМ ФОСФОГІПСУ ДЛЯ ОБЛАШТУВАННЯ КОНТРФОРСІВ</b>	
Бондар М.О. <sup>1</sup> , Мальований М.С. <sup>2</sup> , Мороз О.І. <sup>2</sup> , Вакал С.В. <sup>3</sup> , Ващенко В.М. <sup>1</sup> ....	118
<b>ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ НА ОСНОВІ ВІТЧИЗНЯНОЇ ФОСФАТНОЇ СИРОВИНИ</b>	
Вакал С.В. <sup>1</sup> , Мальований М.С. <sup>2</sup> ....	119
<b>ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ ВІДХОДІВ МЕТОДОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ</b>	
Вамболь С. О., Колосков В. Ю. ....	120
<b>ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН НА ВУГІЛЬНИХ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ УКРАЇНИ</b>	
Вольчин І.А. ....	122
<b>АЛГОРИТМ ЗДІЙСНЕННЯ ФІТОІНДИКАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАФТОЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ</b>	
Глібовицька Н. І. ....	124
<b>ВИДОБУВАННЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА УТИЛІЗАЦІЯ ЗВАЛИЩНОГО ГАЗУ НА ПОЛІГОНАХ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ МІСТ УКРАЇНИ</b>	
Жук Г.В., П'ятничко О.І., Іванов Ю.В., Кубенко С.Б. ....	125
<b>ЗАСТОСУВАННЯ ЗООЛОГІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТІВ НА ТЕРИТОРІЇ ГАЗОНАФТОВИХ РОДОВИЩ</b>	
Журавель М. Ю., Леженіна І. П., Полчанінова Н. Ю., Яременко В. В. ....	127
<b>АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ГАРАНТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ</b>	
Іванов Є. А., Кравців С. С. ....	128
<b>ЕФЕКТИВНІСТЬ ДЕСОРБЦІЇ ІОНІВ МІДІ З СИЛЬНОКИСЛОТНОГО КАТІОНІТУ КИСЛИМИ РОЗЧИНАМИ</b>	
Іванова В.П., Гомеля М.Д., Марущак Ю.А. ....	131
<b>ІНІЦІАТИВА ПРОЗОРОСТІ ВИДОБУВНИХ ГАЛУЗЕЙ (ІПВГ) - РЕГІОНАЛЬНИЙ ВИМІР В ЗАХІДНІЙ УКРАЇНІ</b>	
Карпаш М.О., Зелінська Х.С., Рибіцький І.В. ....	132
<b>ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СКИДІВ ШАХТНОЇ ВОДИ НА ОСНОВІ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАПРОПОНОВАНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВІДСТІЙНИКА</b>	
Колесник В.Є., Кулікова Д.В., Павличенко А.В. ....	133
<b>РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ПРОЦЕСУ ХРОМУВАННЯ</b>	
Кроїк Г.А. ....	135
<b>ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОБЛЕМИ ТПВ: ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ КРИТЕРІЇВ РОЗВИТКУ СФЕРИ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ</b>	
Крусір Г. В., Бучка А. В. ....	136
<b>РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ТВЕРДИХ ВІДХОДІВ ВИНОРОБСТВА</b>	
Крусір Г.В., Чекал Г.Л. ....	137
<b>ПІДГОТОВКА ВІДХОДІВ БАГАТОШАРОВОЇ ХАРЧОВОЇ УПАКОВКИ ДО ПЕРЕРОБКИ У ВТОРИННУ СИРОВИНУ</b>	
Крусір Г.В., Панченко Т.І. ....	139
<b>ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ У ЯКОСТІ НАФТОВИХ СОРБЕНТІВ</b>	
Малишевська О. С. <sup>1</sup> , Мельник О. Д. <sup>2</sup> , Назаренко С. К. <sup>2</sup> ....	140
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ІНФІЛЬТРАТІВ ГРИБОВИЦЬКОГО СМІТТЄЗВАЛИЩА В АЕРОБНІЙ ЛАГУНІ</b>	
Мальований М.С., Мороз О.І., Жук В.М., Слюсар В.Т., Серета А.С., Мараховська С.Б. ....	141

<b>ШЛЯХИ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ СОРБЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРИРОДНИХ СОРБЕНТІВ</b>	
Петрушка І.М., Мороз О.І., Мокрий В.І., Петрушка К.І. ....	142
<b>ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ГРНИЧО-ХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА СТАДІЇ ЛІКВІДАЦІЇ</b>	
Погребенник В.Д., Джумеля Е.А. ....	144
<b>ЗМЕНШЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД</b>	
Полутренко М.С., Крижанівський Є.І., Федорович Я.Т. ....	146
<b>АЛЬТЕРНАТИВНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД АМОНІЙНОГО АЗОТУ</b>	
Попович О.Р., Слюсар В.Т., Вронська Н.Ю., Мальований М.С. ....	147
<b>ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВНУТРІШНЬОЇ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ МУЛОВОЇ СУМІШІ ПРИ БІОЛОГІЧНОМУ ОЧИЩЕННІ МІСЬКИХ СТІЧНИХ ВОД</b>	
Россінський В. М., Саблій Л. А. ....	148
<b>НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ У ЛАНДШАФТАХ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	
Тиханович Є. Є., Біланюк В. І. ....	150
<b>АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПРОБЛЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ</b>	
Харламова О.В., Шмандій В.М. ....	152
<b>ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНА ТЕХНОЛОГІЯ ВОДОВІДВЕДЕННЯ</b>	
Шаманський С. Й., Бойченко С. В. ....	154
<b>СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ДАНИХ ЕКОМОНІТОРИНГУ</b>	
Шапар А.Г., Шматков Г.Г., Ємець М.А. ....	156
<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ІНДИКАЦІЯ ДИНАМІКИ ЛАМІНАРНО-ТУРБУЛЕНТНИХ ПОВІТРЯНИХ АЕРОЗОЛЬНИХ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ</b>	
Шелудченко Л.С., Шелудченко Б.А. ....	158
<b>ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ МАСОВИХ ВИБУХІВ В ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРАХ</b>	
Юрченко А.А., Рудченко А.Г. ....	160
<b>ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ НАПІВСУХИХ ТЕХНОЛОГІЙ СІРКООЧИЩЕННЯ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА</b>	
Ясинецький А.О., Вольчин І.А., Мезін С.В. ....	161
<b>ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СПОРУДЖЕННЯ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН</b>	
Яцишин Т.М. ....	163
<b>ВИСОКОЕФЕКТИВНІ ПАРОПЛАЗМОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ВІДХОДІВ</b>	
Жовтянський В.А. ....	164
<b>ПРОБЛЕМИ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ В НАФТОГАЗОВОМУ КОМПЛЕКСІ/ ISSUES OF TECHNOGENIC SAFETY IN OIL AND GAS COMPLEX</b>	166
<b>DETERMINATION OF OIL PRODUCTS IN SOIL SAMPLE IN MARAMURES COUNTY</b>	
Dascalescu A. <sup>1</sup> , Michnea A. <sup>2</sup> , Pricop C. <sup>3</sup> , Barz C. <sup>4</sup> ....	166
<b>INTRODUCTION TO THE DEVELOPMENT OF NATURAL GAS IN CHINA</b>	
Jianguo Feng <sup>1*</sup> , Kai Li <sup>1</sup> , Susak O.M. <sup>2</sup> ....	169
<b>ВПЛИВ МАГІСТРАЛЬНИХ ГАЗОПРОВОДІВ «СОЮЗ» ТА «ПРОГРЕС» НА ДОВКІЛЛЯ У ПОДІЛЬСЬКО-КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ</b>	
Адаменко Я.О., Адаменко О.М. ....	170
<b>ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ДОВКІЛЛЯ ТА ЛОКАЛЬНЕ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ</b>	
Богуславець М.М., Челядин Л.І. ....	171
<b>ОЦІНКА ВИКИДІВ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ ПАРИ НАФТОПЕРЕРОБНОГО ЗАВОДУ ДО НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	
Бойченко С.В. <sup>1</sup> , Черняк Л.М. <sup>1</sup> , Бабатунде О. <sup>1</sup> , Топільницький П.І. <sup>2</sup> ....	173
<b>ТЕХНОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НЕІЗОТЕРМІЧНИХ НАФТОПРОВОДІВ</b>	
Болонний В.Т. ....	174
<b>ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ГАЗОГІДРАТНИХ ПОКЛАДІВ</b>	
Витязь О.Ю., Ляшенко А.В. ....	175
<b>ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ ВИДОБУТКУ ВУГЛЕВОДНІВ НА ПРИКЛАДІ РОДОВИЩ ПЕРЕДКАРПАТТЯ</b>	
Гоптарьова Н.В., Кіршак І.А. ....	176



<b>ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАФТОГАЗОВИДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ</b>	
Гринюк В. І. ....	178
<b>АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК УТВОРЕННЯ ГІДРАТНИХ КОРКІВ У ВИКИДНИХ ЛІНІЯХ СВЕРДЛОВИН</b>	
Грицанчук А. В. ....	179
<b>ПРОГНОЗУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ ВИТОКІВ НАФТИ, ГАЗУ ЧИ НАФТОПРОДУКТІВ НА ОБ'ЄКТАХ НАФТОГАЗОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ</b>	
Древицька Н. Ю., Логвінова А. С. ....	181
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФОРМИ ОТВОРУ НА ВИТРАТУ ВИТОКУ НАФТИ В РЕЗУЛЬТАТІ ПОШКОДЖЕННЯ НАФТОПРОВОДУ</b>	
Ждек А. Я. ....	182
<b>ПРОБЛЕМИ СОЦІАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА У РАЙОНАХ НАФТОГАЗОВИДОБУТКУ НА ПРИКАРПАТТІ</b>	
Зоріна Н.О. ....	184
<b>АНАЛІЗ БІОІНДИКАТОРІВ НА ТЕРИТОРІЇ НАФТОШЛАМОВИХ АМБАРІВ БИТКІВ-ПАСІЧНЯНСЬКОГО НАФТОГАЗОВОГО РОДОВИЩА</b>	
Караванович Х. Б. ....	186
<b>ОЦІНКА НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ АВАРІЙ НА ГАЗОПРОВОДАХ</b>	
Кривенко Г. М., Семчук Я. М., Кривенко С. О. ....	187
<b>АНАЛІЗ СТУПЕНЯ НЕБЕЗПЕКИ РОБІТ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ</b>	
Кривенко Г. М., Цикаляк О. В. ....	188
<b>АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ ВУГЛЕВОДНЯМИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ОБ'ЄКТАХ НАФТОГАЗОВИХ ПІДПРИЄМСТВ</b>	
Мандрик О.М. <sup>1</sup> , Сидоренко О.І. <sup>2</sup> ....	190
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОНИКНЕННЯ ФІЛЬТРАТУ БУРОВОГО РОЗЧИНУ В ПЛАСТ ПРІСНОЇ ВОДИ</b>	
Мандрик О.М., Зельманович А.І. ....	191
<b>СЕЙСМОГЕДИНАМІЧНА АКТИВІЗАЦІЯ БОРИСЛАВСЬКОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РАЙОНУ ЯК ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ</b>	
Назаревич Л.Є. <sup>1</sup> , Ніщименко І.М. <sup>1</sup> , Назаревич А.В. <sup>2</sup> , Олійник Г.І. <sup>1</sup> ....	192
<b>ОЦІНКА ТА КОНТРОЛЬ ВПЛИВУ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТАМИ НА ОТОЧУЮЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ</b>	
Огняник М.С., Парамонова Н.К., Шпак О.М. ....	194
<b>ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ, ЗАПАСИ ЯКИХ ВІДНОСЯТЬСЯ ДО ВАЖКОВИДОБУВНИХ</b>	
Пілка М. С. ....	196
<b>ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В МЕЖАХ ПРИЛУЦЬКОГО НАФТОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ</b>	
Плаксій Л.В., Вдовичин Р.В., Стефінін Ю.В. ....	198
<b>ПРИНЦИПИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАФТОГАЗОВИХ ОБ'ЄКТІВ</b>	
Побережний Л.Я., Пасяка Р.В. ....	200
<b>ВПЛИВ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ ВУГЛЕВОДНІВ НА ДОВКІЛЛЯ</b>	
Побережний Л.Я. <sup>1</sup> , Марущак П.О. <sup>2</sup> , Гамарник А. М. <sup>3</sup> ....	201
<b>ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ОСВОЄННЯ РОДОВИЩ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ</b>	
Рудько Г.І. <sup>1</sup> , Савлучинський О.М. <sup>2</sup> ....	203
<b>КВАЗІМИТТЄВІ РУЙНУВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТАЛЕВИХ РЕЗЕРВУАРІВ ЗА УМОВ ПОЖЕЖІ</b>	
Семерак М. М. <sup>1</sup> , Чернецький В. В. <sup>2</sup> , Михайлишин М. Р. <sup>1</sup> ....	205
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОНИКНОСТІ ГЛИНИСТИХ ГРУНТІВ ДЛЯ СПОРУДЖЕННЯ ЕКРАНІВ ВІДСТІЙНИХ АМБАРІВ</b>	
Семчук Я.М., Скиба Е.Е. ....	206
<b>КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ЕКОЛОГІЧНИХ ОЦІНОК ТЕРИТОРІЙ НАФТОГАЗОВИДОБУВАННЯ НА ПРИКАРПАТТІ МЕТОДАМИ ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ ТА МОНІТОРИНГУ</b>	
Скрипник В. С. ....	207
<b>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВОДІВ</b>	
Стеліга І.І, Бриниш Н.П., Євчук О.П. ....	208
<b>ВПЛИВ ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ НА НАДІЙНІСТЬ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ</b>	
Стеліга І.І, Рошак Й.І., Стонога М.Я. ....	210
<b>ЕКОЛОГІЧНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПОКРИТТЯ ЕЛЕМЕНТІВ БУРИЛЬНОЇ КОЛОНИ</b>	
Чернова М.Є. ....	211
<b>ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ</b>	
Шкіль С. О. ....	213
<b>ОСНОВНІ ПРИЧИНИ АВАРІЙНОСТІ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ</b>	
Яворський А.В., Побережний Л.Я., Цих В. С. ....	215

**РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ, ВІДНОВЛЕННЯ ТА ОХОРОНА ЗЕМЕЛЬНИХ  
РЕСУРСІВ/ RATIONAL USE, RESTORATION AND PROTECTION OF LAND RESOURCES...217**

**RESPONSE OF A RIVER SYSTEM TO MINING CESSATION**

Ciszewski D. ....217

**РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМИ З ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ,  
ВІДТВОРЕННЯ ТА ОХОРОНИ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ**

Боднарчук І.Л. ....218

**ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЛАНДШАФТІВ  
ЗАКАРПАТТЯ**

Г.Д. Горванко, Г.О. Жученко, А.Л.Халак.....220

**РОЗРОБКА ПОЛОЖЕНЬ ПРОЕКТУ КАТАЛОГУ МЕЖОВИХ ЗНАКІВ**

Дрогомирецька Н.П.....221

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ВІДОБРАЖЕННЯ МЕЖ ГРУНТОВИХ РІЗНОВИДІВ ПРИ ВЕЛИКОМАСШТАБНОМУ  
КАРТОГРАФУВАННІ ГРУНТІВ**

Дутчин М. М., Ільків Є. Ю., Галярник М. В., Мельник М. Л. ....223

**ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІН ГРУНТОВИХ ПРОЦЕСІВ У ТЕХНОЗОНАХ БУРОВИХ МАЙДАНЧИКІВ**

Журавель М. Ю.<sup>1</sup>, Дрозд О. М.<sup>2</sup>, Яременко В. В.<sup>3</sup> .....224

**ОЦІНКА ЯКОСТІ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ГРУНТІВ БУРОВИХ МАЙДАНЧИКІВ ЗА БІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ**

Журавель М.Ю.<sup>1</sup>, Найдьонова О.Є.<sup>2</sup>, Яременко В.В.<sup>3</sup> .....226

**ПРОГНОЗУВАННЯ ЗСУВІВ ЯК СКЛАДОВА ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ**

Ковров О.С.....228

**ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ КРИЗОВИХ ЯВИЩ НА ЗЕМЛЯХ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Кравець О. Я., Іваськів М. М. ....230

**КАДАСТРОВІ РОБОТИ З ПОКРАЩЕННЯ КОРМОВИХ УГІДЬ**

Лудчак О.Є. ....231

**ЗАСОБИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ТА ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ В ПОШУКУ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ  
СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**

Перович Л. М. , Кереш Д. І. ....233

**АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ**

Перович Л.Л.....234

**НАУКОВІ ЗАСАДИ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПРИРОДНИМИ РЕСУРСАМИ І ПЛАНУВАННЯ  
ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ**

Приходько М.М. ....235

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ ПЛАСТОВИМИ ВОДАМИ**

Пукіш А.В.....237

**СТАНОВЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ЯКІСНИМИ ОЗНАКАМИ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ**

Родзінська О.В., Подголов В.М.....238

**ПРО ТОЧНІСТЬ КЛАСИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ В ЕКОЛОГІЇ**

Рудий Р. М. ....239

**ВИКОРИСТАННЯ БІОПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ - КРОК ДО ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ**

Струмінська О. О.<sup>1</sup>, Байляк М. М.<sup>2</sup>, Лобко Є. В.<sup>3</sup>, Бортницький В. І.<sup>3</sup>, Курта С. А.<sup>2</sup>, Куцела О. Я.<sup>2</sup> .....240

**МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ/ MATERIALS FOR  
RENEWABLE ENERGY SOURCES.....243**

**ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ В ЕЛЕКТРИЧНУ**

Галушак М.О.....243

**ПРУЖНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА АУКСЕТИЧНІСТЬ КРИСТАЛІВ РОМБІЧНОЇ СИНГОНІЇ**

Гевик В.Б. ....244

**ФАЗОВИЙ СКЛАД І ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ У СИСТЕМІ Pb-Ag-Te**

Галушак М.О.<sup>1</sup>, Мудрий С.І.<sup>2</sup>, Семко Т.О.<sup>3</sup>, Оптасюк С.В.<sup>4</sup> .....245

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ПРОВІДНОСТІ ЛІТІЙ-АЛЮМІНІЄВО-ЗАЛІЗНОЇ ШПІНЕЛІ**

Депутат Б.Я., Вакалюк В.М., Шевчук О.В. ....246

**ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ: ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГІЯ ЗЕМЛІ**

Дяченко Ю.Г.....247

**ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ СПЛУК У СИСТЕМІ Pb-Sb-Te**

Криницький О.С.....	248
<b>ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНІ СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ІНФОРМАЦІЇ НА ОСНОВІ МЕТАЛЕВИХ СПІН-КЛАПАНІВ</b>	
Логвинов А.М., Пазуха І.М., Чешко І. В., Проценко С.І. ....	250
<b>ОТРИМАННЯ ТА КОНТРОЛЬ СКЛАДУ МОНОКРИСТАЛІВ <math>Pb_{1-x}Sn_xTe_{1-y}Se_y</math></b>	
Луцицький Р.М., Нижникевич В.В., Яцура І.І. ....	251
<b>ОСОБЛИВОСТІ БЛИЖНЬОГО ПОРЯДКУ У РОЗПЛАВАХ <math>Ge-VI</math></b>	
Луцишин Т.І., Шевчук О.В. ....	252
<b>СИНТЕЗ І ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТВЕРДИХ РОЗЧИНІВ <math>PbTe-SnTe</math></b>	
Матеїк Г.Д. <sup>1</sup> , Горічок І.В. <sup>2</sup> , Матківський О.М. <sup>2</sup> , Яворський Я.С. <sup>2</sup> .....	252
<b>МЕХАНІЗМИ РОЗСІЮВАННЯ В КРИСТАЛАХ ХАЛЬКОГЕНІДІВ СВИНЦЮ Р-ТИПУ ПРОВІДНОСТІ</b>	
Нижникевич В.В., Луцицький Р.М. ....	253
<b>КРЕМНІЄВІ ЕПІТАКСІЙНІ СТРУКТУРИ (КЕС) – ЯК МЕТОД ОТРИМАННЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ СТРУКТУР СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ</b>	
Новосядлий С.П., Бережанський В.М., Бойко С.І. ....	254
<b>ТОЧКОВІ ДЕФЕКТИ ТА ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛЮМБУМ ТЕЛУРИДУ ЛЕГОВАНОГО СРІБЛОМ</b>	
Прокопів В.В. <sup>1</sup> , Межиловська Л.Й. <sup>1</sup> , Мазур М.П. <sup>2</sup> , Мазур Т.М. <sup>2</sup> .....	256
<b>ЩОДО ОЦІНКИ ГАЗОГЕНЕРУЮЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОСНОВНИХ ГАЗОМАТЕРИНСЬКИХ ПОРІД У МЕЖАХ ЧОРНОГО МОРЯ</b>	
Трубенко О.М., Мазур М.П., Трубенко А.О., Ігнатюк О.Г. ....	257
<b>ПЕРСПЕКТИВНІ ТОНКОПЛІВКОВІ МАТЕРІАЛИ ІЗ НАНОВКЛЮЧЕННЯМИ ДЛЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ</b>	
Яворський Р.С., Никируй Л.І., Яворський Я.С., Запухляк Р.І. ....	259
<b>ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ/ GEOINFORMATION TECHNOLOGIES AND ENVIRONMENTAL MONITORING.....</b>	<b>261</b>
<b>КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ ГІС, ДЗЗ, ІТ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЙ РОЗРОБКИ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ</b>	
Адаменко О. М., Адаменко Я. О., Мандрик О. М., Мазур М. П., Зорін Д. О. ....	261
<b>ОРГАНІЗАЦІЯ РЕЖИМНИХ, ОПЕРАТИВНИХ ТА ЕПІЗОДИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ЯКІСТЮ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МОБІЛЬНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ</b>	
Бахарев В.С., Маренич А.В.....	262
<b>ОЦІНКА ДИНАМІКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ЗЕМЕЛЬ ПЕТРИКІВСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ</b>	
Бойко А.І., Горай І.В., Непошивайленко Н.О. ....	264
<b>ВИЗУАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ВИКИДІВ В АТМОСФЕРУ</b>	
Савицький В.Д., Бондар А.М., Панченко А.О., Стегній С.І. ....	265
<b>МОНІТОРИНГ ЛІСОНАСАДЖЕНЬ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ ДЗЗ</b>	
Вишняков В.Ю., Грушин О.В. ....	267
<b>ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА «ARROW» ДЛЯ АЕРОЗНІМАЛЬНИХ РОБІТ</b>	
Глотов В.М., Гуніна А.В. ....	269
<b>ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБСТАНОВКИ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ</b>	
Гай А.Є., Коваль Р.Р.....	270
<b>НОВІТНІ МЕТОДИ ДИСТАНЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ПАРНИКОВИМИ ГАЗАМИ</b>	
Горелик С. І. ....	272
<b>МОНІТОРИНГ ПІДЗЕМНИХ ВОД ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЯК ІНФОРМАЦІЙНА ОСНОВА РАЦІОНАЛЬНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ</b>	
Давибіда Л. І. ....	273
<b>КОНЦЕПУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО МОНІТОРИНГУ ЕВТРОФНИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ В МЕЖАХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ</b>	
Дмитрієва О.О., Колдоба І.В., Варламов Є.М., .....	274
<b>ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТОВО-РОСЛИННОГО ПОКРИВУ В ЗОНІ ДОВГОТРИВАЛОГО ВПЛИВУ ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКОЇ АЕС</b>	
Дудар Т.В. <sup>1</sup> , Станкевич С.А. <sup>2</sup> , Свіденюк М.О. <sup>1</sup> , Щербаченко В.А. <sup>1</sup> .....	276
<b>ОЦІНКА СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ Р. ЗАХІДНИЙ БУГ ЗА РІВНЕМ ЗАБРУДНЕНOSTІ</b>	
Калько А.Д. <sup>1</sup> , Басюк Т.О. <sup>1</sup> , Гопчак І.В. <sup>2</sup> , Мушка Г.Г. <sup>3</sup> .....	278
<b>ДІАГНОСТИКА НАФТОГАЗОМАТЕРИНСЬКИХ ТОВЩ ГЕОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ</b>	
Карпенко І. <sup>1</sup> , Карпенко О. <sup>1</sup> , Башкіров Г. <sup>2</sup> .....	279
<b>ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТЕРИТОРІЇ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	
Касіянчук Д.В., Гриб Н.В., Крив'юк І.В., Штогрин Л.В.....	280
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ВОД НА ТЕРИТОРІЇ М. КИЄВА ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ</b>	
Кошляков О.Є., Диняк О.В., Кошлякова І.Є.....	282

<b>РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КОСМІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ НАФТОПРОДУКТАМИ ЧОРНОГО МОРЯ</b>	
Красовський Г.Я. <sup>1</sup> , Радчук В.В., <sup>2</sup> Трофимчук О.М. <sup>2</sup> .....	283
<b>ЛЕСОВІ КАР'ЄРИ ЯК ПРІОРИТЕТНІ ОБ'ЄКТИ МОНІТОРИНГУ</b>	
Колтун О.В. ....	285
<b>ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ АНОМАЛІЙ ПРИРОДНОГО ІМПУЛЬСНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ НА ДІЛЯНКАХ ПІДЗЕМНО-НАЗЕМНИХ ПЕРЕХОДІВ ТРУБОПРОВОДІВ</b>	
Крижанівський Є.І., Кузьменко Є.Д., Тараєвський О.С., Багрій С.М. ....	287
<b>ЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ АРХЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ НА ТЕРИТОРІЇ ПАЛАЦУ ПОТОЦЬКИХ У МІСТІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКУ</b>	
Кузьменко Є.Д. <sup>1</sup> , Багрій С.М. <sup>1</sup> , Дзьоба У.О. <sup>1</sup> , Романець В.Ф. <sup>2</sup> , Семенюк В.А. <sup>1</sup> .....	288
<b>ПРОЕКТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ LANDSAT 8 ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОШУКУ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ</b>	
Лазарева О.Є., Скларова М.В. ....	289
<b>APPLICATION OF FREQUENCY-RESONANCE METHOD OF SATELLITE IMAGE PROCESSING FOR THE DETECTION AND LOCALIZATION OF TECHNOGENIC ACCUMULATION OF LOST OIL PRODUCTS</b>	
Levashov S.P. <sup>1</sup> , Yakymchuk N.A. <sup>1</sup> , Korchagin I.N. <sup>2</sup> , Bozhezha D.N. <sup>1</sup> .....	291
<b>SOME RESULTS OF THE FREQUENCY-RESONANCE METHOD APPLICATION FOR PHOTO-IMAGES PROCESSING DURING THE GEOACTIVE ZONES ON THE EARTH SURFACE STUDYING</b>	
Yakymchuk N.A. <sup>1</sup> , Korchagin I.N. <sup>2</sup> .....	293
<b>ГЕОМАГНІТНИЙ ТА МАГНІТОВАРІАЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ У ЗАКАРПАТСЬКІЙ СЕЙСМОАКТИВНІЙ ЗОНІ</b>	
Максимчук В.Ю., Климович Т.А. ....	295
<b>МЕТОДИКА ДИНАМІЧНОГО КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ</b>	
Миронцов М.Л., Охарев В.О. ....	297
<b>ФОРМУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ І НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ БІОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТУ «РОЗТОЧЧЯ»</b>	
Мороз О.І., Петрушка І.М., Мокрий В.І. ....	298
<b>ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОАКУСТОЕМІСІЙНОГО ТА ГЕОЕЛЕКТРОМАГНІТНОЕМІСІЙНОГО (ПІЕМПЗ) МЕТОДІВ У ГЕОДИНАМІЧНИХ ТА ГЕОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ</b>	
Назаревич А.В. ....	300
<b>ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА TRIMBLE UX-5 ДЛЯ МОНІТОРИНГУ НАСЛІДКІВ ЗСУВУ НА ЛЬВІВСЬКОМУ МІСЬКОМУ ПОЛІГОНІ ТПВ</b>	
Нікулішин В.І., Савчин І.Р., Ломпас О.В., Лозинський В.А. ....	302
<b>ОБЛІК, ОЦІНКА І МОНІТОРИНГ ТЕХНОГЕННИХ РОДОВИЩ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ</b>	
Павличенко А.В., Бучавий Ю.В., Федотов В.В. ....	303
<b>ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД В РАЙОНІ СУМСЬКОЇ ТЕЦ</b>	
Пляцук Л.Д., М'якаєва Г.М., М'якаєв О.В. ....	304
<b>ІНСТРУМЕНТАРІЙ МОНІТОРИНГУ І ОЦІНКИ ВПЛИВУ СМІТТЄЗВАЛИЩ НА ДОВКІЛЛЯ</b>	
Рогожин О. Г., Новохацька Н. А., Кодацький М. Б., Васинюк А. В. ....	306
<b>ПРИНЦИПИ РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ЗА УРАЖЕНІСТЮ ЕКЗОГЕННИМИ ГЕОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ</b>	
Пона О.Я., Чепурний І.В. ....	308
<b>СИСТЕМА РЕГІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЇЇ ЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ</b>	
Триснюк В.М. ....	309
<b>ВИКОРИСТАННЯ ЯДЕРНО-ФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ЛІТОЛОГІЧНОГО РОЗЧЛЕНУВАННЯ ТОНКОШАРУВАТИХ НЕОГЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ БІЛЬШЕ-ВОЛИЦЬКОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГІНУ</b>	
Федоришин Д.Д., Трубенко О.М., Федоришин С.Д., Бойчук Н.Я. ....	311
<b>НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПРОСІДАНЬ НА ТЕРИТОРІЇ СГХП ПАТ «ПОЛІМІНЕРАЛ»</b>	
Чепурна Т.Б., Самборська О.І. ....	312
<b>ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ УМОВ РОЗВИТКУ ПРОЯВІВ СУЛЬФАТНОГО ТА КАРБОНАТНОГО КАРСТУ ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	
Чепурний І.В. ....	314
<b>АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ СТАРОДАВНИХ КЛАДОВИЩ М.ЛЬВОВА НА ОСНОВІ КАРТОГРАФІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДАНИХ ДЗЗ</b>	
Четверіков Б.В. ....	316
<b>ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГО- ГЕОЛОГІЧНИХ НЕБЕЗПЕК ФАКТОРІВ АТО У ДОНБАСІ</b>	

Яковлев Є.О. ....	317
<b>ОЦІНКА РИЗИКІВ ЗАБРУДНЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД У ПРОЦЕСІ ВИДОБУТКУ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВУГЛЕВОДНІВ</b>	
Яковлев Є.О. <sup>1</sup> , Лялько В.І. <sup>2</sup> , Азімов О.Т. <sup>2</sup> .....	319
<b>ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ОЦІНКИ ВПЛИВУ СОЛОТВИНСЬКОГО СОЛЕРУДНИКА НА ЛАНДШАФТ ВОДОЗБОРУ</b>	
Анпілова Є.С., Яковлев Є.О. ....	321
<b>ГЕОДЕЗИЯ, GNSS – ТЕХНОЛОГІЇ ТА ГЕОДЕЗИЧНИЙ КОНТРОЛЬ/ GEODESY, GNSS – TECHNOLOGIES AND GEODETIC CONTROL .....</b>	<b>323</b>
<b>THE ROLE OF PUBLIC ORGANIZATIONS IN ENHANCING PROFESSIONALISM IN THE FIELD OF GEODESY, CADASTRE AND GEOINFORMATICS</b>	
Chiriac V. ....	323
<b>CALCULATION METHOD OF 3D TRANSFORMATION PARAMETERS GRID FOR THE REPUBLIC OF MOLDOVA TERRITORY</b>	
Chiriac V., Vlasenco A. ....	324
<b>ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ДЛЯ ВИСОКОТОЧНОГО ЗНІМАННЯ АВТОШЛЯХІВ</b>	
Бабій В.В. ....	325
<b>СТВОРЕННЯ І ОНОВЛЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ GOOGLE EARTH</b>	
Бурак К.О., Дорош Л.І. ....	327
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ GNSS СПОСТЕРЕЖЕНЬ ПРИ ІНЖЕНЕРНО ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБОТАХ</b>	
Бурак К.О., Лиско Б.О. ....	328
<b>НОВІ МОЖЛИВОСТІ ГЕОДЕЗИЧНОГО КОНТРОЛЮ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ БУДІВЕЛЬ, СПОРУД ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОВИХ ТА АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ</b>	
Бурак К.О. <sup>1</sup> , Нестеренко Г.Ф. <sup>2</sup> , Сергієнко М.Т. <sup>2</sup> , Шпаківський П.П. <sup>3</sup> .....	329
<b>ГЕОДЕЗИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ПІДКРАНОВИХ КОЛІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОННИХ ТАХЕОМЕТРІВ</b>	
Бурак К.О. <sup>1</sup> , О. П. Шпаківський О.П. <sup>2</sup> .....	330
<b>ОПЕРАТИВНИЙ ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЖИТТЯ НА НЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОГЕННИХ ТА ПРИРОДНИХ ОБ'ЄКТАХ</b>	
Віват А.Й., Марусяк І.Я. ....	332
<b>ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ЧАСТИНИ ЄВРАЗІЙСЬКОЇ ПЛИТИ З ВИКОРИСТАННЯМ РОТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ</b>	
Вовк А.І. ....	333
<b>НУМЕРАЦІЯ І ОБЛІК МЕЖОВИХ ЗНАКІВ</b>	
Галярник М. В., Антонюк Р. Я. ....	334
<b>ПІДРАХУНОК ВІКУ ПУНКТІВ ТРИАНГУЛЯЦІЇ В ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ</b>	
Галярник М.В., Антонюк Р.Я. ....	335
<b>ДОСВІД СКЛАДАННЯ АБРИСІВ МЕЖОВИХ ЗНАКІВ</b>	
Галярник М.В., Гладун І.В. ....	336
<b>ПОШУК ГРУБИХ ПОХИБОК У ВИСОТНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖАХ ШЛЯХОМ АВТОМАТИЗОВАНОГО АНАЛІЗУ СЛУЖБОВИХ ДОПУСКІВ. ОПТИМІЗАЦІЯ ВИСОТНИХ МЕРЕЖ</b>	
Гринішак М.Я. ....	336
<b>РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОПТИМІЗАЦІЇ ОПОРНОЇ GNSS-МЕРЕЖИ ДНІСТРОВСЬКОЇ ГАЕС</b>	
Дума М.В., Савчин І.Р. ....	337
<b>ДО ПИТАННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПРИ КАДАСТРОВИХ ЗНІМАННЯХ</b>	
Дутчин М.М., Грицюк Т.Ю., Біда І.В., Федоришин Н.Г. ....	338
<b>GNSS-МЕТЕОРОЛОГІЯ В УКРАЇНІ</b>	
Каблак Н. <sup>1</sup> , С.Савчук С. <sup>2</sup> .....	339
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ МАСШТАБНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ФОТОПЛАНІВ</b>	
Ковтун В.М., Дорош Л.І. ....	340
<b>ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДІВ НІВЕЛЮВАННЯ ПРИ СТВОРЕННІ ВИСОТНОЇ ОСНОВИ НА ТЕРИТОРІЇ ШАЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ</b>	
Корлятович Т.Ю. ....	341
<b>ДИСТАНЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ НАФТОГАЗОПРОВОДІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ</b>	
Кухтар Д.В. ....	343
<b>РОЗРАХУНОК ТОЧНОСТІ ПОЛІГОНОМЕТРИЧНИХ ХОДІВ</b>	
Літинський В.О., Перій С.С. ....	344
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ НАДЗЕМНОГО ПЕРЕХОДУ МГ «БОГОРОДЧАНИ – ДОЛИНА» ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ГЕОДЕЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ</b>	

Матіщук А.В., Грицюк Т.Ю. ....	346
<b>ВИКОРИСТАННЯ GPS-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГЕОТУРІВ</b>	
Мельник А. В. ....	347
<b>ГЕОДЕЗИЧНИЙ СУПРОВІД ПЕРЕІЗОЛЯЦІЇ МАГІСТРАЛЬНИХ НАФТОПРОВОДІВ У ТРАНШЕЇ БЕЗ ЗУПИНКИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПРОДУКТУ</b>	
Мельниченко Г. Г. <sup>1</sup> , Мельниченко Ю. Г. <sup>1</sup> , Додик Т. Я. <sup>2</sup> .....	348
<b>АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ПРИ ОБЧИСЛЕННІ СЕРІЙ ЧАСОВИХ КООРДИНАТ</b>	
Мусієнко А.В. ....	349
<b>ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВИХ КООРДИНАТ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ ДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ</b>	
Ничвид М. Р. <sup>1</sup> , Проданець І. І. <sup>2</sup> .....	351
<b>ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ДАНИХ КА SENTINEL-1 В ЗАДАЧАХ МОНІТОРИНГУ ГЕОДИНАМІЧНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ</b>	
Пакшин М.Ю. <sup>1</sup> , Ляска І.І. <sup>1</sup> , Ковтун В.М. <sup>2</sup> .....	353
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОФОРІЕНТАЦІЙНОЇ РОБОТИ ІНЖЕНЕРНО-ЕКОЛОГІЧНОГО ІНСТИТУТУ</b>	
Пилип'юк Р.Г., Грицюк Т.Ю., Пилип'юк Р.Р., Дорош Л.І., Іваночко М.М., Телюк С.А., Рабко І.Ю. ....	354
<b>ВИЗНАЧЕННЯ ДОВГОТИ ЗА ВИМІРЯНИМИ ЗЕНІТНИМИ ВІДСТАНЯМИ ЗІРОК</b>	
Пилип'юк Р.Г., Пилип'юк Р.Р., Грицюк Т.Ю. ....	355
<b>ВИКОРИСТАННЯ GNSS-СПОСТЕРЕЖЕНЬ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ РЕФЕРЕНЦІОЮ І ГЛОБАЛЬНОЮ СИСТЕМАМИ КООРДИНАТ УКРАЇНИ</b>	
Пилип'юк Р. Г., Пилип'юк Р. Р., Грицюк Т. Ю., Михайлишин В. П. ....	357
<b>ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО ТИСКУ НА АГРОЛАНДШАФТИ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ В УПРАВЛІННЯХ МІСЦЕВОГО РІВНЯ</b>	
Ріпецький Є.Й., Гереджук І.І. ....	359
<b>МОНІТОРИНГ ГЕОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ЗЕМНІЙ КОРИ</b>	
Романюк В.В. ....	360
<b>ПРО МІНІМАЛЬНУ ТА МАКСИМАЛЬНУ ВІДСТАНІ МІЖ КУТАМИ ПОВОРОТІВ МЕЖІ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ПІД ЧАС ЇЇ ГЕОДЕЗИЧНОГО ВСТАНОВЛЕННЯ</b>	
Рябчій В.А., Рябчій В.В. ....	362
<b>МОНІТОРИНГ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ НА ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ ДІЛЯНКИ ДЕЛЯТИН – РАХІВ ЛЬВІВСЬКОЇ ЗАЛІЗНИЦІ</b>	
Серант О.В., Серант О-М.В. ....	363
<b>ЕТАЛОННИЙ ГЕОДЕЗИЧНИЙ ПОЛІГОН ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНОЇ АТЕСТАЦІЇ ЛІНІЙНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ</b>	
Тревого І.С., Цюпак І.М. ....	365
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ НЕРІВНОМІРНОГО ОБЕРТАННЯ ЗЕМЛІ ТА КІНЕМАТИКИ ТЕКТОНІЧНИХ ПЛИТ НА ПРИКЛАДІ АНТАРКТИЧНОЇ ПЛИТИ</b>	
Третяк К.Р., Голубінка Ю.І., Аль-Алусі Ф.К. ....	367
<b>ТОЧНІСТЬ ОБЧИСЛЕННЯ ПЛОЩ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІДДАЛІ МІЖ СУМІЖНИМИ ВЕРШИНАМИ ТА КОЕФІЦІЄНТОМ ВИДОВЖЕНОСТІ ДІЛЯНКИ</b>	
Федоришин Н.Г. ....	369
<b>ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ВИШУКУВАННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПРИЯТЛИВОГО ГІДРОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ДІЛЯНКИ РІКИ ВІКНО В С. КУТИЩЕ ТЛУМАЦЬКОГО РАЙОНУ</b>	
Феношин М., Гук Л. ....	370
<b>ПОРІВНЯННЯ ВІМ І САД МОДЕЛЕЙ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ ПРОЕКТУВАННІ</b>	
Шупенюк Б.І., Шупенюк А.І., Ріпецький Є. Й. ....	371
<b>ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗА ЗСУВАМИ НА ТЕРИТОРІЇ ПІДГОРЕЦЬКОГО МОНАСТІРЯ</b>	
Ямелинець С.П., Приступа О.Д., Балян А.П. ....	372
<b>ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ НА ПРИКЛАДІ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ</b>	
Ярема Н.П., Марко Т.Б. ....	374
<b>ОСВІТА В КОНТЕКСТІ КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ / EDUCATION IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONCEPT</b> .....	376
<b>ІНДУСТРІЯ 4.0 ТА ОСВІТА ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ</b>	
Шкіца Л. Є., Корнута В. А. ....	376
<b>ІНТЕГРАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ В СИСТЕМУ ОСВІТИ</b>	

Орфанова М. <sup>1</sup> , Яцишин Т. <sup>1</sup> , Смікал І. <sup>2</sup> , Рибак О. <sup>3</sup> .....	378
<b>ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ З ГІДРОГЕОЛОГІЇ В КИЇВСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА В КОНТЕКСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИМОГ ВОДНИХ ДИРЕКТИВ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ</b>	
Кošляков О.Є., Мокієнко В.І.....	379
<b>МЕТОДИ ЕМПАУЕРМЕНТ-ПЕДАГОГІКИ В ШКІЛЬНІЙ ЕКОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ</b>	
Некос А. Н., Медведєва Ю. В. ....	380
<b>ФОРМУВАННЯ НАУКОВОГО СВІТОГЛЯДУ ПРИ ВИРІШЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ</b>	
Ярицька Л.І., Балицька В.О. ....	382
<b>МОРСЬКІ ГЕОЕКОЛОГІЧНІ ТА ГЕОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ІНСТИТУТІ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК АН УРСР (НАН УКРАЇНИ)</b>	
Половка С.Г.....	383
<b>ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ З ТУРИЗМУ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ</b>	
Зоріна Г.П., Коробейникова Я.С. , Долгопола Г.Є.....	385
<b>ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА У ВИЩІЙ ШКОЛІ ТА АКТИВІЗАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РУХУ В УКРАЇНІ</b>	
Лаврук Т. М. ....	386
<b>ПІДГОТОВКА БАКАЛАВРІВ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ “ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА”</b>	
Погребенник В.Д., Петрушка І.М., Мокрий В.І., Хомко Н.Ю., Шибанова А.М., Чайка О.Г., Ріпак Н.С., Політило Р.В., Гивлюд А.М., Войціховська А.С., Подольчак І.І.....	388
<b>ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ “ХІМІЯ” ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІФНТУНГ</b>	
Калин Т.І. ....	389
<b>АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПЕРЕПІДГОТОВКИ ТА ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ФАХІВЦІВ ТУРИСТИЧНОЇ ГАЛУЗІ</b>	
Долгопола Г. Є. , Коробейникова Я. С., Зоріна Г.П. ....	390
<b>ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ ДОШКІЛЬНЯТ НА БАЗІ МЕЗИНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ</b>	
Гавриленко О.М.....	391
<b>ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ / ENVIRONMENTAL ISSUES OF TOURISM SUSTAINABLE DEVELOPMENT .....</b>	<b>394</b>
<b>РОЗВИТОК ДОСЛІДЖЕНЬ СТАРУНІ ТА ЛАНДШАФТНО-АРХІТЕКТУРНА МОДЕЛЬ ПАРКУ ЛЬОДОВИКОВОГО ПЕРІОДУ</b>	
Адаменко О. М. <sup>1</sup> , Котарба М. Й. <sup>2</sup> , Карпаш О. М. <sup>1</sup> , Адаменко Я. О. <sup>1</sup> , Винниченко Д. М. <sup>1</sup> , Драгант Д.М. <sup>3</sup> , Зорін Д. О. <sup>1</sup> , Ковбанюк І. І. <sup>1</sup> , Кочкін І. Т. <sup>4</sup> , Мазур М. П. <sup>1</sup> , Мацкевий Л. Г. <sup>5</sup> , Мосюк І. В. <sup>6</sup> , Радловська К. О. <sup>1</sup> , Скрипник В. С. <sup>7</sup> , Стельмах О. Р. <sup>1</sup> , Федорчак Т. Ю. <sup>1</sup> , Чернобай Ю. М. <sup>3</sup> , Юзьків В. <sup>8</sup> .....	394
<b>РОЗВИТОК ГЕОТУРИЗМУ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ</b>	
Бучинська А.В. <sup>1</sup> , Яцожинський О.М. <sup>2</sup> , Скакун Л.З. <sup>2</sup> , Зінько Ю.В. <sup>2</sup> , Бубняк І.М. <sup>2</sup> .....	396
<b>ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ ЗАКЛАДІВ ГОСТИННОСТІ В УКРАЇНІ</b>	
Вацеба Н.М.....	397
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ТУРИСТИЧНОГО БАЛАНСУ В ІВАНО-ФРАНКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ</b>	
Данчук Д.М. ....	399
<b>МІЖНАРОДНИЙ ТУРИЗМ ЯК ФАКТОР НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ</b>	
Дутчак О.І.....	400
<b>ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ДИНАМІКИ ТУРИСТИЧНИХ ПОТОКІВ ЗАСОБАМИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ</b>	
Журавель Н.В., Коробейникова Я.С.....	402
<b>ІДЕНТИФІКАЦІЯ ВПЛИВУ РЕКРЕАЦІЙНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА</b>	
Клименко В.І., Радчук І.В., Загородня С.А.....	404
<b>СТИМУЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ НА ЗАСАДАХ СТАЛОСТІ</b>	
Коробейникова Я.С.....	405
<b>ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ НА ТЕРИТОРІЇ КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ</b>	
Корчемлюк М. В., Архипова Л. М. ....	407
<b>ЕККУРСІЯ ЯК ЗАСІБ ЕКОЛОГІЧНОГО ВИХОВАННЯ В ПРОЦЕСІ ТУРИСТСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ</b>	
Косило Л.С. ....	409
<b>ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ГОТЕЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВІ США ТА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ В ГОТЕЛЯХ УКРАЇНИ</b>	
Лукіянчук А.В. ....	411
<b>РОЛЬ ОБ’ЄКТІВ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ В ЕКОЛОГІЧНОМУ ТУРИЗМІ</b>	
Литовченко І. В., Логвин М. М. ....	412
<b>ЕКОЛОГІЧНЕ ВИХОВАННЯ ЯК ОДИН З КОМПОНЕНТІВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ НА ПРИКАРПАТТІ</b>	
Маланюк Т.З. ....	414
<b>СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ : ОБМЕЖЕННЯ НА ВПРОВАДЖЕННЯ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ</b>	



---

Мельник А.В. ....	415
<b>ПОТЕНЦІЙНІ ТУРИСТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ПРИКАРПАТТЯ</b>	
Невенченко А.І. ....	416
<b>ЦІНОВІ ВАЖЕЛІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ СФЕРИ ТУРИЗМУ</b>	
Орлова В.В., Оришко С.П. ....	417
<b>СПАДЩИНА ЮНЕСКО В УКРАЇНІ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ</b>	
Павлюк І.М. ....	419
<b>ЗБАЛАНСОВАНИЙ РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВОГО ТУРИЗМУ</b>	
Пендерецький О.В. ....	420
<b>ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУБ'ЄКТІВ ТУРИЗМУ М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬК</b>	
Рибаченко Т.В., Побігун О.В. ....	422
<b>АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ РОЗВИТКУ МІЖНРОДНОГО ТУРИЗМУ В ПІВНІЧНІЙ АМЕРИЦІ</b>	
Слободянюк О.А., Марущак М.І. ....	424
<b>СТАН РЕКРЕАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ТА РОЗВИТОК КУРОРТНИХ ЗОН ТЕРНОПІЛЛЯ</b>	
Триснюк Т.В., Триснюк І.В. ....	425
<b>ДНІСТРОВСЬКИЙ КАНЬОН: ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТУРИЗМУ</b>	
Флінта Н.І. ....	427
<b>«СЕНТИМЕНТАЛЬНИЙ» ТУРИЗМ В СИСТЕМІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТРАНСКОРДОННИХ ТЕРИТОРІЙ</b>	
Томчевська-Попович Н., Хлобистов Є.В. ....	429
<b>ШЛЯХИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ТУРИЗМУ</b>	
Шикеринець В.В. ....	430
<b>РЕКРЕАЦІЙНИЙ ТУРИЗМ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ПРИРОДНОМУ ПАРКУ «ПІВНІЧНЕ ПОДІЛЛЯ»</b>	
Шишка М.М. ....	432
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБЕРЕЖЕНОСТІ ЗАМКІВ ТЕРНОПІЛЬЩИНИ ЯК ТУРИСТИЧНИХ АТРАКЦІЙ</b>	
В.Я.Юрків ....	434