



**ЗБІРНИК  
НАУКОВИХ  
ПРАЦЬ**

**XVIII  
МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**“ПРОБЛЕМИ  
ЕКОЛОГІЧНОЇ  
БЕЗПЕКИ”**

**Україна, Кременчук,  
06-08 жовтня, 2020**

ЗМІСТ

<b>Економізація екологічного моніторингу</b> <i>Катков М.В., Пономаренко Є.Г., Лавінда М.О</i> .....	4
<b>Characteristics of the impact of munitions explosion sites on the ecological condition of the surrounding area</b> <i>Koloskov V.Yu., Didovets Yu.Yu.</i> .....	8
<b>Дослідження вмісту поліароматичних речовин в олієжировмісних продуктах харчування</b> <i>Бездєнєжних Л.А., Гєнова А.В.</i> .....	10
<b>Екологічна оцінка нафтозабруднених ґрунтів</b> <i>Бездєнєжних Л.А., Синяцик В.Ф.</i> .....	14
<b>Прогнозна модель динаміки екологічного стану поверхневих вод</b> <i>Безсонний В.Л., Третьяков О.В.</i> .....	18
<b>Дослідження впливу кислотної та лужної обробки інтерметаллідних катализаторів на їх каталітичну активність в процесах окиснення оксиду вуглецю (II) та вуглеводнів</b> <i>Бєлоконь К.В.</i> .....	22
<b>Проектування інженерної споруди біоплато на технологічних відвалах вугільних шахт</b> <i>Босак П.В., Попович В.В., Корольова О.Г.</i> .....	27
<b>Новітня оцінка екологічного стану Полтавської області</b> <i>Голік Ю.С., Чепурко Ю.В.</i> .....	32
<b>Громадський моніторинг стану забруднення атмосферного повітря агломерацій</b> <i>Голік Ю.С., Максюта Н.С.</i> .....	36
<b>Аналіз інформаційних умов функціонування моделі управління надзвичайною ситуацією при пошкодженні мереж електропостачання</b> <i>Дейнеко Н.В., Кірсєв О.О., Тарахно О.В., Шевченко Р.І.</i> .....	41
<b>Науково-практичні аспекти біотестування природних та стічних вод</b> <i>Дмитриков В.П., Ільченко В.О.</i> .....	44
<b>Забруднення літосфери внаслідок функціонування вугільної галузі</b> <i>Єрмаков В.М., Луньова О.В.</i> .....	48
<b>Зниження екологічного ризику при поводженні з побутовими медичними відходами (на прикладі м. Харків)</b> <i>Сталінська І. В., Каменєва Н.І., Абазін О.</i> .....	54
<b>Характеристика впливу місць вибухів босприпасів на екологічний стан прилеглої території</b> <i>Колосков В.Ю., Дідовець Ю.Ю.</i> .....	60
<b>Determination of reference values of complex fuel-ecological criterion and ponderability of its fuel component</b> <i>Kondratenko O.M., Kovalenko S.A., Botsmanovska O.S., Podolyako N.M.</i> .....	60
<b>Taking into account of emission of polycyclic aromatic hydrocarbons in criteria-based assessment of ecological safety level of vehicle with reciprocating ice exploitation process</b> <i>Kondratenko O.M., Kovalenko S.A., Botsmanovska O.S., Podolyako N.M.</i> .....	65

<b>К вопросу устойчивого развития предприятий горно-металлургического комплекса</b>	
<i>Матухно Е.В., Сибирь А.В., Крюкова Н.А., Сальникова Ю.В. ....</i>	69
<b>Прогнозування надзвичайних ситуацій щодо зменшення екологічних загроз та оцінювання ризиків з використання аерокосмічних технологій</b>	
<i>Машков О.А., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. ....</i>	73
<b>Розвиток регіонального туризму як фактор зменшення медико-екологічних ризиків у період пандемії COVID-19</b>	
<i>Некос А.Н., Цюман О. ....</i>	79
<b>Екобезпека водойм поблизу фермерських господарств</b>	
<i>Некос А.Н., Чечуй О.Ф. ....</i>	84
<b>Виділення природоохоронних заходів направлених на попередження надзвичайних ситуацій пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів</b>	
<i>Рашкевич Н.В. ....</i>	86
<b>Вплив природно-техногенних землетрусів на екологічно небезпечні об'єкти</b>	
<i>Серікова О.М., Стрельнікова О.О., Крютченко Д.В. ....</i>	89
<b>Екологічні аспекти утилізації органічних відходів біологічними методами</b>	
<i>Сторощук У.З., Мальований М.С. ....</i>	91
<b>Методологія управління екологічною безпекою при організації туристичних подорожей та екскурсійної діяльності на території м. Києва</b>	
<i>Бондар О.І., Фінін Г.С., Шевченко Р.Ю. ....</i>	94
<b>Методи забезпечення екологічної безпеки території в зоні впливу автодорожньої мережі</b>	
<i>Шелудченко Л.С. ....</i>	100
<b>Проблема антропогенного забруднення річки Шкло та шляхи вирішення</b>	
<i>Шуплат Т.І. ....</i>	104
<b>Штучні джерела питної води на період надзвичайних ситуацій</b>	
<i>Яковлев В.В., Дмитренко Т.В. ....</i>	107
<b>Управління екологічною безпекою у соціально-економічній зоні в умовах комплексного впливу джерел небезпеки</b>	
<i>Харламова О.В., Плаксий Я.В. ....</i>	113
<b>Забезпечення екологічної безпеки у техногенно навантаженому регіоні на основі антропоцентричного підходу</b>	
<i>Шмандій В.М., Ригас Т.Є., Григоренко Ю.С., Стригуль С.С. ....</i>	117
<b>Підвищення екологічної безпеки водних об'єктів шляхом запобігання забруднення фармацевтичними речовинами</b>	
<i>Солошич І.О., Губина Я.С. ....</i>	120
<b>Переробка відходів гірничо-збагачувального виробництва у відцентрових дезінтеграторах для отримання будівельних матеріалів</b>	
<i>Сокур М.І., Святенко А.І., Божик Д.П. ....</i>	124



## ЕКОНОМІЗАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

*М.В. Катков, к.т.н., доц., Є.Г. Пономаренко, к.т.н., доц., М.О. Лавінда, студ.*  
*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова*  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 310002, Україна, E-mail : mvkatkov@gmail.com

У даній роботі пропонується можливість використання економізації моніторингу землі та геологічного моніторингу з метою недорогого і швидкого отримання даних, необхідних для здійснення інженерних робіт і прийняття управлінських рішень в області захисту навколишнього середовища. Результати запропонованих апроксимацій були використані у розробці технології очищення земель від хлорорганічних пестицидів (ХОП) та у визначенні попередньої вартості інженерних заходів щодо запобігання підтоплення і зсувів

**Ключові слова:** апроксимація, моніторинг, обсяг забруднення, підтоплення, зсуви.

**Вступ.** Проектування технологій захисту навколишнього середовища вимагає великої кількості попередніх робіт для отримання даних про стан її компонентів. Зазвичай, дана робота характеризується своїми великими матеріальними та часовими витратами, і, в деяких випадках, це обумовлює довготривалість інженерних рішень екологічних проблем або навіть робить цей процес неможливим. Тому дослідження, які дозволяють знизити витрати і час на проведення екологічного моніторингу безумовно є актуальними.

**Мета роботи.** Метою даної роботи є використання методів апроксимації для скорочення матеріальних і часових витрат на необхідний попередній екологічний моніторинг, тобто економізація моніторингу. Запропоновані принципи моніторингу були застосовані при розробці технології очищення земель від хлорорганічних пестицидів (ХОП) та при визначенні попередньої вартості інженерних заходів щодо запобігання підтоплення і зсувів.

**Матеріали та результати досліджень.** Здійснення будь-якої технології ремедіації землі, забрудненої ХОП вимагає належність відомих значень об'ємної конфігурації землі забрудненої ХОП до їх гранично допустимої концентрації, її маси та маси забруднювача. При отриманні цих даних можна зіткнутися з нерозв'язною в даний час проблемою відбору і аналізу сотень проб забрудненої землі до глибини 6-7 м, тобто проведення таких досліджень може зайняти багато часу, воно надзвичайно трудомістке і дороге.

У даній роботі пропонується можливість використання апроксимації мінімальної кількості даних рівня забруднення землі для визначення необхідних вищенаведених значень [1,2]. Здійснення такого напрямку спирається на гіпотезу залежності рівня забруднення різних обсягів землі, за процентним відношенням, від їх відстані до центру забруднення.

Припустимо, що в разі точкового джерела забруднення (наприклад маленький склад зберігання пестицидів) [3] концентрація забруднюючої речовини  $C_i$  в будь-якому обсязі буде апроксимуватися нелінійною (експоненційною) регресійною залежністю:

$$C_i = C_{\max} \varphi^{\beta h_i + \alpha r_i}, \quad (i = 1, \dots, n), \quad (1)$$

де,

$r_i$  - відстань  $i$ -тої частини обсягу від точки (центр складу) забруднення ( $i = 1, \dots, N$ );

$h_i$  - глибина розташування  $i$ -тої частини обсягу забруднення ( $i = 1, \dots, n$ );

$n$  - кількість досліджуваних частин обсягу забрудненої Землі

$C_{\max}$  - максимальна концентрація забруднення (на поверхні в точці забруднення),

$\alpha$  і  $\beta$  - невідомі параметри забруднення.

У разі лінійного джерела забруднення (наприклад, прирейкові або пристанційні склади зберігання пестицидів, які мають велику довжину) зробимо очевидне припущення про те, що рівень забруднення визначається рівнянням 2 [4]:

$$C = C_{\max} e^{\beta h + \alpha f(x,y)} \quad (2)$$

де :

$x$  и  $y$  - координати частки обсягу забруднення на поверхні землі від центру лінійного джерела забруднення .

Для вирішення рівнянь (1) і (2) припускається мати значення концентрацій ХОП тільки в трьох обсягах забрудненої землі, розташованих в різних координатах по  $r(x,y)$  і  $h$  від точки забруднення або центру лінії забруднення , а рівняння (1) вказує на те , що об'ємна конфігурація землі забрудненої ХОП точковим джерелом, де забруднення перевищує їх ГДК, являє собою конус з віссю, перпендикулярною до поверхні забрудненої землі та проходить через точку забруднення , яка знаходиться на поверхні.

Отримані нелінійні регресійні залежності необхідно представити у лінійній формі за допомогою логарифмування і відповідно отримати рівняння щодо невідомих  $\alpha$  і  $\beta$  :

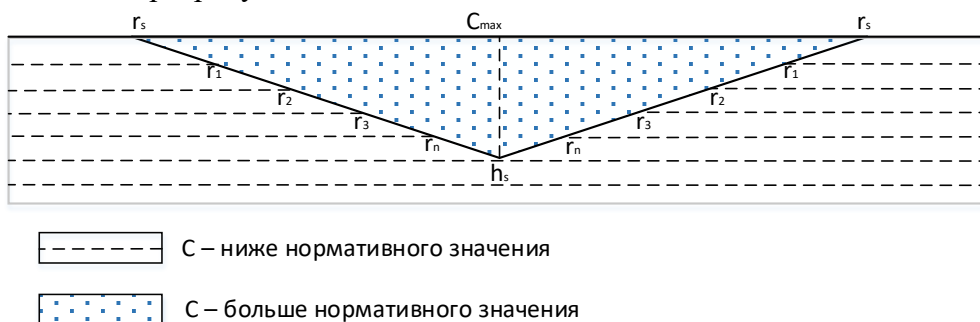
$$\ln C_i = \ln C_{\max} + \alpha r_i + \beta h_i \quad (3)$$

$$\ln C_i = \ln C_{\max} + \alpha f(x_i, y_i) + \beta h_i \quad (4)$$

З метою визначення конфігурації обсягу забрудненої землі створюємо матрицю спостережень, елементи якої є координатами досліджуваних обсягів забруднення, сформулюємо вектор значення залежних змінних, потім, застосувавши оператор методу найменших квадратів(МНК), отримаємо вектор параметрів моделі [5].

Встановлені параметри моделі надають можливість скласти точковий прогноз концентрації ХОП в заданих координатах від точки або центру лінії забруднення. Концентрації попередньо визначені за допомогою рівняння 1 і 2 порівнюються з реальними визначеними концентраціями. Далі перевіряється якість регресії за допомогою коефіцієнта детермінації  $R^2$  [ 5]. (Чим ближче значення коефіцієнта детермінації до одиниці, тим якість регресії вище). Границі забруднення обсягу Землі по координатам  $r(x,y)$  і  $h$ , в яких концентрація ХОП досягає ГДК, розраховуємо надалі використовуючи також рівняння 1 і 2.

На малюнках 1 і 2 і в таблиці 1 і 2 представлені отримані при використанні наведених принципів апроксимації графічні зображення обсягів забрудненої ХОП землі і характерні показники розрахунків:

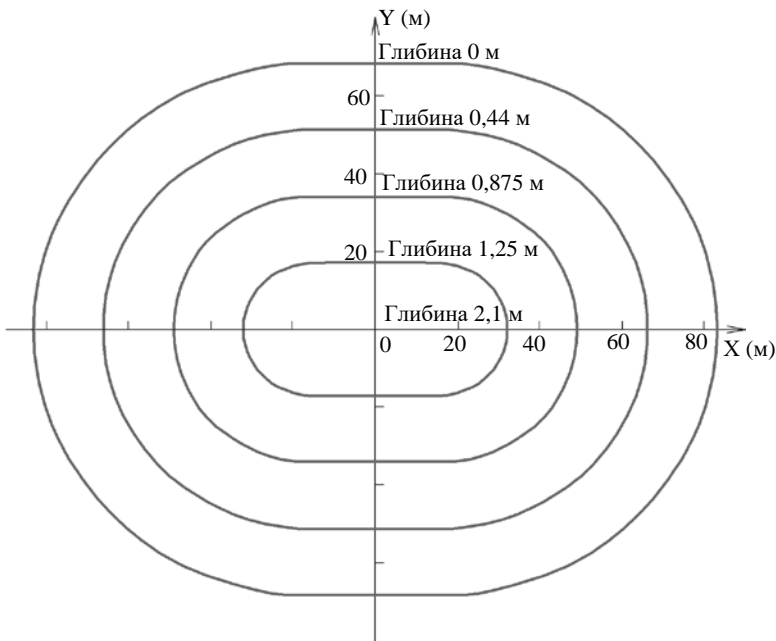


Мал. 1 . Конфігурації забруднення землі від точкового джерела забруднення .

Таблиця 1

Дані дослідження конфігурації забруднення ґрунтових компонентів ДДТ (забруднення точкові), його метаболітами та ізомерами ГХЦГ до їх ГДК, на території колишнього складу пестицидів в Харківській області

Село	Показник	Найменування речовини, концентрація, мкг/кг					
		ДДТ	ДДД	ДДЭ	$\alpha$ -ГХЦГ	$\beta$ -ГХЦГ	$\gamma$ -ГХЦГ
Сподобівка, Шевченківського району	Кількість точок відбору проб*	4	4	4	4	4	4
	Коеф. детермінації	0,940	0,909	0,898	0,993	0,852	0,995
	Мах. радіус конуса забруднення, м	23,59	21,37	19,47	17,48	26,19	13,14
	Мах. глибина конуса забруднення, м	1,32	2,23	1,35	0,23	0,51	0,37
	Об'єм конуса забруднення, м <sup>3</sup>	769	1077	536	74	363	67



Мал. 2. Межі об'ємної конфігурації забруднення землі ДДЕ від лінійного джерела забруднення. до досягнення ГДК.

Таблиця 2

Вміст ДДЕ в землі біля пристанційного колишнього складу їх зберігання в м. Хорол Полтавської області, (мкг/кг абсолютно сухого ґрунту)

Точки отбора проб	Відстань від центру лінії забруднення на осі x	Відстань від центру лінії забруднення на осі y	Глибина відбору проб, м	ДДЕ
1	7,5	5	0,2	194140,0
2	0	15	0,2	65229,4
3	5	17	0,2	7031,9
4	0	7,5	0,2	522536,1
5	0	21	0,2	40059,4
6	12	61	0,2	152,0
6	12	61	0,55	22,3
7	19	52	0,2	766,2

Використання зазначених апроксимацій дає можливість значуще встановлювати попередню вартість інженерних заходів щодо запобігання підтоплення і зсувів, використовуючи мінімальну кількість, обраних за їх значущістю показників екогеологічного моніторингу (інженерно-геологічних досліджень) [6]. Це дозволяє з низькими витратами і за малий проміжок часу ранжувати території за ступенем їх стійкості до даних небажаних гідрологічних процесів. У сучасному інтенсивному господарюванні проявляється гостра необхідність швидкого отримання даних про безпеку територій для розміщення своїх об'єктів. В той же час традиційне обґрунтування їх безпеки встановлюється на підставі даних дуже тривалих і досить дорогих інженерно-геологічних випробувань.

Обґрунтування принципів вибору мінімальної кількості значущих даних про гідрогеологічний стан території, які дозволяють визначити вартість заходів щодо запобігання підтоплення та зсувів проводилася за такими етапами:

1. пропонувалася і потім перевірялася гіпотеза про лінійну залежність результуючих факторів, які активізують зсувні процеси і процеси підтоплення від вартості інженерних заходів для їхнього запобігання ;
2. обирались об'єкти дослідження, які мають сприйнятливість до процесів підтоплення та зсувів з відомою великою кількістю чинників, які їх викликають. На цих об'єктах вже спостерігалися підтоплення та зсуви і для їх запобігання були проведені інженерні заходи певної вартості;
3. приймалась методологічна основа досліджень запропонованої регресії, яка включає в себе аналіз факторів, які активізують зсувні процеси і процеси підтоплення, що мають кількісне цифрове вираження і виділення з них факторів (методом покрокової регресії) з найбільшим коефіцієнтом вибіркової кореляції з вартістю інженерних заходів щодо запобігання цих процесів. У разі підтоплення такими показниками в наших дослідженнях були: рівень ґрунтових вод, крутизна схилу і число пластичності; в разі зсувів: рівень ґрунтових вод, крутизна схилу і число пластичності.

З використанням встановлених факторів були розраховані теоретичні величини вартості інженерних заходів щодо запобігання підтоплення і зсувів на одній з територій м. Харкова та проведено порівняння їх вартості з вартістю вже здійснених заходів на цих ділянках. В разі підтоплення теоретична (розрахункова) вартість дорівнює 1423 тис.грн , а практична – 1424 тис.грн ; в разі зсуву теоретична (розрахункова) вартість дорівнює 1621 тис.грн , а практична – 1800 тис. грн., таким чином похибка отриманих значень знаходяться в допустимих межах.

**Висновки.** Запропонована економізація моніторингу дозволяє значно скоротити кількість моніторингових операцій, істотно знизити їх вартість і за малі терміни отримати необхідні дані для розробки технологій захисту навколишнього середовища і обґрунтування рішень у цій області .

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Катков М. В. и др. Патент на корисну модель №139979. СПОСІБ ПРИСКОРЕНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТУ ХЛОРООРГАНІЧНИМИ ПЕСТИЦИДАМИ ТОЧКОВИМ ДЖЕРЕЛОМ ЗАБРУДНЕННЯ. 10.02.2020.
2. Катков М. В. и др. Патент на корисну модель №139385. СПОСІБ ПРИСКОРЕНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТУ ХЛОРООРГАНІЧНИМИ ПЕСТИЦИДАМИ ЛІНІЙНИМ ДЖЕРЕЛОМ ЗАБРУДНЕННЯ. 10.01.2020.
3. Катков М. В., Буланова А. А., Юрченко А. И. Визначення об'ємної конфігурації забруднення ґрунтових компонентів точковим джерелом хлорорганічних пестицидів. Комунальне господарство міст. Науково - технічний збірник. Серія: технічні науки та архітектура випуск 1( 147) 2019. ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 101-105.
4. Катков М. В., Буланова А. А., Юрченко А. И. Визначення об'ємної конфігурації забруднення ґрунтових компонентів лінійним джерелом хлорорганічних пестицидів. Комунальне господарство міст. Науково - технічний збірник. Серія: технічні науки та архітектура випуск 1( 147) 2019. ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. 106-111
5. Джонстон Дж. Эконометрические методы / Дж. Джонстон; пер. с англ. А. А. Рывкина. – М.: Статистика 1980, 444 с.
6. MykhayloKatkov, MyroslavMalovanyu, IrynaKotsiuba, TetyanaSenchuk, MarynaLavinda. DETERMINATION OF SIGNIFICANT FACTORS OF LANDSLIDE PROCESSES AND FLOODING. ENVIRONMENTAL PROBLEMS. Vol.5, No 2, 2020.88-94

#### CHARACTERISTICS OF THE IMPACT OF MUNITIONS EXPLOSION SITES ON THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE SURROUNDING AREA

*V.Yu. Koloskov, (Candidate of Technical Sciences, Assos. Prof.), Yu.Yu. Didovets  
National University of Civil Defence of Ukraine  
Chernyshevska str., 94, Kharkiv, 61002, Ukraine. E-mail: [koloskov@nuczu.edu.ua](mailto:koloskov@nuczu.edu.ua)*

At the present stage of development of the Armed Forces of Ukraine, the task of ensuring the environmental safety of places of storage and disposal of ammunition which safe operation term has expired, or storage conditions of which have been significantly violated, becomes especially important. This task becomes especially acute in connection with the aggression of the Russian Federation in eastern Ukraine and the associated large-scale pollution of the territory of our state with explosive devices.

**Keywords:** explosion, munitions, impact, ecological condition.

It is almost impossible to calculate the exact amount of ammunition stored on the territory of Ukraine today. This is due to the with the aggression of the Russian Federation in eastern Ukraine in the east of the country, as well as the cases of explosions in warehouses that occurred in previous years. At the same time, the number of ammunition that needs to be disposed of both due to exceeding the period of safe use and due to the influence of danger factors – explosions, fires, etc., – remains large.

Storage of unusable ammunition is unprofitable and dangerous. The loss of storage is primarily due to the fact that the ammunition must be in specially designed and prepared rooms



with a certain temperature and humidity, and the personnel serving these areas of storage need additional training.

Destruction of technically unsuitable ammunition can, in particular, be carried out by flooding, detonation and incineration, which, in turn, leads to the loss of scarce materials and environmental pollution. Such disposal methods are rational to use in the case when the ammunition cannot be dismantled in any other way due to explosiveness (for example, due to a special technical structure or when visually detecting damage to the hull). Currently, new methods of disposal by dismantling ammunition are being actively developed [1].

According to their toxic properties, explosives are classified as 1, 2, 3 and 4 hazard classes. About 85% of explosives belong to extremely dangerous (1st class) and highly dangerous (2nd class) substances [2]. Previous studies by various authors have shown the presence of significant levels of danger of air, water and soil pollution in places where there are explosions of ammunition [3]. In particular, the presence of heavy metals – chromium, nickel, lead, zinc, manganese – in the soil [4] and surface waters [5] of military training grounds in concentrations exceeding the background values was established. Regarding the content of heavy metals, the highest concentrations in the studies of the authors [4] were found in the surface layer of the sites where the explosions took place, however, the phenomenon of migration of heavy metals was found, for example, on a site that has not been used for some time. concentrations were detected at a depth of 1 m or more.

Explosives that have significant and harmful effects on the environment are nitroaromatic and nitramine explosives, such as 2,4,6-trinitrotoluene (trinitrotoluene), hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine (hexogen) and octahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocin (octogen) [6]. Trinitrotoluene, hexogen and octogen, in particular, are listed by the US Environmental Protection Agency as "priority pollutants", which are recommended to be removed primarily from contaminated sites.

All the above points to the urgency of creating new and improving existing methods of land reclamation in places where there were explosions of ammunition, in particular, in places of their disposal. It is important to take into account the factors of explosiveness, which may be not only the remnants of ammunition, but also the soil contaminated with explosives.

#### REFERENCES

1. Koloskov V. Yu., Polishhuk E. A. Utilizacija neprigodnyh dlja dal'nejshego ispol'zovanija boepripasov s uchetom kriteriev bezopasnosti // *Jekologija i promyshlennost'*. 2011. № 4 (29). P. 109–114.
2. Nechiporuk N. V., Steblina M. A., Polishhuk E. A., Koloskov V. Yu. Utilizacija neprigodnyh dlja dal'nejshego ispol'zovanija aviacionnyh boepripasov // *Otkrytye informacionnye i komp'juternye integrirovannye tehnologii*. 2010. № 48. P. 227–233.
3. Lima D., Bezerra M., Neves E., Moreira F. Impact of ammunition and military explosives on human health and the environment // *Reviews on environmental health*. 2011. Vol. 26, No. 2. P. 101-110.
4. Vasarevicius S., Greičiūte K. Investigation of soil pollution with heavy metals in Lithuanian military grounds // *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 2004. Vol. 12, No. 4. P. 132-137.
5. Idzelis R. L., Greičiūte K., Paliulis D. Investigation and evaluation of surface water pollution with heavy metals and oil products in Kairiai Military Ground territory // *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 2006. Vol. 14, No. 4. P. 183-190.
6. Lewis T. A., Newcombe D. A., Crawford R. L. Bioremediation of soils contaminated with explosives // *Journal of Environmental Management*. 2004. Vol. 70, No. 4. P. 291–307

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ПОЛІАРОМАТИЧНИХ РЕЧОВИН В ОЛІЄЖИРОВМІСНИХ ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ

*Л.А. Безденежних, к.т.н., доц., А.В. Генова магістрант*

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: anastasiagenova@mail.ru

Різне погіршення екологічної ситуації практично в усіх регіонах світу, пов'язане з антропогенною діяльністю людини, яке вплинуло на якісний склад їжі. З харчовими продуктами в організм людини надходить значна частина хімічних і біологічних речовин. Вони потрапляють і накопичуються в харчових продуктах як за біологічним, так і за харчовим ланцюгом. Харчовий ланцюг охоплює всі етапи сільськогосподарського і промислового виробництва продовольчої сировини і харчових продуктів, а також їх зберігання, пакування і маркування. У зв'язку з цим гарантування безпеки і якості харчових продуктів є одним з основних завдань сучасного суспільства, від розв'язання якого залежить здоров'я населення і збереження його генофонду.

**Ключові слова:** екотоксиканти, біоаккумуляція, канцероген, ПАВ, ВООЗ.

**Вступ.** Харчові продукти являють собою складні багатокomпонентні системи, що складаються з сотень хімічних сполук. Всі хімічні речовини їжі з певною мірою можуть бути розділені, по-перше, на власне компоненти харчових продуктів; по-друге, на харчові добавки-речовини, які навмисно вносяться в харчові продукти для досягнення певного технологічного або споживчого ефекту і, по-третє, на контамінанти з навколишнього середовища. Чужорідні речовини їжі підрозділяють на харчові добавки та контамінанти. Безсумнівно, що найбільшу небезпеку для здоров'я людини представляють контамінанти харчових продуктів, що надходять з навколишнього середовища як природного, так і антропогенного походження.

Все більше уваги приділяється контролю, зокрема, рослинних олій, олієжирових і олієжировмісних продуктів, на вміст органічних екотоксикантів (пестицидів, поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ)), консервантів та природних антиоксидантів. До найбільш активних канцерогенів відносять 3,4-бенз[а]пірен, який був ідентифікований в 1933 році, як канцерогенний компонент сажі та смоли. Канцерогенна активність сумішей поліциклічних ароматичних вуглеводнів на 70 – 80 % обумовлена бенз[а]піреном. Тому за присутності бенз[а]пірена в харчових продуктах та інших об'єктах можна судити про рівень їх забруднення ПАВ та ступеня онкогенної небезпеки для людини. Будучи хімічно і термічно стійким, володіючи властивостями біоаккумуляції, бенз[а]пірен, потрапивши і накопичуючись в організмі, діє постійно і потужно. Враховуючи зазначене вище, дослідження бенз[а]пірену в олійних культурах, оліях, жирах та олієжировмісних продуктах, є актуальною науково-практичною задачею.

**Мета роботи:** проаналізувати вміст поліароматичних речовин у насінні олійних культур та олієжировмісних продуктів.

**Матеріал і результати досліджень.** Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) рекомендує надходження бенз[а]пірену з їжею на рівні не більше 0,36 мкг в день, при середньому рівні 0,05 мкг в день. Близько 1 % поліциклічних ароматичних вуглеводнів надходить в організм із споживанням питної води. У воді рекомендується вміст на рівні не більше 0,7 мкг/л. Максимально допустимий рівень (МДР) вмісту бенз[а]пірену в оліях і жирах для безпосереднього вживання людиною або використання в якості інгредієнта в їжі 2,0 мкг/кг.

Оскільки рослинні олії використовуються у виробництві харчових продуктів дуже широко, то для зниження в них вмісту бенз[а]пірену, на сам перед, необхідно змінити його вміст в оліях. Досліджено 20 зразків насіння олійних культур та олієжировмісних продуктів.

Дослідження показують, що всі досліджувані зразки містять бенз[а]пірен, кількість якого знаходиться в межах від 0,5 до 25,0 мкг/кг (табл.1).

Таблиця – 1 Вміст бенз[а]пірену в насінні олійних культур і макусі

Найменування зразка	Кількість досліджувальних зразків	Вміст бенз[а]пірену, мкг/кг
Насіння соняшнику	15	Від 0,5 до 6,0
Насіння кукурудзи	5	Від 0,5 до 25,0
Макуха соняшника	5	Від 0,5 до 8,0

Було проведено дослідження наявності поліароматичних вуглеводнів у олієжировмісних продуктах, результати наведено на рис. 1.

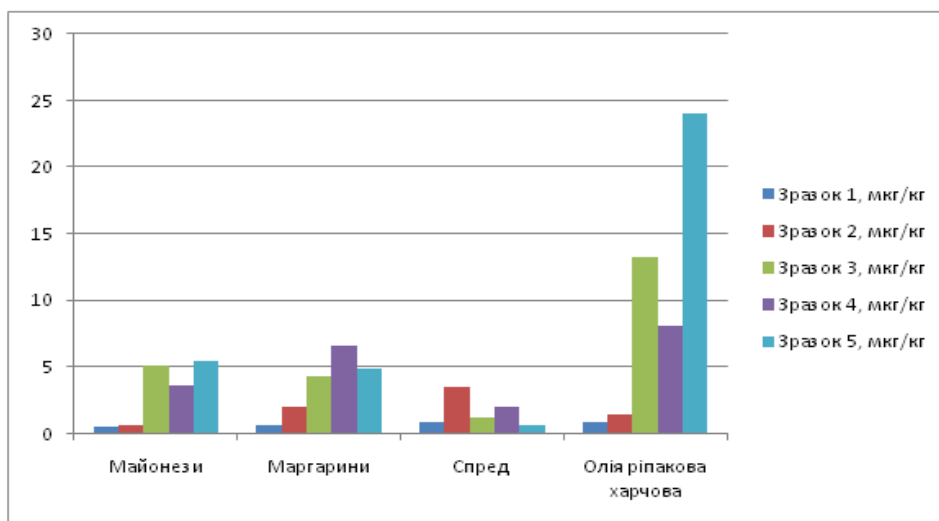


Рисунок – 1 Вміст бенз[а]пірену в олієжировмісних продуктах

В результаті досліджень встановлено, що вміст бенз[а]пірену в олії соняшниковій знаходиться в межах від 0,9 до 30,0 мкг/кг, а в насінні олійних культур – в межах від 0,5 до 25,0 мкг/кг. З даних видно (рис. 1), що вміст бенз[а]пірену в олієжировмісних продуктах, таких, як маргарини, майонези, спреди, знаходиться в межах від 0,8 до 6,6 мкг/кг, що свідчить про те, що рослинна олія яка використана для виготовлення цих продуктів, містила значну кількість бенз[а]пірену. 0 мкг/кг, а в поодиноких випадках досягає до 100 мкг/кг.

Результат моніторингу бенз[а]пірену в олії і насінні соняшнику наведено на рис. 2, 3, 4.

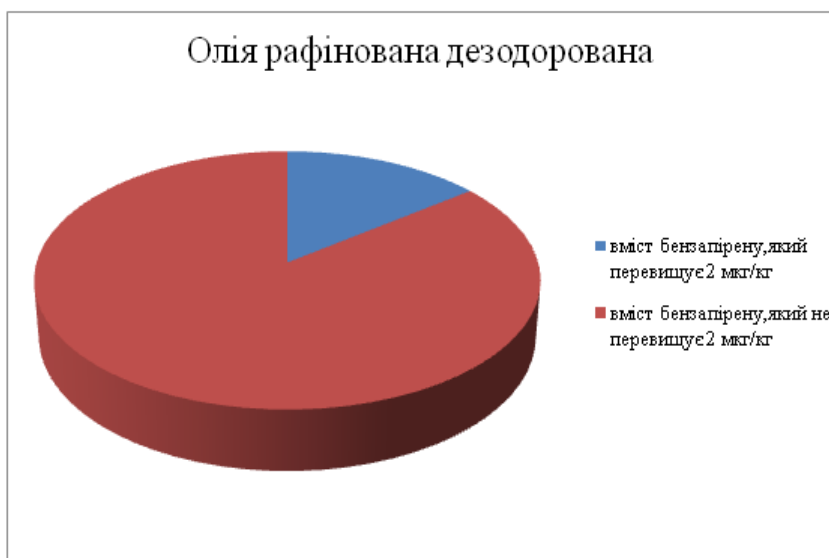


Рисунок – 2 Моніторинг бенз[а]пірену в олії: вміст бенз(а)пірену, який не перевищує 2 мкг/кг (85,5 %); вміст бенз(а)пірену, який перевищує 2 мкг/кг (14,5 %)

Згідно з отриманими даними, для олії рафінованої (рис. 2), зразки в яких вміст бенз[а]пірену перевищував 2 мкг/кг складає 14,5 % від загальної кількості. У той же час, кількість зразків насіння соняшнику, в яких вміст цього канцерогену перевищував норматив 2 мкг/кг складає вже 64 % (рис. 3).

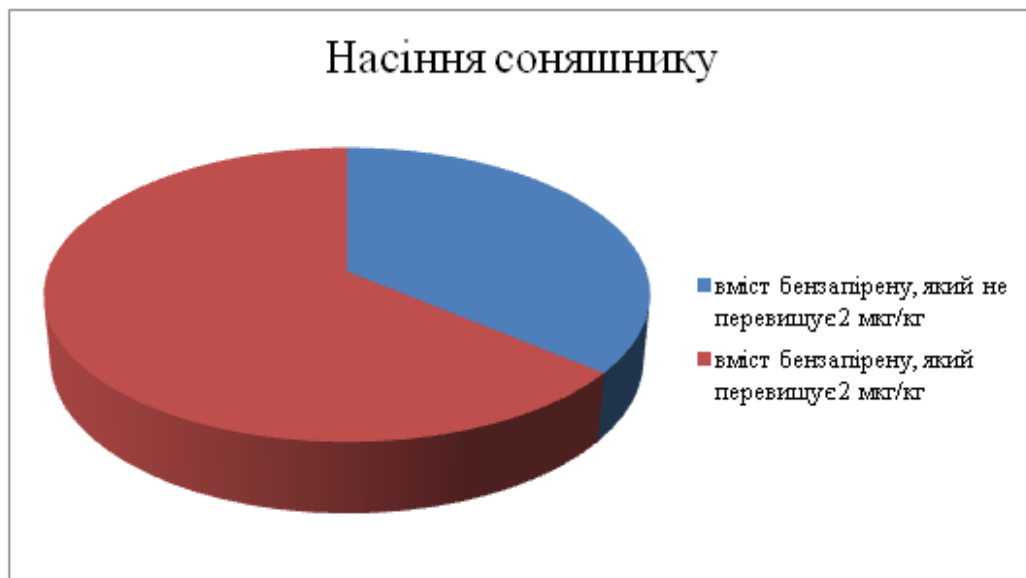


Рисунок – 3 Моніторинг бенз[а]пірену в насінні соняшнику: вміст бенз(а)пірену, який не перевищує 2 мкг/кг (36,0 %); вміст бенз(а)пірену, який перевищує 2 мкг/кг (64,0 %).

Отримані статистичні дані для насіння соняшнику (рис. 3) добре корелюють з результатами досліджень олії нерафінованої, частка зразків в яких містить бенз[а]пірен, що перевищує допустимі рівні та складає 51% (рис. 4).

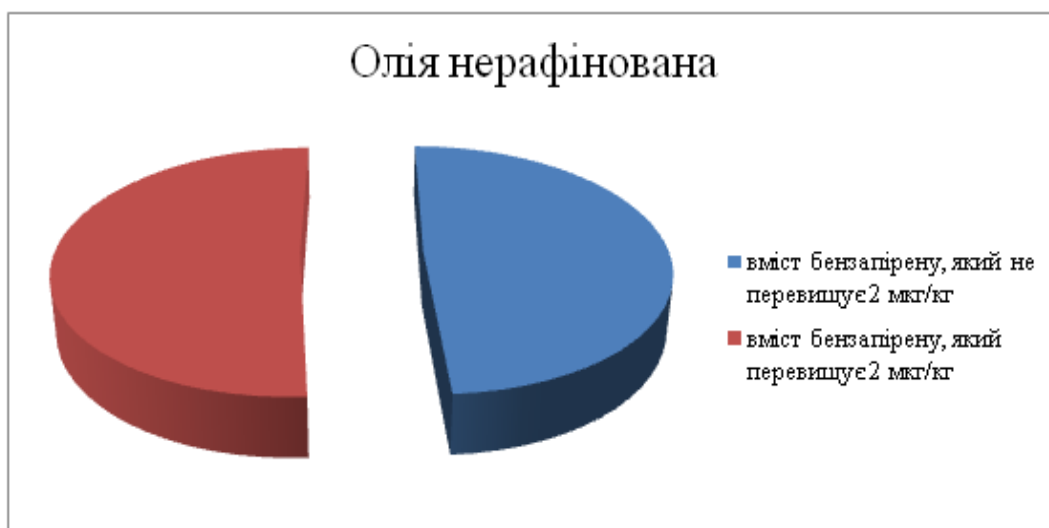


Рисунок – 4 Моніторинг бенз[а]пірену в нерафінованій олії: вміст бенз(а)пірену, який не перевищує 2 мкг/кг (49,0 %); вміст бенз(а)пірену, який перевищує 2 мкг/кг (51,0 %).

Дослідженнями встановлено, що в рафінованій олії вміст бенз[а]пірену менше ніж у нерафінованій, а в пресовій менше, ніж в екстракційній. За даними моніторингу встановлено необхідність здійснення технохімічного контролю олії, насіння соняшнику та продуктів його



переробки на вміст бенз[а]пірену з метою зменшення його вмісту до рівня, який не перевищує 2 мкг/кг.

З'ясовано, що полімерні пакувальні матеріали можуть відігравати велику роль у забрудненні харчових продуктів ПАВ, особливо за наявності в продуктах елюентів (речовин, які екстрагуються в розчиннику). Так, наприклад, ефективним елюантом ПАВ є жир молока, який екстрагує до 95 % бенз[а]пірену з парафіново-паперових пакетів чи стаканчиків. Досліджено, що вміст бенз[а]пірену залежить не лише від технологічного процесу, а й від місця його виробництва.

**Висновки.** В результаті досліджень встановлено, що вміст бенз[а]пірену в олії соняшникової знаходиться в межах від 0,9 до 30,0 мкг/кг, а в насінні олійних культур – в межах від 0,5 до 25,0 мкг/кг. З даних видно, що вміст бенз[а]пірену в олієжировмісних продуктах, таких, як маргарини, майонези, спреди, знаходиться в межах від 0,8 до 6,6 мкг/кг, що свідчить про те, що рослинна олія яка використана для виготовлення цих продуктів, містила значну кількість бенз[а]пірену.

У зв'язку з цим необхідно забезпечити олієжирову галузь України технічними засобами, удосконалити технологічні процеси визначення ПАВ, удосконалити та модернізувати методи визначення бенз[а]пірену для забезпечення надійної ідентифікації та кількісного визначення його і тим самим забезпечити виконання прийнятої міжнародної норми, яка складає 2 мкг/кг, що дозволить не перевищити рівень допустимого ризику при використанні рослинних олій в харчовому раціоні і тим самим знизити ризик токсичної та канцерогенної дії поліциклічних ароматичних вуглеводнів на організм людини.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Димань Т.М. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів: Підручник/Т.М.Димань, Т.Г. Мазур. – К.: ВЦ «Академія», 2011. – 520 с. (Серія «Альмамагер»).
2. Бензапирен [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.

#### RESEARCH OF THE CONTENT OF POLYAROMATIC SUBSTANCES IN FATTY-FATTY FOODSTUFFS

*L. Bezdenzhnykh, Ph.D., Assoc. Prof., A.Hienova undergraduate.*

The sharp deterioration of the ecological situation in almost all regions of the world is associated with anthropogenic human activities, which have affected the quality of food. A significant part of chemical and biological substances enters the human body with food. They get and accumulate in food products both on a biological, and on a food chain. The food chain covers all stages of agricultural and industrial production of food raw materials and food products, as well as their storage, packaging and labeling. In this regard, ensuring the safety and quality of food is one of the main tasks of modern society, the solution of which depends on the health of the population and the preservation of its gene pool.

**Key words:** ecotoxicants, bioaccumulation, carcinogen, surfactant, WHO.

#### REFERENCES

1. Diman TM Safety of food raw materials and food products: Textbook / TMDyman, TG Mazur. - K.: ВЦ «Академія», 2011. - 520 с. (Almamater series).
2. Benzapyrene [Electronic resource]: - Access mode: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.

## ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА НАФТОЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ

*Л.А Безденежних, к.т.н., доц., В.Ф Сіящик, магістрант*

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: [vitaliysvf@gmail.com](mailto:vitaliysvf@gmail.com)

Нафтове забруднення є одним з найбільш небезпечних видів забруднення навколишнього середовища. Його негативна дія на ґрунтово-рослинний покрив, атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, здоров'я людей відзначається на всіх етапах промислового освоєння нафтових родовищ: буріння, переробки, зберігання, транспортування і ліквідації обладнання. Найбільшого впливу зазнають водні та наземні екосистеми. Серед компонентів наземних екосистем нафтою, насамперед, забруднюється ґрунт. Завдяки високій адсорбуючій здатності, нафта та нафтопродукти тривалий час зберігаються у ньому, спричиняючи як деградацію земель, так і створюють небезпеку проникнення поллютантів у живильні ланцюги, однією з ланок яких є людина. Природне самоочищення ґрунту – довготривалий і складний процес, який не завжди завершується повним відновленням ґрунтової екосистеми.

Нафта – рідкий природний розчин, що складається з великої кількості вуглеводнів різної будови і високомолекулярних смолисто-асфальтенових речовин. У її склад входять майже 3000 інгредієнтів, більшість з яких легко окислюються.

Головними нафтоутворюючими компонентами є: вуглець (83-87 %), водень (12-14 %), азот, сірка, кисень (1-2 %, рідше 3-6 % за рахунок сірки). Десяті та соті частини процента нафти складають мікроелементи.

**Ключові слова:** тест-рослина, ґрунт, нафта, біоіндикація

**Вступ.** Нафтове забруднення ґрунтів є значною екологічною проблемою сьогодення. Негативний вплив нафтовидобутку обумовлений як безпосередньою деградацією ґрунтового покриву на ділянках розливу нафти, так і впливом її компонентів на суміжні середовища, внаслідок чого продукти трансформації нафти виявляються в різних об'єктах біосфери.

Ефективний захист навколишнього середовища неможливий без достовірної інформації про екологічний стан забрудненого ґрунту.

Хімікоаналітичні методи не оцінюють екосистеми з біологічних позицій, не враховують ефекти синергізму, антагонізму і сумарної дії токсикантів. Тому сучасний екологічний моніторинг при нафтовому забрудненні оптимально має включати не лише дослідження рівня нафтохімічного забруднення та змін фізико-хімічних властивостей ґрунтів, а й екологічну оцінку, проведену методом біоіндикації.

Перспективним в цьому плані є використання рослинних тест-об'єктів завдяки доступності, простоті проведення досліджень, економічності, достовірності, і які уже широко використовуються для оцінки забруднених ґрунтів важкими металами.

**Мета роботи:** Екологічна оцінка нафтозабруднених ґрунтів з використанням рослинних тест-об'єктів. Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

– виявити рослинні тест-об'єкти чутливі до нафтового забруднення на ранніх стадіях проростання. Встановити взаємозв'язок між вмістом нафти у ґрунті та початковими ростовими параметрами тестових рослин;

– встановити рослину-індикатор нафтового забруднення, яка реагує на низький вміст нафти у ґрунті, на рівні орієнтовно допустимої концентрації;

У процесі виконання роботи використовували наступні методи:

1) лабораторні: а) морфо-фізіологічний – визначення біометричних показників рослин; б) біохімічні – визначення вмісту хлорофілу із використанням методів екстрагування, спектрофотометрії;

в) мікробіологічні – визначення гетеротрофних мікроорганізмів, деструкторів нафти та азотфіксаторів у ґрунті;

**Матеріал і результати досліджень.**

Проблема нафтового забруднення потребує розробки ефективних методів екологічної оцінки стану ґрунтової екосистеми. Перспективними у цьому плані є біотестування та біоіндикація з використанням рослинних тест-об'єктів, як найбільш зручних, дешевих та інформативних.

Важливим етапом у розробці методу біоіндикації є пошук рослинних об'єктів, чутливих до нафтового забруднення. Тому на першому етапі ми проводили підбір рослин, які мають достовірний відгук на зміну концентрації нафти у ґрунті, серед доступних сільськогосподарських насінневих культур[1].

Були опробовані: льон звичайний, соняшник однорічний гречка посівна, насіння яких пророщували в чашках Петрі на нафтозабрудненому ґрунті у концентрації 5 %.

Чутливість біотестів до забруднення проявляється значним відхиленням від фізіологічної норми[2]. Для досліджуваних рослин визначали схожість насіння, довжину кореня, висоту пагона(табл. 1).

Найчутливішими до дії нафти є: льон, соняшник та гречка звичайна, які реагують на присутність низьких концентрацій нафти у ґрунті, навіть на рівні орієнтовно допустимої (ОДК=0,4 %). Зі зростанням концентрації нафти у ґрунті схожість насіння та досліджувані ростові параметри цих рослин суттєво знижуються (рис.1).

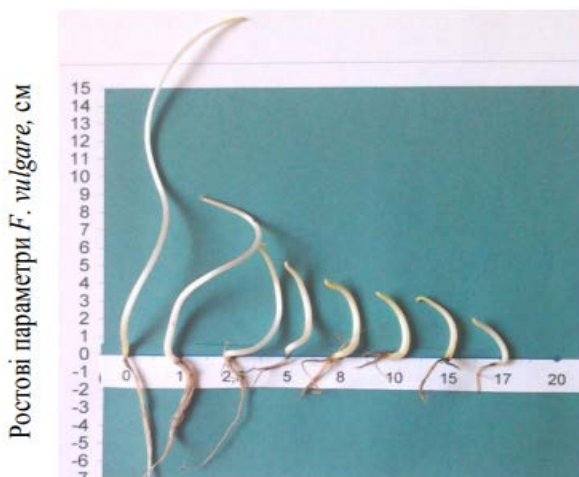


Рисунок 1. – Проростки гречки за дії різних концентрацій нафти у ґрунті (5 доба)

Таблиця 1 - Залежність ростових параметрів досліджуваних рослин від вмісту нафти у ґрунті (достовірність  $\geq 0,95$  ( $P < 0,05$ ), коефіцієнт Ст'юдента – 2,0 (5 доба)

Ростові параметри досліджуваних рослин		Вміст нафти у ґрунті, %				
		0	0,4	1	2,5	5
Льон звичайний	Довжина кореня, мм	52	40	36	30	31
	Висота пагона, мм	74	57	58	52	52

Ростові параметри досліджуваних рослин		Вміст нафти у ґрунті, %				
		0	0,4	1	2,5	5
Соняшник	Довжина кореня, мм	89	83	49	64	52
	Висота пагона, мм	45	45	30	28	23
Гречка посівна	Довжина кореня, мм	68	60	48	46	45
	Висота пагона, мм	65	33	23	23	14

Встановлено неоднозначність впливу нафти на схожість насіння залежно від концентрації нафти та виду рослин. Виявлено, що гречка має більш високу чутливість до дії нафти, ніж соняшник та льон. Відносна схожість насіння льону та соняшнику при вмісті нафти від 0,4 % до 5 % суттєво не змінюється порівняно з контролем, в той час, як схожість насіння гречки на даному проміжку знижується до 60 %.

При вищих концентраціях кількість пророслого насіння зменшувалася, що свідчить про значну фітотоксичність ґрунтів. Так, при вмісті нафти у ґрунті 5 % схожість гречки падає до 22 % (соняшника – до 51 %, льону – до 78 %), а при концентраціях більше 5 % насіння гречки не проростає.

Зростання забруднення ґрунту нафтою веде також до поступового зменшення довжини коренів льону, соняшнику, гречки, і відповідні залежності для досліджуваних рослин є близькими.

Отже, встановлені залежності між концентрацією нафти і початковими ростовими параметрами льону звичайного, соняшника однорічного, гречки посівної є близькими до лінійних і можуть бути використані для біотестування нафтозабруднених ґрунтів.

Виявлена висока чутливість гречки посівної до низьких концентрацій нафти, на рівні орієнтовно допустимої (0,4 % нафти у ґрунті), тому вона пропонується до використання для біоіндикації нафтового забруднення ґрунтів.

**Висновки.** Льон звичайний, соняшник однорічний та гречка посівна є чутливим до вмісту нафти у ґрунті на ранніх стадіях проростання в широкому діапазоні концентрації політанта 0-5 %.

Визначено, що для оцінки токсичності вимірювання початкових ростових параметрів цих рослин, отриманих на 5 добу росту в темноті, в умовах термостатування + 24 °С є оптимальним.

Збільшення концентрації нафти у ґрунті веде до поступового зниження росту пагона, кореня. Залежності між концентрацією нафти у ґрунті і початковими ростовими параметрами льону, соняшнику, гречки є близькими до лінійних, а тому можуть застосовуватися при біотестуванні нафтозабруднених ґрунтів.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Валерко Р. А. Особливості біотестування антропогенно забруднених ґрунтів з метою їх екотоксичної оцінки / Р. А. Валерко // Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер.: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство. – 2013. – 2. – С. 262-266.
2. Мелехова О.П., Біологічний контроль оточуючого середовища: біоіндикація та біотестування. Москва, Росія: Академія, 2007

## ECOLOGICAL ASSESSMENT AND BIOINDICATION OF OIL-POLLUTED SOILS

**L.A Bezdenezhnykh, PhD(Tech.), V.F Sinyashchik, undergraduate**

Kremenchuk Mykhaylo Ostrohradskyi National University

street Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: [vitaliysvf@gmail.com](mailto:vitaliysvf@gmail.com)

Oil pollution is one of the most dangerous types of environmental pollution. Its negative impact on soil and vegetation, atmospheric air, surface and groundwater, human health is observed at all stages of industrial development of oil fields: drilling, refining, storage, transportation and disposal of equipment. Aquatic and terrestrial ecosystems are most affected. Among the components of terrestrial ecosystems, oil primarily contaminates the soil. Due to its high adsorption capacity, oil and oil products are stored in it for a long time, causing both land degradation and the danger of pollutants entering the food chains, one of the links of which is man. Natural soil self-purification is a long and complex process that does not always end with the complete restoration of the soil ecosystem.

Oil is a liquid natural solution consisting of a large number of hydrocarbons of various structures and high-molecular resin-asphaltene substances. It contains almost 3,000 ingredients, most of which are easily oxidized.

The main oil-forming components are: carbon (83-87%), hydrogen (12-14%), nitrogen, sulfur, oxygen (1-2%, rarely 3-6% due to sulfur). Tenths and hundredths of a percent of oil are trace elements.

**Keywords:** test plant, soil, oil, bioindication.

## REFERENCES

1. Valerko R.A Peculiarities of biotesting of anthropogenically contaminated soils for the purpose of their ecotoxic assessment / R.A Valerko // Visnyk of Kharkiv National Agrarian University. Ser. : Soil science, agrochemistry, agriculture, forestry. - 2013. - 2. - P. 262-266.
2. Melekhova O.P, Biological control of the environment: bioindication and biotesting. Moscow, Russia: Academy, 2007

## ПРОГНОЗНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

*В.Л. Безсонний<sup>1,2</sup>, к.т.н., доц., О.В. Третьяков<sup>3</sup>, д.т.н., проф.*

<sup>1</sup>Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця  
пр. Науки, 9а, м. Харків, 61166, Україна. E-mail: bezsonny@gmail.com

<sup>2</sup>Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна  
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

<sup>3</sup>Харківська державна академія фізичної культури  
вулиця Клочківська, 99, м. Харків, 61000, Україна

Метою даної роботи є побудова математичної моделі (визначення її параметрів) для прогнозування кисневого режиму (біохімічного споживання кисню та розчиненого кисню) р. Сів. Донець на підставі класичної моделі Стрітера-Фелпса. В роботі використана методика математичного моделювання динаміки змін концентрації розчиненого кисню та біохімічного споживання кисню на основі ретроспективного аналізу даних оперативного контролю.

**Ключові слова:** математичне моделювання; прогнозування; модель Стрітера-Фелпса; кисневий режим; біохімічне споживання кисню (БСК); розчинений кисень

**Вступ.** Басейн р. Сіверський Донець охоплює території Харківської, Донецької і Луганської областей і розташований в урбанізованому регіоні з високим рівнем розвитку промисловості та сільського господарства, які потребують великої кількості водних ресурсів. Сіверський Донець є найбільшою річкою та найважливішим джерелом прісної води сходу України.

Сучасний незадовільний стан водних об'єктів показує, що проблеми у сфері охорони вод від забруднення та виснаження не тільки не знайшли вирішення, а й значно загострилися, особливо в останні роки. Відсутність басейнового принципу контролю, управління і відповідальності за стан поверхневих джерел питного водопостачання, призводить до того, що найчастіше основні забруднюючі об'єкти промисловості, які обумовлюють стан поверхневого джерела питної води, розташовані на території одних областей, а виробництво і споживання питної води з цього джерела відбувається на території інших.

Забезпечення населення України питною водою для багатьох регіонів країни є однією з пріоритетних проблем, розв'язання якої необхідно для збереження здоров'я, поліпшення умов діяльності та підвищення рівня життя населення, та забезпечення сталого розвитку країни.

Загальнодержавна програма «Питна вода України» на 2006-2020 роки (далі – Програма), що затверджена Законом України від 03.03.2005 р., № 2455-IV, спрямована на реалізацію державної політики щодо забезпечення населення якісною питною водою відповідно до Закону України «Про питну воду та питне водопостачання».

Питне водопостачання країни майже на 80 % забезпечується за рахунок поверхневих вод. Якість води у поверхневих водних об'єктах є вирішальним чинником санітарного та епідемічного благополуччя населення.

Кисень належить до найважливіших розчинених газів. Він необхідний для існування більшості водних організмів і є одним із найбільш потужних природних окиснювачів, виконуючи санітарно-гігієнічну роль у водоймі. Вміст кисню великою мірою визначає якість води завдяки інтенсифікації процесів самоочищення, фізико-хімічної трансформації та гідробіологічного кругообігу речовин.

Концентрація розчиненого у воді кисню є інтегральною величиною, що визначається співвідношенням різноспрямованих фізико-хімічних, гідробіологічних і гідродинамічних процесів, які відбуваються у водному середовищі та на межі розділення «вода-атмосфера».

Прогнозування якості води – це визначення якості води на перспективу з урахуванням діючих факторів впливу на водний об'єкт, визначення дієвих важелів впливу, та забезпечення реалізації басейнового принципу управління водними ресурсами.

Вихідною інформацією для задач прогнозування якості води є результати спостережень. Спостереження та прогноз тісно пов'язані між собою: прогноз якості води можливий, з одного боку, за наявності інформації щодо її якості (прямий зв'язок); побудова прогнозу, з іншого боку, передбачає знання закономірностей змін водного середовища та можливість чисельних розрахунків (зворотній зв'язок).

Рівняння, що характеризують комплекс процесів, реально впливаючих на якість води, очевидно, досить складні, оскільки зміна концентрації однієї складової буде автоматично впливати на інші, що обумовлено законом збереження мас. При використанні класичних рівнянь Стрітера-Фелпса весь комплекс забруднюючих речовин, що скидаються до річки, оцінюється споживанням кисню та компенсаторним впливом атмосферної аерації.

Саме тому прогнозування кисневого режиму р. Сіверський Донець, а саме показників розчиненого кисню (РК) та біохімічного споживання кисню (БСК) є важливою та актуальною задачею як при поточному водокористуванні, так і для процесу реалізації басейнового підходу до управління водними ресурсами.

**Метою роботи:** побудова прогнозуальної математичної моделі (визначення її параметрів) для прогнозування кисневого режиму (БСК та РК) р. Сів. Донець на підставі класичної моделі Стрітера-Фелпса.

**Матеріал і результати досліджень.** Інструментом прогнозування є модель, яка використовується для формування прогнозу. Найбільший інтерес становлять математичні моделі. Моделюванню та аналізу вмісту у воді РК та БСК у літературі, присвяченій моделям якості води, приділено досить велику увагу. Отримали поширення двокомпонентні моделі якості води, в яких процеси, що формують якість води, оцінюються споживанням кисню (процеси біохімічного окислення органічних сполук) та його надходженням (процес атмосферної аерації).

Рівняння Стрітера-Фелпса визначає співвідношення між концентрацією розчиненого кисню і біохімічним споживанням кисню на протязі певного інтервалу часу. При цьому вводяться дві фазові змінні:  $C_1 = \text{БСК}$ , мг/л; та  $C_2 = DO_S - DO$ . Тут  $C_2$  – дефіцит кисню,  $DO_S$  – гранична концентрація РК у воді (при відсутності відходів), мг/л,  $DO$  – концентрація РК у воді в довільний момент часу, мг/л. Рівняння процесів у за схемою Стрітера-Фелпса описуються системою рівнянь

$$\frac{dC_1}{dt} = -k_1 \cdot C_1 \quad (1)$$

$$\frac{dC_2}{dt} = k_1 \cdot C_1 - k_2 \cdot C_2 \quad (2)$$

де  $k_1$  – коефіцієнт мінералізації (коефіцієнт біохімічного окислення органічних речовин, 1/добу);  $k_2$  – коефіцієнт реаерації, 1/добу).

Для річки, що має постійну швидкість течії  $U$ , величина  $t$  може інтерпретуватися як тривалість ( $t=x/U$ ) протікання процесу на ділянці довжиною  $x$  при швидкості течії  $U$  і тоді система рівнянь (1) та (2) має аналітичне рішення виду:

$$C_1 = C_{1,0} \cdot e^{-k_1 t} \quad (3)$$

$$C_2 = \frac{k_1 \cdot C_{1,0}}{k_2 - k_1} \cdot (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) + C_{2,0} \cdot e^{-k_2 t} \quad (4)$$

де  $C_{1,0}$  – БПК в початковий момент часу,  $C_{2,0}$  – дефіцит кисню в початковий момент часу, обумовлений джерелом забруднення.

При цьому рівняння (1) характеризує процес розкладу органічної речовини, а рівняння (2) криву спаду розчиненого кисню. Крива спаду показує, що дефіцит кисню досягає максимуму на деякій критичній відстані від скиду стічних вод.

Множники  $C_{1,0}$  та  $C_{2,0}$  – в рівняннях (3) та (4) визначаються експериментально, коефіцієнти  $k_1$  та  $k_2$  невідомі.

З рівняння (3) коефіцієнт мінералізації  $k_1$  може бути представленим у вигляді

$$k_1 = t^{-1} \cdot \ln \frac{C_{1,0}}{C_1} \quad (5)$$

З рівняння (4) знаходимо коефіцієнт реаерації  $k_2$

$$k_2 = \frac{C_{1,0} \cdot k_1 \cdot e^{-k_1 t}}{C_2} \quad (6)$$

Вихідними даними для розрахунку є результати аналізів стану води р. Сів. Донець, що виконані хімічною лабораторією Ізюмського комунального виробничого водопровідно-каналізаційного підприємства. Місця відбору проб: 1) місце скиду стічних вод у р. Сів. Донець; 2) р. Сів. Донець 500 м вище скиду; 3) р. Сів. Донець 500 м нижче скиду.

Враховуючи вплив температурного режиму в залежності від пори року на розчинність кисню у воді вбачається доцільним розрахунок параметрів моделі для кожного місяця окремо. Таким чином, вихідними даними для розрахунку коефіцієнтів  $k_1$  та  $k_2$  є усереднені середньомісячні багаторічні значення відповідних показників.

В таблиці 1 наведені значення коефіцієнтів  $k_1$  та  $k_2$  розраховані на підставі емпіричних даних за формулами (5) та (6).

Таблиця 1

**Розраховані значення коефіцієнтів  $k_1$  та  $k_2$**

Місяць	$k_1$	$k_2$
Січень	0,000787	0,025318
Лютий	0,000918	-0,00582
Березень	0,000752	-0,01123
Квітень	0,000691	0,005199
Травень	0,000799	0,005301
Червень	0,001055	0,014738
Липень	0,001286	0,031005
Серпень	0,001313	0,028644
Вересень	0,001246	0,031299
Жовтень	0,001392	0,032566
Листопад	0,001457	0,016313
Грудень	0,001494	0,174429

Коефіцієнт кореляції між прогнозним значенням БСК та емпіричним становить 0.74, що можна вважати прийнятним з огляду на результати інших дослідників, які вказують на те, що на всі моделі, запропоновані для опису взаємодії РК та БСК впливає факт неточності задання усіх параметрів цієї моделі, отриманих із експерименту (величина похибки може досягати 40%).

Результат прогнозу значень дефіциту розчиненого кисню показує високий коефіцієнт кореляції (0.9) для значень, що відносяться до другого півріччя.

Оскільки основне призначення такої моделі – прогноз показників БСК та дефіциту розчиненого кисню за результатами саме оперативного моніторингу, що здійснюється в терміни не значної зміни температурних показників, то прогнозу модель можна вважати адекватною для прогнозування в умовах стабільної або мало динамічної температури.

**Висновки.** В результаті виконаної роботи було проведено аналіз кисневого режиму р. Сів. Донець біля м. Ізюм та розраховано параметри моделі Стрітера-Фелпса для ділянки р. Сіверський Донець, що розташована в Ізюмському районі Харківської області.



Отримані моделі показують достатню достовірність прогнозу за умов не значних температурних коливань або в умовах оперативного моніторингу.

Перспективним вбачається включення до рівнянь моделі змінних, що характеризують гідрологічні та температурні показники досліджуваного об'єкту для більш точного визначення параметрів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Третьяков О. В., Безсонний В. Л. Основні методи математичного моделювання для методичного забезпечення басейнового підходу в управлінні якістю водних ресурсів [Текст] // Системи обробки інформації. — 2016. — № 8(145). — С. 194-199.

2. Bezsonnyi V., Tretyakov O., Khalmuradov B., Ponomarenko R. Examining the dynamics and modeling of oxygen regime of Chervonooskil water reservoir (Дослідження динаміки та моделювання кисневого режиму Червонооскільського водосховища). Eastern -European Journal of Enterprise Technologies. 2017. № 5/10 (89). P. 32–38. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/554611>.

3. Цхай А.А. Математическое моделирование качества воды в проектируемом водохранилище на основе РК-БПК [Текст] // Известия Алтайского государственного университета. Выпуск № 1(73) / том 2/2012. С. 123 – 126.

4. Третьяков О.В., Шевченко Т.О., Безсонний В.Л. Підвищення рівня екологічної безпеки питного водопостачання Харківського регіону [Текст] // Східно-європейський журнал передових технологій. Том 5 «Екологія», № 10(77), 2015. С. 40-49.

#### FORECAST MODEL OF THE DYNAMICS OF THE ECOLOGIC STAIN OF SURFACE WATERS

**V.L. Bezsonnyi** Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof., **O.V. Tretyakov** (*Doctor of Technical Sciences, Prof.*).

The aim of this paper is to construct a mathematical model (determination of its parameters) to predict the oxygen regime (BOD and dissolved oxygen) кшм. Seversky Donets based on the classical model Streeter-Phelps. The paper used the method of mathematical modeling of the dynamics of changes in the concentration of dissolved oxygen and biochemical oxygen demand based on a retrospective analysis of the operational monitoring data.

**Keywords:** mathematical modeling; forecasting; Streeter-Phelps model; oxygen regime; biochemical oxygen demand (BOD); dissolved oxygen

#### REFERENCES

1. Tretyakov O.V., Bezsonniy V.L. *Osnovni metodi matematichnogo modelyuvannya dlya metodichnogo zabezpechennya baseynovogo pidhodu v upravlinni yakistyu vodnih resursiv* [Basic methods of mathematical modelling for methodical maintenance of the basin approach in quality management water resources]// *Sistemi obrobki Informatsiyi* [Information processing system]. — 2016. — no. 8(145). — pp. 194-199.

2. Bezsonnyi V., Tretyakov O., Khalmuradov B., Ponomarenko R. Examining the dynamics and modeling of oxygen regime of Chervonooskil water reservoir (Дослідження динаміки та моделювання кисневого режиму Червонооскільського водосховища). Eastern -European Journal of Enterprise Technologies. 2017. № 5/10 (89). P. 32–38. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5546>

3. Tskhay A.A. *Matematicheskoe modelirovanie kachestva vodyi v proektiruемом vodohranilische na osnove RK-BPK* [Tskhay Water Quality Mathematical Modeling for the Design Reservoir on the Basis DO-BOD Model]// *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta* [News of Altai State University]. Issue number 1 (73) / volume 2/2012. pp. 123 - 126.

4. Tretyakov O.V., Shevchenko T.O., Bezsonnyy V.L. *Pidvyshchennya rivnya ekolohichnoyi bezpeky pytnoho vodopostachannya Kharkivs'koho rehionu* [Increasing the level of environmental safety of drinking water supply in Kharkiv region]// *Skhidno-yevropeys'kyy zhurnal peredovykh tekhnolohiy* [Eastern-European Journal of Enterprise Technologies]. Volume 5 “Ecology”, no. 10 (77), 2015. pp. 40-49.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КИСЛОТНОЇ ТА ЛУЖНОЇ ОБРОБКИ ІНТЕРМЕТАЛІДНИХ КАТАЛІЗАТОРІВ НА ЇХ КАТАЛІТИЧНУ АКТИВНІСТЬ В ПРОЦЕСАХ ОКИСНЕННЯ ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ (II) ТА ВУГЛЕВОДНІВ

*К.В. Белоконь, к.т.н., доц.*

*Запорізький національний університет*

вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, 69600, Україна. E-mail: kv.belokon@gmail.com

Розроблено оптимальний склад інтерметалідного каталізатора. Найкращим зразком, який дає високу каталітичну активність, виявився інтерметалід складу  $\text{NiAl}_3 - \text{CoAl}_3$  (80% - 20%). Визначено вплив кислотної та лужної обробки інтерметалідних каталізаторів на їх каталітичну активність. Для підвищення каталітичної активності інтерметалідів необхідна їх обробка 20% NaOH. Значення питомої поверхні каталізаторів після обробки лугом 20% NaOH збільшується з 0,6-9,7 м<sup>2</sup>/г.

**Ключові слова:** оксид вуглецю, вуглеводні, каталітичне знешкодження, окиснення, конверсія, інтерметалідний каталізатор.

**Вступ.** Відомо, що до 90% токсичних, в тому числі канцерогенних, забруднюючих речовин надходить в атмосферне повітря міст у складі відпрацьованих газів автотранспорту [1]. Канцерогенні речовини чинять значний негативний вплив на здоров'я, оскільки не мають порогу шкідливої дії, і незначна кількість молекул канцерогенної речовини може призвести до порушення стану здоров'я людини. Як показали дослідження [2], високий канцерогенний ризик для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту обумовлюють 1,37бутадиєн, бензол, формальдегід, бенз(а)пірен та інші канцерогенні речовини. Звичайно, ці речовини надходять в атмосферу міста не лише з вихлопами двигунів, але й у складі викидів промислових підприємств. Проте частка внеску автотранспорту в забруднення атмосферного повітря міст шкідливими речовинами зазвичай більша; передбачається, що вона буде зростати, так як темпи росту забруднення атмосфери відпрацьованими газами вищі, ніж темпи росту промислового виробництва [1, 2].

Аналізуючи вищевикладене, необхідно розробляти та впроваджувати заходи з мінімізації викидів забруднюючих речовин від вихлопів автотранспорту.

**Метою роботи** є підвищення екологічної безпеки викидів автотранспорту шляхом каталітичного знешкодження забруднюючих речовин на інтерметалідних каталізаторах, а також дослідження впливу кислотної і лужної обробки інтерметалідних каталізаторів на їх каталітичну активність в процесах окиснення оксиду вуглецю (CO) та вуглеводнів.

**Матеріал і результати досліджень.** В якості досліджуваних каталізаторів окиснення оксиду вуглецю та вуглеводнів використовували системи на основі інтерметаліду Ni-Al, синтезовані методом теплового самозаймання.

Отримання каталізаторів методом теплового самозаймання включало дозування, змішування, заповнення форми та пресування циліндричної заготовки діаметром 20 мм і висотою 20 мм з відносною щільністю 0,5. Дисперсність порошків становила 100-150 мкм. Зусилля пресування змінювали в діапазоні 30-100 кН.

Для приготування модифікованих зразків була використана система  $\text{NiAl}_3$  із співвідношенням компонентів 58% Al і 42% Ni. З метою збільшення каталітичної активності інтерметалід  $\text{NiAl}_3$  був модифікований різними кількостями кобальту. Зокрема були отримані каталізатори  $\text{NiAl}_3$  з добавками Co в кількостях до 30 масових %.

Отримували інтерметалідні каталізатори наступного складу: Ni Al 100%, Ni Al – CoAl 90% – 10%, NiAl – CoAl 80% – 20%, NiAl – CoAl 70% – 30%, Ni Al<sub>3</sub> 100%, NiAl<sub>3</sub> – CoAl<sub>3</sub> 90% – 10%, NiAl<sub>3</sub> – CoAl<sub>3</sub> 80% – 20%, NiAl<sub>3</sub> – CoAl<sub>3</sub> 70% – 30% [3].

За експериментальними даними отримані інтерметалідні каталізатори мали не дуже велику питому поверхню (близько 0,5-1,0 м<sup>2</sup>/г) і каталітичну активність (рис. 1-4, табл. 1-4).

Тому для підвищення каталітичної активності інтерметалідні каталізатори були піддавалися різним видам обробки з метою встановити оптимальний склад каталізатора.

Обробка лугом проводилась наступним чином: спочатку зразок витримувався в розчині луку при кімнатній температурі протягом 30 хв, потім нагрівався 30 хв і після цього витримувався при кімнатній температурі ще 24 години. Вилуговування проводилося з використанням 10% і 20% NaOH.

Кислотна обробка проводилась з використанням 10% азотної кислоти за аналогічною методикою. В результаті обробки азотною кислотою Co і Ni розчиняються, шкідливий вплив нітрат-іонів можна усунути відпалюванням, при якому групи  $\text{NO}_3^-$  розкладаються і видаляються у вигляді оксидів азоту і частково кисню.

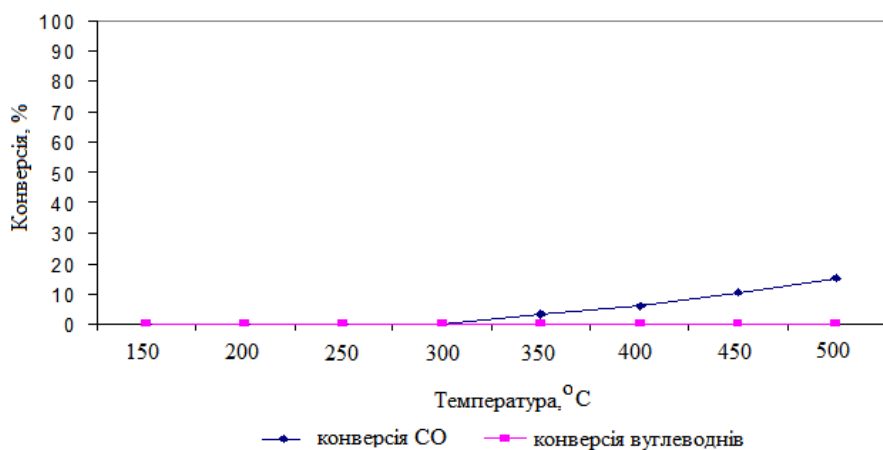


Рисунок 1 – Конверсія вуглеводнів та CO на зразку інтерметаліду NiAl 100% без обробки

Таблиця 1 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl 100% без обробки

Температура, °C	Конверсія O <sub>2</sub> , %	Конверсія CO, %	Конверсія C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , %
150	0	0	0
200	0	0	0
250	0	0	0
300	0	0	0
350	1,1	3,0	0
400	2,1	6,0	0
450	3,2	10,4	0
500	3,2	14,9	0

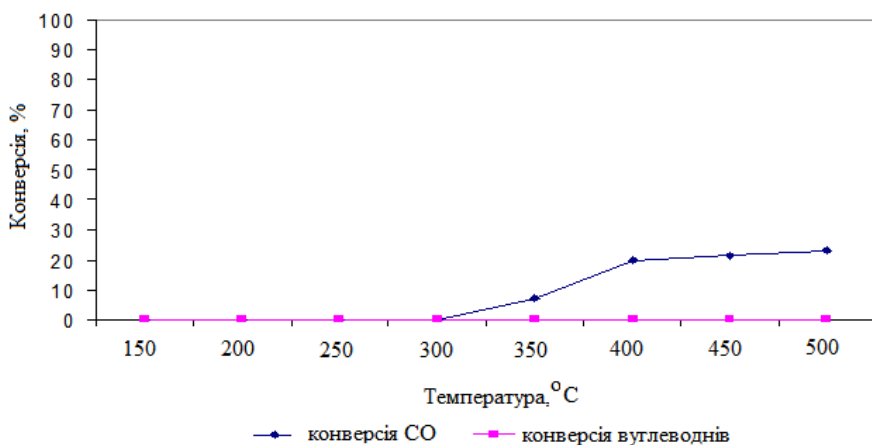


Рисунок 2 – Конверсія пропану і CO на зразку інтерметаліду NiAl - CoAl (90% - 10%) без обробки

Таблиця 2 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl - CoAl (90% - 10%) без обробки

Температура, °C	Конверсія O <sub>2</sub> , %	Конверсія CO, %	Конверсія C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , %
150	0	0	0
200	0	0	0
250	0	0	0
300	0	0	0
350	0,0	4,3	0
400	1,2	20,0	0
450	1,2	21,4	0
500	1,2	22,9	0

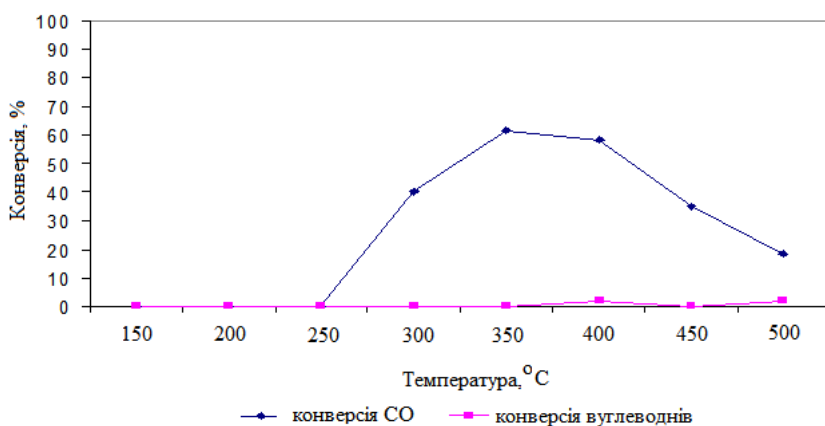


Рисунок 3 – Конверсія CO і пропану на зразку NiAl- CoAl (80% - 20%), без обробки

Таблиця 3 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl- CoAl (80% - 20%), без обробки

Температура, °C	Конверсія O <sub>2</sub> , %	Конверсія CO, %	Конверсія C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , %
200	0	0	0
250	0	0	0
300	0,990099	40	0
350	5,940594	61,66667	0
400	5,940594	58,33	1,92
450	3,960396	35	1,92
500	0,990099	18,33	1,92

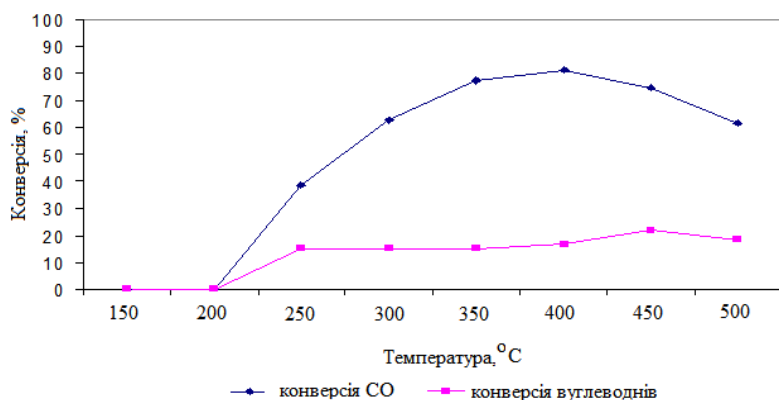


Рисунок 4 – Конверсія CO і пропану на зразку NiAl- CoAl (70% - 30%), без обробки



Таблиця 4 – Результати оцінки ефективності каталізатора складу NiAl- CoAl (70% - 30%), без обробки

Температура, °C	Конверсія O <sub>2</sub> , %	Конверсія CO, %	Конверсія C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , %
200	0	0	0
250	10	38,67	15
300	10,91	62,67	15
350	14,55	77,33	15
400	16,36	81,33	16,67
450	19,09	74,67	21,67
500	15,45	61,33	18,33

Для різних партій зразків така обробка давала різні результати, залежно від кількості алюмінію у вихідному інтерметаліду.

Каталітична активність зразків з вмістом CoAl<sub>3</sub> 20% і 30% практично не відрізняється, тому для експериментів вибирався зразок з меншим вмістом Co.

Для інтерметалідів складу Ni,Co/Al<sub>3</sub> найкращий результат дає обробка 20% NaOH. Значення питомої поверхні каталізатора до і після обробки лугом 20% NaOH представлено в таблиці 5.

Найкращим зразком, який дає високу каталітичну активність, виявився інтерметалід складу NiAl<sub>3</sub> – CoAl<sub>3</sub> (80% - 20%).

Таблиця 5 – Значення питомої поверхні каталізатора до і після обробки

Склад зразка	Питома поверхня, м <sup>2</sup> /г
до обробки	
Ni Al <sub>3</sub> 100%	1,1
Ni Al <sub>3</sub> – CoAl <sub>3</sub> 90% –10%	0,6
Ni Al <sub>3</sub> – CoAl <sub>3</sub> 80% – 20%	0,7
після обробки 20% NaOH	
Ni Al <sub>3</sub> 100%	8,9
Ni Al <sub>3</sub> – CoAl <sub>3</sub> 90% –10%	8,4
Ni Al <sub>3</sub> – CoAl <sub>3</sub> 80% – 20%	9,7

Після вилуговування 20% NaOH зразок інтерметаліду складу NiAl-CoAl (80%-20%) піддавався окисненню і відновленню при різних температурах з метою встановлення впливу такої обробки на його активність. Результати експериментальних досліджень представлені в табл. 6.

Таблиця 6 – Вплив способу обробки зразка каталізатора складу NiAl–CoAl (80%– 20%) на ефективність процесу окиснення CO і пропану

Спосіб обробки, режими	Конверсія CO при 200 °C, %	Конверсія пропану при 300 °C, %
Вихідний зразок	86,6	100
Відновлення H <sub>2</sub> протягом 25 хв при температурі 350 °C	66,6	66
Відновлення H <sub>2</sub> протягом 4 год при температурі 620 °C	100	53
Окиснення повітрям при температурі 620 °C	0	0
Окиснення киснем при температурі 620°C	0	54,7

З даних таблиці 6 видно, що відновлення воднем практично не впливає на активність каталізатора незалежно від часу обробки (з урахуванням втрати активності каталізатора). Окиснення киснем чинить позитивний вплив на активність каталізатора в процесі окиснення пропану, щодо СО позитивної динаміки не відмічено. Подібні експериментальні дослідження були проведені так само і для інших зразків. Результати виявилися аналогічними наведеним вище.

#### **Висновки.**

1. Для підвищення екологічної безпеки викидів автотранспорту були отримані інтерметалічні каталізатори складу: NiAl 100%, NiAl – CoAl 90% – 10%, NiAl – CoAl 80% – 20%, NiAl – CoAl 70% – 30%, NiAl<sub>3</sub> 100%, NiAl<sub>3</sub> – CoAl<sub>3</sub> 90% – 10%, NiAl<sub>3</sub> – CoAl<sub>3</sub> 80% – 20%, NiAl<sub>3</sub> – CoAl<sub>3</sub> 70% – 30%. Найкращим зразком, який дає високу каталітичну активність, виявився інтерметалід складу NiAl<sub>3</sub> – CoAl<sub>3</sub> (80% - 20%).

2. Визначено, що для підвищення каталітичної активності інтерметалідів необхідна їх обробка 20% NaOH. Значення питомої поверхні каталізаторів після обробки лугом 20% NaOH збільшується з 0,6-9,7 м<sup>2</sup>/г.

3. Визначено вплив окиснення і відновлення поверхні каталізатора при різних температурах на його активність. Встановлено, що відновлення воднем практично не впливає на активність каталізатора незалежно від часу обробки. Окиснення киснем чинить позитивний вплив на активність каталізатора в процесі окиснення пропану, щодо СО позитивної динаміки не відмічено.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Белоконь К.В., Ігнатченко К.О. Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя викидами автотранспорту. *Актуальні проблеми енергетики та екології: зб. праць XVII Всеукраїнської науково-технічної конференції, 26-29 вересня 2018 р. Одеса, ОНАХТ, 2018. С. 15-18.*

2. Белоконь К.В., Ігнатченко К.О. Вплив забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту на здоров'я населення міста Запоріжжя. *Матеріали XXIII наук.-тех. конф. студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ЗДІА, 23-26 жовт. 2018 р. Запоріжжя: ЗДІА, 2018. Том II. С. 92.*

Белоконь К.В. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя викидами автотранспорту. *Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету (технічні науки). Дніпродзержинськ: ДДТУ. 2015. Випуск 2(27). С. 200-205.*

#### **RESEARCH OF THE ACID AND ALKALINE TREATMENT INFLUENCE OF INTERMETALLIC CATALYSTS ON THEIR CATALYTIC ACTIVITY IN THE PROCESSES OF OXIDATION OF CARBON OXIDE (II) AND HYDROCARBONS**

**K.V. Belokon, candidate of technical sciences, associate professor  
Zaporizhzhia National University**

The optimal composition of the intermetallic catalyst has been developed. The best sample, which gives a high catalytic activity, turned out to be an intermetallic compound of the composition NiAl<sub>3</sub> - CoAl<sub>3</sub> (80% - 20%). The effect of acid and alkaline treatment of intermetallic catalysts on their catalytic activity has been determined. To increase the catalytic activity of intermetallic compounds, it is necessary to treat them with 20% NaOH. The specific surface area of the catalysts after treatment with alkali 20% NaOH increases from 0.6-9.7 m<sup>2</sup>/g.

**Key words:** carbon monoxide, hydrocarbons, catalytic neutralization, oxidation, conversion, intermetallic catalyst.

REFERENCES

1. Belokon K. V., Ignatchenko K. A. Assessment of carcinogenic risk to public health from air pollution in the city of Zaporizhzhia by motor vehicle emissions. *Problems of energy and ecology: collection of articles works of the XVII All-Ukrainian Scientific and Technical Conference*, September 26-29, 2018. Odessa, 2018. P. 15-18.
2. Belokon K. V., Ignatchenko K. A. Impact of atmospheric air pollution from vehicle emissions on the health of the population of the city of Zaporizhzhia Materials XXIII Scientific and Technical Conference of students, undergraduates, graduate students and teachers of ZSEA, 23-26 oct. 2018. *Zaporizhzhia : ZSEA, 2018. Vol. II. P. 92.*
3. Belokon K. V. Assessment of the risk to public health from air pollution of the city of Zaporizhzhia by vehicle emissions. *Collection of Scientific works of the Dneprodzerzhinsk State Technical University (technical sciences). Dneprodzerzhinsk : DSTU, 2015. Issue 2 (27). P. 200-205.*

**ПРОЕКТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ СПОРУДИ БІОПЛАТО НА ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ВІДВАЛАХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ**

<sup>1</sup>*П. В. Босак, <sup>1</sup>В. В. Попович, <sup>2</sup>О.Г. Корольова*

<sup>1</sup>*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

<sup>2</sup>*Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту*

<sup>1</sup>вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79000, Україна. E-mail: [bosakp@meta.ua](mailto:bosakp@meta.ua)

<sup>2</sup>вул. Рибальська, 18, м. Київ, 01011, Україна.

Підприємства вугільної промисловості відносяться до числа підприємств, стічні води яких збільшують екологічні проблеми гідросфери. Істотна шкода водним ресурсам наноситься в результаті забруднення поверхневих вод технологічними відвалами та скидами недостатньо очищених шахтних стічних вод, а також стоками талих і зливових вод з промислових майданчиків, хвостосховищ.

Нами описано принцип дії біоплато, перелічено їх основні типи та зроблено розрахунок біоплато для стічних вод із технологічних відвалів Нововолинського гірничопромислового району на річках – Західний Буг (притоку річки Вісла). Розрахунково продемонстровано кількість накопичених речовин для очерету звичайного або озерного та рогозу вузьколистого при їх використанні у біоплато.

**Ключові слова:** екологічна безпека, біоплато, стічна вода, важкі метали, відвали шахтних порід.

**Вступ.** Подальше потрапляння шахтних вод вугледобувних підприємств у довкілля призводить до забруднення інших водних ресурсів, проблем з водопостачанням, заболочування ґрунтів, тому їх очищення є найважливішим компонентом охорони навколишнього середовища.

Води з відвалів та шахтні води за складом і показниками умовно діляться на три класи: нейтральні прісні (рН–6.5–8.5, мінералізація до 1 г/л); солонуваті і солоні з підвищеною мінералізацією (рН–6.5–8.8, мінералізація понад 1 г/л); кислі (рН менше 6.5), кислі шахтні води мають в основному підвищену мінералізацію [2].

**Мета роботи:** проаналізувати особливості будови та перспективи використання біоплато для очистки вод з технологічних відвалів вугільних шахт. Зробити розрахунок необхідних параметрів для проєктованого біоплато.

**Матеріал і результати досліджень.**

Вимоги до якості очищення стічних вод з відвалів вугільних шахт при випуску їх у водойми, а також при подальшому використанні стічних вод обумовлюють широке

застосування різноманітних технологій і методів. Можна виділити наступні види забруднень від стічних вод з відвалів вугільних шахт:

1. Мінеральні забруднення в водах, що знаходяться в розчиненому і зваженому стані. Ступінь мінералізації суттєво зростає із збільшенням глибини розробки;
2. Органічні забруднення (частинки чистого вугілля, мінеральні масла застосовувані для змащення механізмів і машин, продукти життєдіяльності живих організмів, розкладання деревини та ін.);
3. Бактеріальні забруднення вод з відвалів вугільних шахт, що обумовлені наявністю в них великої кількості мікроорганізмів, що є наслідком потрапляння у воду продуктів гниття деревини і живих організмів. Це створює сприятливу середовище для росту і розвитку бактерій, серед яких можуть бути і патогенні – шкідливі для людського організму, здатні порушувати різні шлунково-кишкові захворювання (дизентерія, черевний тиф і т.д.).

Способи очищення стічних вод поділяються на фізичні, біологічні, фізико-хімічні, біохімічні, хімічні та механічні. Очищення промислових стоків з відвалів вугільних шахт від важких металів, зважених речовин, та інших забруднень фізико-хімічним і механічним способом, не забезпечує очищення стічних вод до норм гранично-допустимої концентрації (ГДК). Таким чином, необхідно вдосконалення механічного способу очищення стічних вод.

Хімічні методи застосовуються для нейтралізації кислих і лужних стоків, очищення від розчинених у воді солей важких металів кадмію, хрому, свинцю, фенолу, ціанідів, крезолу. При цьому використовують різні реагенти для зміни хімічного складу забруднювачів або форми їх знаходження в стоках (коагулювання, нейтралізація, знезаражування). На наш погляд, найбільш ефективним методом очищення шахтних вод є біологічний метод, який використовується для очищення від розчинених у воді з вугільних відвалів забруднюючих речовин. Застосування біологічного методу дозволяє домогтися високого рівня очищення забруднених стічних вод.

Даний метод є повністю екологічно безпечним. Одним з варіантів біологічного методу очистки є використання біоплато. Біоплато – це штучно створені системи очищення, що розташовані каскадом і побудовані з урахуванням оптимальних фізико-хімічних та біологічних факторів процесу очищення. Розрізняють руслове та інфільтраційне біоплато. Руслове біоплато являє собою водотік або ділянку водотоку, на якому створюється певний гідравлічний режим, сприятливий для життєдіяльності вищих водних рослин[2].

Якщо класифікувати біоплато з точки зору інженерного проектування, і при цьому враховувати гідравлічні розподіли потоків води, то отримаємо наступні категорії: поверхневі, горизонтальні і вертикальні інфільтраційні, а також біоплато змішаного типу. Кожен вид має свої особливості і може очищати різні категорії стічних вод із відвалів вугільних шахт. Поверхневі біоплато – схожі на природний «заболочений ландшафт», коли стічні води надходять на поверхню споруди, з тією відмінністю, що це штучна спорудата має системи управління, в результаті чого досягається висока ефективність очищення. До переваг споруди слід віднести: низькі економічні витрати при будівництві, зручність в управлінні і низькі енергетичні витрати при експлуатації. У поверхневих біоплато є такі переваги: невеликі фінансові витрати на зведення очищувача; легкість в управлінні і низьке енергоспоживання. Наприклад, в Америці досить широко використовуються системи очищення шахтних вод на плантаціях очерету[2].

Горизонтальні інфільтраційні біоплато базуються на тому, що стічні води в таких спорудах рухаються через шари завантаження з одного кінця до іншого майже горизонтально. Споруда складається від однієї або декількох секцій, до складу яких входять водонепроникне покриття, шари завантаження і рослини. У порівнянні з поверхневими біоплато, в даних спорудах досягаються великі гідравлічні навантаження і висока ефективність очищення стічних вод по ГДК зважених речовин, важких металів, а на території очисних споруд практично відсутній неприємний запах і наявність комах. Горизонтальні інфільтраційні біоплато застосовуються в США, Японії, Австралії та Європі.

Недолік даного типу споруд полягає лише в тому, що здатність до видалення азоту трохи нижче, ніж у біоплато вертикального типу. Перевагами горизонтальних інфільтраційних біоплато є створювані високі гідравлічні навантаження, велика ефективність очищення стічних вод по ГДК зважених речовин, а також важких металів, відсутність неприємного запаху на території біоплато та відсутність комах.

У вертикальних інфільтраційних біоплато стічні води подають з поверхні біоплато на дно вертикально, а кисень в систему надходить за рахунок дифузії повітря з атмосфери і через кореневі органи рослин. Процеси нітрифікації в спорудах даного типу біоплато відбуваються інтенсивніше, ніж в горизонтальних, саме тому можлива очищення стічних вод, що містять азот у високих концентраціях. Недоліками даного типу біоплато є складні системи управління процесом очищення, а також створення сприятливих умов для розвитку комах. Для досягнення максимальної ефективності на практиці часто комбінують різні типи біоплато. При цьому в одній споруді комбінуються різні потоки стічних вод.

Робота біоплато ґрунтується на принципі очищення води за допомогою вищих рослин, воно зазвичай розташоване в місці припливу води в основний ставок, будується у вигляді невеликої довгастої водойми глибиною від декількох сантиметрів до метра. Дно, як правило, гідроізолюється за допомогою геотекстильної плівки. В якості засипного матеріалу найчастіше використовується гравій, в який пересаджують вищу водну рослинність. Вода з природними відкладеннями, що надходить з основної водойми, приносить з собою велику кількість органіки, яка є поживним середовищем для вищих водних рослин. Протікаючи через кореневу систему рослин, вода збагачується киснем, очищається механічно і потрапляє у водойму через перелив. При очищенні стічних вод найчастіше використовують такі види вищих водних рослин (ВВР), як очерет, очерет озерний, рогоз вузьколистий і широколистий, ордест гребінчастий і кучерявий, спіроделла багатокорінна, елодея, водний гіацинт (ейхорнія), ірис жовтий.

В даному дослідженні ми оцінили можливості організації роботи біоплато для стічних вод із технологічних відвалів Нововолинського гірничопромислового району на річках – Західний Буг (притоку ріки Вісла). У водах із технологічних відвалів Нововолинського гірничопромислового району, що надходять на біоплато, визначено такі концентрації катіонів і аніонів, що обумовлюють їх солевміст:  $\text{SO}_4^{2-} = 2650 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Cl}^- = 170 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Na}^+ + \text{K}^+ = 850 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Ca}^{2+} = 400 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 220 \text{ мг/дм}^3$ ;  $\text{HCO}_3^- = 15,1 \text{ мг/дм}^3$ . Найбільша інтенсивність поглинання макрофітами мінеральних речовин відбувається в період розвитку і посиленого зростання. Накопичення мінеральних речовин відповідно до літературними даними в%на суху речовину становить:

– очерет звичайний: – Азот – 2,17; Фосфор – 0,35; Калій – 1,70; Кальцій – 0,38; Марганець – 0,10; Натрій – 0,14; хлорид – 1,36;

– рогоз вузьколистий: – Азот – 2,52; Фосфор – 0,41; Калій – 1,19; Кальцій – 1,07; Марганець – 0,15; Натрій – 0,51; хлорид – 1,2;

– очерет озерний: – Азот – 2,34; Фосфор – 0,39; калій – 2,37; Кальцій – 0,89; Марганець – 0,12; Натрій – 0,4; хлорид – 1,56.

У відповідність з даними розрахунків щільність посадки приймаємо 7 рослин на 1 м<sup>2</sup>, тоді кількість рослинні складе 62300 шт., а орієнтовна маса рослин по сухій речовині складе 30000 кг. Кількість мінеральних речовин, що знаходяться в стічних водах і поглинених рослинами за вегетаційний період для очерету озерного складе: калій – 702 кг; натрій – 120 кг; кальцій – 267 кг; хлор – 468 кг. Кількість мінеральних речовин, що надходять з стічною водою у вегетаційний період за вегетаційний період (прийемо 240 днів) складе, кг:  $\text{Cl}^- = 160 \cdot 24 \cdot 240 \cdot 0,017 = 156672$ ;  $\text{Ca}^{2+} = 160 \cdot 24 \cdot 240 \cdot 0,40 = 368640$ ;  $\text{Na}^+ + \text{K}^+ = 160 \cdot 24 \cdot 240 \cdot 0,85 = 783360$ .

Концентрація мінеральних речовин в очищеній воді: натрій + калій = 849 мг/дм<sup>3</sup>; кальцій = 399 мг/дм<sup>3</sup>; хлор = 169 мг/л. З урахуванням концентрації мінеральних речовин у воді, що надходить на поля аерації зміна фактично спостерігатися не буде. Таким чином,

вважаємо не доцільним визначати параметри біоплато з умови поглинальної здатності рослин як домінуючого чинника знезараження води. З урахуванням того, що тиск над поверхнею води в біоплато атмосферний, температура води в літній час може підніматися до 26 °Сі з урахуванням вмісту солей в шахтних водах розчинність кисню складе 6,5 мг/дм<sup>3</sup>, що також є достатнім для забезпечення процесу окиснення отруйних компонентів стічних вод.

Експлуатація біоплато включає в першу чергу догляд за рослинами, особливо в перший час після їх посадки: прополка, видалення відмерлих рослин, полив (при необхідності), внесення добрива. Крім того, рослини, що застосовуються в біоінженерній споруді – біоплато, повинні бути пристосовані до кліматичних особливостей території, чергування сухих і вологих періодів, а також бути стійкими до токсичних речовин, що присутні в стоці (нафтопродукти, важкі метали, розчинні солі). Крім цього потрібні заходи щодо періодичного вилучення затриманого осаду. Для біоплато з вертикальним рухом води в ряді випадків необхідно передбачати періодичне розпушування або заміну фільтруючого завантаження[1].

Площа водозбірної території і наявність вільного місця під будівництво очисних споруд також впливають на вибір схеми каналізування і застосовуваних споруд очищення. Особливо гостро проблема вільних площ стоїть на територіях з високим ступенем урбанізації. Також великий вплив на вибір споруди надає рельєф. Занадто великі ухили призводять до підвищених швидкостей руху поверхнево стоку, що може стати причиною ерозії поверхні. Занадто малі ухили, навпаки, можуть призводити до застою води в спорудах або викликати необхідність попереднього планування території.

Для визначення конструктивних параметрів біоплато мають бути використані загальні принципи його влаштування та експлуатації з урахуванням збереження прийнятних швидкостей потоку води, дотримання необхідного часу перебування підземних вод, домінуючих методів очищення води від полюса в залежності від пори року, виду рослин і їх кількості на кв. м. площі біоплато, а також глибини води в ньому. Довжину біоплато  $L$ , м визначають за формулою, що використовується для розрахунку біоплато за відстійним типом:

$$L = H * V / u, \text{ м}$$

де  $L$ -довжина споруди, м;  $H$  – робоча глибина споруди, приймаємо у відповідність з рекомендаціями по біоплато – 0,5–0,6 м;  $V$  – швидкість руху води, мм/с, приймаємо 5 мм/с;  $u$  – гідравлічна крупність частинок, мм/с.

Гідравлічна крупність агрегатів гідроксиду заліза, розраховують за формулою:

$$u_0 = 2r^2(d-\rho)g/9\mu, \text{ м/с},$$

$\rho$  – щільність агломератів;  $d = 1000 \text{ кг/м}^3$  – щільність води;  $\mu$  – в'язкість води, приймається за довідковими даними в залежності від температури оброблюваної води, кг/с м приймаємо температуру 10 °С, тоді  $\rho = 1,31 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с м}$ ;  $r = 40 \cdot 10^{-6} \text{ м}$  – радіус агломератів приймаємо за результатами попередніх досліджень [1].

$$u_0 = 2 \cdot 14,7^2 \cdot 10^{-12} (1015-1000) \cdot 9,8 / (9 \cdot 1,31 \cdot 10^{-3}) = 0,000005388 \text{ м/с}.$$

$$L = 0,55 \cdot 0,005 / 0,000005388 = 510 \text{ м}$$

Ширина каналу ( $B$ ) в цьому випадку може бути визначена за допомогою формул:

$$B = F / H, \text{ м}; F = Q / V, \text{ м}^2 \text{ де}$$

$H = 0,5-0,6 \text{ м}$  – глибина каналу, в якій відбувається седиментація;  $V = 0,005 \text{ м/с}$  – швидкість потоку води в каналі (швидкість потоку рекомендується приймати в межах 36–15 м/год [2], для розрахунків приймаємо 15 м/год, що становить 0,005 м/с).

$$F = 160 / 15 = 10,7 \text{ м}^2 \text{ до розрахунку приймаємо } 11 \text{ м}^2.$$

$$B = F / H = 11 / 0,55 = 20 \text{ м}.$$

Обсяг біоплато складе:  $W = 20 \cdot 510 \cdot 0,55 = 5610 \text{ м}^3$ . Тривалість перебування очищуваних вод в біоплато складе:  $5610 / (160 \cdot 24) = 1,5 \text{ діб}$ .

Конструювання біоплато (рис. 1) проводимо з урахуванням природних ландшафтів і наявного ділянки землі розміром 60x400 м. Вважаємо за доцільне влаштувати біоплато з



каналами коридорного типу. Ширина коридору-каналу приймається відповідно до розрахунками – 20 м., довжина каналу в одному коридорі – 60 м. Кількість коридорів N, шт., складе:

$$N_{заг} / L_1$$

$$N = 510 / 60 = 8,5 \text{ шт.}$$

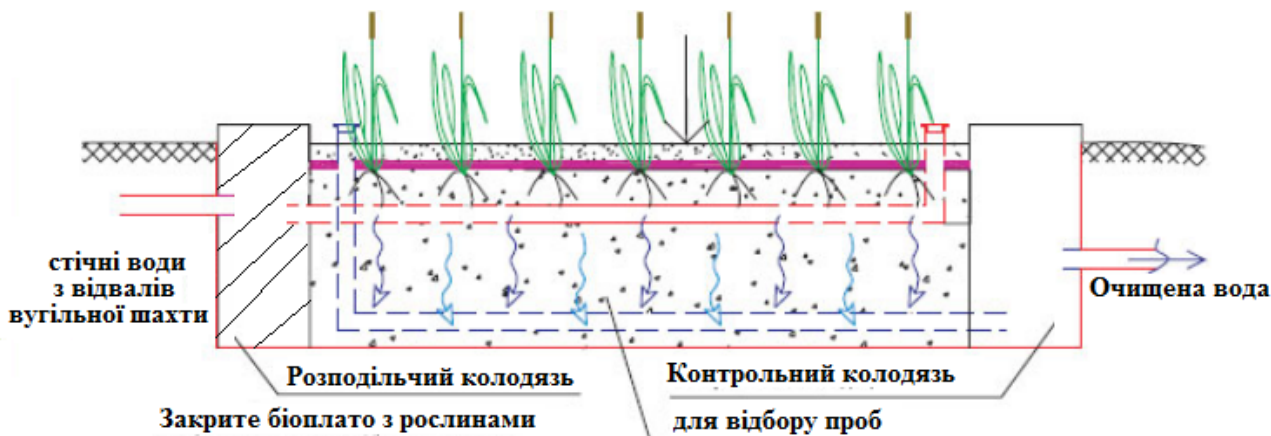


Рис. 1. Схематичне зображення проектного біоплато

Для подальших розрахунків приймаємо 9 коридорів. Канали-коридори формуються за рахунок пристрою валів перегородчастого типу з водонепроникних глин. З конструктивних міркувань ширину підстави вала приймаємо 10 м.

Таким чином, кількість валів – 8 шт. Довжина біоплато складе  $13 \times 20 = 180$  м. збільшення довжини біоплато за рахунок пристрою валів складе понад 80 м., довжина вала становить 50 м. Визначимо швидкість течії води в місці повороту коридору, так як ширина разом повороту становить 10 м, а висота води – 0,5 м, площа поперечного перерізу складе  $5 \text{ м}^2$ .  $V = Q / F$ ,  $\text{м} / \text{ч} = 160 / 5 = 32 \text{ м} / \text{ч} = 0,009 \text{ м/с}$ , що допускається нормами технологічного проектування зрошувальних систем.

Дно біоплато виконується з водонепроникних глин. По дну в ґрунті проводиться висадка ВВР. Для запобігання замулювання і процесів гниття відмираючих рослин у вузьких місцях, що утворюються в результаті формування валів, ВВР рекомендується не висаджувати. В останньому коридорі так само рекомендується для утворення відстійної зони перед фільтрацією не висаджувати ВВР. Таким чином, посадка ВВР буде проводитися в 8 коридорах, площа посадки складе  $8900 \text{ м}^2$  ( $60 \times 20 \times 8 - 100 \times 7$ ). Щільність посадки приймаємо 7 рослин на  $1 \text{ м}^2$ , тоді кількість рослин складе 62300 шт. Згідно вищевикладеному доцільно висаджувати рогіз вузьколистий або очерет.

Відсутність металевих частин, які схильні до корозії, а також насосного обладнання, завдяки самопливному руху води, що очищається забезпечує очисним спорудам на основі фітотехнології майже необмежений період експлуатації, про що свідчить досвід багатьох держав. Споруди на основі фітотехнологій працюють як саморегульована система.

Зіставлення якісних характеристик вод з технологічних відвалів вугільних шахт у часі визначило виражену позитивну динаміку їх складу. За період з 2017 по 2020 роки відбулися наступні зміни якісного складу стічних вод з відвалів:

- мінералізація знизилася з  $7630 \text{ мг/дм}^3$  в 2017 році до  $4659 \text{ мг/дм}^3$  в 2019 році або на 39%. У 2020 році ця тенденція збереглася – мінералізація скоротилася з  $5005 \text{ мг/дм}^3$  на середину 2020 року до  $4659 \text{ мг/дм}^3$  або на 7%;
- вміст сульфатів за період експлуатації проектного біоплато знизився з  $4700 \text{ мг/дм}^3$  до  $2697 \text{ мг/дм}^3$  або на 43%;
- величина водневого показника рН змістилася за аналізований період у бік нейтральної (рН = 7,0) – з 5,88 до 6,28;

– загальна жорсткість вод зменшилася на 33% – з 52 мг/дм<sup>3</sup> до 34,8 мг/дм<sup>3</sup>.

**Висновки.** Розглянуто основні види забруднень стічних вод вугільних відвалів та охарактеризовано методи їх очистки. Вказано переваги та недоліки найбільш важливих методів. Окремо описано принцип дії біоплато та перелічено їх основні типи. Проведено розрахунок біоплато для стічних вод із технологічних відвалів Нововолинського гірничо-промислового району на річках – Західний Буг (притоку річки Вісла). Розрахунково продемонстровано кількість накопичених речовин для очерету звичайного або озерного та рогузу вузьколистого при їх використанні у біоплато.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Завацький С.В. Біоінженерні споруди для очищення стічних вод малої продуктивності / С.В. Завацький, Л.С. Котельчук, А.Л. Котельчук // Чернігівський науковий часопис. Серія 2, Техніка і природа. 2012. – №1 (3). – С. 57–63.
2. Мелехин А.Г. Анализ существующих биоинженерных сооружений очистки поверхностного стока / А.Г. Мелехин, И.С. Щукин // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2013. №2. – С. 40–51.

### НОВІТНЯ ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Ю.С. Голік, к.т.н., професор, Ю.В. Чепурко, аспірант**

**Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**

*просп. Першотравневий, 24, м. Полтава, 39002, Україна. E-mail: [golik38@i.ua](mailto:golik38@i.ua)*

**Анотація.** Аналізується питання можливості проведення в сучасних умовах змін адміністративних територій регіонів та територіальних громад, застосування екологічного картування, особливо, за рахунок створення еколого-картографічних карт на основі ландшафтно-екологічного підходу із використанням ГІС технологій.

**Ключові слова:** екологічний атлас, екологічне картування та картографування, регіональне екологічне картування

**Вступ.** Оцінка екологічного стану окремих областей України або її складових регіонів, завжди залишається важливою складовою, що цікава не тільки для фахівців-екологів, але й для широких кіл населення, студентів, школярів, природо охоронців. У 2005-2007 роках на Полтавщині були видані унікальні видання в серії «Екологічної бібліотеки Полтавщини» Екологічний та Агроекологічний атласи Полтавської області [1-2]. Науковцями та екологічною громадськістю видання були зустрінуті з великою зацікавленістю й використано-вувалися не тільки студентами екологами різних вищих навчальних закладів Полтавщини, а й України. Вони стали в нагоді фахівцям колишнього Державного управління екології та природних ресурсів Полтавської області при проведенні оцінки екологічного стану окремих районів Полтавщини. Особлива зацікавленість в цих роботах з'явилася з виходом Законів України «Про оцінку впливу на довкілля» та «Стратегічну екологічну оцінку». Проектувальники звертаються до цих видань, але нажалі екологічна інформація за період більше ніж 10 років вже суттєво змінилася та застаріла. Тому розробка нового Екологічного атласу Полтавської області, яка свого часу була самою чистою в екологічному плані в Україні – є важливою та актуальною, особливо, з можливістю використання для картування сучасних геоінформаційних систем і технологій.

Особливостями колишніх видань було те, що вони мали, так звані, регіональний підхід й були націлені на оцінку особливостей екологічного стану саме Полтавської області. Особливості атласів не завжди дозволяли провести порівняння екологічного стану з іншими областями, хоч тими, що є сусідніми до Полтавщини, бо методики оцінки окремих показників були різними.

Безумовно слушною, але досить складною, буде оцінка екологічного стану регіону в межах нових територіальних одиниць Полтавщини або її територіальних громад.

Впродовж п'ятнадцяти років кожні п'ять років виходили обласні програми «Охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області», «Комплексна програма поводження з твердими побутовими відходами у Полтавській області на 2017-2021 роки», «Регіональна цільова програма розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро у Полтавській області на період до 2021 року», котрі значним чином визначали вектори проблемних питань та націленості коштів Обласного екологічного та інших фондів, але датиобґрунтовну оцінку зміни у екологічному стані Полтавської області вони не дозволяли, особливо в умовах, коли ефективність виконання самих програм зменшилася до 20-25 %.

Дійсноостанні 15 років в екологічному стані Полтавської області відбулися значні зміни, які мало місце фактично в усіх сферах екологічного стану: стані атмосферного повітря, стані водних ресурсів, сфері поводження з твердими побутовими відходами, промисловими відходами, заповідній справі, лісовому господарстві й навіть кількості неурядових громадських організацій.

Екологічні атласи Полтавщини, як правило, зафіксували констатацію показників екологічного стану на конкретний період, наприклад, 2002 -2005 роки, але час взяв своє і вони стали застарілими.

В сучасних умовах треба старатися враховувати ті зміни, які мали місце в довкіллі Полтавщини, особливо з метою наглядного впровадження, застосування елементів екологічного картування як одного з сучасних елементів технологій оцінки стану зміни та, навіть, майбутнього захисту довкілля.

**Мета роботи.** Визначити можливість використання картографії для сучасної оцінки екологічного стану Полтавщини в умовах зміни територіальних громад та територій шляхом проведення екологічного картування в нових умовах усіх складових елементів, що мають відношення до забруднення та захисту довкілля, з можливістю акценту та наголосу на використанні геоінформаційних технологій і систем.

### Матеріал і результати досліджень.

У класиків українського екологічного картування визначено [ 3 ], що *екологічна карта – це картографічна модель екологічних станів ландшафтних таксонів, які у сукупності відображають сучасну екологічну ситуацію на території*. Екологічна карта – це множина дискретних значень стану геосистеми, які поступово змінюються від точки до точки, охоплюючи всю досліджувану територію. *Екологічні карти – це основа природно-техногенної безпеки території*.

Краще й не можливо сказати. Тобто, графічна інтерпретація екологічного стану території – це наочне візуально понятійне подання екологічної ситуації.

Картографічну оцінку екологічної ситуації в межах окремої території або області прийнято називати регіональним підходом. Ймовірно, він ще буде довгий час залишатися таким, бо тісно пов'язаний з територіально-адміністративним розподілом. Вагомий внесок в регіональне атласне природоохоронне картографування вніс В.А. Барановський [ 4 ], який визначив пріоритетні напрями, структуру та зміст еколого-природоохоронних атласів областей [ 1 ] і міст різного призначення, що були направлені для розкриття понятійних аспектів картографічної екології для молоді від молодших школярів до студентів.

Всебічну оцінку важливості екологічного регіонального картування дав Пересадько В.А. [ 5 ]. Він визначив, що еколого-природоохоронні атласи як *базові екологічні твори* відображають інфор-мацію про соціально-економічні та природні умови розвитку екологічних проблем і заходи щодо їх вирішення. Обов'язковими умовами при проектуванні системи регіональних еколого-природо-охоронних атласів має бути:

- уніфікація їх змісту і структури на регіональному рівні;
- узгодженість з відповідними карта-ми країни;
- підпорядкованість системним принципам еколого-природоохоронного картографування.

Автором визначено, що як на глобальному, так і регіональному рівнях можливо визначити територіальний аспект, який, поряд з іншими ознаками системності, дозволяє застосовувати інтегральний підхід до вивчення взаємодії елементів в системі «природа-суспільство», який може бути досліджений картографічними методами.

Екологічні атласи Полтавщини враховували велику кількість схем картографічного зображення процесів оптимізації взаємовідношень між природною, природо-ресурсною, економічною, соціально-економічною, демографічною природоохоронною складовими геосис-теми, які націлені на відображення загального стану або окремих аспектів еколого-природоохоронної діяльності. Існуючий підхід еколого-природоохоронного картування мав прикладний напрямок тематичного картографування, що пов'язаний з такими одиницями територіального поділу як область та район.

Влітку 2020 року на Україні відбулися значні територіально-адмініс-тративні зміни. Верховна Рада України ухвалила Постанову №3650 «Про утворення та ліквідацію районів». На Полтавщині з колишніх 25 районів залишилися 4 райони. Нові 4 райони в Полтавській області укрупнені з більш-менш однаковими показниками як за територією, так і за кількістю мешканців.

Межі районів визначені за зовніш-німи кордонами територій сільських, селищних та міських територіальних громад, що входять до того, чи іншого району. Укрупнення пояснюється одним з кроків децентралізації в Україні.

Таким шляхом зменшена кількість адмі-ністрацій й очікується рівномірний розподілобв'язків між адміністраціями?

Але як же тепер бути з загальноновизнаними показниками стану довкілля, які раніше можливо було залучити з даних статистичної звітності районів, екологічних паспортів області або, так званих, екологічних регіональних доповідей?

Таким чином, той принцип при якому була можливість використовувати щорічні екологічні показники відпав.

Розподіл в майбутньому узагальнених даних за 4 районами буде значно усередненим, а наявність таких даних для територіальних громад, на фоні більш важливих проблем, ніж екологічні, буде не таким швидким.

Тому ландшафтний підхід в цьому випадку буде більш привабливим з позицій фізико-географічного районування й цьому для Полтавської області передбачається створення еколого-картографічних карт на основі ландшафтно-екологічного підходу із застосуванням ГІС технологій.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Екологічний атлас Полтавщини. Випуск 4. За редакцією Ю.С. Голіка, В.А.Барановського, О.Е.Ілляш – Полтава: Полтавський літератор, 2006.-128 с.
2. Агро-екологічний атлас Полтавщини. Екологічна бібліотека Полтавщини Випуск 7.- Полтава, 2009-116 с.
3. Адаменко О.М., Рудько Г.І., Коневич Л.М. Екологічне картування.-Івано-Франківськ:Полумя, 2003 .-580с.
- 4.Барановський В.А. Екологічна географія і екологічна картографія. К.: Фітосоціоцентр, 2001.-252 с.
5. Пересадько В.А. Атласне еколого-природоохоронне картографування: сутність, досвід, напрямки розробки.Вісник ХНУ імені В.Н.Каразіна, №1054, Серія «Екологія», вип.. 8 - 2013р.-стор.712.

#### **TITLE**

***Yurii Holik, Iuliia Chepurko***

***Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University,***

***24 Ave. Pershotravneviy, Poltava, 36011, Ukraine, golik38@i.ua***

The question of possibility of carrying out in modern conditions of changes of administrative territories of regions and territorial communities, application of ecological mapping, especially due to creation of ecological and cartographic maps on the basis of landscape-ecological approach with use of GIS technologies is analyzed.

Keywords: ecologicalatlas, ecologicalmappingandmapping, regionalecologicalmapping.

#### REFERENCES

1. EcologicalatlasofPoltavaregion. Issue 4 / Editedby YS Golik, VA Baranovsky, OE Ilyash-oldtava: Poltavawriter, 2006.-126 p.
2. Agro-ecologicalatlasofPoltavaregion. EcologicalLibraryofPoltavaRegionIssue 7.-Poltava, 2009-116 p.
3. Adamenko OM, Rudko GI, Konsevich LM Ecologicalmapping.-Ivano-Frankivsk: Polumya, 2003.-580p
4. Baranovsky VA Ecologicalgeographyandecologicalcartography. К .: Phytosocialcenter, 2001.-252 p.
5. Peresadko VA Satinecologicalandenvironmentalmapping: essence, experience, directionsofdevelopment. BulletinofVNKarazinKhNU, №1054, Series "Ecology", issue .. 8 -2013-p.712.

## ГРОМАДСЬКИЙ МОНІТОРИНГ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ АГЛОМЕРАЦІЙ

*Голік Ю.С., к.т.н., доц., Максюта Н.С., здобувач*

**Національний університет "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"**

просп. Першотравневий, 24, м. Полтава, 36000, Україна. E-mail: [mns7000@yahoo.com](mailto:mns7000@yahoo.com)

Моніторинг атмосферного повітря є невід'ємною частиною політичних стратегій розвитку як окремих міст, так і країн в цілому. Авторами запропоновано та введено в дію мережу громадського моніторингу. Надано рекомендації встановлення датчиків вимірювання та приклад оптимального розбиття сітки міста для ефективного вимірювання запиленості повітря міста, та для подальшого інформування населення.

Обґрунтовано, що мережа громадського моніторингу виступає допоміжним інструментом в імplementації постанови щодо здійснення моніторингу та дає змогу усунути ряд недоліків діючої системи моніторингу атмосферного повітря.

**Ключові слова:** атмосферне повітря, моніторинг, датчики виміру, тверді частки, агломерація, запиленість.

**Вступ.** Останніми змінами в сфері моніторингу атмосферного повітря в Україні є постанова Кабінету міністрів України від 14 серпня 2019 року №827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря» [1]. Відповідно до даної постанови виявляється ряд недоліків діючої системи моніторингу, в саме: відсутність проведення моніторингу завислих речовин, в тому числі PM<sub>2,5</sub> та PM<sub>10</sub>; відсутність даних щодо забруднення, що охоплюють всю територію міста (агломерації, відповідно до постанови), тобто наявна інформація є актуальною лише точково; проведення моніторингу забруднення атмосферного повітря на стаціонарних постах спостереження здійснюється максимум 4 рази на добу; відсутність системи інформування населення щодо стану повітря в місті, в особливості забруднення PM<sub>2,5</sub> та PM<sub>10</sub>; відсутність автоматизованих систем аналізу якості повітря, моніторинг проводиться методом відбору проб.

**Мета роботи:** Головною задачею створення мережі громадського моніторингу стану забруднення атмосферного повітря міста є проведення незалежного спостереження за забрудненням повітря, беручи за основу такі постанови та керівні документи як Директива 2008/50/ЄС та Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. На відміну від проведення державного спостереження, громадський моніторинг забезпечить не лише інформування населення, його залучення до моніторингу, а і підвищить екологічну свідомість, відповідальність, та створить додатковий інструмент контролю за забруднення повітряного середовища.

**Матеріал і результати досліджень.** Громадський контроль за станом забруднення атмосферного повітря являє собою мережу датчиків для визначення концентрації забруднюючих речовин в повітряному басейні міст. Розташування точок вимірювання забруднень повинно бути фіксованим, але разом з тим, може оперативнo змінюватись у відповідності до поставленої задачі певного дослідження чи аналізу. Метою створення та реалізації мережі громадського контролю є проведення незалежного оцінювання якості атмосферного повітря міста з подальшим інформуванням населення щодо його результатів. Проведення даного типу моніторингу є не лише спрямованим на залучення громадськості та підвищення їх екологічної свідомості, але виступає і в якості первинного аналізу стану забруднення повітря для отримання даних та надання рекомендацій щодо встановлення додаткових постів державного спостереження за якістю атмосферного повітря в умовах імplementації змін щодо порядку проведення моніторингу, а також в якості оперативного контролю для тих чи інших задач.



Враховуючи, що громадський моніторинг, як зазначено вище, є універсальним, та може бути використаний для різних задач, вимоги до встановлення датчиків спостереження є гнучкими. Для отримання загальних значень забруднення атмосферного повітря по місту, враховуючи, промислові, житлові, паркові зони міста, а також приміські території, головними рекомендаціями до встановлення датчиків є:

- встановлення на ділянках, що забезпечує відсутність застою повітряних потоків,
- встановлення на відстані 1,5, 4, чи 6 метрів від землі,
- встановлення на відстані 10 метрів від дороги з інтенсивним транспортним рухом (чи ближче, якщо необхідно визначити вплив транспорту на даній ділянці),
- на приміських територіях для визначення антропогенного впливу міського середовища.

На початку експерименту створення мережі громадського контролю для м. Полтава була створена сітка для подальшого відображення даних розміром 7x7 комірок. Враховуючи, що кожна комірка вміщувала значну площу територій міста, а нові датчики, потрапляючи, до комірки, де вже проводились дослідження, були б незручними для відображення та незрозумілими цільовому користувачу, було змінено розміри сітки 12x12 комірок. Таке рішення дозволяє зберегти сітку на приміських територіях, для подальшого розширення мережі громадського моніторингу, а також розбиває центральну територію міста на менші комірки, що попереджує накладання показників різних датчиків. Отже, сітка складається зі 144 комірок. Кожна комірка охоплює територію площею 1,65 км<sup>2</sup>. Загальна площа міста становить 103 км<sup>2</sup>, отже 64 центральні комірки повністю покривають територію міста.

На час експерименту встановлено 9 датчиків, що охоплюють більшу частину міста. Датчики працюють в автономному безперервному режимі, але для створення мережі інформування населення використані показники забруднення за наступні години: 00:00, 06:00, 12:00, 18:00.

Встановлені датчики вимірюють забрудненість атмосферного повітря міста зваженими частинками PM<sub>2.5</sub> та PM<sub>10</sub>. Основними технічними характеристиками датчиків вимірювання зазначених забруднень є:

- принцип вимірювання – оптичний, що працює за принципом розсіяного світла;
- діапазон вимірювань (PM<sub>2.5</sub>) – 0–500 мкг/м<sup>3</sup>;
- робочий температурний діапазон – (-10)...+60 °C;
- точність вимірювань – (±10) мкг/м<sup>3</sup> в діапазоні 0–100 мкг/м<sup>3</sup>, ±10 % в діапазоні 100–500 мкг/м<sup>3</sup>;
- робочий діапазон вологості – 0–99 %.

За пів року функціонування мережі громадського моніторингу в місті Полтава (01.09.2019-30.06.2020) спостерігалися підвищені концентрації твердих часток в атмосферному повітрі:  $\geq 20$  мкг/м<sup>3</sup> для PM<sub>2.5</sub> та  $\geq 35$  мкг/м<sup>3</sup> для PM<sub>10</sub>. Дати, години та номери датчиків і відповідно концентрації забруднюючих речовин наведені в таблиці 1. Коментар до таблиці 1: виділені комірки позначають перевищення гранично допустимих значень.

Слід відмітити, що перевищення граничних концентрацій в 3 рази спостерігалось 18-19 квітня, в період, коли по всій території України була встановлена надзвичайна запиленість атмосферного повітря у зв'язку з лісовими пожежами. На рисунку 1 представлено скріншот із розробленого сайту інформування населення за даний період. Говорячи про весь період спостережень (грудень 2019 року – липень 2020 року), якщо припустити, що тенденція стану забруднення атмосферного повітря до кінця року залишиться такою ж, то стан забруднення атмосферного повітря твердими частками, відповідно до постанови, не виходить за норми верхнього та нижнього порогу оцінювання.

Таблиця 1 – Підвищені концентрації твердих часток за громадським моніторингом

«Проблеми екологічної безпеки»

PM2.5				PM10			
дата	час	мг/м3	датчик	дата	час	мг/м3	датчик
8.12	18-00	20	2				
9.12	00-00	23	8				
22.12	06-00	20	4				
17.01	06-00	20	2				
18.01	00-00	20	2				
18.01	12-00	22	2				
29.01	12-00	20-29	2, 3	29.01	12-00	38	2, 3
1.02	06-00	21	2	1.02	06-00	35	2
15.02	18-00	20-30	2, 3, 9				
16.02	06-00	22	9				
17.02	00-00	20-28	2, 9				
24.02	06-00	23	9				
27.02	18-00	21	9				
1.03	00-00	20	9				
6.03	00-00	20	1-5, 9				
6.03	18-00	20-22	5, 9				
7.03	00-00	20-21	5, 9				
7.03	06-00	21	9				
7.03	12-00	21	9				
7.03	18-00	21-26	1, 2, 5, 8, 9				
9.03	00-00	20	9				
9.03	18-00	20-25	1-9				
10.03	00-00	21-25	1-5, 8, 9				
10.03	06-00	20-23	1, 5, 8, 9				
10.03	18-00	20-24	1, 2, 5, 7-9				
11.03	00-00	21	9				
19.03	12-00	20	9				
19.03	18-00	22	9				
20.03	00-00	21-28	1, 5, 8, 9				
21.03	18-00	20	9				
22.03	00-00	22	9				
26.03	06-00	20	9				
27.03	00-00	20	9				
27.03	06-00	20-23	8, 9				
30.03	06-00	21	9				
30.03	18-00	20-27	1-9	30.03	18-00	35	9
31.03	00-00	21	9				
6.04	06-00	21	9				
8.04	18-00	20-24	1, 5, 7-9				
18.04	00-00	35-69	1-9	18.04	00-00	47-85	1-9
18.04	06-00	29-40	1-9	18.04	06-00	40-51	1-9
19.04	12-00	49-61	1-9	19.04	12-00	60-70	1-9
15.06	00-00	20	8				

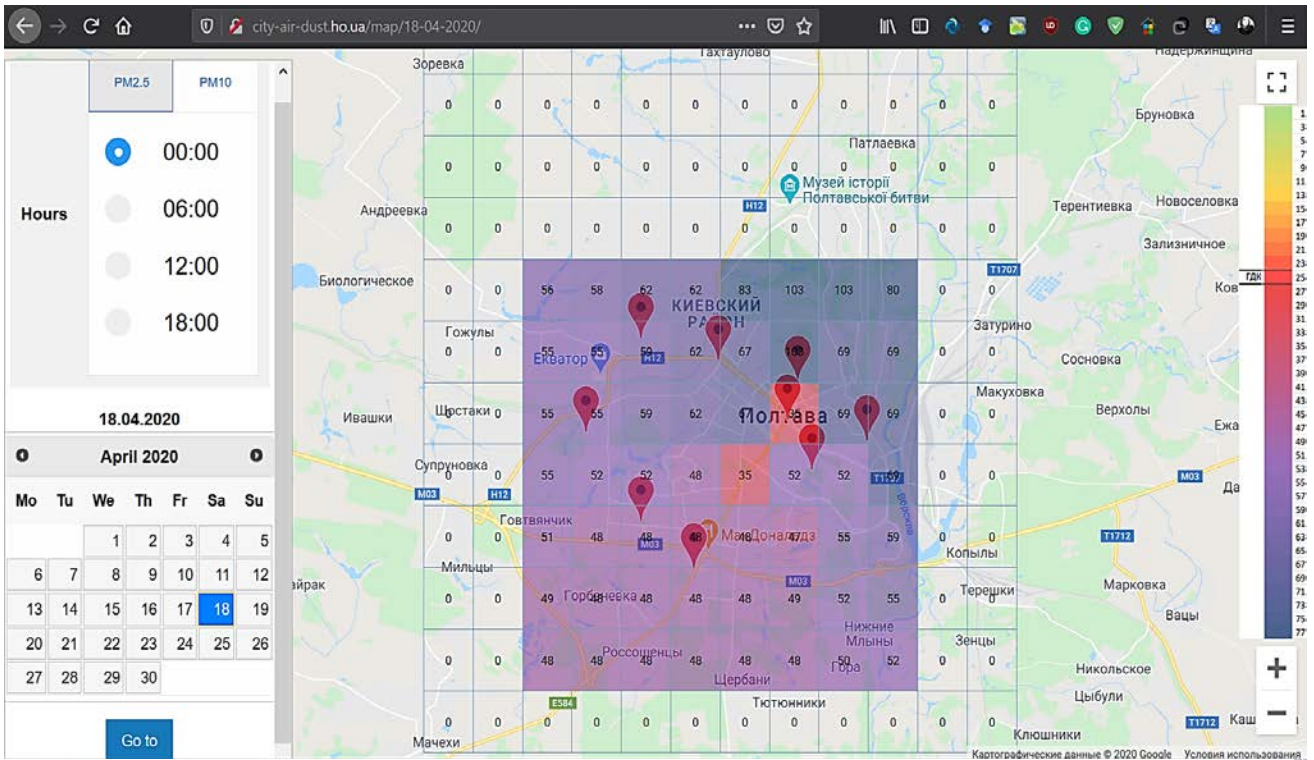


Рисунок 1 – Концентрація PM2.5 за 18 квітня 2020 року

З таблиці 1 також видно, що найчастіше підвищені концентрації твердих часток спостерігалися за показниками датчика №9 (Подільська районна рада). Провівши аналіз, щодо можливих причин таких показників, було встановлено, що найбільш вірогідним фактором впливу служить рельєф місцевості. Відповідно до рис. 2 у східній частині міста спостерігається зниження рельєфу приблизно на 80 м. Цей фактор за відповідних метеорологічних умов перешкоджає розсіюванню забруднюючих речовин на даній території міста. Тобто, за допомогою громадського моніторингу вдалося своєчасно встановити необхідність створення додаткового посту державного моніторингу атмосферного повітря. На території східної частини міста державні пункти спостереження були відсутні, а отже в програмах розвитку міста не враховувались можливості удосконалення екологічної складової міста.

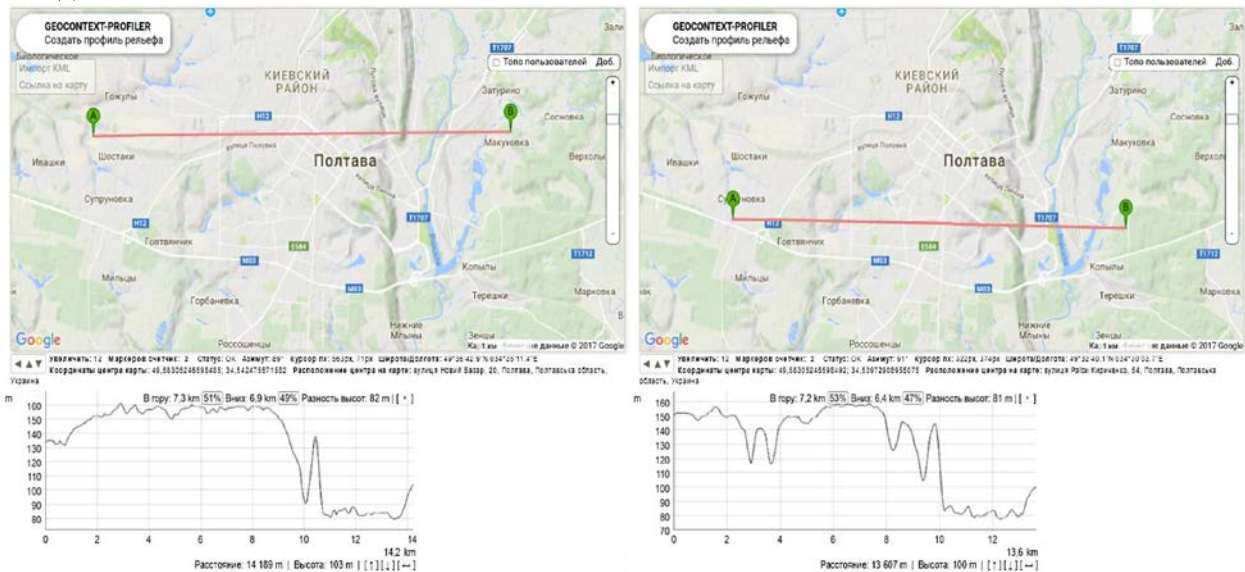


Рисунок 2 – Різниця висот рельєфу м. Полтава

Таким чином, мережа громадського моніторингу виступає допоміжним інструментом в імplementації постанови щодо здійснення моніторингу.

**Висновки.** Розглянута можливість імplementації Порядку здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря, враховуючи результати впровадження громадського моніторингу міста. За період спостережень (грудень 2019 року – липень 2020 року) стан забруднення атмосферного повітря твердими частками, відповідно до постанови, не виходить за норми верхнього та нижнього порогу оцінювання. Перевищення значень ГДК спостерігалися лише 9 діб за період спостережень. Встановлено, що причиною підвищених показників одного з датчиків служить рельєф місцевості, де у східній частині міста спостерігається зниження рельєфу приблизно на 80 м.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова Кабінету міністрів України від 14 серпня 2019 року №827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря» – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF>.

#### **PUBLIC MONITORING OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION OF AGGLOMERATIONS**

**Yu.S. Holik, PhD, Assoc. Prof, N.S. Maksiuta, postgraduate**

Atmospheric air monitoring is an integral part of the development policies of both individual cities and countries as a whole. The authors proposed and put into operation a network of public monitoring. Recommendations for the installation of measurement sensors and an example of optimal division of the city grid for effective measurement of city air dust and for further informing the population are provided.

It is substantiated that the network of public monitoring acts as an auxiliary tool in the implementation of the resolution on monitoring and allows to eliminate a number of shortcomings of the current air monitoring system.

**Keywords:** atmospheric air, monitoring, measuring sensors, solid particles, agglomeration, dust.

#### REFERENCES

1. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 14, 2019 №827 "Some issues of state monitoring in the field of air protection" – Available by: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF>.

## АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ УМОВ ФУНКЦІОНУВАННЯ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ НАДЗВИЧАЙНОЮ СИТУАЦІЄЮ ПРИ ПОШКОДЖЕННІ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

*Н.В. Дейнеко, к.т.н., доц., О.О. Кіреєв д.т.н., проф., О.В. Тарахно к.т.н., доц., Р.І. Шевченко д.т.н, с.н.с.*

*Національний університет цивільного захисту України*

вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 61023, Україна. E-mail: natalyadeyneko@gmail.com

В роботі розглянуто функціонування систем аварійної протидії та недопущення переростання надзвичайної події в надзвичайну ситуацію в умовах зростаючої кількості аварій природного та техногенного характеру, що призводить до пошкоджень електромереж протягом значного часу та поширюється на значні території.

Проведено аналіз особливостей роботи систем аварійної протидії, які використовуються на об'єктах в умовах пошкодження електромереж. Встановлено, що резервування електроживлення таких систем за рахунок акумуляторних батарей дозволяє здійснювати їх безперебійну роботу не більше ніж 24 години.

**Ключові слова:** аварійне руйнування, надзвичайна ситуація, електромережа, системи аварійної протидії, резервне живлення

**Вступ.** В сучасному світі технологічного прогресу, де кількість надзвичайних ситуацій техногенного характеру постійно зростає, все більше уваги приділяється системам контролю та системам аварійної протидії. Однак будь які системи аварійної протидії, як правило, під'єднанні до електричної мережі та функціонують за рахунок неї. Зростаюча кількість аварій природного та техногенного характеру призводить до пошкоджень електромереж протягом значного часу та поширюється на значні території. В такому випадку без електропостачання залишаються великі території та об'єкти, де системи аварійної протидії працюють за рахунок резервного електроживлення. В такому випадку безперебійне функціонування систем аварійної протидії та недопущення переростання надзвичайної події в надзвичайну ситуацію залежить від часу протягом якого буде забезпечуватися резервне електроживлення. Тому актуальним є аналіз та дослідження сучасного забезпечення резервного електроживлення систем аварійної протидії.

**Мета роботи:** повести аналіз умов функціонування систем аварійної протидії при пошкодженні мереж електропостачання.

**Матеріал і результати досліджень.** Системи аварійної протидії включають в себе безліч різних компонентів, включаючи камери, датчики, системи SCADA, системи телеметрії і віддаленого терміналу, системи охоронної сигналізації і так далі. Цим компонентам потрібне постійне електроживлення, що може бути проблемою в будь-яких умовах, але особливо у випадках, коли має місце пошкодження електромереж внаслідок аварій природного характеру. Країни Євросоюзу схильні до численних загроз природних катастроф, такими, як землетруси, повені, посухи, пожежі та екстремальна спека [1]. Всі ці загрози чинять негативний вплив на лінії електропередач. Домінуючими є гідрометеорологічні загрози, серед яких шторми (35%) і повені (31%) є найбільш частими [2]. Перелік названих загроз призводить до фізичного руйнування ліній електропередач, а також зниження їх пропускної здатності. Різні країни Євросоюзу уразливі в різному ступені: у той час як одні країни більш схильні до ризиків повеней або цунамі, інші страждають від частих штормів і екстремальної спеки [3]. Наприклад, Південна Європа більш схильна до сейсмічних ризиків, де такі країни, як Греція, Румунія і Балкани, знаходяться в зоні найвищої сейсмічної активності. Країни Середземномор'я більш схильні до ризиків цунамі. Країни Південної Європи більш схильні до пожеж, найвища ймовірність яких спостерігається в

таких країнах, як Португалія, Іспанія, Італія і Греція. Існує також висока ймовірність збільшення частоти та інтенсивності названих загроз [4].

Внаслідок аварійних ситуацій на електрогенеруючих підстанціях частина установки стає непридатною до використання. До таких поломок можна віднести розрив проводки в системі, вибух і пошкодження в результаті різкого стрибка напруги в трансформаторних вузлах, відмова роботи системи управління і розподілу потоку енергії.

Як правило, в результаті аварійної ситуації знижується рівень забезпечення енергією значних територій та протягом значного часу. В такому випадку увага авторів зосереджена на умовах та часу роботи систем аварійної протидії. Застосування на об'єктах господарства автоматичних систем аварійної протидії обумовлено необхідністю забезпечення безпеки будівель, споруд та приміщень з масовим перебуванням людей, а також тих, які не контролюються обслуговуючим персоналом (безлюдні виробництва) та мають потенційні джерела запалювання або вибухонебезпечну середу, постійно присутні за умовами технології виробництва.

У даній роботі розглянуті прилади аварійної протидії вітчизняного виробництва, які знайшли широке застосування на об'єктах і продовжують удосконалюватися і випускатися. Підходи до використання імпорتنих приладів аварійної протидії, з точки зору експлуатації та монтажу, практично не відрізняються, оскільки повинні відповідати вимогам тих нормативних документів, які використовуються в Україні.

Таблиця 1

Робота систем аварійної протидії в умовах відсутності електроживлення від електромережі

№ з/п	Назва системи аварійної протидії	Час автономної роботи без мережевого електроживлення (год)	
		"ЧЕРГОВИЙ РЕЖИМ"	"АКТИВНИЙ РЕЖИМ"-
1	"Алай П-4"	24	3
2	"Алай П-8"	12	8
3	"Алай П-16"	12	8
4	"Гамма-104"	12	
5	"Гамма-116"	24	
6	"Гамма-132"	4	
7	"Фотон-А"	в технічних характеристиках кількість годин не вказано	
8	ППКП 019-2/60-2 (ППС-3М)	в технічних характеристиках кількість годин не вказано	

Аналіз систем аварійної протидії, що використовуються на об'єктах та є складовою системи попередження надзвичайної ситуації показав що у випадку припинення електрозабезпечення від електромережі живлення таких систем здійснюється за рахунок резервного джерела живлення, а саме акумуляторної батареї. Ємність акумуляторних батарей, що використовується в розглянутих системах аварійної протидії дозволяє забезпечити безперебійну роботу системи протягом не більше ніж 24 години у випадку «чергового режиму» і протягом не більше ніж 8 годин у випадку «активного режиму».

Тобто якщо протягом 24 годин не буде відновлено електроживлення систем аварійної протидії від традиційної мережі електроживлення такі системи припинять свою роботи, що може призвести до переростання надзвичайної події у надзвичайну ситуацію. Таким чином подальша робота авторів буде направлення на пошук способу резервування систем аварійної

протидії в умовах припинення електроживлення від традиційної електромережі на час, що перевищує можливість електроживлення від акумуляторної батареї.

**Висновки.** Проведено аналіз особливостей роботи систем аварійної протидії, які використовуються на об'єктах в умовах пошкодження ліній електромереж. Встановлено що резервування електроживлення таких систем за рахунок акумуляторних батарей дозволяє здійснювати їх безперебійну роботу не більше ніж 24 години.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field C.B., Barros V.R., Dokken D.J., Mach K.J., Mastrandrea M.D., Bilir T.E., Chatterjee M., Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B., Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S., Mastrandrea P.R., and White L.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. P.1–32. IPCC, 2014.
2. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. United Nation Office for Disaster Risk Reduction, Geneva, 2013.
- 3 Risk assessment and mapping guidelines for disaster management. European Commission staff working paper, European Union, Brussels, 2011.
4. A Community approach on the prevention of natural and man-made disasters. 2010. Risk Assessment and Mapping Guideline for Disaster Management. European Commission Staff Working Paper 1626, Brussels, 2010.

#### ANALYSIS OF INFORMATION CONDITIONS OF FUNCTIONING OF THE EMERGENCY MANAGEMENT MODEL IN DAMAGE OF POWER SUPPLY NETWORKS

**N.V. Deyneko, (Ph.D., Assoc. Prof.) O.O. Kireev, (Doctor of Technical Sciences, Professor), O.V. Tarahno (Ph.D., Assoc. Prof.) R.I. Shevchenko (Doctor of Technical Sciences, Senior Research)**

The paper considers the functioning of emergency response systems and prevention of an emergency into an emergency situation in an increasing number of accidents of natural and man-made nature, which leads to damage to power grids for a long time and spreads to large areas.

An analysis of the features of the emergency response systems used at facilities in the event of damage to power grids. It is established that redundancy of power supply of such systems at the expense of rechargeable batteries allows to carry out their uninterrupted work no more than 24 hours.

**Keywords:** emergency destruction, emergency, power grid, emergency response systems, backup power supply.



## НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ БІОТЕСТУВАННЯ ПРИРОДНИХ ТА СТИЧНИХ ВОД

**В.П. Дмитриков, д.т.н., проф.,**

**Полтавська державна аграрна академія**

вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна. E-mail: [vpdmitrikov@gmail.com](mailto:vpdmitrikov@gmail.com)

**В.О. Ільченко, к.м.н.**

**Харківський обласний клінічний перинатальний центр**

вул. Маліновського, 4, м. Харків, 61052, Україна. E-mail: [krcpc@ukr.net](mailto:krcpc@ukr.net)

Розглянуто сучасні аналітичні методи – складові екологічного моніторингу - для оцінки токсичності природних і стічних вод з використанням хімічних і фізико-хімічних методів. Для виявлення інтегральної токсичності стічних вод зазначені методи використовують у сукупності з методами біотестування, застосовуючи найбільш доцільні тест-системи та тест-реакції. Відзначено, що надійність і достовірність результатів визначень забруднюючих речовин слід оцінювати із застосуванням систем інформаційних технологій. Запропоновано схему біотестування якості природних і стічних вод техногенних об'єктів, надано оцінку факторам впливу токсикантів на навколишнє природне середовище та біооб'єкт.

**Ключові слова:** біотестування, забруднюючі речовини, інформаційні технології, природні води, стічні води, токсичність.

**Вступ.** В даний час для максимально достовірної оцінки стану навколишнього природного середовища застосовують екологічні моніторингові системи з використанням всіляких аналітичних методів контролю.

Результати інформаційно-аналітичної обробки отриманих даних служать також для екологічного прогнозу і пов'язаної з цим коригування роботи промислових і комунальних підприємств, котрі забруднюють довкілля.

До числа природних і антропогенних токсикантів відносять поліароматичні сполуки, діоксини, феноли, пестициди, органічні барвники, консерванти, стабілізатори та багато інших, а також продукти їх деструкції в різних поєднаннях. Більшою частиною вони утворюють складні суміші і з цієї причини результат комбінованого впливу на навколишнє природне середовище декількох токсичних речовин, присутніх навіть в невеликих кількостях в досліджуваному зразку, прогнозувати досить складно.

Якісний і кількісний склад екоотоксикантів, тривалість їх експозиції визначальним чином впливають на стан навколишнього природного середовища, що також необхідно враховувати поряд з іншими потенційними ризиками екологічного характеру.

З фізико-хімічних методів аналітичного визначення якості природних і стічних вод, як екологічних об'єктів, слід зазначити великий прогрес у розвитку мас-спектрометричного методу аналізу. Вказаним методом виявляють хімічні речовини в широкому діапазоні концентрацій навіть до нг/л. Однак існують певні складності, пов'язані з ідентифікацією забруднюючих хімічних речовин на рівні більш низьких концентрацій, особливо коли мікрокількості токсикантів проявляють кумулятивний і синергетичний ефект та ін.

Для ідентифікації забруднюючих хімічних речовин-токсикантів з метою визначення токсичності різних екологічних об'єктів, місцезнаходження та активності джерела забруднення навколишнього природного середовища у моніторингових системах використовують широкий загальний аналітичних методів, до числа яких відносять окрім методів хімічного та фізико-хімічного контролю, а також методи біотестування, котрі в сукупності називають «Біоаналітичні інструменти».

Головна специфіка застосування методів біотестування полягає в тому, що вони дозволяють оцінити прийнятність існуючого рівня забруднення для збереження життєздатності і стабільності екосистем.

Існує чимало нормативних документів, пов'язаних з вимогами до якості і безпеки питних і стічних вод. Відомі Директиви і стандарти Євросоюзу, наприклад, Directive 2008/105 / EC, SEPA, EQS і інші, спрямовані на посилення вимог до безпеки стічних вод. Слід визнати доцільність такого підходу, оскільки антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище постійно зростає.

**Мета роботи:** дати оцінку інтегральним методам аналізу токсикантів в природних і стічних водах підприємств із застосуванням методу біотестування.

**Матеріал і результати досліджень.** Існуючі методики біотестування припускають використання різних тест-організмів і включають відбір, зберігання і підготовку проб для аналітичних визначень, роботу з тест-об'єктами (культивування та перевірку чутливості) із наданням рекомендацій за результатами обробки отриманої інформації.

Екотоксикологічні дослідження припускають обстеження як власне стічних вод, їх гідроморфологічної оцінки, в нативному або концентрованому вигляді, поведінки в них біоти, так і у вигляді екстрактів осідань, донних відкладень. Однак при цьому екстракти змінюють свою кислотність, вміст амонійних і інших солей, т.інше.

Відомою проблемою біотестування є визначення гранично допустимих норм відхилень параметрів середовища з урахуванням властивостей живих організмів, котрі в неї входять. Це вимагає узагальненої інтерпретації результатів біотестування, беручи до уваги біотичну і абіотичну складові навколишнього природного середовища.

Метод біотестування для оцінки якості природних і техногенних стічних вод не вимагає коштовного устаткування, досить оперативний, його здійснюють із застосуванням батарей різних гідробіонтів, варіюючи умови експериментів і орієнтуючись на інформативність отриманих результатів. У практиці оперативного біотестування використовують метод "трьох точок", що дозволяє досить швидко провести обстеження стічної води, поступаючись при цьому точності результатів експерименту.

Біоаналітичні інструменти для скринінгу якості води є сходинкою для розуміння ризиків пов'язаних з використанням такої води людьми і тваринами.

Компонування схеми біотестування природних і стічних вод техногенних об'єктів з використанням інформаційних технологій (ІТ) наведено нижче (рис.) і є частиною системи екологічного моніторингу стічних вод.



Рис. Компонування загальної схеми біотестування природних і стічних вод техногенних об'єктів

Для характеристики токсичних ефектів речовин, що забруднюють стічні води, у вітчизняній і зарубіжній практиці використовують різні альтернативні підходи і методи токсикологічних обстежень:

- комп'ютерне моделювання токсичності (методи *in silico*);
- групування подібних хімічних речовин в категорії, лабораторні дослідження (методи *in vivo*, *in vitro*).

У практичному контексті біотестування *in vitro* використовують для виявлення гострої і хронічної токсичності, а також порівняльної оцінки стічних вод природних і техногенних об'єктів і водних ресурсів в цілому, оперативного контролю за ступенем очищення вод, наприклад, після очисних споруд.

При високій надійності і достовірності результати аналітичного контролю біопроб методу *in vitro* не складно екстраполювати настільки, що результати можуть служити альтернативою випробувань методу *in vivo* на тваринах.

Разом з тим, існують деякі обмеження результатів тестування методу *in vivo*:

- внутрішньовидова екстраполяція результатів,
- чутливість до концентрації токсиканта,
- артефакти і деструктивні фактори,
- етичні та фінансові аспекти.

Слід також мати на увазі, що при досить високій достовірності негативний результат біотестування не завжди призводить до несприятливого результату на організменному рівні, котре потребує додаткових досліджень.

Незважаючи на ці обмеження, при біотестуванні метод *in vivo* зазвичай використовують в оцінці ризиків до людського здоров'я, оскільки цей метод забезпечує надійну індикацію виявлених і потенційних токсикантів, зокрема, коли токсичність носить лише гіпотетичний характер.

Оцінка результатів усіх джерел інформації з біотестування з точки зору ризику для людського здоров'я повинна враховувати обмеження кожного методу:

- *in silico*, заснованого на хімічній структурі токсиканта, фізико-хімічних властивостях та необхідній інформації, котрі щільно залежать від математичної моделі, використовуваної у дослідженнях,

- *in vitro* дозволяють визначити початкову токсичність крім токсикокінетики (поглинання, швидкість поширення, метаболізм, виділення) і механізмів детоксикації, які притаманні методу *in vivo*, також можуть оцінити рівень високої токсичності забруднювача,

- *in vivo* дають більш прийнятний вимір вторинної токсичності, при цьому можливі невідповідності застосовності результатів використання тест-систем відносно до людського організму і тривалості випробування.

У будь-якому випадку результати біотестування стічних вод обробляють методом математичної статистики без чого неможливо оптимізувати параметри, виявити фактори впливу на результати досліджень, дати остаточну оцінку результатам експериментів, здійснити управління ризиками.

На основі комп'ютерного моделювання прогнозують токсичність забруднюючих речовин, використовуючи також кількісні взаємозалежності структури речовини з його активністю (QSAR). Для отримання достовірного результату об'єднують зусилля експертів, виробників і екологічної інспекції, дотримуючись принципів «green chemistry» і можливостей інформаційних технологій.

**Висновки.** Метод біотестування дозволяє оперативно виділити пріоритетні токсиканти, їх «внесок» в загальний рівень забруднень водних середовищ, оцінити екологічні межі ризику і асоційовані ризики.

Для достовірної оцінки токсичності природних і техногенних стічних вод слід максимально враховувати як безпосередні, так і опосередковані фактори впливу токсикантів та докілья на біооб'єкт, інтерпретувати дані аналітичних визначень із залученням оцінки межфакторних визначень.

Стратегія тестування сумішей токсикантів з багатьма невідомими вимагає її ретельної розробки з оцінкою максимальної кількості факторів ризику стосовно до виконуваних досліджень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Головін В.В. Інформаційно-логічна структура регіональної системи моніторингу довкілля // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2004, № 5. – С.73 – 79.
2. Гончарук В.В. Теоретические аспекты биотестирования природных и питьевых вод / В.В. Гончарук, В.Ф. Коваленко // Химия и технология воды. – 2012. – Т.34. - №2. – С. 171 – 178.
3. Дмитриков В.П. Биотестирование в комплексном мониторинге природных сред / В.П. Дмитриков // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 2008/2. - №6. – С. 63 – 66.
4. Дмитриков В.П. Біокоректування результатів моніторингу природних середовищ / В.П. Дмитриков, В.В. Нікіфоров // Людина та довкілля. Проблеми неоекології – Х.:ХНУ, 2014. – С.14 – 17.
5. Chevalier, J. *et al.* Exploration of Daphnia behavioral effect profiles induced by a broad range of toxicants with different modes of action. *Environ Toxicol Chem* **34**, 1760–1769, <https://doi.org/10.1002/etc.2979> (2015).
6. Олькова А.С. Условия культивирования и многообразие тест-функций daphnia magna straus / А.С. Олькова // Вода и экология. – 2017. - №1. – С.63 – 82.

#### SCIENTIFIC AND PRACTICAL ASPECTS OF BIOTESTING OF NATURAL AND WASTE WATER

**V.P. Dmitrikov, (Doctor of Technical Sciences, Prof.), V.O. Il'chenko, Cand. Med. Sc. (Eng.).**

Modern analytical methods for assessing the toxicity of natural and waste waters using chemical and physicochemical methods are considered. To identify the integral toxicity of wastewater, these methods are used in conjunction with biotesting methods, using various test systems and test reactions. It is noted that the reliability and reliability of the results of determining pollutants should be assessed using information technologies. A biotesting scheme is proposed, and an assessment of the factors of the influence of toxicants on the environment and biological object is given.

**Ключові слова:** біотестування, забруднюючі речовини, інформаційні технології, природні води, стічні води, токсичність.

#### REFERENCES

1. Holovin V.V. Informatsiyno-lohichna struktura rehional'noyi systemy monitorynhu dovkilliya // Ekolohiya dovkilliya ta bezpeka zhyttyediyal'nosti. – 2004, № 5. – S.73 – 79.
2. Honcharuk V.V. Teoreticheskiye aspekty byotestyrovanyya pryrodnykh y pyt'vevykh vod / V.V. Honcharuk, V.F. Kovalenko // Khymyya y tekhnolohyya vody. – 2012. – Т.34. - №2. – S. 171 – 178.
3. Dmytrykov V.P. Byotestyrovanye v kompleksnom monytorynhe pryrodnykh sred / V.P. Dmytrykov // Ékotekhnolohyyu y resursosberezhenye. - 2008/2. - №6. – S. 63 – 66.

4. Dmytrykov V.P. Biokorektuvannya rezul'tativ monitorynhu pryrodnykh seredovyshch / V.P. Dmytrykov, V.V. Nikiforov // Lyudyna ta dovkillya. Problemy neoekolohiyi – КН.:КННУ, 2014. – S.14 – 17.
5. Chevalier, J. et al. Exploration of Daphnia behavioral effect profiles induced by a broad range of toxicants with different modes of action. Environ Toxicol Chem 34, 1760–1769, <https://doi.org/10.1002/etc.2979> (2015).
6. Ol'kova A.S. Uslovyya kul'tyvyrovanyya y mnohoobrazye test-funktsyy daphnia magna straus / A.S. Ol'kova // Voda y ékolohyya. – 2017. - №1. – S.63 – 82.

## ЗАБРУДНЕННЯ ЛІТОСФЕРИ ВНАСЛІДОК ФУНКЦІОНУВАННЯ ВУГІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

*В.М. Єрмаков, д.т.н., доцент, О.В. Луньова, к.т.н., доцент,  
Д.Г. Аверін, здобувач, О.О. Клименко, магістр*

*Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, Київ*

вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, м. Київ, 03035, E-mail: [lunovaov@ukr.net](mailto:lunovaov@ukr.net)

Сучасна вугільна галузь України нараховує сотні підприємств – діючих шахт, збагачувальних фабрик, відомчих ТЕЦ, котелень, заводів різного профілю, шахтобудівних підприємств, що сконцентровані на порівняно невеликих територіях у Донбасі (Донецька та Луганська області), у Дніпропетровській, Львівській, Волинській та Кіровоградській областях. Така концентрація зумовлює значний вплив підприємств вугільної галузі на навколишнє природне середовище (особливо у Донбасі) і спричинює порушення його екологічної рівноваги, які виявляються в поєднанні таких явищ, як виснаження та забруднення підземних і поверхневих вод, а на окремих підроблених гірничими роботами ділянках затоплення і заболочування прилеглих до підприємств територій, засолення ґрунтів, вилучення земельних площ зі сфери сільськогосподарського використання, деформації земної поверхні, забруднення атмосфери пилогазовими викидами поверхневих комплексів шахт та збагачувальних фабрик тощо.

**Ключові слова:** екологічна небезпека, шахти, відходи

**Вступ.** Всі басейни знаходяться на тому етапі розвитку, коли обсяги видобутку вугілля зменшуються, значна кількість шахт припиняє розробку запасів вугілля, а згодом ці шахти ліквідуються. Зазначені обставини призвели до суттєвої зміни в межах басейнів більш-менш усталених природно-техногенних умов, які сформувались в результаті впливу на природні компоненти розробки вугільних родовищ.

Вугільні підприємства сконцентровані на порівняно невеликій території Донецької та Луганської областей (підконтрольна Україні територія), Дніпропетровської, Львівської та Волинської областей. За даними Держстату України протягом останнього десятиліття обсяги видобутку вугілля скоротилися майже у 2 рази і в період 2015-2018 років коливалися в межах 41,9-32,4 млн.т., внаслідок цього утворення відходів вуглевидобутку й вуглезбагачення у 2018 році зменшилися у порівнянні з 2017 роком на 14,3%. Стан поводження з відходами вуглевидобутку й вуглезбагачення показаний у таблиці.

Таблиця – Поводження з відходами вуглевидобутку й вуглезбагачення, тис.т

Найменування	2017			2018		
	Обсяги утворення	Обсяги використання	Видалено	Обсяги утворення	Обсяги використання	Видалено
Шлам та "хвости" з фабрик збагачувальних	1160,2	н/д	н/д-	949,1	121,4	609,9
Відходи збагачення вугілля, переробленого на збагачувальних та брикетних фабриках	8372,5	н/д	н/д	6949,1	1112,5	6388,8
Відходи, які утворюються під час проведення розкривних робіт у процесі будівництва шахт, розрізів, видобування вугілля відкритим способом	3464,04	н/д	н/д	3234,97	977,94	3112,5

Загальні обсяги утворення відходів у 2017 році становили 12996,5 тис.т, у тому числі відходи вуглевидобутку 3464,04 тис.т, 8372,5 тис.т відходи вуглезбагачення та 1160,2 тис.т шлами та хвости збагачення. У 2018 році обсяги утворення відходів вуглевидобутку й вуглезбагачення становили 11137,17 тис.т. У процентному відношенні відходи вуглевидобутку становили 29,1%, відходи вуглезбагачення – 62,4% та шлами й хвости флотації – 8,5%.

У порівнянні з 2017 роком зменшилось утворення відходів вуглевидобутку на 7%, відходів вуглезбагачення на 20,5%, а шламів і хвостів флотації на 22,2%. У 2018 році згідно з даними статистичної звітності в загальному було використано 2211,84 тис.т відходів вуглевидобутку й вуглезбагачення. В тому числі відходів вуглевидобутку 977,94 тис.т, відходів вуглезбагачення 1112,5 тис.т і шламів та хвостів з фабрик збагачувальних 121,4 тис.т.

Загальний рівень використання відходів вуглевидобутку й вуглезбагачення у 2018 році склав 19,86%, зокрема: відходів вуглевидобутку 30,2%, відходів вуглезбагачення – 16%, шламів та хвостів з фабрик збагачувальних – 12,8. Як видно з представлених даних, найвищим рівнем використання характеризуються відходи вуглевидобутку, найнижчим шлами та хвости збагачення.

Діяльність підприємств вугільної промисловості пов'язана насамперед з виводом з народногосподарського обороту земель, які відводяться під промислові площі шахт і збагачувальних фабрик, вироблені простори розрізів, породні відвали, ставки-освітлювачі та ставки-накопичувачі шахтної води, горизонтальні відстійники шахтної води, мулові шламівідстійники вуглезбагачувальних фабрик тощо.

**Мета роботи:** проаналізувати еколого-технічні показники діяльності вугільних підприємств.

**Матеріал і результати досліджень.** За інформацією Міненерго, станом на I півріччя 2020 року в Україні налічується 104 породних відвалів, з яких 27 діючих і 77 недіючих – з яких 9 горять. Вони займають площу 922,51 га, де зберігається біля 418482,42 тис. тон породи. Обсяг видачі «на-гора» породи у I півріччі 2020 року становив 393,94 тис. тон. Вуглезбагачувальними фабриками скидаються в мулонакопичувачі близько 41,61 тис. т тонкодисперсних відходів флотаційного збагачування. Всього в мулонакопичувачах фабрик зберігається 41,62 тис. т відходів, і вони займають площу близько 13,02 га.

Загальна площа відведення земельних ресурсів всіма підприємствами вуглевидобувної галузі за I півріччя 2020 року складає 9651,59 га. Розподіл площ за функціональним призначенням наведено на рис. 1.

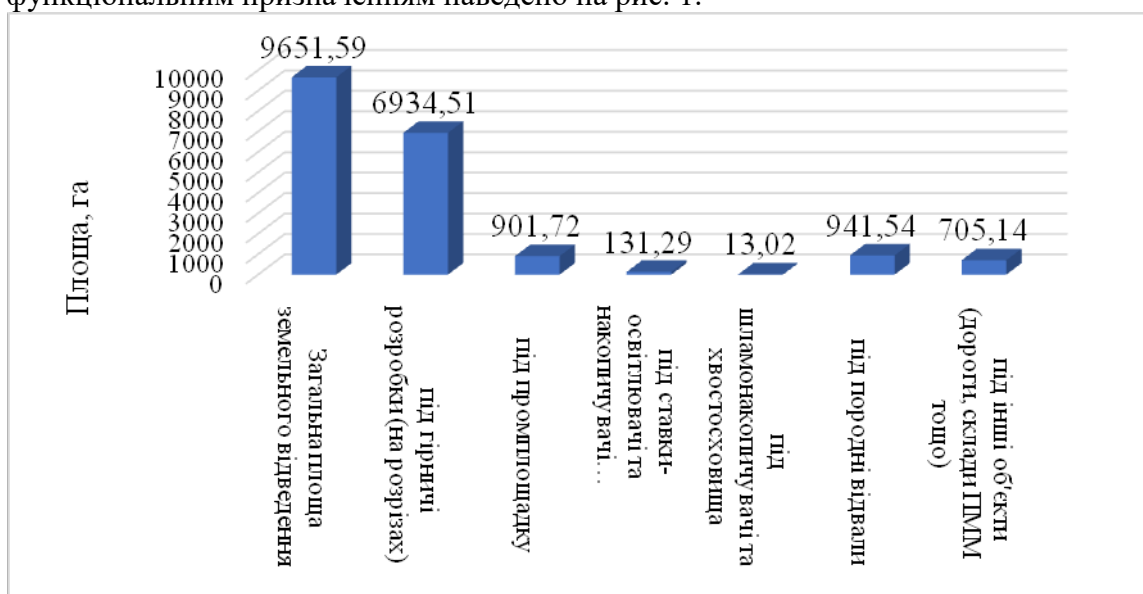


Рис. 1. Структура розподілу земельних ресурсів за функціональним призначенням по вугільній галузі, га

По всій вуглевидобувній галузі нараховується 104 породних відвали, серед яких 27 діючих та 77 недіючих. Під них виділено 922,51 га земельних ресурсів та накопичено 418482,42 тис. тон породи, в тому числі 197222,08 тис. т у діючих відвалах та 204564,76 тис. тон у недіючих. Розподіл обсягу породи у відвалах по підприємствах вуглевидобувної галузі наведено на рис. 2.

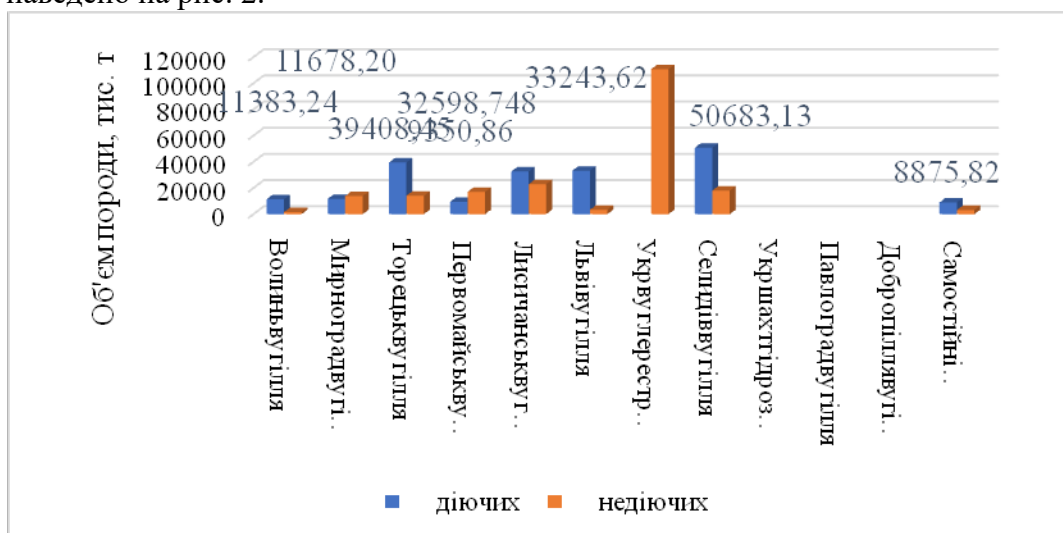


Рис. 2. Розподіл обсягу породи у відвалах по підприємствах вуглевидобувної галузі, тис. т

За звітний період підприємствами галузі було видобуто 393,94 тис. тон породи, яка була, в основному, заскладована у відвалах. Лише незначна частина породи була використана для закладки гірничих виробок – 8,99 тис. тон, використано на власні потреби (ремонт автодоріг тощо) – 1,40 тис. тон та передано іншим споживачам – 17,69 тис. тон.



Розподіл обсягу видобутої породи по підприємствах галузі за I півріччя 2020 року наведено на рис. 3.

На відвалах спостерігаються пожежі. За звітний період, пожежі спостерігаються на трьох відвалах ДП «Селидіввугілля» та одному відвалі ДП «Мирноградвугілля» на ліквідацію яких у звітному періоді було витрачено 8,14 тис. грн.

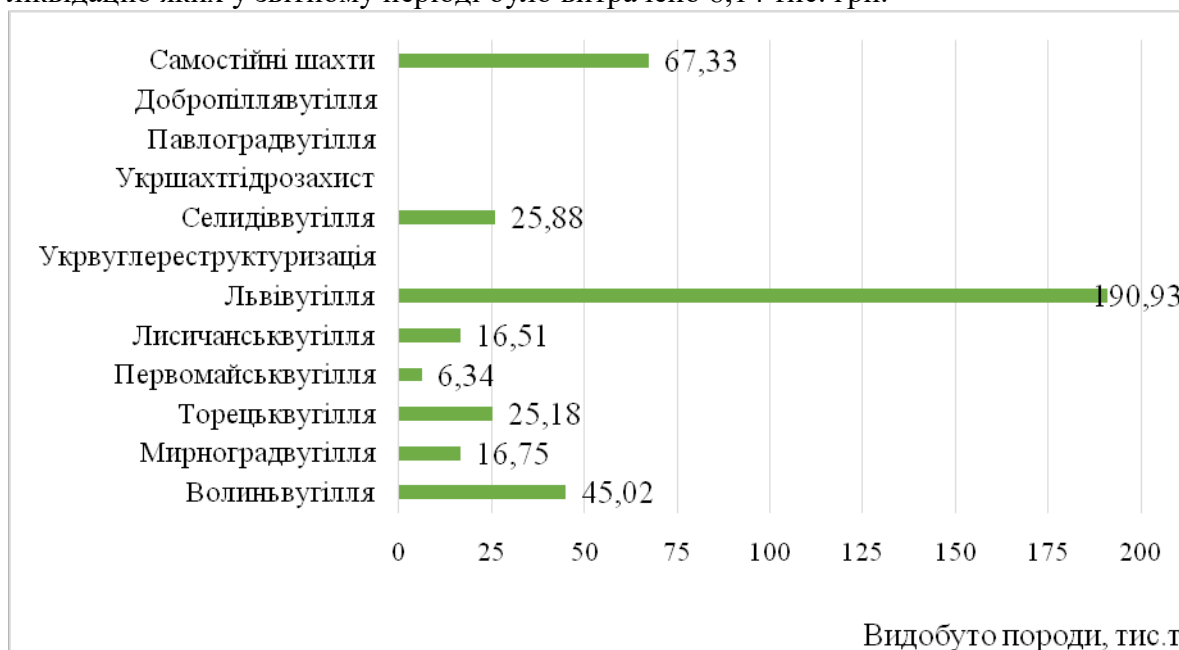


Рис. 3. Розподіл обсягу видобутої породи по підприємствах галузі за I півріччя 2020 року, тис. т

Окрім пустої породи, яка складається у відвали, на підприємствах вугільної галузі утворюється шлам, який акумулюється у шламонакопичувачах. Всього у вуглевидобувній галузі налічується 6 шламонакопичувачів, з яких діючих 4. Під шламонакопичувачі виділено 13,02 га земельних ресурсів. У шламосховищах вуглевидобувної галузі зберігається 41,62 тис. т відходів, у тому числі у діючих – 41,61 тис. т.

Окрім виробничих (пуста порода, шлам), на підприємствах вуглевидобувної галузі утворюються та накопичуються тверді побутові відходи, будівельне сміття, шини, акумулятори, відпрацьовані мастильні матеріали та інші відходи, утворення яких пов'язане із нормальним функціонуванням підприємств.

Обсяги накопичення відходів на початок року по підприємствам вуглевидобувної галузі наведено на рис. 4.

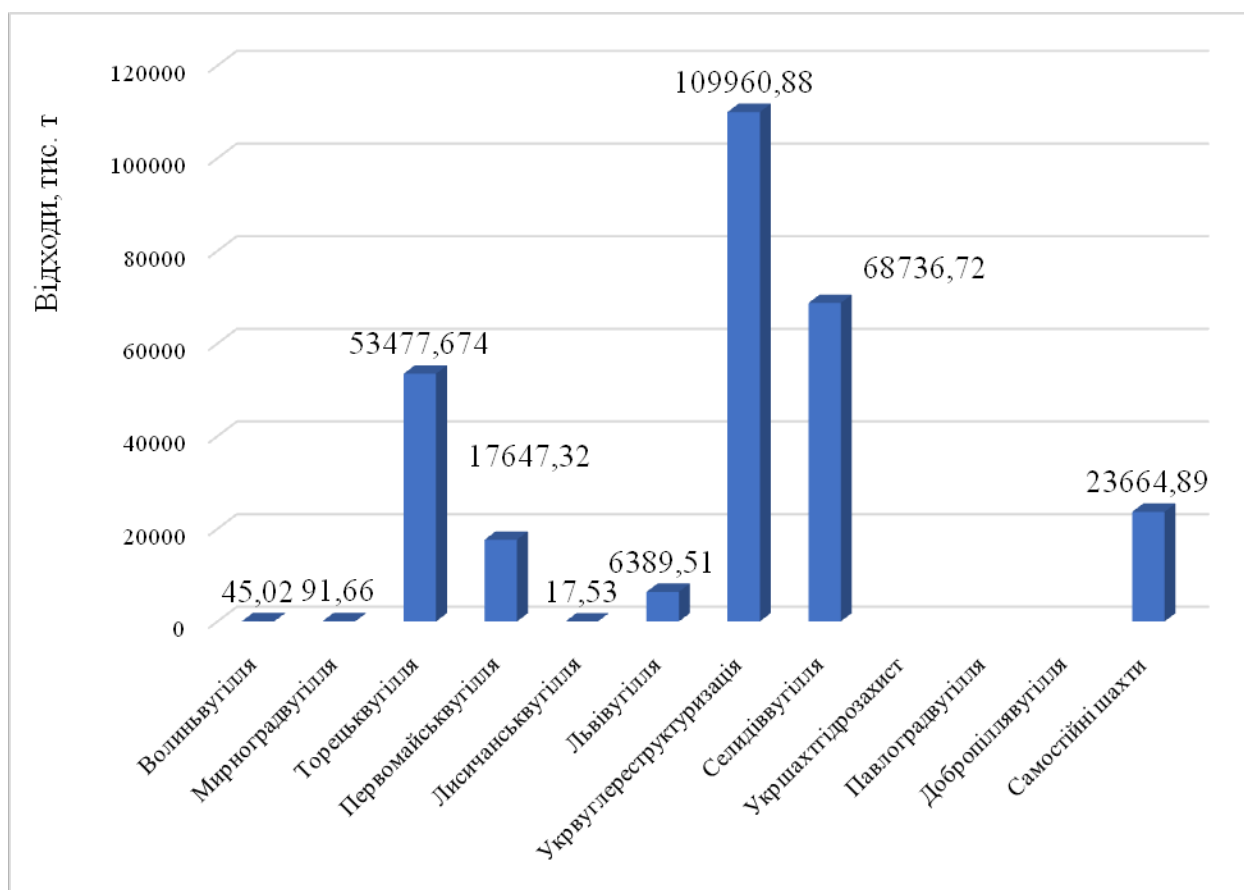


Рис. 4. Обсяги накопичення відходів на початок звітної року по підприємствах вуглевидобувної галузі, тис.т.

Як видно з рис. 4 обсяг накопичення всіх відходів на підприємствах практично співпадає з обсягом відходів IV класу небезпеки, що свідчить про те, що на підприємствах вуглевидобувної галузі небезпечних відходів (I-III клас небезпеки) практично не утворюється, а ті обсяги, що все таки утворюються передаються стороннім організаціям для подальшого зберігання, переробки та утилізації.

За звітний період підприємствами вуглевидобувної галузі використано 11,77 тис. тон відходів, а утилізовано – 0,01 тис. тон

Враховуючи вищенаведене, впливає, що для підприємств вуглевидобувної галузі виділяються значні площі земельних ресурсів, які використовуються під промплощадки, ставки-освітлювачі та накопичувачі шахтних вод, шламонакопичувачі та хвостосховища, породні відвали та інші об'єкти інфраструктури (дороги, склади ПММ тощо).

На підприємствах вуглевидобувної галузі утворюється та накопичується значна кількість відходів, в основному, IV класу небезпеки, тобто малотоксичних. Відходи I-III класу небезпеки на підприємствах не зберігаються, а передаються спеціальним підприємствам, що мають спецдозвіл для зберігання, накопичення та утилізації таких відходів. Лише незначна кількість відходів використовується повторно.

Шахти Львівсько-Волинського басейну і Західного Донбасу інтенсивно спотворюють русла рік Західний Буг і Самара та їх притоків. У результаті експлуатації червоноградської групи шахт ВАТ «Львіввугілля» утворилось осідання земної поверхні на 0,5–4 м, біля 600 га землі виявились заболоченими. За прогнозом шахтами ДХК «Павлоградвугілля» при вийманні всіх балансових запасів вугілля буде виведено з обігу 12,6 тис. га земельних угідь, в тому числі 2,5 тис. га орних земель, 1,3 га лісових угідь, 1,75 тис. га територій під населеними пунктами.

**Висновки.**Проведений аналіз еколого-технічних показників діяльності вугільних підприємств є основою при вирішенні Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів проблем екологічного характеру - раціональне використання природних і земельних ресурсів, що призведе до поліпшення умов проживання населення в районах розташування вугільних підприємств.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Бондар О.І., Єрмаков В.М., Луньова О.В. та ін. Звіт про науково-дослідну роботу «Моніторинг виконання природоохоронних робіт та екологічного стану природного довкілля діючих та ліквідованих вугільних підприємств, розроблення пропозицій щодо його поліпшення» № ДР 0116U005852/ Міненерго, м. Київ – 2020. –83 с.
- Lunova O., Yermakov V., Averin D. Potential territorial risk in the eastern Ukraine (2019) Journal of Geology, Geography and Geoecology Vol. 28 (3). Dnipro – 2019. P.600-609. (in English)
- Yermakov, V. (2000). Reactivation of subsidence zones due to coal-mine closure in Donbass. Mining Technology 109, 191-194 (in English)

#### LITHOSPHERE POLLUTION DUE TO THE FUNCTIONING OF THE COAL INDUSTRY

The modern coal industry of Ukraine has hundreds of enterprises - operating mines, concentrators, boiler houses, factories of various profiles, mines. All of them are concentrated in relatively small areas in Donbass (Donetsk and Luhansk regions), Dnipropetrovsk, Lviv, Volyn and Kirovohrad regions. This concentration causes a significant impact of the coal industry on the environment (especially in the Donbass), causing a violation of its ecological balance. All this is resulted in a combination of such phenomena - depletion and pollution of groundwater and surface water, flooding and waterlogging of adjacent areas, salinization of land, withdrawal of land from agricultural use, deformation of the earth's surface, air pollution by dust and gas emissions from surface complexes of mines .

**Key words:** ecological danger, mines, waste

#### REFERENCES

- Bondar O., Yermakov V., Lunova O etc (2020) Report on research work "Monitoring of environmental protection works and ecological state of the natural environment of operating and liquidated coal enterprises, development of proposals for its improvement " № DR 0116U005852 / Ministry of Environment, Kyiv (in Ukrainian), 83
- Lunova O., Yermakov V., Averin D. Potential territorial risk in the eastern Ukraine (2019) Journal of Geology, Geography and Geoecology Vol. 28 (3). Dnipro – 2019. P.600-609.(in English)
- Yermakov, V. (2000). Reactivation of subsidence zones due to coal-mine closure in Donbass. Mining Technology 109, 191-194 (in English)

**ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ  
ПРИ ПОВОДЖЕННІ З ПОБУТОВИМИ МЕДИЧНИМИ ВІДХОДАМИ  
(НА ПРИКЛАДІ М. ХАРКІВ)**

**І.В. Сталінська, к.т.н., доцент, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Н.І. Каменєва, вчитель, О. Абазін, учень, Харківська спеціалізована школа № 114**

Вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61000, Україна.

E-mail: [varnavskaia\\_irina@ukr.net](mailto:varnavskaia_irina@ukr.net)

В статті проаналізована проблема зростаючої неконтрольованої присутності залишків лікарських засобів у навколишньому середовищі. Доведено вкрай негативний вплив на водні об'єкти незначної кількості лікарських засобів, що надходять в них зі стічними водами. Проведено дослідження водопровідної води на наявність залишків фармацевтичних речовин. Опрацьована громадська думка щодо досліджуваного питання. Проаналізовані методи знешкодження медичних відходів.

**Ключові слова:** екологічний ризик, лікарські засоби, медичні відходи, диклофенак, водопровідна вода, здоров'я людини.

**Вступ.** Протягом останніх років увагу багатьох дослідників в усьому світі, як українських (Бардик Ю., Беловолченко Х., Бондарева Л., Дроздова О., Громовик Б., Н. Коваль, Ковпак Д., Койнова І., Косяченко К., Протс Н., Самаров І, Сердюк А., Сталінська І. та ін.), так і зарубіжних (Ash R., Boyd G., Colborn T., Daughton C., Dumanoski D., Grimm D., Heberer T., Mauch B., Mitra S. Morgan M. Moulder W., Peterson M., Reemtsma H., Smith Ch.) привертає проблема зростаючої неконтрольованої присутності залишків лікарських засобів (ЛЗ) та їх метаболітів у навколишньому середовищі (НС) [1-5]. ЛЗ, що випускаються фармацевтичною промисловістю, засвоюються людським і тваринним організмом лише на 10-20%, а решта йде у відходи. Крім цього, ліки розробляються з високою біологічною активністю, саме тому вони мають таку високу стійкість у довкіллі.

Згідно з Базельською конвенцією, до якої Україна приєдналася у 1999 р., медичні та фармацевтичні відходи належать до категорії «небезпечних відходів» і підлягають регулюванню. «Небезпечними» вважають відходи, що мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для НС і здоров'я людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними [1]. До небезпечних медичних відходів (МВ) належать гострі предмети, фармацевтичні препарати, патологічні та анатомічні відходи, протерміновані або застарілі хімічні продукти, інфекційні відходи і радіоактивні матеріали.

Вони утворюються у медичних закладах, фармацевтичних компаніях, пересічних громадян тощо. У домашніх аптечках жителів України накопичується велика кількість ліків, що залишаються незатребуваними після завершення курсу лікування або придбаних без прямої потреби, про запас. Детальний аналіз побутових МВ, їх вплив на організм людини та механізм надходження в НС виконаний в нашій роботі [2].

**Мета дослідження:** дослідити проблему поводження з ПМВ у м. Харків та запропонувати шляхи її вирішення. Для досягнення поставленої мети слід розв'язати такі завдання: виявити небезпеку ПМВ для оточуючого середовища і людини; дослідити досвід поводження з ПМВ в Україні; вивчити існуючі шляхи утилізації МВ у світі; розробити рекомендації щодо поводження з ПМВ у м. Харків.

**Матеріал і результати досліджень.** Хоча МВ несуть потенційно вищий ризик, ніж будь-який інший тип відходів, офіційний облік відходів лікувально-профілактичних установ в Україні відсутній, також практично відсутня екологічно безпечна і економічно обґрунтована система поводження з відходами лікарняних установ, а питання збору та знешкодження

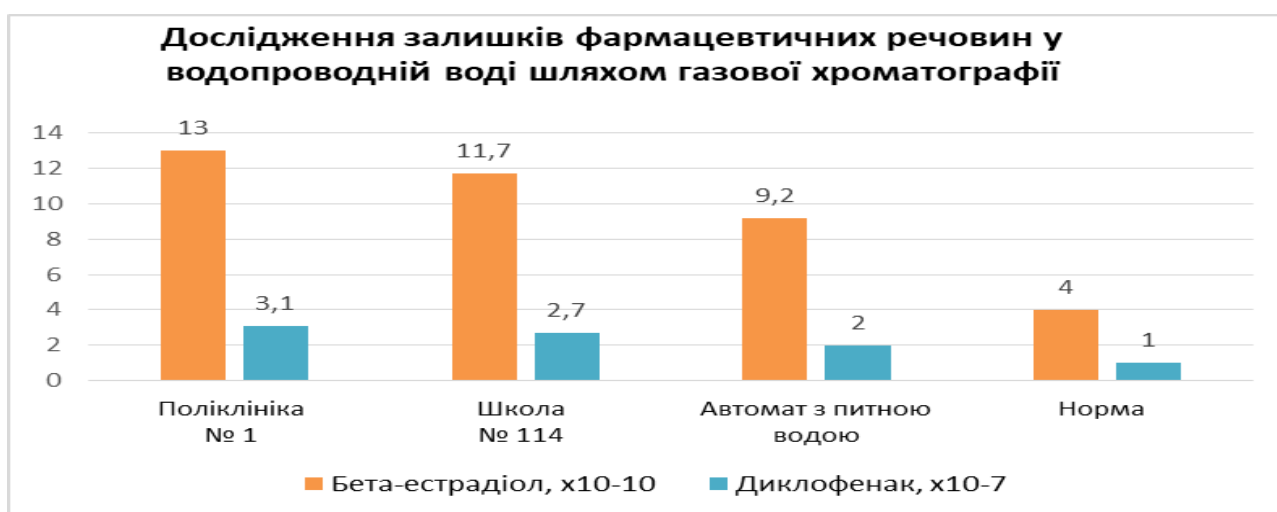
протермінованих або невикористаних ЛЗ не вирішене зовсім. На нашу думку, ця проблема обумовлена необізнаністю населення щодо поводження з побутовими МВ, складністю проведення моніторингу цих речовин та украй обмеженими фінансовими ресурсами. До того ж, вся законодавча база України в сфері поводження з небезпечними МВ носить статичний (без вказівки чітких цілей і термінів їх виконання); та декларативний (без чітких механізмів реалізації та механізмів контролю) характер. Слід відмітити, що у Національній стратегії управління відходами України до 2030 року наголошується на існуючій проблемі поводження з МВ, але не вказані конкретні стратегії та інструменти щодо її розв'язання.

Слід звернути увагу на те, що у зв'язку з пандемією коронавірусу, утвориться величезна кількість побутових МВ, і аби вони не стали серйозним джерелом екологічної небезпеки - їх потрібно буде утилізувати належним чином. Наприклад, влада Китаю рекомендувала населенню обробити використану маску засобом для дезінфекції з обох сторін і запечатати в пластиковий пакет перед тим, як викинути її у контейнер для відходів, схожі заходи були прийняті в Європі та Великобританії.

За законодавством аптека, яка вилучає з обігу відходи ЛЗ, здійснює операції з їх утилізації або знищення за власний рахунок. Для знищення Правила пропонують декілька методів: інкапсуляція, інертизація, термічні методи, хімічна нейтралізація, автоклавування, метод розведення водою та злив до комунального колектора. Можна сказати, аптечні заклади та населення діють на власний розсуд та у напрямку найменших зусиль — викидають відходи ЛЗ у смітник або ж зливають у каналізацію. Як зазначає [5] їх розкладання на очисних спорудах становить близько 68%.

Численними дослідженнями доведено вкрай негативний вплив на водні об'єкти навіть незначної кількості ЛЗ, які надходять в них зі стічними водами. Вивчені групи препаратів, які слабо розчиняються у воді: протизапальні, знеболюючі засоби, антибіотики, гормони, ліки, що знижують вміст холестерину. Вони слабо піддаються біодеструкції і, проходячи через очисні споруди без змін, потрапляють у природні води [5].

У результаті досліджень Інституту хімії води НАН України [6] встановлено, що питна вода, що постачається українцям, містить велику кількість різноманітних фармацевтичних препаратів, включаючи антибіотики, статеві гормони, заспокійливі і антисудорожні препарати, знеболюючі, а також багато інших, які відпускаються тільки за рецептом лікаря. Варто зауважити, що шляхи потрапляння таких препаратів в воду різноманітні. Зокрема за рахунок того, що люди приймають ЛЗ, частина з них не засвоюється організмом і, без зміни свого хімічного складу, потрапляє в каналізацію. Туди ж часто потрапляють протерміновані або невикористані ЛЗ. Відомо, що стічні води, проходять традиційну очистку і знову потрапляють в річки або озера, звідки і поповнюються ресурси питної води. Відпрацьована



муниципальна система очистки побутових стоків нездатна видалити з води фармацевтичні препарати. Крім того, експерти встановили, що додавання у воду хлору та його сполук, як стандартна процедура при очищенні води [7], навпаки, підсилює токсичність деяких ЛЗ, що містяться у воді.

За даними наукових досліджень, найбільш токсичні та стійкі до біологічної деградації фармацевтичні речовини різних фармакологічних груп, а саме: диклофенак, бета-естрадіол, фуросемід, антелол, цефуроксим, які містяться у стічних водах лікарняних закладів і міських стічних водах.

Як Європейський Союз, так і Управління з охорони НС США виявили, що серед нестероїдних протизапальних засобів найбільш наочний вплив на природні екосистеми здійснює диклофенак [8]. Глобальне споживання диклофенаку досягає 2400 тонн на рік. Кілька сотень тонн залишаються у побутових відходах, невелика частка – близько 7% – відфільтровується очисними спорудами, ще 20% поглинається екосистемами, а решта потрапляє в океани. Таким чином, попадання в водні об'єкти ЛЗ обумовлює доцільність дослідження проб водопровідної води на наявність їх залишків. Для чого були відібрані проби води у трьох точках м. Харкова (рис. 1).

Дослідження залишків фармацевтичних речовин проводилося шляхом газової хроматографії (високоефективним фізико-хімічним методом розділення і аналізу, в якому речовина розподіляється між двома фазами: рухомою і нерухомою) на базі Лабораторії міських та виробничих стічних вод НДУ «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем».

Для вивчення громадської думки щодо досліджуваного питання нами було проведено анкетування родин учнів Слобідського району м. Харків (540 родин). Результати анкетування: 278 (51,5%) опитаних викидають побутові МВ у смітник, 128 (23,7%) виливають (висипають) у каналізацію, 78 (14,4%) виносять і спалюють, 56 (10,4%) кладуть окремо біля сміттового баку. У свою чергу 404 (74,8%) опитаних вважають, що МВ завдають серйозної шкоди довкіллю, 136 (25,2%) опитаних не бачать шкоди від ПМВ. На важливості проблеми поводження з ПМВ наголошують 388 (71,9%) опитаних, неважливою вважають - 152 (28,1%) опитаних. До екологічної поведінки з МВ готові 248 (45,9%) опитаних, не готові – 292 (54,1%). Можна зробити висновок, що у Харкові потрібно налагодити екологічно безпечну систему поводження з ПМВ, вирішити питання збору та знешкодження протермінованих або невикористаних ЛЗ, інформувати громадян щодо існуючої проблеми та проводити заходи з формування екологічної поведінки стосовно ПМВ.

Аналіз українських та закордонних літературних джерел [1, 2, 3, 9] показує, що існує достатня кількість різноманітних методів знешкодження ПМВ. Проаналізувавши їх, ми виявили основні їх недоліки (табл. 2).

На сьогоднішній день існуючі способи утилізації ПМВ є недостатньо ефективними, бо усі вони без винятку забруднюють довкілля. До того ж, різні методи очищення мають різну ефективність щодо видалення ЛЗ в цілому і окремих найменувань ЛЗ зокрема. Отже, перспективним є пошук альтернативних технологій, спрямованих на нейтралізацію фармацевтичних з'єднань у складі побутових МВ і методів доочищення стічних вод від ЛЗ.

До того ж, на нашу думку, розв'язати проблему лише технологією не вдасться, нам потрібно значне скорочення споживання ЛЗ та розробка і впровадження екологічно безпечних ЛЗ, які після надання людині необхідної допомоги будуть швидко руйнуватися, перетворюючись на біологічно неактивні залишки ще до того моменту, як покинуть організм.

## Недоліки методів знешкодження ПМВ

№ п/п	Категорія ЛЗ	Метод знешкодження	Питання і зауваження	
1	2	3	4	
1	Тверді, напівтверді матеріали та порошки	Утилізація на полігонах ТПВ	У нижньому шарі утворюється рідина (фільтрат), яка проникає у ґрунт та ґрунтові води.	
		Високотемпературне спалювання	Потрібно організувати збір ПМВ Шкідливі викиди в атмосферу	
		Спалювання при середніх температурах	Хімічні сполуки, які утворюються при спалюванні, не підлягають звичайним методам очищення.	
		Поміщення в капсулу	На планеті утворюються могильники з капсул	
2	Рідкі нетоксичні	Зливання до каналізації	Через певний час відбудеться накопичення речовин у річковій воді, у прибережному мулі тощо	
		Інші рідкі	Зливання до каналізації	Немає змоги проконтролювати дотримання вимог
		Поміщення в капсулу	На планеті утворюються могильники з капсул	
		Високотемпературне спалювання	Потрібно організувати збір ПМВ Шкідливі викиди в атмосферу	
3	Ампули	Утилізація на полігонах ТПВ	Скло дуже повільно розкладається; хто буде займатися розбиванням ампул, зливанням препаратів?	
4	Протиінфекційні ЛЗ	Високо- та середньотемпературне спалювання	Потрібно організувати збір ПМВ Шкідливі викиди в атмосферу	
		Поміщення у капсулу	На планеті утворюються могильники з капсул	
		Інактивація відходів	Потрібно організувати збір ПМВ	
		Зливання до каналізації	Чи в усіх є бажання і можливість чекати два тижні	
		Утилізація на полігонах ТПВ	На планеті утворюються могильники з капсул	
5	Контрольовані ЛЗ	Поміщення у капсулу	На планеті утворюються могильники з капсул	
		Інактивація відходів	Потрібно організувати збір МВ	
		Утилізація на полігонах ТПВ	Рідина потрапляє у нижній шар, потім у ґрунтові води	
		Високотемпературне спалювання	Потрібно організувати збір ПМВ Шкідливі викиди в атмосферу	
6	Протипухлинні ЛЗ	Високотемпературне спалювання	Потрібно організувати збір ПМВ Шкідливі викиди в атмосферу	
		Поміщення в капсулу	На планеті утворюються могильники з капсул	
		Інактивація відходів	Потрібно організувати збір ПМВ	
		Утилізація на полігонах ТПВ	Потрібно організувати збір ПМВ Утворюються могильники капсул	
		Зливання до каналізації	Хто організує попереднє хімічне розкладання в домашніх умовах	



7	Дезинфікуючі	Спалювання в печі для випалу цементу	Потрібно організувати збір ПМВ Шкідливі викиди в атмосферу
		Використання в побутових цілях (мийка унітазів, раковин, полів тощо)	Чи в кожному домогосподарстві захочуть, наприклад, мити унітаз спиртовим розчином або перекисом водню.
8	Аерозольні	Утилізація на полігонах ТПВ	Рідина потрапляє у ґрунтові води, крім того аерозольні балончики не розкладаються та можуть вибухати

**Висновки.** На сьогоднішній день існуючі способи утилізації ПМВ є недостатньо ефективними, бо усі вони без винятку забруднюють довкілля. До того ж, різні методи очищення мають різну ефективність щодо видалення ЛЗ в цілому і окремих найменувань ЛЗ зокрема. Отже, перспективним є пошук альтернативних технологій, спрямованих на нейтралізацію фармацевтичних з'єднань у складі побутових МВ і методів доочищення стічних вод від ЛЗ. До того ж, на нашу думку, розв'язати проблему лише технологією не вдасться, нам потрібно значне скорочення споживання ЛЗ та розробка і впровадження екологічно безпечних ЛЗ, які після надання людині необхідної допомоги будуть швидко руйнуватися, перетворюючись на біологічно неактивні залишки ще до того моменту, як покинуть організм.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Drozdova, O. O., Bondareva, L. V. (2015). Do pytannia utylizatsii ta zneshkodzhennia farmatsevtichnykh vidkhodiv v Ukraini. Retrieved from: <http://dspace.nuph.edu.ua/bitstream/123456789/11954/1/348-349%281%29.pdf>. [in Ukrainian].
2. Сталінська І. В. Проблеми екологічної безпеки утилізації медичних відходів. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. Львів, 2018. Том 28 № 2, С. 91-94.
3. Daughton C.G. Illicit Drugs: Contaminants in the environment and utility in forensic epidemiology // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology / Ed. Whitacre. Springer, 2011.- P. 59-110
4. Boyd GR, Reemtsma H, Grimm DA, Mitra S. Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in surface and treated waters of Louisiana, USA and Ontario, Canada // Sci. Total. Environ. —2003. —V. 311, №1—3. —P. 135—149.
5. Carucci A., Coppai G., Piredda M. Biodegradability and toxicity of pharmaceuticals in biological wastewater treatment plants // Journal of Environmental Science and Health Part A. 2006. -Vol.41.- P. 1831-1842
6. Антибиотики в воде! [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [http://www.vetom.com.ua/news/url/antibiotiki\\_v\\_vode](http://www.vetom.com.ua/news/url/antibiotiki_v_vode)
7. Сталінська І. В. Забезпечення екологічної безпеки знезараження питної води методом хлорування (на прикладі м. Харкова). Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Технічні науки. Рівне, 2019. Випуск 1 (85), С. 92-106.
8. «Диклофенак – загроза довкіллю»: відходи ліків забруднюють річки світу, – нідерландські вчені [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [https://zik.ua/ne /2018/04/11/dyklofenak\\_zagrozadovkillyu\\_vidhody\\_likiv\\_zabrudnyuyut\\_richky\\_svitu](https://zik.ua/ne /2018/04/11/dyklofenak_zagrozadovkillyu_vidhody_likiv_zabrudnyuyut_richky_svitu)
9. Посилкіна О. В. Управління утилізацією відходів у фармацевтичній галузі на логістичних засадах [Текст] / О. В. Посилкіна, Р. В. Сагайдак-Нікітук, Я. Г. Онищенко // Запорожский медицинский журнал. – 2009. – т. 3, № 3. – С. 120 -124

10. Коваленко Н. П. Лікарські засоби як джерело забруднення навколишнього середовища. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/node/2792/kovalenkontezy.pdf>

## REDUCTION OF ECOLOGICAL THREAT DURING HANDLING OF HOUSEHOLD MEDICAL WASTE (FOR EXAMPLE KHARKOV)

I. Stalinska, N. Kameneva, O. Abazin

The problem of the growing uncontrolled presence of drug residues in the environment was analyzed in the article. The person absorbs only 10-20% of medicines, and the rest goes to waste. In addition, medicines are developed with high biological activity, so they have high environmental sustainability.

Medical and pharmaceutical waste is classified as hazardous waste and subject to regulation. «Hazardous» means waste that has such physical, chemical, biological or other hazardous properties that create or may pose a significant risk to the environment and human health.

The system of medical waste management in Ukraine is absent and practically absent an ecologically safe and economically sound system of waste management of hospitals. The issue of collecting and disposing of expired or unused medicines has not been fully resolved. This problem is caused by the lack of awareness among the population about the management of medical waste, the complexity of monitoring these substances and the extremely limited financial resources.

It should be noted that the pandemic of the coronavirus will generate a huge amount of medical waste that will need to be disposed of properly.

Numerous studies have proved the extremely negative impact on water bodies of a small amount of medicines coming into them with wastewater. Drinking water supplied to Ukrainians contains a large number of different pharmaceuticals that have been identified as a result of research. Groups of drugs that are poorly soluble in water were studied: anti-inflammatory, analgesic, antibiotics, hormones, cholesterol-lowering drugs. They are poorly biodegradable and, passing through treatment facilities without changes, enter the natural waters.

According to scientific research, the most toxic and biodegradable pharmaceutical substances are: diclofenac, beta-estradiol, furosemide, atenolol, cefuroxime, which are found in sewage in hospitals and urban sewage.

The tap water for the presence of residues of pharmaceutical substances was studied. Opinion polled on the issue was processed. Methods of disposal of medical waste were analyzed in the article.

In our opinion, it will not be possible to solve the problem only with the help of technology, we need a significant reduction in the consumption of medicines and the development and implementation of environmentally friendly.

**Keywords:** environmental risk, medicines, medical waste, diclofenac, tap water, human health.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ВПЛИВУ МІСЦЬ ВИБУХІВ БОЄПРИПАСІВ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПРИЛЕГЛОЇ ТЕРИТОРІЇ

*В.Ю. Колосков, к.т.н., доц., Ю.Ю. Дідовець*

*Національний університет цивільного захисту України*

вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 61002, Україна. E-mail: [koloskov@nuczu.edu.ua](mailto:koloskov@nuczu.edu.ua)

На сучасному етапі розвитку Збройних Сил України особливої актуальності набуває завдання забезпечення екологічної безпеки місць зберігання та знешкодження боєприпасів, які вичерпали термін безпечної експлуатації, або ж умови зберігання яких було суттєво порушено. Особливої гостроти це завдання набуває у зв'язку з агресією Російської Федерації на сході України та пов'язаним з нею масштабним забрудненням території нашої держави вибухонебезпечними предметами.

**Ключові слова:** вибух, боєприпас, вплив, екологічний стан.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Колосков В. Ю., Полищук Е. А. Утилизация непригодных для дальнейшего использования боеприпасов с учетом критериев безопасности // Экология и промышленность. 2011. № 4 (29). С. 109–114.
2. Нечипорук Н. В., Стеблина М. А., Полищук Е. А., Колосков В. Ю. Утилизация непригодных для дальнейшего использования авиационных боеприпасов // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. 2010. № 48. С. 227–233.
3. Lima D., Bezerra M., Neves E., Moreira F. Impact of ammunition and military explosives on human health and the environment // Reviews on environmental health. 2011. Vol. 26, No. 2. P. 101-110.
4. Vasarevicius S., Greičiūte K. Investigation of soil pollution with heavy metals in Lithuanian military grounds // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management. 2004. Vol. 12, No. 4. P. 132-137.
5. Idzelis R. L., Greičiūte K., Paliulis D. Investigation and evaluation of surface water pollution with heavy metals and oil products in Kairiai Military Ground territory // Journal of Environmental Engineering and Landscape Management. 2006. Vol. 14, No. 4. P. 183-190.
6. Lewis T. A., Newcombe D. A., Crawford R. L. Bioremediation of soils contaminated with explosives // Journal of Environmental Management. 2004. Vol. 70, No. 4. P. 291–307

### DETERMINATION OF REFERENCE VALUES OF COMPLEX FUEL-ECOLOGICAL CRITERION AND PONDERABILITY OF ITS FUEL COMPONENT

*O.M. Kondratenko, Cand.Sc.(Eng.), Assoc. Prof., S.A. Kovalenko, MSc, O.S. Botsmanovska, Student, N.M. Podolyako, Student*

*National University of Civil Defence of Ukraine*

Chernychevska str., 94, Kharkiv, 61023, Ukraine, E-mail: kondratenkoom2016@gmail.com

In the study methods of calculation assessment of reference values of complex fuel-ecological criterion as reference points of psychophysical scale of partial function of desirability at its use as the ecological safety factor of exploitation process of power plants with reciprocating internal combustion engines are developed. The calculated study of reference values of the engine ecological indicators as components of the complex fuel-ecological criterion is carried out. The calculated evaluation of the reference values of the complex fuel-ecological criterion and its fuel and ecological components is performed. The calculated evaluation of the values of the coefficients of partial desirability functions for the complex fuel-ecological criterion in accordance with the selected reference values of the response functions and the desirability scale is carried out.

**Keywords:** ecological safety, environmental protection technologies, criteria-based

assessment, reciprocating internal combustion engines, reference value, ponderability.

**Introduction.** The relevance of this study is due to the following. In the monograph [1] the analysis of 9 known mathematical apparatuses suitable for realization of complex calculated assessment of ecological safety (ES) level of accident-free exploitation process of power plants (PP) with reciprocating internal combustion engines (RICE) is carried out. According to the results of analysis and systematization in the form of appropriate classification, it is established that the most suitable for achieving this goal can be considered mathematical apparatuses of complex fuel and ecological criterion of prof. Igor Parsadanov  $K_{fe}$  and the generalized desirability function of Harrington  $D$ . In the same source a comparative analysis of the advantages and disadvantages of selected alternative criterion mathematical apparatuses is made and it is concluded that it is expedient for further research to use both apparatuses with mutual strengthening of advantages and weakening of disadvantages. The first step in this way is to use the mathematical apparatus of the generalized desirability function with the structure of the considered influencing factors, identical to the complex fuel-ecological criterion. Since the main advantage of the  $K_{fe}$  criterion is taking into account the mass hourly fuel consumption  $G_{fuel}$  of RICE, to use this advantage it is necessary to determine the ponderability of this environmental damage factor compared to others – emissions of legislative normalized pollutants with exhaust gas (EG) flow  $G_k$ , carried out in the monograph [1]. The source [3] also provides an improved classification of ES factors, the source of which is the RICE in PP, which consists of 15 items, as well as the character of the impact of  $G_{fuel}$  on all other ES factors in this classification. However, the analysis of scientific and technical literature did not reveal the results of such a study, so obtaining a set of magnitudes of the criterion  $K_{fe}$ , which can be correlated with the reference points of the scale of partial desirability function  $d$ , is an urgent scientific and technical problem.

**Purpose of the study:** determination of reference values of complex fuel-ecological criterion of prof. Igor Parsadanov as reference points of the psychophysical scale of the partial function of desirability.

**Object of the study:** quantitative characteristics of the fuel-ecological criterion of prof. Igor Parsadanov as the ES factor.

**Subject of the study:** magnitudes of reference values of fuel-ecological criterion of prof. Igor Parsadanov for different levels of legislative established environmental standards and depending on the level of fuel efficiency of RICE.

**Material and research results.** Given that the fuel component of the  $K_{fe}$  criterion completely determines its ecological component, as detected in the monograph [1], it is rational to explore the features of another approach, namely the use of the  $K_{fe}$  criterion as a separate influencing factor in the structure of the generalized desirability function  $D$ . At the same time it becomes possible to consider indicators of vibration (degree of non-uniformity of crankshaft rotation  $\delta_{cs}$ , Klimov-Stechkin criterias  $\xi_{cs}$  and  $\eta_{cs}$ ), noise (equivalent  $L_{Aequ}$  and maximum  $L_{Amax}$  noise level), thermal pollution (mass hourly fuel consumption  $G_{fuel}$  separately from fuel component of the  $K_{fe}$  criterion), emission of sulfur oxides  $G_{SO_x}$ , etc. To implement such approach, as follows from the algorithm for applying formula (1), which describes the Harrington generalized desirability function given in [1], it is necessary to have data on the values of such ES factor (i.e. the response of the local quality criterion  $r$ ), which can be correlated with the reference points of the psychophysical scale of evaluation of desirability of the response value  $r$  «good» and «badly», as well as their corresponding magnitudes of the scale of values of the basic evaluation of the magnitudes of the partial desirability function  $d = 0.63... 0.8$  and  $d = 0.2... 0.32$ .

$$D_i = \sum_{k=1}^n \nu_k \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n d_{ki}^{\nu_k}} = (\nu_{k_1} + \nu_{k_2} + \dots + \nu_{k_n}) \sqrt[n]{d_i(k_1)^{\nu_{k_1}} \cdot d_i(k_2)^{\nu_{k_2}} \cdot \dots \cdot d_i(k_n)^{\nu_{k_n}}}, \quad (1)$$

$$d_{ki} = \exp[-\exp(a_{ki} + b_{ki} \cdot r_{ki})]; k = \{K_{fe}, G_{SO_x}, \delta_{cs}, \xi_{cs}, \eta_{cs}, L_{Aequ}, L_{Amax}, \dots\}, \quad (2)$$

where  $d_k$  – partial desirability function that meets the  $k^{\text{th}}$  quality criterion,  $d_k = 0 \dots 1,0$ , and  $k_1 = K_{fe}$ ;  $n$  – the number of considered quality criteria;  $v_k$  – ponderability coefficient of considered  $k^{\text{th}}$  quality criterion,  $0 < v_k \leq 1$ , and  $v_{k1} = 38,4 + 245,3 = 283,7$ ,  $r_{ki}$  – the actual value of the  $k^{\text{th}}$  quality criterion on the  $i^{\text{th}}$  representative RICE operation regime in the model of its exploitation;  $a_{ki}$  and  $b_{ki}$  – coefficients determined on the basis of establishing of correspondence between a pair of characteristic values  $r_{ki}$  and  $d_{ki}$  according to the Table. 1.

Table 1 – Basic assessments of the scale of real desirability  $d_k$  [1]

Assessment of the desirability of response $r_{ki}$ value	Quantitative value according to the desirability scale $d_{ki}$
Very good	1.0 ... 0.8
Good	0.8 ... 0.63
Satisfactory	0.63 ... 0.37
Badly	0.37 ... 0.2
Very badly	0.2 ... 0.0

It is proposed to choose as the reference value of emissions of legislative normalized pollutants contained in the relevant standards (see [1 – 3]) for the current values («good» and  $d = 0.8$ ) and previous scores «badly» and  $d = 0.2$ ) EURO levels. However, different RICE which are currently in exploitation belong to different generations of such equipment and are in different current technical condition (corresponding to the degree of physical wear and compliance with the order of routine maintenance and repair) and therefore are characterized by different levels of fuel efficiency, i.e. magnitude of specific effective mass hourly fuel consumption  $g_e$ . Therefore, it is necessary to obtain the dependences of the magnitudes of the criterion  $K_{fe}$ , in the structure of which the indicators of the ecological component acquire the legislative normalized values, from the magnitude of the fuel component of the criterion for different levels of EURO standards. The data allowing to choose the parameters of the components of formula (2) for the partial desirability functions  $d_k$  are obtained by solving of systems of two equations (see formulas (3) – (5)) for cases that correspond to each other the characteristic values of  $r_{ki}$  and  $d_{ki}$ , known from practice or regulations.

$$\begin{cases} d_{kidn} = \exp[-\exp(a_{ki} + b_{ki} \cdot r_{kidn})] \\ d_{kiup} = \exp[-\exp(a_{ki} + b_{ki} \cdot r_{kiup})] \end{cases} \quad (3)$$

$$a_k = (\ln(-\ln(d_{kiup})) \cdot r_{kdn} - \ln(-\ln(d_{kidn})) \cdot r_{kiup}) / (r_{kdn} - r_{kiup}), \quad (4)$$

$$b_k = (\ln(-\ln(d_{kidn})) - \ln(-\ln(d_{kiup}))) / (r_{kdn} - r_{kiup}), \quad (5)$$

where the indices *up* and *dn* denote the characteristic magnitudes of  $r_{ki}$  and  $d_{ki}$ , which correspond to the obtained estimates on the psychophysical scale «good» (i.e.  $d_{kiup} = 0.63 \dots 0.8$ ) and «badly» (i.e.  $d_{kidn} = 0.2 \dots 0.32$ ) taking into account the specific features of the values  $r_{ki}$ .

The essence of the proposed method is that as the magnitudes of  $r_{kiup}$  will be used the individual regime magnitude of the criterion  $K_{fe}$  (see formula (6)), the factors of the ecological component of which ( $G_{PM}, G_{NOx}, G_{CnHm}, G_{CO}$ ) meet current legal standards (i.e. EURO level VI, the most stringent in terms of historical retrospect), and as the magnitudes of  $r_{kidn}$  – the magnitudes of the criterion  $K_{fe}$ , the factors of the ecological component of which meet less stringent in terms of historical retrospect standards (i.e. levels EURO I..VI). Such requirements in historical retrospect are summarized in Table 2.

$$K_{fei} = (3600 \cdot N_{ei}) / (H_u \cdot G_{fueli}) \cdot G_{fueli} / \left( G_{fueli} + \sigma \cdot f \cdot \sum_{k=1}^h (A_k \cdot G_{ki}) \right), \% \quad (6)$$

Table 2 – Diesel EG toxicity standards [1 – 3]

Level EURO	Year of introduction	Specific effective mass hourly emission $g_k$ , g/(kW·h)			
		PM	NO <sub>x</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	CO
I	1992	0.612	8.0	1.1	4.5
II	1996	0.25...0.15	7.0	1.1	4.0
III	2000	0.10	5.0	0.66	2.1
IV	2005	0.02	3.5	0.46	1.5
V	2008	0.02	2.0	0.25	1.5
VI	2012	0.01	0.5	0.2	1.0

The standards of toxicity of EG of RICE [1 – 3] indicate the maximum allowable values of specific effective mass hourly emissions of pollutants with the EG flow ( $g_{PM}$ ,  $g_{NO_x}$ ,  $g_{C_nH_m}$ ,  $g_{CO}$  in kg/(kW·h)), and not the values of their mass hourly emission ( $G_{PM}$ ,  $G_{NO_x}$ ,  $G_{C_nH_m}$ ,  $G_{CO}$  in kg/h), which appear in the formula (6) for determining the magnitude of the criterion  $K_{fe}$ .

Such values are correlated by formula (7), i.e. the magnitude of the mass hourly emission of the  $k^{th}$  pollutant  $G_k$ , which corresponds to the normatively established magnitude of the specific effective mass hourly emission of the same pollutant  $g_k$ , depends on the value of RICE effective power  $N_e$  in kW, and therefore, from the coordinates of the field of operating regimes of the engine (crankshaft speed  $n_{cs}$  in rpm and torque  $M$  in N·m) that reflects the formula (8).

$$G_k = g_k \cdot N_e, \text{ kg/h}; \quad (7)$$

$$N_e = n_{kg} \cdot M_{kp} / 9550, \text{ kW}. \quad (8)$$

Dependence of the reference values of the  $K_{fe}$  criterion on the magnitude of the specific effective mass hourly fuel consumption of RICE  $g_e$  for different levels of EURO and the basic magnitudes of coefficient  $\sigma = 1,0$ , factor  $f = 1,0$  and value  $H_u = 42,7$  MJ/kg, shown in Table. 3.

Table 3 – Dependence of the reference values of the  $K_{fe}$  criterion on the magnitude of the specific effective mass hourly fuel consumption of RICE  $g_e$  for different levels of EURO and the basic magnitudes of coefficient  $\sigma = 1,0$ , factor  $f = 1,0$  and value  $H_u = 42,7$  MJ/kg

$K_{fe}, \%$		$g_e, \text{ g/(kW·h)}$										
		0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Level EURO	I	183.6	165.5	150.7	138.4	127.9	118.9	111.0	104.2	98.1	92.7	87.9
	II	251.5	218.8	193.7	173.7	157.5	144.0	132.7	123.0	114.7	107.4	100.9
	III	367.0	301.4	255.7	222.0	196.2	175.7	159.1	145.4	133.9	124.0	115.5
	IV	558.9	419.8	336.1	280.2	240.3	210.3	187.0	168.3	153.0	140.3	129.5
	V	952.5	608.7	447.2	353.5	292.2	249.0	217.0	192.2	172.6	156.5	143.2
	V	3484.9	1136.3	678.8	484.0	376.0	307.5	260.0	225.3	198.7	177.8	160.8

**Conclusions.** Thus, in this study methods of calculation assessment of reference values of complex fuel-ecological criterion as reference points of psychophysical scale of partial function of desirability at its use as the ES factor of exploitation process of PP with RICE are developed. The calculated study of reference values of RICE ecological indicators as components of the complex fuel-

ecological criterion is carried out. The calculated evaluation of the reference values of the complex fuel-ecological criterion and its fuel and ecological components is performed. The calculated evaluation of the values of the coefficients of partial desirability functions for the complex fuel-ecological criterion in accordance with the selected reference values of the response functions and the desirability scale is carried out.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Критеріальне оцінювання рівня екологічної безпеки процесу експлуатації енергетичних установок : монографія / С.О. Вамболь, В.В. Вамболь, О.М. Кондратенко, І.В. Міщенко. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2018. – 320 с.
2. Кондратенко О.М. Метрологічні аспекти комплексного критеріального оцінювання рівня екологічної безпеки експлуатації поршневих двигунів енергетичних установок: монографія / О.М. Кондратенко. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2019. – 532 с.
3. Парсаданов І.В. Підвищення якості і конкурентоспроможності дизелів на основі комплексного паливно-екологічного критерію: монографія / І.В. Парсаданов – Х.: Центр НТУ «ХП», 2003. – 244 с.
4. Criteria based assessment of the level of ecological safety of exploitation of electric generating power plant that consumes biofuels / O. Kondratenko, I. Mishchenko, G. Chernobay, Yu. Derkach, Ya. Suchikova // 2018 IEEE 3rd International International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS–2018): Book of Papers. 10 – 14 September, 2018. Kharkiv, Ukraine. pp. 57-1 – 57-6. DOI: 10.1109/IEPS.2018.8559570.

#### ВИЗНАЧЕННЯ ЕТАЛОННИХ ЗНАЧЕНЬ КОМПЛЕКСНОГО ПАЛИВНО-ЕКОЛОГІЧНОГО КРИТЕРІЮ ТА КОЕФІЦІЕНТУ ВАГОМОСТІ ЙОГО ПАЛИВНОЇ СКЛАДОВОЇ

*О.М. Кондратенко, к.т.н., доц., С.А. Коваленко, магістр, О.С. Боцмановська, студ., Н.М. Подоляко, студ.*

*Національний університет цивільного захисту України*

вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 39600, Україна. E-mail: kondratenkoom2016@gmail.com

У дослідженні розроблені методи розрахункового оцінювання еталонних значень комплексного паливно-екологічного критерію як реперних точок психофізичної шкали часткової функції бажаності при його використанні як фактора екологічної безпеки процесу експлуатації енергоустановок із поршневими двигунами внутрішнього згоряння. Проведено розрахункове дослідження еталонних значень екологічних показників двигуна як складових комплексного паливно-екологічного критерію. Проведено розрахункове оцінювання еталонних значень комплексного паливно-екологічного критерію та його паливної і екологічної компонентів. Здійснено розрахункове оцінювання значень коефіцієнтів часткової функції бажаності комплексного паливно-екологічного критерію відповідно до обраних еталонних значень функцій відгуку та шкали бажаності.

**Ключові слова:** екологічна небезпека, технології захисту навколишнього середовища, критеріальне оцінювання, поршневі двигуни внутрішнього згоряння, еталонне значення, вагомість.

#### REFERENCES

1. Vambol S.O., Vambol V.V., Kondratenko O.M., Mishchenko I.V. (2018) Criteria-based assessment of ecological safety level of exploitation process of power plants : monograph, Kharkiv, Publ. Styl-Izdat, 320 p.
2. Kondratenko O.M. (2019) Metrological aspects of complex criteria-based assessment of ecological safety level of exploitation of reciprocating engines of power plants: monograph Kharkiv, Publ. Styl-Izdat, 532 p.



3. Parsadanov, I.V. (2003), Improving the quality and competitiveness of diesel engines based on complex fuel and ecological criteria: monograph, Kharkiv, Publ. NTU “KhPI”, 244 p.
4. Kondratenko O., Mishchenko I., Chernobay G., Derkach Yu. and al. (2018) Criteria based assessment of the level of ecological safety of exploitation of electric generating power plant that consumes biofuels, 2018 IEEE 3rd International International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS–2018): Book of Papers, 10–14 September, 2018, Kharkiv, Ukraine, pp. 57-1 – 57-6, DOI: 10.1109/IEPS.2018.8559570.

### TAKING INTO ACCOUNT OF EMISSION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN CRITERIA-BASED ASSESSMENT OF ECOLOGICAL SAFETY LEVEL OF VEHICLE WITH RECIPROCATING ICE EXPLOITATION PROCESS

*O.M. Kondratenko, Cand.Sc.(Eng.), Assoc. Prof., S.A. Kovalenko, MSc, O.S. Botsmanovska, Student, N.M. Podolyako, Student*

*National University of Civil Defence of Ukraine*

Chernychevska str., 94, Kharkiv, 61023, Ukraine, E-mail: kondratenkoom2016@gmail.com

In present study was improved methods of calculated assessment of the magnitudes of the complex fuel and ecological criterion of prof. Igor Parsadanov and the Index of ecological and chemical assessment of prof. Pavlo Kanilo, taking into account: emissions of sulfur oxides and consumption of engine oil for fumes and emissions of benzo(a)pyrene and other polycyclic aromatic hydrocarbons in the composition of exhaust gases diesel reciprocating internal combustion engine in power plant. Set of initial data for calculated assessment for a standardized steady testing cycle ESC was obtained. Calculated assessment of the magnitudes of the criterion and the index is carried out taking into account the engine emissions of the specified pollutants.

**Keywords:** ecological safety, environmental protection technologies, criteria-based assessment, reciprocating internal combustion engines, benzo(a)pyren, polycyclic aromatic hydrocarbons.

**Introduction.** The relevance of this study is due to the following. According to the results of the analysis of the mathematical apparatus of the complex fuel-ecological criterion of prof. Igor Parsadanov  $K_{fe}$  in the monograph [1], which also proposed a faceted classifier of such mathematical apparatuses, found that it should be classified as «Internal» or «Causal». The main alternative to it is the mathematical apparatus of the integral index of ecological-chemical evaluation prof. Pavlo Kanilo. The original versions of these apparatuses is described respectively in monographs [2, 3]. The main disadvantage of the  $K_{fe}$  criterion is the absence in the composition of the considered ecological safety (ES) factors, specified in their hierarchical classifier, proposed in the monograph [1]. The same source formulates the concept of improving the mathematical apparatus and methods of applying the  $K_{fe}$  criterion, one of the main points of which is the partial overcoming of this disadvantage, namely, the introduction of the criterion of new ES factors, which are essentially emissions of gaseous pollutants. In particular, in the classification of ES factors improved by the author, the source of which is reciprocating internal combustion engine (RICE) in the power plant (PP), with the corresponding hierarchical classifier in addition to legally regulated directly gaseous and aerosol pollutants in the exhaust gases (EG) flow, there are also legally regulated indirectly – sulfur oxides  $SO_x$ , polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) (including benzo(a)pyren (B(a)P)) etc., as well as legally unregulated – emissions of vapors of motor fuel and oil, aerosol of crankcase gases and etc. However, the analysis of scientific and technical literature by the authors of the study to expand the range of ES factors taken into account by the mathematical apparatus of the  $K_{fe}$  criterion is not revealed, so the implementation of such research and analysis of its results is an urgent scientific and technical task.

**Purpose of the study:** expansion of the nomenclature of ES factors, which are taken into account by the mathematical apparatus of the complex fuel-ecological criterion  $K_{fe}$ , in particular

B(a)P and PAH. **Object of the study:** the place of emissions of B(a)P and PAH in the structure of the influencing ES factors of the complex fuel-ecological criterion  $K_{fe}$  and the integrated index of ecological-chemical assessment  $F$ . **Subject of the study:** quantitative and qualitative aspects of the object of the study.

**Material and research results.** Magnitudes of the criterion  $K_{fe}$  for  $i$ -th RICE steady representative operational regime with value of weight factor  $WF$  are determined by formula (1) and its components – by formulas (2) – (5) [1, 2]. Average exploitation magnitude of criterion  $K_{fe}$  is described by formula (3) as it was proposed in study [1].

$$K_{fe} = \eta_e \cdot (1 - \beta) \cdot 10^3 = f \left( \sum_{m=1}^h (A_k \cdot G_k) / G_{fuel} \right), \% \quad (1)$$

$$\sum_{m=1}^h (A_k \cdot G_k) = A(PM) \cdot G(PM) + A(NO_x) \cdot G(NO_x) + A(C_n H_m) \cdot G(C_n H_m) + A(CO) \cdot G(CO), \text{ kg/h}; \quad (2)$$

$$K_{feme} = 7 \sqrt{\sum_{i=1}^N (K_{fei}^7 \cdot WF_i) / \sum_{i=1}^N (WF_i)} \cdot 1000, \% \quad (3)$$

where the index  $i$  indicates the values for a separate representative mode of RICE operation or range in the its exploitation model;  $G_{fuel}$  – mass hourly fuel consumption, kg/h;  $G_k$  – mass hourly emission of  $k$ -th pollutant in EG flow, kg/h;  $A_k$  – dimensionless index of relative aggressiveness of  $k$ -th pollutant in EG flow;  $h = 4$  [4] – number of pollutants in EG flow;  $\eta_e$  – effective efficiency coefficient;  $\beta$  – coefficient of relative exploitation ecological monetary costs.

In present study the following methods is proposed for such assessment that takes into account the toxic influence of B(a)P and PAH emission on a human in accordance of which formula (2) converts into the formula (4) where value of coefficients  $A(B(a)P)$  and  $A(PAH)$  determine the formula (5) [2, 3].

$$\sum_{m=1}^h (A_k \cdot G_k) = A(PM) \cdot G(PM) + A(NO_x) \cdot G(NO_x) + A(C_n H_m) \cdot G(C_n H_m) + A(CO) \cdot G(CO) + A(B(a)P) \cdot G(B(a)P) + A(PAH) \cdot G(PAH) \text{ kg/h}; \quad (4)$$

$$A_k = a_k \cdot \alpha_k \cdot \beta_k \cdot \delta_k = \sqrt{\left( \frac{MPC_{co}(CO) \cdot MCP_{p3}(CO)}{MPC_{co}(k) \cdot MPC_{p3}(k)} \right)} \cdot \alpha_k \cdot \beta_k \cdot \delta_k, \quad (5)$$

where  $a_k$  – index of relative danger of presence of  $k$ -th gaseous or aerosol pollutant in atmospheric air that a human breathes;  $\alpha_k$  – correction that takes into account the probability of accumulation of  $k$ -th gaseous or aerosol pollutant in environment components, trophic chains and admission to the human body by non-inhalation way;  $\beta_k$  – correction that takes into account the probability of formation of other (secondary) pollutants, more harmful than the original, by the source of the  $k$ -th gaseous or aerosol pollutant emitted into the atmosphere;  $\delta_k$  – correction that takes into account the impact of  $k$ -th gaseous or aerosol pollutant on other recipients except a human;  $MPC_{ad}(CO)$  and  $MPC_{ot}(CO)$ ,  $MPC_{ad}(k)$  and  $MPC_{ot}(k)$  – maximum permissible concentration of reference ( $A_{CO} = 1,0$ ,  $MPC_{ad}(CO) = 3,0 \text{ mg/m}^3$ ,  $MPC_{ot}(CO) = 20,0 \text{ mg/m}^3$  [1–3]) and  $k$ -th pollutant in air average day-and-night and maximal one-time,  $\text{mg/m}^3$ .

In studies of prof. Pavlo Kanilo which analyzed in study [5, 6] was proposed the integral index of ecology-chemical evaluation of RICE and degree of efficiency of its improving that in accordance with develops by author of this study classification of criteria-based mathematical apparatuses that are suitable for implementation of complex calculated assessment of operation efficiency of ES management system (ESMS) of the process of accident-free exploitation process that was developed in study [1] also related to types of «Internal» or «Causal».

Magnitudes of the index  $F$  for one complete cycle on testing of RISE of the test bench with running drums are determined by formula (6) [3, 4].

$$F_j = 10^{-3} \times \left\{ \left( \frac{M_{CO}}{[CO]} + \frac{M_{CH}}{[CH]} + a \cdot \frac{M_{NO_2}}{[NO_2]} + b \cdot \frac{M_{Soot}}{[Soot]} \right) + \left( c \cdot \frac{M_{SO_2}}{[SO_2]} + d \cdot \frac{\Sigma CA_{(EG)}}{[B(a)P]} \right) \right\}_{ic} \quad (6)$$

where  $M_k$  – mass of emission of  $k$ -th pollutant during one complete cycle on testing of RICE (see index « $ts$ »), kg/cycle;  $[k] = [MPC_k]_{dn}$  – maximum permissible concentration of  $k$ -th pollutant, kg/m<sup>3</sup>;  $a = 3,0$ ;  $b = 3,0$ ;  $c = 2,0$ ;  $d = 4,0$  – coefficients that take into account the further intensification of the total effect of toxic and carcinogenic substances in the composition of EG of RICE on humans.

In this study was used modified variant of formula (7), i.e. index  $F$ , in which instead the values of mass of emission of  $k$ -th pollutant during one complete cycle on testing of RICE  $M_k$  (in kg/cycle) author is proposes to use the values of mass hourly emission of of  $k$ -th pollutant  $G(k)$  on individual regime of exploitation model (in kg/h). Such approach which will allow except solution of problem of absence of initial data of appropriate type (i.e. values of  $M_k$ ) also obtained the individual regime values of index  $F$  that is values for each separate representative steady operational regime of RICE exploitation model. Because of this, the index  $F$  gets the dimension  $[kg/h] / [kg/m^3] = [m^3/h]$ .

The main problem of application of index  $F$  and formula (1) is the uncertainty of magnitudes of empirical coefficients  $a$ ,  $b$ ,  $c$  and  $d$  for RICE of different types and models besides for wich studies described in monograph [3] was carried out. In this study the values of the empirical coefficients recommended in prof. Kanilo`s studies were used. In this case appears the need for determination of middle exploitation value of index  $F$  what in this study author is proposes to obtained as the weighted arithmetic mean i.e. by the formula (7).

$$F = \frac{\sum_{i=1}^N (F_i \cdot WF_i)}{\sum_{i=1}^N (WF_i)}; \sum_{i=1}^N (WF_i) = 1,0. \quad (7)$$

Thus, distributions of magnitudes of values criterion  $K_{fe}$  and index  $F$  on operational regimes field of 2Ch10.5/12 autotractor diesel engine obtaines with using of proposed in study [4, 5] approaches are illustrated of Fig. 1.

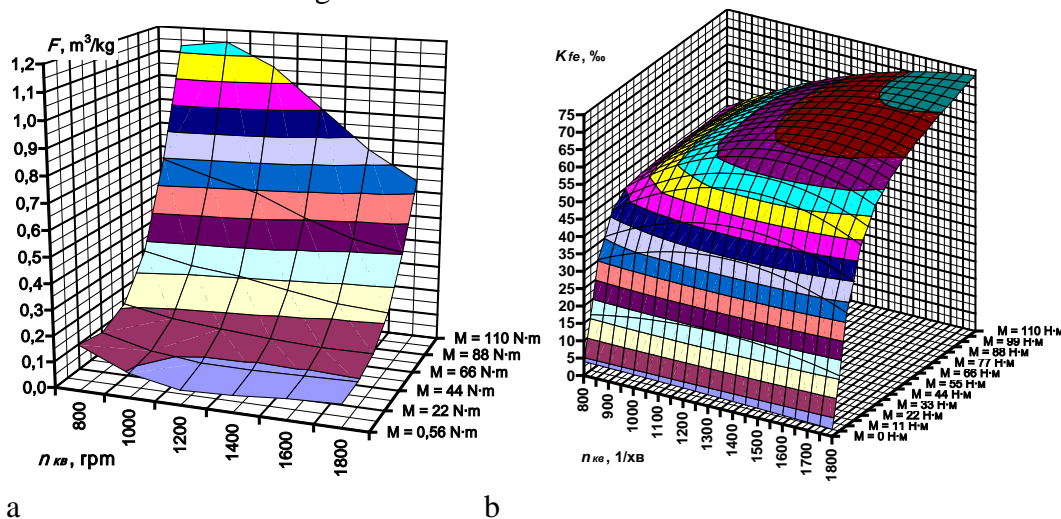


Figure 1 – Distribution of magnitudes of index  $F$  (a) and criterion  $K_{fe}$  (b) on operational regimes field of diesel engine 2Ch10.5/12

It is necessary to be noted that from structure of formula (1) can be seen that the larger the index  $F$  the lower the ES level of exploitation process of RICE on separate operational regime unlike the complex fuel-ecological criterion  $K_{fe}$  and generalized desirability function of Harrington D.

**Conclusions.** Thus, in this study methods of calculated assessment of the magnitudes of the complex fuel and ecological criterion of prof. Igor Parsadanov and the Index of ecological and chemical assessment of prof. Pavlo Kanilo, taking into account: emissions of sulfur oxides and consu-

mption of engine oil for fumes and emissions of B(a)P and other PAH in the composition of EG diesel RICE. Set of initial data for calculated assessment for a standardized steady testing cycle ESC was obtained. Calculated assessment of the magnitudes of the criterion and the index is carried out taking into account the RICE emissions of the specified pollutants.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Кондратенко О.М. Метрологічні аспекти комплексного критеріального оцінювання рівня екологічної безпеки експлуатації поршневих двигунів енергетичних установок: монографія / О.М. Кондратенко. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2019. – 532 с.
2. Парсаданов І.В. Підвищення якості і конкурентоспроможності дизелів на основі комплексного паливно-екологічного критерію: монографія / І.В. Парсаданов – Х.: Центр НТУ «ХП», 2003. – 244 с.
3. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды / А.С. Быстров, В.В. Варанкин, М.А. Виленский и др. – М.: Экономика, 1986. – 96 с.
4. Каніло П.М. Автомобіль та навколишнє середовище / П.М. Каніло, І.С. Бей, О.І. Ровеський. – Х.: Прапор, 2000. – 304 с.
5. Kondratenko O.M. Assessment of ecological and chemical efficiency of exploitation process of reciprocating ICE of vehicle with consideration of emission of sulphur oxides, benzo(a)pyrene and polycyclic aromatic hydrocarbons / O.M. Kondratenko // Technogenic and Ecological Safety. – Х.: НУЦЗУ, 2020. – № 7(1/2020). – С. 38 – 50. – DOI: 10.5281/zenodo.3780076.
6. Kondratenko O.M. Assessment of fuel and ecological efficiency of exploitation process of reciprocating ICE of power plants with consideration of emission of benzo(a)pyrene and polycyclic aromatic hydrocarbons / O.M. Kondratenko // Двигуни внутрішнього згоряння. – Х: НТУ «ХП», 2020. – № 1. – pp. 52 – 59. – DOI: 10.20998/0419-8719.2020.1.07.

#### **ВРАХУВАННЯ ВИКИДУ ПОЛІЦИКЛІЧНИХ АРОМАТИЧНИХ ВУГЛЕВОДНІВ В КРИТЕРІАЛЬНОМУ ОЦІНЮВАННІ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ПОРШНЕВИМ ДВЗ**

*О.М. Кондратенко, к.т.н., доц., С.А. Коваленко, магістр, О.С. Боцмановська, студ., Н.М. Подоляко, студ.*

*Національний університет цивільного захисту України*

вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 39600, Україна. E-mail: kondratenkoom2016@gmail.com

У цьому дослідженні вдосконалено методи розрахункової оцінки величин комплексного палива та екологічний критері. проф. Ігоря Парсаданова та індексу еколого-хімічної оцінки проф. Павла Каніла, з урахуванням: викиди оксидів сірки та споживання моторного масла на угар та викиди бензо(а)пірену та інших поліциклічних ароматичних вуглеводнів у складі відпрацьованих газів дизельного поршневого двигуна внутрішнього згоряння у складі енергостановки. Отримано набір вихідних даних для розрахункової оцінки для стандартизованого стаціонарного випробувального циклу ESC. Здійснено розрахункове оцінювання значень критерію та індексу з урахуванням викидів у складі потоку відпрацьованих газів двигуна зазначених поллютантів.

**Ключові слова:** екологічна небезпека, технології захисту навколишнього середовища, критеріальне оцінювання, поршневі двигуни внутрішнього згоряння, бенз(а)пірен, поліциклічні ароматичні вуглеводні.

## REFERENCES

1. Kondratenko O.M. (2019) Metrological aspects of complex criteria-based assessment of ecological safety level of exploitation of reciprocating engines of power plants: monograph Kharkiv, Publ. Styl-Izdat, 532 p.
2. Parsadanov, I.V. (2003), Improving the quality and competitiveness of diesel engines based on complex fuel and ecological criteria: monograph, Kharkiv, Publ. NTU “KhPI”, 244 p.
3. Bystrov A.S., Varankiv V.V., Vilensky M.A. et al. (1986). “Temporary standard methodology for determining the economic efficiency of environmental protection measures and assessing the economic damage caused to the national economy by environmental pollution”, Moscow, Publ. Ekonomika, 96 p.
4. Kanilo P.M., Bey I.S., Rovensky O.I. (2000), Automobile and environment, Kharkiv, Publ. Prapor, 304 p.
5. Kondratenko O.M. (2020) Assessment of ecological and chemical efficiency of exploitation process of reciprocating ICE of vehicle with consideration of emission of sulphur oxides, benzo(a)pyrene and polycyclic aromatic hydrocarbons, Technogenic and Ecological Safety, № 7(1/2020), pp. 38 – 50, DOI: 10.5281/zenodo.3780076.
6. Kondratenko O.M. (2020) Assessment of fuel and ecological efficiency of exploitation process of reciprocating ICE of power plants with consideration of emission of benzo(a)pyrene and polycyclic aromatic hydrocarbons, Internal combustion engines, № 1, pp. 52 – 59, DOI: 10.20998/0419-8719.2020.1.07.

## К ВОПРОСУ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

*Е.В.Матухно, к.т.н., доц., А.В.Сибирь, к.т.н., доц., Крюкова Н.А., магистр,  
Сальникова Ю.В., магистр*

*Национальная металлургическая академия Украины*

Пр. Гагарина, 4, г. Днепр, 49005, Украина, E-mail:Helen\_mt@ukr.net

Определены цель и задачи исследования экологических аспектов устойчивого развития отечественных предприятий горно-металлургического комплекса. Выявлены и систематизированы факторы, влияющие на экологические показатели устойчивого развития горно-металлургического комплекса Украины. Предложены рекомендации по совершенствованию экологической компоненты устойчивого развития предприятий горно-металлургического комплекса. Выполнение этих рекомендаций повысит конкурентоспособность предприятий и позволит продукции, производимой отечественной горнодобывающей промышленностью, соответствовать требованиям европейского и мирового рынков.

*Ключевые слова:* устойчивое развитие, экологическая безопасность, горно-металлургический комплекс, экологические аспекты, окружающая среда

**Введение.** В контексте стремления мирового сообщества к устойчивому развитию вопросы охраны окружающей среды, экономии ресурсов и рационального природопользования становятся первоочередными. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы экологической безопасности горно-металлургического комплекса (ГМК), как одной из наиболее ресурсо- и энергоемких, а также экологически опасных отраслей экономики Украины.

Несмотря на наличие значительных избыточных мощностей по производству стали в мире, с учетом прогнозируемого роста потребности в стали на 51 % к 2050 году от уровня по сравнению с 2011 годом [1], Украина может сохранить свою нишу в мировом экспорте стали. Вместе с тем, потребность в замене металлоемкого оборудования в промышленности и

коммунальном секторе составляет свыше 330 млн. т [2], что превышает десятилетний объем производства при полном использовании имеющихся мощностей. Исходя из этого, горно-металлургическое производство в Украине в видимой перспективе сохранит существенные объемы.

**Цель исследования:** уточнение содержания понятия «устойчивое развитие предприятия» в экологическом аспекте.

**Материалы и результаты исследований.** Горно-металлургический комплекс оказывает широкий спектр отрицательных воздействий на окружающую среду: трансформация ландшафтов, нарушение, деградация и загрязнение почвенного покрова (нарушено более 33 тыс. га земель), влияние на уровни водоносных горизонтов, загрязнение подземных и поверхностных вод (предприятия ГМК ежегодно сбрасывают более 1400 млн. м<sup>3</sup> сточных вод), загрязнение атмосферного воздуха пыле-газовыми выбросами (32% от общего количества выбросов по Украине), образование многотоннажных отходов (более 120 млн. т/год). Согласно данным [3] годовые объемы складирования раскрывных пород горнодобывающих комплексов достигают 70 млн. м<sup>3</sup>, в отвалах заскладировано более 2,3 млрд. м<sup>3</sup> пустых пород, в хвостохранилищах – 2,6 млрд. т отходов обогащения; металлургическим комплексом накоплено более 250 млн. т шлаков, 30 млн. т шламов; актуальна проблема утилизации высокоминерализованных шахтных вод.

Анализ вопроса устойчивого развития промышленных предприятий [4-7] показал, что исследователи этой тематики чаще всего рассматривают экономические и финансовые аспекты данного понятия. Так, например, в работе [6] предложены пути обеспечения устойчивого развития территорий после ликвидации горнодобывающих предприятий и при реабилитации территорий, предложена стратегия управления предприятиями, основанная на «диверсификации экономической деятельности». При этом не уделено внимание экологическим аспектам действующего предприятия, которые позволят повысить его конкурентоспособность и «устойчивость на мировом рынке».

В работе [7] рассмотрены вопросы устойчивого развития ГМК в условиях дефицита энергоресурсов, акцент сделан на инновационные решения в области энергетической безопасности горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, но вопросы экологической безопасности в контексте устойчивого развития предприятия не рассматривались.

В «Руководстве по отчетности в области устойчивого развития» [5] и ряде научных работ [4, 8, 9] отмечено, что устойчивое развитие предприятия заключается в обеспечении высоких показателей социального, экономического и экологического развития региона в течение длительного времени. То есть, без устойчивого развития предприятий невозможно устойчивое развитие регионов и стран, которое состоит в улучшении показателей экономической, социальной и экологической результативности, а, следовательно, повышении качества жизни населения.

Экологическая компонента устойчивого развития предприятия связана с влиянием производства на природные системы, почвы, атмосферу, гидросферу, фауну и флору. В документе [5, стр. 30] отмечено, что «экологические показатели отражают результаты деятельности, связанные с входными (например, сырье, энергия, вода) и выходными (например, выбросы, сбросы, отходы) потоками. Кроме того, они отражают результаты деятельности, связанные с биоразнообразием и соответствием нормативным требованиям, а также другую значимую информацию, например, расходы, связанные с окружающей средой (инвестиции), а также воздействие продукции и услуг организации» на окружающую среду.

С 2004 года ряд социально ответственных металлургических компаний сообщают мировой общественности о показателях своего устойчивого развития. Эти показатели отражают ключевые аспекты экономических, экологических и социальных обязательств, изложенных в политике устойчивого развития предприятий и отвечают целям устойчивого

развития ООН. Например, экологические показатели: выбросы парниковых газов (т CO<sub>2</sub>/т стали), энергоемкость (ГДж/т стали), эффективность использования сырья и материалов (% материалов, преобразованных в конечный продукт и побочные продукты), система экологического менеджмента (% сотрудников сертифицированных в соответствии с международным стандартом ISO 14001 или EMAS); социальные показатели: частота травм с потерей трудоспособности (количество травм на миллион часов работы), обучение персонала (дни обучения в год на сотрудника); экономические показатели: инвестиции в новые процессы и продукты (% от годового дохода), распределенная экономическая стоимость (% от годового дохода). Следует отметить, что все перечисленные экологические показатели основаны на внедрении наилучших доступных технологий (НДТ).

Опыт европейских стран показывает, что с экологической точки зрения устойчивое развитие горно-металлургического комплекса возможно за счет внедрения ряда организационно-технических решений. Например:

1. Перехода от старых способов (технологий) производства к новым, что позволяет:
  - снизить промышленное влияние на окружающую среду (например, от мартеновского производства к кислородно-конвертерному или электросталеплавильному);
  - производить высококачественную продукцию;
  - расширять рынки сбыта за счет повышения показателей качества продукции и экологизации производства.
2. Модернизации основного оборудования для обеспечения эффективной работы предприятия и снижения негативного влияния на окружающую среду.
3. Перехода на «чистые» технологии и установки высокоэффективного очистного оборудования.
4. Создания замкнутых водооборотных циклов.
5. Жесткого контроля сырьевых материалов. Использование качественного сырья, соответствующего технико-экологическим требованиям, позволяет одновременно повысить качество продукции и улучшить экологические показатели технологических процессов.
6. Энерго- и ресурсосберегающих мероприятий.
7. Максимального вовлечения вторичных материальных и энергетических ресурсов, образующихся в процессе производства, в собственные технологические процессы.
8. Повышения квалификации кадрового потенциала предприятий.
9. Внедрения системы эколого-энергетического менеджмента.
10. Активных инвестиций в природоохранные мероприятия и оборудование.
11. Создания на базе существовавших ранее предприятий с ограниченным количеством переделов современных крупных промышленных комплексов с полным производственным циклом.

В связи с изложенным, для отечественного горно-металлургического комплекса актуальным является улучшение экологических показателей и стремление к устойчивому развитию предприятий путем инвестиций в экологические проекты с учетом опыта европейских стран и лучших достижений отечественной науки и практики.

**Выводы.** С учетом сложившейся внешнеэкономической ситуации оптимистический прогноз предусматривает сохранение существенных объемов добычи сырья и производства продукции горно-металлургического комплекса в Украине.

Рассмотренная отрасль экономики является ресурсо- и энергоемкой, связана со значительным негативным влиянием на окружающую среду, которое в Украине в 3-5 раз превышает удельные показатели по Европе. Добыча сырья и потребление стали на душу населения в мире постоянно растет, что приводит к усугублению проблемы загрязнения окружающей среды и требует опережающего внедрения природоохранных проектов и новых технологий, которые по ряду показателей более эффективны в сравнении с существующими.



Это, в конечном итоге, позволит уменьшить загрязнение окружающей среды при росте объемов производства, что есть основой устойчивого развития предприятий.

Анализ вопроса устойчивого развития промышленных предприятий показал, что исследователи этой тематики уделяют недостаточно внимания экологическим аспектам действующего предприятия, которые позволят повысить его конкурентоспособность и «устойчивость на мировом рынке».

Перед горно-металлургическим комплексом Украины стоит задача модернизации существующих предприятий для «повышения их устойчивости» в соответствии с требованиями внешнего и внутреннего рынков. Модернизация должна выполняться с учетом международного опыта и обеспечить не только экономное использование природных ресурсов, но и соблюдение экологических нормативов по защите окружающей среды на современном уровне.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Energy Technology Perspectives 2012: Pathways to a Clean Energy System / IEA URL:[https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ETP2012\\_free.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ETP2012_free.pdf)
2. Украинская металлургия: современные вызовы и перспективы развития: моногр. / Амоша А.И., Большаков В.И., Минаев А.А., Залознова Ю.С., Збаразская Л.А., Макогон Ю.В. и др. Донецк: НАН Украины, Ин-т экономики пром-сти. 2013. 114 с.
3. Про схвалення Концепції Державної програми покращення екологічного стану населених пунктів розташованих поряд з підприємствами гірничо-металургійного комплексу до 2020 року URL: [http://cgntb.dp.ua/menu\\_532.html](http://cgntb.dp.ua/menu_532.html)
4. Sustainable Steel. Policy and indicators 2016 URL:[https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:c2fc4379-e6dc-4631-badb-8e7c41660b32/sustainable\\_steel\\_2016\\_vfinal.pdf](https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:c2fc4379-e6dc-4631-badb-8e7c41660b32/sustainable_steel_2016_vfinal.pdf)
5. Руководство по отчетности в области устойчивого развития URL:<http://rspp.ru/12/11938.pdf>
6. Synchro-mining: цивілізоване вирішення проблеми сталого функціонування гірничодобувних регіонів / Півняк Г.Г., Пілов П.І., Пашкевич М.С., Шашенко Д.О. // Науковий вісник Національного гірничого університету. 2012. № 3. С. 131-138.
7. Бондар-Підгурська О.В. Науково-методичні аспекти інноваційного розвитку гірничодобувної промисловості в контексті сталого зростання // Науковий вісник Національного гірничого університету. 2014. № 1. С. 143-152.
8. Гришаков К.Р. Понятие устойчивого развития промышленного предприятия // SCI-ARTICLE.RU. 2013. № 3. URL: [http://sci-article.ru/stat.php?i=ponyatie\\_ustoychivogo\\_razvitiya\\_promyshlennogo\\_predpriyatiya](http://sci-article.ru/stat.php?i=ponyatie_ustoychivogo_razvitiya_promyshlennogo_predpriyatiya)
9. Шатоха В.И., Семенко С.О. Анализ тенденций и перспектив развития мировой черной металлургии с учетом фактора изменения климата // Экология и промышленность. 2015. №1. С. 10-14.

#### SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONCEPT FOR MINING AND METALLURGICAL ENTERPRISES

*E.Matukhno, Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof, A. Sybir, Cand.Sc. (Eng.), Assoc. Prof, N.Kriukova, magister, Y. Salnykova, magister*

*The goals and objectives of the study of the environmental aspects of the sustainable development of domestic enterprises of the mining and metallurgical complex are indicated.*

*The factors influencing the environmental indicators of sustainable development of the mining and metallurgical complex of Ukraine are identified and systematized. Recommendations for improving the environmental components of the sustainable development of mining and metallurgical enterprises are proposed. The implementation of these recommendations will*

increase the competitiveness of enterprises and allow products manufactured by the domestic mining industry to meet the requirements of the European and world markets.

*Keywords: sustainable development, environmental safety, mining and smelting complex, environmental aspects, environment*

#### REFERENCES

1. Energy Technology Perspectives 2012: Pathways to a Clean Energy System / IEA, available at: [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ETP2012\\_free.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/ETP2012_free.pdf)
2. Ukrainskayametallurgiya: sovremnyievizovyyiperspektivyirazvitiya: monogr. / AmoshaA.I., BolshakovV.I., MinaevA.A., ZaloznovaYu.S., Zbarazskaya L.A., MakogonYu.V. i dr. Donetsk: NAN Ukrainyi, In-t ekonomiki prom-sti, 2013. 114 p.
3. Proskhvalennya Kontseptsiyi Derzhavnogoiprogramypokrashchennya ekolohichnoho stanunase lenykhpunktivroztasho vanykhporyad z pidpryyemstvamyhirnycho-metalurhiynohokompleksudo 2020 roku, availableat:[http://cgntb.dp.ua/menu\\_532.html](http://cgntb.dp.ua/menu_532.html)
4. Sustainable Steel. Policy and indicators 2016, available at: [https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:c2fc4379-e6dc-4631-badb-8e7c41660b32/sustainable\\_steel\\_2016\\_vfinal.pdf](https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:c2fc4379-e6dc-4631-badb-8e7c41660b32/sustainable_steel_2016_vfinal.pdf)
5. Rukovodstvopootchetnosti v oblastiustoychivogorazvitiya, available at: <http://rspp.ru/12/11938.pdf>
6. Synchro-mining:  
tsyvilizovanevyrishennyaproblemystalohofunktsionuvannyahirnychodobuvnykhrehioniv / PivnyakH.H., PilovP.I., Pashkevych M.S., ShashenkoD.O. // NaukovyyvisnykNatsional'nohirnychohouniversytetu. 2012. № 3. S. 131-138.
7. Naukovo-metodychniaspektyinnovatsiynohorozvytkuhirnychodobuvnoyipromyslovosti v kontekstistalohozrostannya / Bondar-Pidhurs'kaO.V. // Naukovyyvisnyk Natsional'nohirnychohouniversytetu. 2014. № 1. S. 143-152.
8. Grishakov K.Ponyatieustoychivogorazvitiyapromyishlennogopredpriyatiya // SCI-ARTICLE.RU. 2013. № 3, available at: [http://sci-article.ru/stat.php?i=ponyatie\\_ustoychivogo\\_razvitiya\\_promyishlennogo\\_predpriyatiya](http://sci-article.ru/stat.php?i=ponyatie_ustoychivogo_razvitiya_promyishlennogo_predpriyatiya)
9. Shatokha V.I., Semenko S.O. Analiztendentsiyiperspektivrazvitiyamirovoychernoymetallurgii s uchetomfaktoraizmeneniya klimata // Ekologiyaipromyishlennost. 2015. №1. P. 10-14.

### ПРОГНОЗУВАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАГРОЗ ТА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Машков О.А., д.т.н., проф., Жукауска С.В., Нігородова С.А.*

*Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп.2, м. Київ, Україна  
E-mail mashkov\_oleg\_52@ukr.net*

Запропонована технологія прогнозування надзвичайних ситуацій щодо зменшення екологічних загроз та оцінювання ризиків з використанням аерокосмічних технологій. Визначена структура системи мобільного екологічного моніторингу з використанням космічних, авіаційних та наземних комплексів. Запропонований науково-методичний апарат дозволяє визначати зони екологічного ризику безпосередньо за сукупністю екологічних показників згортання критеріїв в комплексний (скалярний) показник.

*Ключові слова:* аерокосмічні технології, екологічні ризики, моніторинг, надзвичайні ситуації, управлінські рішення.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** Світовий досвід довів, що для підвищення якості, оперативності, комплексності та ефективності системи моніторингу довкілля та прогнозування надзвичайних ситуацій необхідно поєднувати сучасні інноваційні засоби і технології: автоматизовані та автоматичні вимірювальні системи; аерокосмічні дослідження

з використанням як супутників, так і літаків та безпілотних літальних апаратів; системи автоматизованої обробки даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ); геоінформаційні аналітичні системи для обробки інформації, з урахуванням закономірностей її зміни і у часі, і у просторі; комплексні багаторівневі системи моніторингу і контролю стану довкілля, які забезпечуватимуть інтегрування та комплексний аналіз даних про стан усіх складових довкілля як окремих регіонів, так і усієї країни в цілому з можливістю обміну даними з аналогічними міжнародними системами моніторингу; методи та технології аналізу даних моніторингу довкілля та визначення рівня техногенної та екологічної безпеки та ін.[1,2].

Метою роботи є оцінка можливостей прогнозування надзвичайних ситуацій щодо зменшення екологічних загроз та оцінювання ризиків з використанням аерокосмічних технологій

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Методика прогнозування надзвичайних ситуацій, викликаних техногенними аваріями та катастрофами пожежами, з використанням розвідувальних безпілотних літальних апаратів, передбачає послідовне виконання певних процедур: визначення району моніторингу, організація моніторингової системи безпілотних літальних апаратів, розрахунок очікуваних відстаней застосування бортових пошукових систем, визначення загального часу моніторингу і його дискретизація, організація моніторингу джерела небезпечної екологічної ситуації (плановий та оперативний моніторинг) [3,4].

Оцінка ефективності виявлення екологічної небезпеки та зменшення екологічних загроз здійснюється по наступним напрямом: аналіз біотичних наслідків чорнобильської катастрофи; оцінка рівня опромінення та антропогенних чинників впливу на біоту; оцінка біологічних наслідків Чорнобильської катастрофи; оцінка стану рослинного світу; оцінка стану тваринного світу; оцінка стану здоров'я людей; оцінка стану радіаційного забруднення атмосферного повітря; оцінка радіаційного стану поверхневих вод; оцінка рівня екологічної безпеки об'єктів атомної енергетики; оцінка поведінки з радіоактивними відходами, забезпечення екологічної безпеки у зони відчуження; оцінка сучасного стану техногенних радіонуклідів у Зоні відчуження з використанням теорії екологічних ризиків.

Для організації управління режимом моніторингу використовуються наступні вимірвальні системи: супутники, повітряні, морські (річкові) лабораторії, наземні рухомі пункти спостережень.

Синтез системи мобільного екологічного моніторингу з використанням аерокосмічних технологій передбачається створення таких її підсистем [7]:

1. *Підсистема збору та експрес-аналіз даних.* Підсистема забезпечує систематичний збір, узагальнення, зберігання, використання та поширення інформації про параметри навколишнього середовища в формі, максимально адаптованої до практичного використання споживачами.

2. *Підсистема первинної обробки і накопичення даних.* Підсистема аналізує інформацію про навколишнє середовище і оцінює фактичний стан природних систем в конкретних просторово-часових межах.

3. *Підсистема комп'ютерного картографування.* Підсистема реалізує алгоритми формування комп'ютерних карт з нанесенням на них характеристик екологічної обстановки в регіоні.

4. *Підсистема оцінки стану атмосфери.* Підсистема реалізує моделі поширення атмосферних забруднень, викликаних викидами продуктів випаровування і спалювання палива в різних сферах людської діяльності.

5. *Підсистема оцінки стану ґрунтово-рослинних покривів.* Ця підсистема здійснює облік в моделях системи «ґрунт-рослинність» впливу атмосферних газів і змін освітленості на біогеохімічні цикли.

6. *Підсистема оцінки стану водного середовища території.* Підсистема оцінки стану водного середовища реалізує комплексну імітаційну модель водного режиму регіону з урахуванням сезонних змін поверхневого і річкового стоку, впливу снігового покриву, режиму опадів.

7. *Підсистема оцінки рівня екологічної безпеки і ризику для здоров'я населення території.* Підсистема вирішує завдання розробки коротко- і довгострокових прогнозів, забезпечення даних для ланок управління станом навколишнього середовища, оповіщення про катастрофах, стихійних лихах і екологічно небезпечні явища.

8. *Підсистема ідентифікації причин порушення екологічного та санітарного стану.* Підсистема, здійснюючи контроль стану навколишнього середовища і джерел антропогенного впливу на нього, забезпечує безперервне спостереження за станом і якістю природно-територіальних комплексів і екосистем з урахуванням відповідних реакцій біосфери, клімату, а також змін стану здоров'я населення.

9. *Підсистема інтелектуальної підтримки прийняття рішень.* Підсистема реалізує алгоритми програмно-математичного забезпечення інтелектуальної підтримки користувача (оператора) при комплексному аналізі об'єктивної інформації, що формується системою моніторингу.

Розглянуто технологію синтезу системи екологічного моніторингу лісових масивів використанням аерокосмічних технологій. технологія передбачає: оцінку технічних можливостей супутника «Січ-2» для екологічного моніторингу; розробку методики класифікації станів лісових масивів на основі використання багатоспектральних космічних зображень; оцінку точності класифікації лісових масивів; аналіз особливостей тематичного дешифрування матеріалів ДЗЗ в системі екологічного моніторингу (за дешифрувальними ознаками). Запропоновано технологію синтезу системи екологічного моніторингу техногенних екосистем за допомогою аерокосмічних технологій, яка передбачає: врахування особливостей вивчення окремих складових геотехногенних систем за допомогою аерокосмічних досліджень; формування вимог до характеристик космічної інформації, необхідної для вирішення конкретних завдань (необхідні характеристики космічної інформації при вирішенні тематичних завдань ДЗЗ, розподіл спектральних інтервалів в ДЗЗ, розподіл систем ДЗЗ по просторовому вирішенню і детальності).

Запропоновано застосовувати метод експертних оцінок до управління системою екологічної безпеки. Удосконалений метод передбачає виконання наступних процедур: визначення об'єкта моніторингу в системі управління екологічною безпекою; визначення межі розділу об'єкта моніторингу та зовнішнього навколишнього середовища; відбір екологічних експертів і визначення їх компетентності; експертне рішення питання про вплив факторів на систему екологічної безпеки; експертна оцінка керованості об'єкта моніторингу в системі управління екологічної безпеки.

Запропонована методика визначення зон екологічного ризику на основі методів ранжирування екологічних показників з використанням одного з інструментів кластерного аналізу – методом аналізу ієрархій [5,6].

Методика передбачає наступні процедури: ранжирування показників якості функціонування; попарне порівняння елементів ієрархії; визначення пріоритетів критеріїв як нормованої суми рядків елементів матриці парних порівнянь; визначення пріоритетного напрямку побудови складної системи по максимальному впливу на головну мету. Запропонований підхід доцільно використовувати при визначенні зон екологічного ризику, виборі напрямів екологічної реабілітації зруйнованих районів, побудови перспективних екологічно чистих і безпечних районів.

Запропонована методика синтезу зони екологічного ризику на основі багатокритеріального вибору розглянута на прикладі визначення найбільш небезпечної зони

після екологічного моніторингу. Відкладаємо по осях  $I_1, I_2, I_3, I_4$  всередині кола одиничного радіусу значення небезпечних чинників показників, які відповідають кожному з чотирьох варіантів (рис.1). Далі з'єднуємо точки відповідних варіантів і отримуємо чотири чотирикутника. Обчислюємо площі кожного чотирикутника:  $S_1 = 0,910$ ;  $S_2 = 1,200$ ;  $S_3 = 0,645$ ;  $S_4 = 1,275$ . В даному підході більш прийнятним є варіант 4 ( $S_4 = 1,275$ ).

Запропонований науково-методичний апарат дозволяє визначати зони екологічного ризику безпосередньо за сукупністю екологічних показників згортання критеріїв в комплексний (скалярний) показник. Перспективами розвитку запропонованого підходу є його удосконалення з метою можливого врахування нестационарності і стохастичності розглянутих екосистем (рис.2).

Запропоновано оцінювати ризик загроз екологічної та природно-техногенної безпеки регіонів. В роботі отримано статистичні оцінки інтенсивності надзвичайних ситуацій  $\lambda_i$  і визначено ймовірності загрозливої екологічної ситуації  $\rho_{ij}$  та функції безпеки  $S_{\Sigma}(t)$  для розглядової зони екологічного ризику (Донецька область).

Запропонований підхід дозволить підвищити ефективність управлінських рішень по забезпеченню екологічної безпеки, знайти найкращий компроміс між суперечливими показниками якості функціонування системи, вибрати і обґрунтувати пріоритетні напрямки розвитку складних екосистем. Підвищення ефективності заходів із запобігання і мінімізації негативних наслідків техногенних НС вимагає завчасного виявлення та комплексного оцінювання ризиків життєдіяльності на територіях підвищеної техногенно-екологічної небезпеки [8].

Відповідний інструментарій для цього надають сучасні ГІС-технології, які забезпечують: оцінювання потенційне небезпечних об'єктів і територій за ступенем природних і техногенних загроз для населення і об'єктів господарювання; аналіз ефективності організаційних і технічних заходів щодо зниження ризиків життєдіяльності в умовах можливих і реальних надзвичайних ситуацій; адекватне визначення обсягів матеріальних і фінансових ресурсів та необхідних резервів для локалізації і ліквідації негативних наслідків відповідних надзвичайних ситуацій; обґрунтування страхових тарифів для страхування від надзвичайних ситуацій виробничого персоналу, окремих груп населення, територіальної інфраструктури та ін.

**ВИСНОВКИ.** Запропонована технологія використання засобів супутникового спостереження земної поверхні та геопросторового аналізу при вирішенні задач оцінки екологічного стану довкілля. Ця технологія ґрунтується на вдосконаленні теоретичних засобів інтегрованого аналізу комплексу різномірних та різновисотних екологічних, геолого-геофізичних, геохімічних даних і багатоканальних аерокосмічних геообразень. Оцінки забруднення і температурного стану водних басейнів за часом дозволяють розробити рекомендації щодо виявлення нелегальних місць знаходження колекторів сточних і промислових вод, а також оптимізації розміщення пунктів гідрогеологічних спостережень. Фізико-математичне і геопросторове моделювання з використанням даних ДЗЗ дозволяє розробити комплексний підхід до багатомасштабного прогнозування ризиків надзвичайних ситуацій природного характеру.

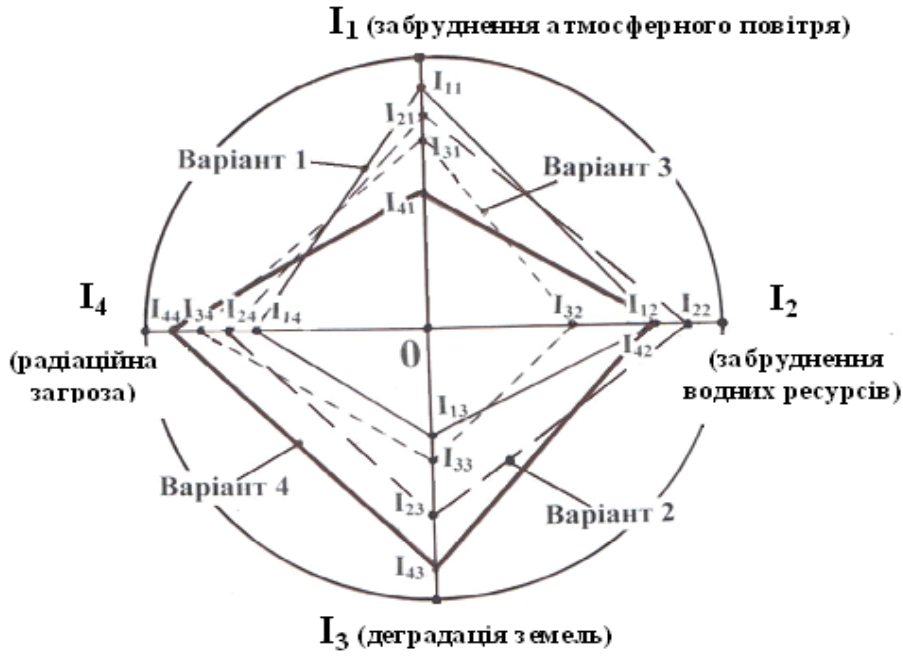


Рис. 1. - Визначення зони екологічного ризику.

$$S_{\Sigma}(t) = \exp\left(-\sum_i^n \int_0^t \lambda_i(\tau) \rho_{ij}(\tau) dt\right),$$

$$H_{\Sigma}(t) = 1 - \exp\left(-\sum_i^n \int_0^t \lambda_i(\tau) \rho_{ij}(\tau) dt\right),$$

$$\rho_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_i},$$

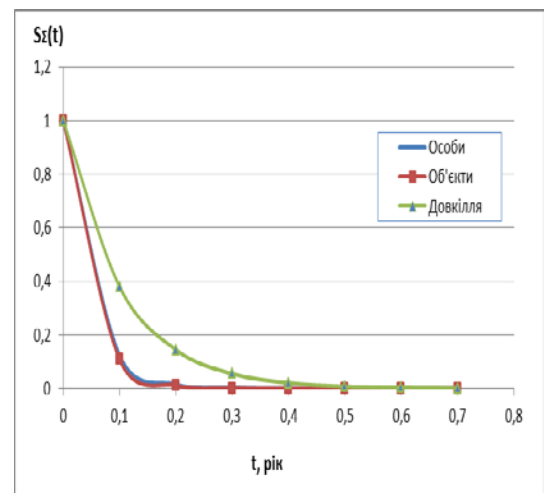


Рис. 2. Функції безпеки об'єктів екосистеми

ЛІТЕРАТУРА

1. Машков О.А., Мамчур Ю.В., Жукаускас С.В. Напрями удосконалення системи екологічного моніторингу з застосуванням дистанційно-пілотованих літальних апаратів / Екологічні науки: науково-практичний журнал. - К.: ДЕА, 2018. - №2(21). - с.22-29.
2. Машков О.А., Нігородова С.А. Сучасні проблеми формування державної політики в галузі розробки еколого-економічної системи природо-користування та природоохоронної діяльності на основі теорії екологічних ризиків / “Проблеми екологічної безпеки” XVI міжнародна науково-технічна конференція: Матеріали конференції — Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2018 с.66.
3. Машков О.А., Пашков Д.П., Бондар О.І., Шевченко Р.Ю., Патлашенко Ж.І., Тимошенко М.М. Рубрикатор завдань у сфері екологічного моніторингу за допомогою космічних систем ДЗЗ та ГІС (нормативно-методичний документ). Київ, вид ДЕА, 2018. 26 с.
4. Машков О.А., Мамчур Ю.В., Жукаускас С.В. Методологія протидії екологічним загрозам, ризикам та екологічному тероризму: системний підхід / НАУКОВИЙ ЧАСОПИС Академії національної безпеки, №3-4 (19-20) 2018, с. 8-31.
5. Bondar A.I., Mashkov O.A., Zhukaskas S.V., Nygorodova S.A. Methodology of counteraction to environmental threats, risks and environmental terrorism: a system approach / Екологічні науки: науково-практичний журнал / К.: ДЕА, 2019.-№ 1(24). Т.1, pp. 5-17.
6. Машков О.А., Фролов В.Ф., Жукаускас С.В., Нігородова С.А., Вишемирська С.В., Радецька С.В. Особливості використання методів дистанційного зондування землі для контролю екологічного та технічного стану водних технооекосистем / Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: матеріали міжнародної наукової конференції, с. Залізний Порт, 21-25 травня 2019 р. – Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2019. – с. 105-109.
7. Машков О.А., Фролов В.Ф., Жукаускас С.В., Нігородова С.А. Системне застосування методів дистанційного моніторингу екологічного та технічного стану водних технооекосистем / Екологічні науки: науково-практичний журнал / К.: ДЕА, 2019.-№ 2(25), 2019, с. 28-39.
8. Bondar A.I, Mashkov O.A., Zhukaskas S.V., Nygorodova S.A. Ecological threats, risks and environmental terrorism: system definition / Екологічні науки: науково-практичний журнал / К.: ДЕА, 2019.-№ 2(25), 2019, pp. 113-122.

**FORECASTING EMERGENCY SITUATIONS REDUCING ENVIRONMENTAL THREATS AND RISK ASSESSMENT USING AEROSPACE TECHNOLOGIES**

**O. Mashkov, S. Zhukauskas, S. Nigorodov**

State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management,  
st. Metropolitan Vasily Lipkivsky, 35, building 2, Kyiv, Ukraine  
Email mashkov\_leg\_52@ukr.net

The technology of forecasting of emergencies on reduction of ecological threats and risk estimation with the use of aerospace technologies is offered. The structure of the mobile environmental monitoring system using space, aviation and terrestrial complexes is defined. The proposed scientific and methodological apparatus allows to determine the zones of ecological risk directly on the set of ecological indicators of criteria folding into a complex (scalar) indicator.

**Keywords:** aerospace technologies, environmental risks, monitoring, emergencies, management decisions.



REFERENCES

1. Mashkov O.A., Mamchur Y.V., Zhukauskas SV Areas of improvement of the system of ecological monitoring with the use of remote-piloted aircraft / Ecological Sciences: scientific and practical journal. - K. : DEA, 2018. - №2 (21). - p.22-29.
2. O.A. Mashkov, S.A. Nygorodova Contemporary Problems of State Policy Formation in the Development of Ecological and Economic System of Environmental Management and Environmental Activities Based on the Theory of Ecological Risks / "Problems of Ecological Security" XVI International Scientific and Technical Conference: Conference Materials - Kremenchuk: PE Shcherbatyh OV, 2018 p. .66.
3. O.A. Mashkov, D.P. Pashkov, O.I. Bondar, RY Shevchenko, JI Patlashenko, MM Tymoshenko. The rubric of tasks in the field of ecological monitoring by means of space systems of GIS and GIS (normative-methodical document). Kyiv, DEA, 2018. 26p.
4. Mashkov O.A., Mamchur Y.V., Zhukauskas SV Methodology for Countering Environmental Threats, Risks and Environmental Terrorism: A Systematic Approach / SCIENTIFIC JOURNAL OF THE NATIONAL SECURITY ACADEMY, №3-4 (19-20) 2018, p. 8-31.
5. Bondar A.I., Mashkov O.A., Zhukaskas S.V., Nygorodova S.A. Methodology of Counteraction to Environmental Threats, Risks and Environmental Terrorism: A System Approach / Ecological Sciences: A Scientific and Practical Journal / K. : DEA, 2019.-№ 1 (24). Vol. 1, pp. 5-17.
6. Mashkov O.A., Frolov V.F, Zhukauskas S.V, Nygorodova S.A, Vishemirskaya S.V, Radetska SV Peculiarities of Using Remote Sensing Techniques for the Control of Ecological and Technical Condition of Aquatic Technoecosystems / Intelligent Decision-Making Systems and Problems of Computational Intelligence: Proceedings of the International Scientific Conference, p. Zaliznyi Port, May 21-25, 2019 - Kherson: Publishing House of VF Vyshemirsky, 2019. - p. 105-109.
7. Mashkov OA, Frolov VF, Zhukauskas SV, Nigorodova SA Systematic application of methods of remote monitoring of ecological and technical state of aquatic techno-ecosystems / Ecological sciences: scientific and practical journal / K. : DEA, 2019.-№ 2 (25), 2019, p. 28-39.
8. Bondar A.I, Mashkov O.A., Zhukaskas S.V., Nygorodova S.A. Ecological threats, risks and environmental terrorism: system definition / K. : DEA, 2019.-№ 2 (25), pp. 113-122.

**РОЗВИТОК РЕГІОНАЛЬНОГО ТУРИЗМУ ЯК ФАКТОР ЗМЕНШЕННЯ МЕДИКО-ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ У ПЕРІОД ПАНДЕМІЇ COVID-19**

*Алла НЕКОС, д-р.геогр.н., проф., Олександра ЦЮМАН  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

Площа Свободи, 6, м. Харків, 61022, Україна. E-mail: [tsiuman.a@gmail.com](mailto:tsiuman.a@gmail.com)

Найперша галузь економіки, яка постраждала від глобальної пандемії COVID-19 - цетуристична. На початку березня Всесвітня туристична організація (UNWTO) констатувала, щорічні збитки для глобальної індустрії складуть 30-50 млрд доларів, але і вони можуть збільшуватися, оскільки ситуація постійно змінюється. Наприклад, річні втрати туристичної галузі тільки в США складуть 24 млрд доларів, що в три рази більше втрат країни під час терактів 9/11.

Українське МЗС 12 березня оприлюднило повідомлення, в якому "наполегливо рекомендує українським громадянам утриматися від будь-яких поїздок за межі України". В сучасних умовах пандемії розвиток сільського чи то зеленого туризму на території об'єктів природно-заповідного фонду свого регіону набуло чи малої актуальності і при дотриманні всіх карантинних вимог не шкодить здоров'ю.

**Ключові слова:** екологічна небезпека, пандемія, туризм, сільський туризм, довкілля.

**Вступ.** Під час пандемії Covid-19 розвиток зеленого туризму стане фактором зменшення медико-екологічних ризиків. Впровадження сільського зеленого туризму дозволить суттєво поліпшити наявну соціально-економічну та медико-екологічну ситуацію за допомогою створення нових робочих місць і дотриманні всіх карантинних застережень під час його проведення. Значно зросте обсяг внутрішнього туризму, буде популяризуватися пізнання української культури та ментальності.

Вибір теми обумовлено необхідністю дослідити стан зеленого туризму в Україні. Країна має об'єктивні і вагомні передумови для його розвитку: природно-кліматичний потенціал, цілющі мінеральні води, привабливі туристичні маршрути, мальовничі ландшафти, чисте повітря, збережені національні традиції і фольклор, рекреаційні можливості, архітектурні пам'ятки.

**Матеріал і результати досліджень.** Через пандемію COVID-19 українці дуже обмежені у виборі літнього відпочинку. Так, за даними туроператорів та [українського МЗС](#), наразі охоче впускають українських туристів лише кілька країн, та й ті відкрили свої кордони лише з липня. Окрім того, необхідність дотримання карантинних обмежень і соціальної дистанції під час відпочинку, а також лімітований перелік розважальних програм, не задовільняють туристів.

Теоретичною та методологічною основою для дослідження екологічного туризму став доробок вітчизняних та зарубіжних вчених. Серед них необхідно виокремити праці вчених, таких як: О. О. Бейдик, В. І. Вишневський, О. Ю. Дмитрук, Т. Ю. Сорокіна, В. Є. Борейко, В. П. Кекушев, В. В. Храбовченко, Е. Ю. Колбовський. Статистичною базою дослідження також слугували звіти Державної служби статистики України, матеріали звітів Міністерства екології та природних ресурсів України [6].

Соціологічні дослідження серед населення віком від 18 до 45 років і фахівців у галузі екологічного туризму дали змогу підтвердити основні концептуальні положення екологічного туризму (за Петруком В.Г.) [5]:

- зменшення негативного впливу туристів на природне та соціальнокультурне середовище;
- гармонійне поєднання людини, природного середовища та рекреаційної інфраструктури;
- науково-пізнавальне освоєння природного різноманіття територій, естетична насолода від перебування на природі;
- підвищення екологічної свідомості й розуміння як туристами, так і місцевим населенням необхідності охорони й захисту природних та культурних цінностей;
- дотримання звичаїв і традицій місцевого населення;
- гарантія довготривалого збереження природних та історико-культурних ресурсів.

У період пандемії до цих переваг можна віднести і цілковиту відповідність усім карантинним вимогам. А саме дотримання соціальної дистанції, уникнення багатолюдних міст, дотримання протиепідемічних заходів, регулярна дезінфекція.

В даний час одним з перспективних напрямків розвитку індустрії туризму є сільський туризм. Він поєднує широкий спектр різних видів туризму, заснованих на використанні природних, історичних та інших особливостей ресурсів сільської місцевості, і розвивається швидкими темпами. У США і країнах Західної Європи сільський туризм в останні двадцять років став самостійною високоприбутковою галуззю туристичної індустрії. За оцінками СОТ, сільський туризм входить до п'ятірки основних стратегічних напрямків розвитку туризму в світі до 2020 року [7].

Світовий та вітчизняний досвід показує, що на ринку туристичних послуг особливої популярності набувають види туризму, які не потребують значних інвестиційних ресурсів, але мають швидкий термін окупності капіталу, зокрема: етнографічний, спортивно-пізнавальний, аграрний, екологічний, сільський (зелений) туризм тощо.

Привабливість визначених видів туризму полягає також в їх екологічній орієнтованості та передбачає організацію відпочинку на природі екологічно чистих

територій, відвідування місць, які становлять історичний, культурно-пізнавальний, етнографічний інтерес, що має на меті пропагування збереження навколишнього середовища. Також розвиток визначених видів туризму сповна відповідають концепції сталого розвитку, що приваблює туристів із розвинутих країн, які підтримують соціальне та економічне зростання за збереження екологічної безпеки [1]. Тому, доцільно зазначити, що дедалі більшої популярності, актуальності та пріоритетності розвитку набуває туризм у сільській місцевості.

Під час пандемії, зелений туризм виступає альтернативою дальнім переїздам та перельотам і підтримувати спілкування між організаторами маршруту і туристами в онлайн-режимі.

Отже, в умовах негативного впливу наслідків світової фінансової економічної кризи, і пандемії Covid-19, які спровокували загострення значних соціально-економічних і медико-екологічних проблем, актуалізуються питання пріоритетності сільського (зеленого) туризму для розвитку регіонів України.

Сільський зелений туризм визначається своєю багатогранністю. Він передбачає:

- екскурсійні маршрути, які є унікальною можливістю долучитися до джерел та витоків української духовності через засоби культури, літератури, мистецтва;
- ознайомлення з природніми художніми ремеслами (плетіння з лози, різьба по дереву, вишивка, малярство, гончарство тощо);
- відвідування історичних пам'яток [1].

Необхідність розвитку сільського зеленого туризму в країні визначається такими факторами:

- зростаючим попитом мешканців міст та іноземців на відпочинок у сільській місцевості;
- унікальною історико-етнографічною спадщиною селищ;
- багатими рекреаційними ресурсами;
- екологічною чистотою сільською місцевістю;
- відносно вільним сільським житловим фондом для прийому туристів;
- наявністю вільних трудових ресурсів для обслуговування туристів;
- традиційною гостинністю господарів та доступною ціною за відпочинок;
- можливістю надання комплексу додаткових послуг з екскурсій, риболовлі, збирання ягід і грибів, катання на конях тощо [1].

Україна має надзвичайно великий туристично-рекреаційний потенціал. Майже 15% території – це зони для відпочинку, гірські та приморські ландшафти, придніпровські зелені зони, де чисті ріки, повітря, гори, де збережені національні традиції, фольклор, музеї, церкви й інші прекрасні архітектурні пам'ятники.

В Україні налічується більше 500 населених пунктів, які мають унікальну історико-культурну спадщину, охороняється державою близько 30 національних і регіональних парків і садів відомих діячів української культури.

За оцінками Мінагрополітики у сфері зеленого туризму було зайнято близько 2,5 тис. жителів сільських територій [4]. Зелений туризм визнано одним із пріоритетів Стратегії розвитку сільського господарства на період до 2020 р. та розробленої Мінагрополітики нової редакції закону про держпідтримку фермерських господарств [4].

Згідно з визначенням фахівців, найбільш пріоритетними регіонами для розвитку сільського туризму в Україні є:

- Західний регіон: Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Хмельницька області;
- Південний регіон: Запорізька, Миколаївська, Херсонська області;
- Центральний і Північний регіони: Київська, Полтавська, Чернігівська області [1].

Сільський туризм приваблює мешканців великих міст України, які ріють хоча б на кілька днів зануритися в атмосферу сільського життя, в екологічно чисте середовище, спробувати смачні та приготовані з натуральних продуктів страви української кухні, а також відпочити від шаленої метушні в мальовничих куточках нашої країни.

Останнім часом зелений туризм набув широкого розповсюдження серед іноземців, які живуть і працюють в Україні, а саме співробітників посольств, працівників іноземних фірм, тощо. Вони приїжджають до українського села як на уїкенд, так і на довший термін [2].

Розвиток сільського зеленого туризму спонукає до покращення благоустрою сільських садиб, вулиць, в цілому сіл; стимулює розвиток соціальної інфраструктури; підвищення культурно-освітнього рівня сільського населення [3].

**Висновки.** Сільський зелений туризм, отримав нині величезну популярність, особливо в Угорщині, Чехії, Великобританії та інших країнах, що об'єдналися під егідою Ради Європи в Центрально-східноєвропейську Федерацію по розвитку сільського зеленого туризму. Наукові дослідження також свідчать про те, що сільський зелений туризм, як вид просвітницької діяльності, справляє позитивний вплив на відродження, збереження і розвиток місцевих звичаїв, пам'яток історико-культурної спадщини, розвиток екологічної свідомості населення, екологічної культури та освіти. Сільський зелений туризм є корисним як для відпочиваючих, так і для господарів – сільського населення, сільських громад, регіонів і держави в цілому, сприяє розвитку багатьох пов'язаних з ним галузей економіки, що покращує рівень життя селян. Його розвиток також сприяє збереженню селянства як носія української ідентичності, культури і духовності, це додаткові можливості для популяризації української культури, поширення знань та інформації про історичні, природні, етнографічні особливості, що заслуговує на всьляку підтримку з боку держави [3]. У період пандемії Covid-19 розвиток зеленого туризму сприятиме зменшенню медико-екологічних ризиків за рахунок дотримання всіх санітарно-епідеміологічних норм під час проведення

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Биркович В.І. Сільський зелений туризм – пріоритет розвитку туристичної галузі України: Стратегічні пріоритети. Науково-аналітичний щоквартальний збірник. № 1(6). Київ, 2011. С. 138–143.
2. Маховка В. Сільський (зелений) туризм як напрям розвитку сільських територій в Полтавській області. Українська наука: минуле, сучасне, майбутнє. Вип. 19, ч. 2. 2014. С. 130-140. URL: [file:///C:/Users/%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B0/Downloads/Un\\_msm\\_2014\\_19\(2\)\\_18.pdf](file:///C:/Users/%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B0/Downloads/Un_msm_2014_19(2)_18.pdf) (дата звернення: 12.05.2020)
3. Олійник Я. Б. Суспільно–географічні проблеми розвитку продуктивних сіл. Київ: Ніка–Центр, 2008. 195 с.
4. Офіційний сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України URL: <http://www.minagro.gov.ua/> (дата звернення: 12.05.2020).
5. Петрук В.Г. Екогеографія та екотуризм: Підручник. Вінниця: ТОВ "Нілан-ЛТД", 2016. 178 с.
6. Посохов І. С., Сагайдачна І. В. Перспективи розвитку екологічного туризму в Україні. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. С. 203-212.
7. Pitulich, M.M. and Myhayiluk, I.I. (2011), "Features of functioning of rural tourism in Ukraine and the experience of European countries", Scientific Bulletin of Uzhgorod University, Series "Economy", vol.3, pp.154-158.

**DEVELOPMENT OF REGIONAL TOURISM AS A FACTOR OF REDUCING MEDICAL AND ENVIRONMENTAL RISKS DURING THE COVID-19 PANDEMIC**

*Alla NEKOS (Doctor of Geographical Sciences, Prof.), Oleksandra TSIUMAN*

The first sector of the economy to suffer from the global COVID-19 pandemic was tourism. In early March, the World Tourism Organization (UNWTO) stated that the annual losses for the global industry will amount to 30-50 billion dollars, but they may increase as the situation is constantly changing. For example, the annual loss of the tourism industry in the United States alone will be \$ 24 billion, which is three times more than the country's losses during the 9/11 attacks.

On March 12, the Ukrainian Foreign Ministry issued a statement in which it "strongly recommends that Ukrainian citizens refrain from any travel outside of Ukraine." In the current conditions of the pandemic, the development of rural or green tourism on the territory of the nature reserve fund of its region has become less relevant and, subject to all quarantine requirements, does not harm health.

Keywords: ecological danger, pandemic, tourism, rural tourism, environment.

REFERENCES

1. Rural green tourism is a priority for the development of Ukraine's tourism industry: Strategic priorities. Scientific and analytical quarterly collection № 1(6). Birkovich VI. Kiev. 2011. S. 138–143.
2. Rural (green) tourism as a direction of development of rural areas in Poltava region. Ukrainian science: past, present, future. Mahovka V. 2014. S/ 130-140. URL: [file:///C:/Users/%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B0/Downloads/Un\\_msm\\_2014\\_19\(2\)\\_18.pdf](file:///C:/Users/%D0%9E%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%B0/Downloads/Un_msm_2014_19(2)_18.pdf) (12.05.2020)
3. Socio-geographical problems of development of productive villages. Oliynyk Ya B. Kiev. 2008. S. 195.
4. Official site of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine URL: <http://www.minagro.gov.ua/> (12.05.2020).
5. Ecogeography and ecotourism. Petruk VG. Vinnytsia. 2016. S. 178.
6. Prospects for the development of ecological tourism in Ukraine. Posokhov IS, Sagaidachna IV. Kharkiv: Kharkiv national university Karazin, 2019. S. 203-212.
7. Pitulich, M.M. and Myhayiluk, I.I. (2011), "Features of functioning of rural tourism in Ukraine and the experience of European countries", Scientific Bulletin of Uzhgorod University, Series "Economy", vol.3, pp.154-158.

## ЕКОБЕЗПЕКА ВОДОЙМ ПОБЛИЗУ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ

*А. Н. Некос, зав. кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти, доктор геог.н., проф., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,*

майдан Свободи, 4

*О. Ф. Чечуй, к.б.н., доц.*

*Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва*

п/в Докучаєвське - 2, 62483, Харківська область, м. Харків, Україна

Дослідження інтенсивності забруднення водойм вважається одним з пріоритетних завдань екобезпеки гідросфери. Забруднення водойм поблизу фермерських холдингів або приватних господарства є результатом застосування засобів хімічного захисту рослин, меліораційних заходів, відходів тваринництва. Екобезпека водойм забезпечується застосуванням методів осадження, фільтрації, ферментації, так й біологічного самоочищення водойм, що включає біоаккумуляцію, мінералізацію, фотосинтетичну аерацію та реаерацію.

**Ключові слова:** водойми, водрослинництво, тваринництво, поллютанти, тест-культури, способи очищення водойм.

**Вступ.** Забруднення водойм відбувається внаслідок двох основних галузей агропромислового виробництва – рослинництва й тваринництва, за оцінкою EPA (United States Environmental Protection Agency) і WHO (World Health Organization) існує великий асортимент токсичних речовин, які використовуються людиною в агропромисловому виробництві, які потрапляють у водойми, розташовані поблизу фермерських холдингів через змиви з полів, разом із меліоративними стоками або стоками відходів тваринництва. У стоячих водах формуються локальні зони забруднення з більш високим ступенем токсичності, яка мало змінюється упродовж тривалого часу.

**Мета роботи:** обґрунтувати проблеми екобезпеки водойм поблизу фермерських господарств.

**Матеріал і результати досліджень.** Хімічне забруднення водойм відбувається через змив засобів захисту рослин та мінеральних добрив, які використовуються у рослинництві, що, з одного боку, посилює процеси евтрофікації, а з іншого, – призводить до токсичного забруднення водойм. Пестициди й важкі метали у розчиненому вигляді із стоком з оброблюваних полів переносяться в річки й накопичуються в донних відкладаннях водойм. Негативний вплив на хімічний склад водойм відіграє повітряна обробка ядохімікатами фермерських полів із сільськогосподарськими культурами з метою хімічного їх захисту, які є небезпечними для комах й тварин, зокрема, обробка полів ядохімікатами у цьому році, призвела до масової загибелі медоносних комах – бджіл, й, відповідно, недоотримання продукції бджільництва. Також відсутній контроль сільськогосподарської продукції й ґрунту на наявність залишків хімічних засобів захисту, лише окремі власники агрохолдингів здійснюють ці кошторисні методики аналізу. Обробка полів ядохімікатами у цьому році, призвела до масової загибелі медоносних комах – бджіл, й, відповідно, недоотримання продукції бджільництва. В той же час, при застосуванні органічних, або біологічних засобів захисту сільськогосподарських культур, відбувається виключення із хімічних реагентів й не спостерігається забруднення водойм. Для виробництва органічних добрив використовуються сіно, відходи тварин, рослинні рештки, зернобобові сумішки тощо. Завдяки властивості органічних сполук утримувати воду, ґрунтовий мікробіологічний комплекс накопичує вологу у доступній для рослин формі. Промислове виробництво є одним із найбільших водоспоживачів і вкладників у процеси евтрофікації водойм. Проте, при вирішенні питань розміщення тваринницьких ферм фахівці помилково виходили з того, що водойм практично невичерпні з екологічної точки зору. Проте досвід експлуатації тваринницьких ферм довів інтенсивне забруднення водойм. Основними проблемами охорони навколишнього середовища в зонах тваринницьких фермерських господарств є запобігання забруднення водойм, річок і підґрунтових вод стоками відходів тваринництва. Так, забруднення водойм відбувається також внаслідок потрапляння до них відходів тваринництва, зокрема, гною, який залишений на полі незагуртованим. Результатом забруднення водойм поллютантами або

при перевищення гранично допустимої концентрації біогенних елементів є вторинна інтоксикація свійських тварин, зокрема, корів, свиней, овець, в процесі використання екобезпечної води при їх випасі, проте коні є чутливими до рівня токсикантів у водоймах. Рівень екобезпеки визначають при застосуванні біоіндикаторів і біомаркерів, які можуть бути відібрані із донних відкладень або бути вирощені у лабораторних умовах.

**Висновки.** Отже, агропромисловий комплекс через його хімізацію є потужним фактором зміни екологічного стану водойм. Періодичний контроль вмісту хімічних елементів у водоймах є необхідною складовою ефективного ведення агропромислового виробництва.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Природокористування: Навчальний посібник / Грицак Л., Барна І., Вітенко І, Гінзула М. та ін. – Тернопіль: ТНПУ, 2015. – 398 с.
2. Сафранов Т. І. Екологічні основи природокористування: Навчальний посібник / Т. І. Сафранов. – Львів: Новий світ, 2003. – 248 с.
3. Визначення якості води методами біоіндикації: Науково-методичний посібник / Мальцев В. І., Карпова Г. О., Зуб Л. М. – К.: Науковий центр екомоніторингу, 2011. – 112 с.

#### ECO-SAFETY OF RESERVOIRS NEAR FARMS

One of the priority tasks of ecological safety of the hydrosphere is study of the intensity of water pollution. As a result of the use of chemical plant protection products, reclamation measures, livestock waste occurs there is pollution of water reservoirs near farms or private farms. Ecological safety of reservoirs is provided by application of methods of precipitation, filtration, fermentation and biological self-purification of reservoirs, including bioaccumulation, mineralization, photosynthetic aeration and reaeration.

**Key words:** водойми, водрослинництво, тваринництво, політанти, тест-культури, способи очищення водойм.

#### REFERENCES

1. Prirodokoristyvannia: Navchaniy posibnik / Gritsak L., Barna I., Vitenko I, Ginzula M. ta in. – Ternopil: TNPU, 2015. – 398 p.
2. Safranov T. I. Ecjlogichni osnovi prirodokoristyvannia: Navchaniy posibnik / T. I. Safranov. – Lviv: Novii svit, 2003. – 248 p.
3. Vznachennia yakosti vodu metodami bioindikatsiії: Naukovo-medodichniy posibnik / Maltsev V. I., Karpova G. O., Zub L. M. – K.: Naukoviy tsentr ecomonitoringy, 2011. – 112 p.



## ВИДІЛЕННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ НАПРАВЛЕНИХ НА ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ПОВ'ЯЗАНИХ ЗІ ЗСУВОМ ЗВАЛИЩНИХ ГРУНТІВ

*Н.В. Рашкевич, аспірант*

*Національний університет цивільного захисту України*

вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 61023, Україна. E-mail: nine291085@gmail.com

Автором виділена група робіт в об'ємі комплексних відновлюючих природоохоронних заходів зі стабілізації та припинення поширення наслідків надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним технологічним енергоємним устаткуванням. Серед основних наслідків надзвичайних ситуацій розглядаються велика кількість загиблих, постраждалих, осіб з порушенням умов життєдіяльності. Зменшення наслідків впливу на компоненти довкілля є однією з умов ефективності процесу попередження надзвичайних ситуацій за межами об'єкту виникнення небезпеки.

**Ключові слова:** полігон твердих побутових відходів з ліквідаційним технологічним енергоємним устаткуванням, зсув, звалищні ґрунти, попередження надзвичайних ситуацій.

**Вступ.** В рамках вирішення ряду природоохоронних проблем в країнах світу спостерігаються тенденції до реконструкції діючих полігонів твердих побутових відходів (ТПВ), що представляють собою впровадження технологій збору та утилізації біогазу. Утилізація біогазу передбачає розміщення ліквідаційного технологічного енергоємного устаткування (ЛТЕУ) на території полігону ТПВ, що додатково становить техногенну небезпеку виникнення та/або поширення надзвичайних ситуацій (НС) [1].

Незважаючи на різноплановість проведення наукових досліджень у сфері попередження НС та пожеж на полігонах ТПВ з ЛТЕУ [2], на сьогодні відсутня адекватна методика, яка комплексно визначає процес попередження НС на зазначених потенційно-небезпечних об'єктах.

**Мета роботи:** виділити групу робіт в об'ємі комплексних відновлюючих природоохоронних заходів зі стабілізації та припинення поширення наслідків надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів з об'єктового на більш високі рівні поширення небезпеки на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним технологічним енергоємним устаткуванням для подальшої розробки відповідної методики.

**Матеріал і результати досліджень.** У світі на полігонах ТПВ або звалищах відомі чисельні випадки небезпечних подій, НС пов'язаних з пожежами, зсувами звалищних ґрунтів. Умовою ефективності попередження НС на полігоні ТПВ з ЛТЕУ є строге виконання системи рівнянь (1), де перше рівняння описує залежність кількості загиблих осіб  $q_1$ , друге – залежність кількості постраждалих  $q_2$ , третє – залежність кількості осіб з порушенням умов життєдіяльності  $q_3$  від фізичного стану звалищних ґрунтів, як-то вологість  $w$ , щільність  $\rho$ , температура  $T$ , та технологічних показників ліквідаційного енергоємного устаткування, четверте рівняння дозволяє визначити умови відсутності постраждалих та жертв, як наслідків НС першого рівня пріоритетності, в залежності від варіантів рішення задач з оцінки рівня вологості, щільності, температури звалищних ґрунтів, критичної відстані від схилу масиву звалищних ґрунтів до ЛТЕУ.

$$\begin{cases} q_1(w, \rho, T, L) = 0; \\ q_2(w, \rho, T, L) < q^{об}; \\ q_3(w, \rho, T, L) \leq q^{об}; \\ \Psi(q_1, q_2) = f_{q_1, q_2}(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4). \end{cases} \quad (1)$$

Система (1) доповнена граничними умовами існування її рішення (2):

$$\begin{cases} w_{\min}^{ТПВ} \leq w(Q_{вх}^P, Q_{вих}^P) \leq w_{\max}^B; \\ \rho_{\min}^{ТПВ} \leq \rho(P, n, h) \leq \rho_{\max}; \\ T_{\min}^{ТПВ} \leq T(Q_{під(ген)}^T, Q_{від}^T) \leq T_{\max}^B; \\ L \leq L_{кр}. \end{cases} \quad (2)$$

де  $w_{\min}^{ТПВ}$ ,  $T_{\min}^{ТПВ}$  – вологість та температура звалищних ґрунтів, що відповідає мінімальним значенням на полігоні ТПВ з урахуванням умов навколишнього середовища;  $Q_{вх}^P$ ,  $Q_{вих}^P$  – кількість рідини на вході та виході з масиву;  $w_{\max}^B$ ,  $T_{\max}^B$  – вологість, температура, що відповідають верхній межі утворення максимальної кількості метану у складі біогазу;  $\rho_{\min}^{ТПВ}$ ,  $\rho_{\max}^{ТПВ}$  – мінімальна та максимальна щільність звалищних ґрунтів на полігоні ТПВ;  $P$  – сила ущільнення;  $h$  – висота масиву звалищних ґрунтів;  $Q_{під(ген)}^T$ ,  $Q_{від}^T$  – кількості тепла, що підводиться або генерується внаслідок розкладання відходів, та витрачається або відводиться з масиву відповідно;  $L_{(кр)}$  – фактична (критична) відстань від схилу масиву звалищних ґрунтів до ЛТЕУ [2].

НС на полігонах ТПВ супроводжуються забрудненням компонентів довкілля (рис. 1), як безпосередньо на об'єкті їх виникнення, так і за його межами. Внаслідок зсуву звалищних ґрунтів, пожежі, вибуху біогазу на карті захоронення відходів або ЛТЕУ запроєктовані природоохоронні системи втрачають свої захисні властивості.

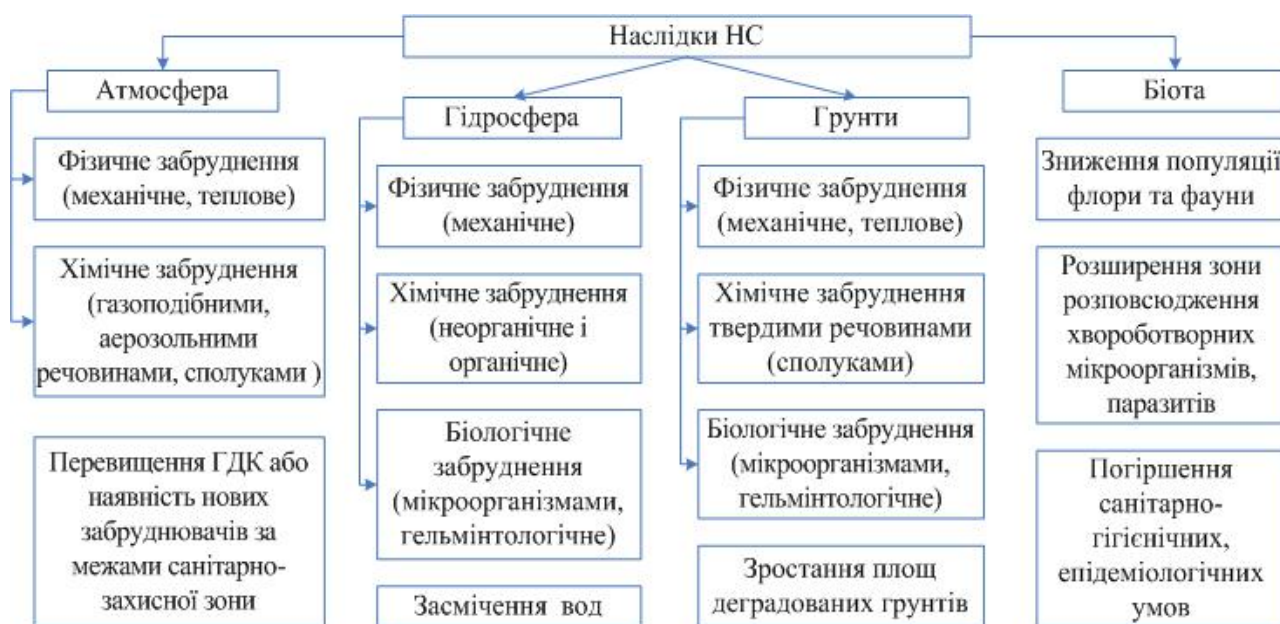


Рис. 1. Наслідки надзвичайних ситуацій пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з технологічним ліквідаційним енергоємним устаткуванням на компоненти довкілля.

Процес попередження НС каскадного типу поширення пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на зазначених потенційно-небезпечних об'єктах повинен включати групу робіт серед яких – роботи в об'ємі комплексних відновлюючих природоохоронних заходів. Група робіт включає в себе:

- будівництво або відновлення під'їзних доріг;
- будівництво або відновлення систем збору та управління біогазом,
- будівництво або відновлення систем збору та управління фільтратом: регулювання поверхневого стоку (перехват, прискорення або уповільнення стоку за рахунок обвалування,

влаштування каналів (канав), лотків, гряд, гребенів тощо); зниження інфільтрації просочування атмосферних опадів (ущільнення поверхні, створення дернового покриву, посів багатолітніх трав, використання геосинтетичних рулонних матеріалів: геокомпозитів, протиерозійних матів тощо);

– перерозподілу об'єму геотехнічного масиву (зменшення крутизни схилу за допомогою зрізання активної ділянки тіла зсуву і укладкою його в зоні виступу або у підніжжя, терасування схилів, укосів, розсічення зсувного масиву на блоки тощо);

– укріплення схилів (влаштування протиізовних, утримуючих конструкцій: палів, підпирних стін, анкерних конструкцій; висадження чагарникової рослинності);

– штучна зміну фізико-механічних властивостей звалищних ґрунтів (використання глибинних методів на основі нагнітання під тиском ін'єкційних розчинів: цементация, глинізация, бітумізация, силікатизация тощо; поверхневих методів: геосіток, георешіток тощо).

**Висновки.** Група робіт в об'ємі комплексних відновлюючих природоохоронних заходів направлених на попередження наслідків надзвичайних ситуацій каскадного типу поширення пов'язаних зі зсувом звалищних ґрунтів на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним технологічним енергоємним устаткуванням включає в себе будівництво або відновлення під'їзних доріг, систем збору та управління біогазом, фільтратом, а також, перерозподіл об'єму геотехнічного масиву, укріплення схилів, штучну зміну фізико-механічних властивостей звалищних ґрунтів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Рашкевич Н. В. Аналіз техногенної небезпеки технологій поводження з твердими побутовими відходами. Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: Технічні науки та архітектура. 2019. № 152. С. 58–66.
2. Рашкевич Н. В. Формування математичного апарату методики попередження надзвичайної ситуації на полігоні твердих побутових відходів з технологічним устаткуванням. Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: Технічні науки та архітектура. 2020. № 154. С. 100–107.

### DETACHMENT OF ENVIRONMENTAL MEASURES TO PREVENTION OF EMERGENCIES RELATED TO LANDSLIDE LANDFILL GROUNDS

**N.V. Rashkevich, Postgraduate student**

The author singled out a group of works on stabilization and cessation of the consequences of cascade-type emergencies related to landfill landslides at the landfill with liquidation technological energy-intensive equipment in the scope of comprehensive environmental protection measures. A large number of dead, injured, people with impaired living conditions are the main consequences of emergencies. Reducing the impact on the environment is one of the conditions for the effectiveness of the emergency prevention process outside the site of danger.

**Keywords:** landfill with liquidation technological energy-intensive equipment, landslide, landfill grounds, prevention of emergencies

#### REFERENCES

1. Rashkevich, N. V. (2019). Analysis of technogenic danger of solid waste management technologies. *Naukovo-tekhnichnyy zbirnyk «Komunal'ne hospodarstvo mist»*. Seriya: Tekhnichni nauky ta arkhitektura, 152, 58–66.
2. Rashkevich, N. V. (2020). Formation of mathematical apparatus for the methodology of emergency prevention on solid waste landfill with technological equipment. *Naukovo-tekhnichnyy zbirnyk «Komunal'ne hospodarstvo mist»*. Seriya: Tekhnichni nauky ta arkhitektura, 154, 100–107.

## ВПЛИВ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННИХ ЗЕМЛЕТРУСІВ НА ЕКОЛОГІЧНО НЕБЕЗПЕЧНІ ОБ'ЄКТИ

*О.М. Серікова, к.т.н.*

*Національний університет цивільного захисту України,*

вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 61023, Україна. E-mail: [elena.kharkov13@gmail.com](mailto:elena.kharkov13@gmail.com)

*О.О. Стрельнікова, д.т.н., проф., Д.В. Крютченко, аспірант*

*Інститут проблем машинобудування НАН України ім. А.М. Підгорного*

вул. Пожарського, 2/10, м. Харків, 61046, Україна.

Техногенна діяльність в гірничопромислових регіонах різних країн, в тому числі і в Україні, досягла таких масштабів, що здатна викликати штучні землетруси, провали та зсуви земної поверхні. Техногенні землетруси за різними оцінками, сягають більше 3-х балів за шкалою Ріхтера.

Метою роботи є дослідження параметрів розповсюдження та впливів землетрусів на довкілля та екологічно небезпечні об'єкти. В роботі розроблено метод дослідження землетрусів з різними магнітудами. Визначено, що домінантні частоти збудження при землетрусі з магнітудою в 1 бал в епіцентрі є максимальними.

**Ключові слова:** екологічна безпека, магнітуда землетрусів, екологічно небезпечний об'єкт, резонансні частоти.

**Вступ.** Техногенна діяльність в гірничопромислових регіонах різних країн, в тому числі і в Україні, досягла таких масштабів, що здатна викликати штучні землетруси, провали та зсуви земної поверхні. [1]

Представлені в статті [2] матеріали дозволяють простежити, як поступово в міру розвитку гірничодобувних робіт на початковому етапі виникає слабка техногенна сейсмічність у вигляді шахтної сейсмічності і слабких поштовхів, і потім вже через десятки років в результаті інтенсивних і тривалих впливів на надра виникають сильні природно-техногенні землетруси. Не виключено, що в майбутньому географія цих техногенних землетрусів буде розширюватися за рахунок таких районів, де розвивається видобуток вуглеводнів, твердих корисних копалин, відбувається вилучення підземних вод, проводиться закачування рідких відходів. Техногенні землетруси за різними оцінками, сягають більше 3-х балів за шкалою Ріхтера, утворюються в техногенно зміненому геологічному середовищі. У цих землетрусів відсутній очевидний зв'язок з часом і місцем техногенних впливів, тож вони можуть проявлятися в несейсмічних районах, де не передбачено стійкого до землетрусів будівництва та можуть бути розміщені екологічно небезпечні об'єкти. Вплив цих об'єктів на навколишнє середовище може привести до катастрофічних наслідків та виникнення надзвичайних ситуацій. Тому актуальним є дослідження параметрів розповсюдження та впливів землетрусів на довкілля та техногенні об'єкти [3-5].

**Мета роботи:** дослідити параметри розповсюдження та впливів землетрусів на довкілля та екологічно небезпечні об'єкти.

**Матеріал і результати досліджень.** В роботі було досліджено домінантні частоти збудження при землетрусі від 1 до 9 балів при відстані до епіцентру від 10 до 1000 м, що зображено на Рис.1.

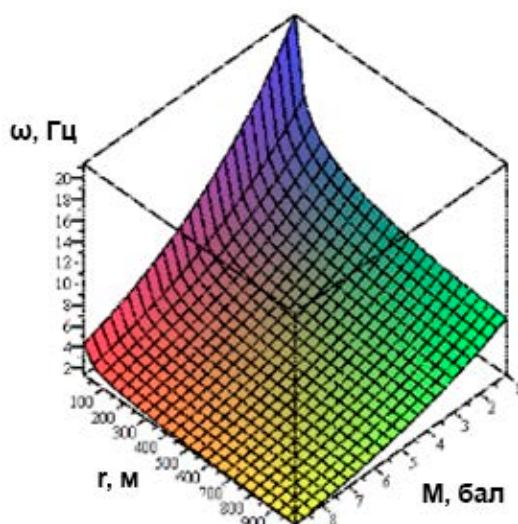


Рис. 1. – Домінантні частоти збудження при землетрусі від 1 до 9 балів при відстані до епіцентру від 10 до 1000 м

де  $\omega$  – доміантна частота збудження, Гц;  $r$  – епіцентральна відстань, м;  $M$  – магнітуда, бал.

**Висновки.** В роботі розроблено метод дослідження землетрусів з різними магнітудами. Данна задача допоможе відбудовуватися від резонансних частот. Визначено, що доміантні частоти збудження при землетрусіз магнітудою 1 бал в епіцентрі є максимальними.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Иванова А. П., Феськова Л. В., Труфанова О. И. Техногенные землетрясения в Кривбассе при добыче руд и проблема защиты от разрушения промышленных и гражданских сооружений. *Металлургическая и горнорудная промышленность*. №5. 2016. С. 110-114.
2. Адушкин В.В. Сильные природно-техногенные землетрясения как особый вид триггерной сейсмичности. Триггерные эффекты в геосистемах (Москва, 18-21 июня 2013 г.): материалы второго Всероссийского семинара-совещания. М.: ГЕОС, 2013. С. 10-33.
3. Серікова О. М., Стрельнікова О. О. Вплив резервуарів для збереження отруйних та легкозаймистих рідин на навколишнє середовище. Сучасні технології у промисловому виробництві: матеріали та програма VII Всеукраїнської науково-технічної конференції (м. Суми, 21–24 квітня 2020 р.) С. 238-239.
4. Серікова О. М., Стрельнікова О. О., Пісня Л. А., Крютченко Д. В. Дослідження впливу пікових амплітуд сейсмічного прискорення при землетрусі на техногенні об'єкти. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XVI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 14-18 вересня 2020 р.) УКРНДІЕП. – ПП «Стиль-Іздат», 2020. С. 221-223.
5. Серікова О. М., Стрельнікова О. О., Пісня Л. А., Крютченко Д. В. Вплив сейсмічних навантажень на резервуари для збереження отруйних та легкозаймистих рідин. Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XVI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 14-18 вересня 2020 р.) УКРНДІЕП. – ПП «Стиль-Іздат», 2020. С. 217-220.

THE INFLUENCE OF NATURAL AND TECHNOGENIC EARTHQUAKES ON ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS OBJECTS

O.M. Sierikova, Cand. Sc. (Eng.), O.O. Strelnikova (*Doctor of Technical Sciences, Prof.*), D.V. Kriutchenko (PhD student)

The technogenic activities in the mining regions of various countries, including Ukraine, have reached the scale that causes artificial earthquakes, dips and landslides. The technogenic earthquakes, according to various estimates, reach more than 3 points on the Richter scale.

The aim is to research the parameters of earthquakes propagation and effects on the environment and ecologically hazardous objects. The method of earthquakes research with different magnitudes has been developed in the paper. It has been determined that the dominant excitation frequencies in an earthquake with the 1 point magnitude at the epicenter are maximum.

**Keywords:** environmental hazard, earthquakes magnitude, ecologically hazardous object, resonant frequencies, environmental safety.

#### REFERENCES

1. Ivanova A.P., Feskova L.V., Trufanova O.I. Technogenic earthquakes in Kryvbas ore mining and the problem of protection against destruction of industrial and civil structures. Metallurgical and mining industries. №5. 2016. P. 110-114.
2. Adushkin V.V. Strong natural and technogenic earthquakes as a special type of trigger seismicity. Trigger effects in geosystems (Moscow, June 18-21, 2013): materials of the second All-Russian seminar-meeting. M.: GEOS, 2013. P. 10-33.
3. Sierikova O.M., Strelnikova O.O. Influence of tanks for preservation of toxic and flammable liquids on the environment. Modern technologies in industrial production: materials and program of the VII All-Ukrainian scientific and technical conference (Sumy, April 21-24, 2020). 2020. P. 238-239.
4. Sierikova O.M., Strelnikova O.O., Pisia L.A., Kriutchenko D.V. Investigation of the influence of peak amplitudes of seismic acceleration during an earthquake on technogenic objects. Environmental safety: problems and solutions: Proc. of the XVI International Scientific and Practical Conference (Kharkiv, September 14-18, 2020) UKRNDIEP. - PE "Style-Izdat", 2020. P. 221-223.
5. Sierikova O.M., Strelnikova O.O., Pisia L.A., Kriutchenko D.V. Influence of seismic loads on tanks for storage of toxic and flammable liquids. Environmental safety: problems and solutions: Proc. of the XVI International Scientific and Practical Conference (Kharkiv, September 14-18, 2020) UKRNDIEP. - PE "Style-Izdat", 2020. P. 217-220.

#### ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ БІОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ

*У.З.Сторошчук, аспірант, М.С. Мальований, д.т.н., проф.*

*Національний університет «Львівська політехніка»*

вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна. E-mail: [storoshchukulana@gmail.com](mailto:storoshchukulana@gmail.com)

Збільшення органічних відходів, які утворюються у всьому світі, є однією із найактуальніших проблем сучасності, оскільки неналежне управління ними може призвести до негативних наслідків для навколишнього середовища. Старі системи поводження з відходами мають негативний вплив на навколишнє середовище та людину. Відновлення ресурсів із твердих побутових відходів (ТВВ) вітається круговою економікою для збереження екосистеми та зменшення залежності від кінцевих природних ресурсів. У зв'язку з цим циркулярна економіка на біологічній основі розглядає органічні відходи як потенційні ресурси, які можна використати для одержання високоякісного добрива та біогазу. Упорядкування діяльності щодо поводження з відходами є одним із ключових завдань, які потребують вирішення в Україні, тому стратегію переробки органічних відходів ефективно застосовується в науково-розвинених країнах світу.

**Ключові слова:** Органічні відходи, біологічні методи, компостування, органічне добриво, анаеробне травлення, біогаз.



**Вступ.** Органічні відходи за різними даними складають 40 – 50 % від загального обсягу ТВП, тому відновлення ресурсів із ТВП є важливим кроком для циркулюючої економіки для збереження екосистеми та зменшення залежності від кінцевих природних ресурсів. Світова практика в основу переробки органічних відходів поклала процес біоконверсії.

**Метою роботи** є аналіз шляхів утилізації органічних відходів біологічними методами та огляд існуючих практик.

**Виклад основного матеріалу.** Усі способи утилізації органічних відходів біологічними методами передбачають розкладання живими мікроорганізмами (бактеріями та грибами), які використовують біорозкладні органічні речовини, як джерело їжі для росту та розмноження. Мікроби виділяють спеціалізовані ферменти, які перетравлюють біорозкладні компоненти відходів до простих поживних речовин - цукрів, амінокислот та жирних кислот, які вони поглинають. У міру росту та відтворення мікробів значна частина цих поживних речовин перетворюється на тепло, вуглецеві гази та воду, що призводить до значної втрати ваги.

Існує два основних типи середовищ, в яких живуть такі мікроби: два основні типи біологічних процесів, що використовуються для поводження з біологічно розкладними відходами: аеробний - у присутності кисню та анаеробний - за відсутності кисню [1].

Компостування - аеробний, біохімічний та мікробний процес, який передбачає гідроліз органічної фракції до стабільного та дезінфікованого залишку [2]. При цьому відбувається розкладання органічної речовини мікробами, із використанням вуглецю та азоту як джерела енергії [3]. Отриманим продуктом є компост, який сприяє поліпшенню фізичних, хімічних та мікробіологічних властивостей ґрунту.

Перспективним є напрям компостування, який ґрунтується на аеробній біотермічній переробці органічних відходів. У США, Росії та Західній Європі збудовано заводи із виробництва органічних добрив шляхом біологічної ферментації. Технологія приготування добрив таким шляхом полягає у змішуванні відходів тваринництва (гній, послід) з вологопоглинаючими компонентами (торф, стружка, солома, кора і т. д.). Оптимальна вологість компостованої суміші повинна бути не менше 70 %, співвідношення вуглецю до азоту від 20 : 1 до 30 : 1, рН 6–8. У процесі компостування відбувається біологічне окиснення частини органічної речовини, температура в компості піднімається до 70 °С і вище. [4; 5].

Анаеробне травлення - технологія утилізації ТВП, яка обробляє біологічно розкладні органічні фракції. Однак, на відміну від компостування, процес розкладу органічної речовини мікроорганізмами відбувається в анаеробних умовах, як результат реакції утворюється високоенергетичний біогаз [6].

Біогаз - це суміш метану, вуглекислого газу та інших газів у невеликих кількостях, які можуть перетворюватися на тепло або електрику. Він містить високу концентрацію метану (50–80%), що робить його придатним для використання як джерела енергії для двигунів згорання, турбін або котлів як самостійно, так і змішаних з іншими видами палива. У простому застосуванні біогаз може живити газові плити. Перехід від традиційного твердого палива (деревини, гною, сільськогосподарських залишків та вугілля) до більш чистого біогазу може значно зменшити забруднення повітря та спричинені ним захворювання [6]. Можна сказати, що належним чином підтримуваний процес анаеробного травлення є одним із найкращих способів зменшення викидів парникових газів, сприяння використанню відходів для отримання енергії та підвищення цінності добрив із продуктів їх переробки [7].

#### **Екологічні аспекти**

Екологічні аспекти повинні включати ефективність вирішення проблем із відходами та потенційні небезпеки, що виникають у результаті застосування кожної системи. На сьогодні енергетична стійкість є надзвичайно важливою, тому найбільш сприятливі системи повинні пропонувати можливість отримувати енергію без надмірного використання навколишнього середовища. Однак побічні продукти та викиди повинні бути принаймні нешкідливими та бажано корисними [8].



Основна мета будь-якої системи поводження із відходами - зменшити кількість (масу та об'єм) утворених відходів. Це передбачає переважно видалення вологи та обробку сполуками вуглецю та іншими елементами. Як результат, в атмосферу часто викидаються в основному CO<sub>2</sub> і H<sub>2</sub>O. Найменше зниження ваги відбувається під час анаеробного травлення - лише близько 10 мас. % [9]. Загалом, методи поводження з біологічними відходами забезпечують часткове зменшення маси та об'єму та лише у випадку органічних відходів. Крім того, іноді навіть деякі види органічних відходів не можуть бути перероблені, щоб уникнути пошкодження системи. Наприклад, величезна кількість відпрацьованого м'яса не повинна компостуватися, а кислі фрукти небажані для анаеробного травлення, оскільки оптимальний діапазон рН становить від 6,5 до 7,5.

Органічні відходи, що утворюються в домашніх господарствах після перетворення в біогаз, можуть покрити енергетичні потреби для приготування їжі [8].

**Висновки.** Просування до кругової економіки вимагає активної участі громадськості у поводженні з відходами та попередньому сортуванні відходів в домашніх умовах. У процесі створення та вдосконалення високоефективних систем поводження з твердими побутовими відходами, розуміння основних соціальних факторів впливу на поведінку домогосподарств зазвичай недооцінюється, але є надзвичайно важливим. Найпоширенішою системою поводження з відходами на внутрішньому рівні є компост. Компостування забезпечує можливість повернення поживних речовин, що містяться в біомасі, назад у ґрунт. Анаеробне травлення пропонує відновлення енергії при спалюванні біогазу, як другий продукт отримуємо цінне добриво.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Advanced biological treatment of municipal solid waste. DEFRA (2013).
2. **Environmental challenges impeding the composting of biodegradable municipal solid waste: a critical review.** Y. Wei, J. Li, D. Shi, G. Liu, Y. Zhao, T. Shimaoka. *Resour. Conserv. Recycl.*, 122 (2017), pp. 51-65.
3. **Model of the sewage sludge-straw composting process integrating different heat generation capacities of mesophilic and thermophilic microorganisms.** *Waste Manag.*, 43 (2015), pp. 72-83.
4. Новые технологии высококачественных удобрений и кормовых добавок / [Н. Г. Ковалев и др.]. – Тверь, 2000.
5. Содержание и состав микроорганизмов в компосте / О. Д. Сидоронко // *Аграрная наука.* – 1996. – № 5.
6. Anaerobic digestion: processes, products, and applications. Nizami A-S (2012).
7. *Microbes at work.* H. Insam, I. Franke-Whittle, M. Goberna From waste to resources, vol. 353, Springer, Verlag Berlin Heidelberg (2010).
8. *Municipal waste management systems for domestic use.* H. Jouhara D. Czajczyńska H. Ghazal R. Krzyżyńska L. Anguilano A. J. Reynolds N. Spencer *Energy* Volume 139, 15 November 2017.
9. Flycatcher Technologies. TheDedko Digestern.d. <http://www.flycatchertech.com/dedko.html> (Accessed 27 March 2017).

#### ECOLOGICAL ASPECTS OF ORGANIC WASTE DISPOSAL USING BIOLOGICAL METHODS

*U. Z. Storoshchuk (postgraduate), M. S. Malovanyy (Doctor of Technical Sciences, Prof.)*

The increase in organic waste is one of the most pressing problems of our time in the world, as improper management of it can lead to negative consequences for the environment. Old waste management systems have a negative impact on the environment and people. Restoring resources from municipal solid waste (MSW) is welcomed by the circular economy and leads to preservation of the ecosystem and the reduction of dependence on finite natural resources. In this regard, the circular economy on a biological basis considers organic waste as a potential resource that can be used to produce high quality fertilizer and biogas. Regulating waste management activities is one of

the key tasks that need to be addressed in Ukraine, such strategies for the processing of organic waste are effectively used in scientifically developed countries.

**Key words:** Organic waste, biological methods, composting, organic fertilizer, anaerobic digestion, biogas.

#### REFERENCES

1. Advanced biological treatment of municipal solid waste. DEFRA (2013).
2. **Environmental challenges impeding the composting of biodegradable municipal solid waste: a critical review.** Y. Wei, J. Li, D. Shi, G. Liu, Y. Zhao, T. Shimaoka. *Resour. Conserv. Recycl.*, 122 (2017), pp. 51-65.
3. **Model of the sewage sludge-straw composting process integrating different heat generation capacities of mesophilic and thermophilic microorganisms.** *Waste Manag.*, 43 (2015), pp. 72-83.
4. Новытэхналогіявысокакоственныхудобренуу кормовыхдобавок / [N. H. Kovalev y dr.]. — Tver', 2000.
5. Soderzhanye y sostavmykroorhanyzmov v komposte / O. D. Sydoranko // *Ahrnayanauka.* — 1996. — № 5.
6. Anaerobic digestion: processes, products, and applications. Nizami A-S (2012).
7. Microbes at work. H. Insam, I. Franke-Whittle, M. Goberna *From waste to resources*, vol. 353, Springer, Verlag Berlin Heidelberg (2010).
8. Municipal waste management systems for domestic use. H. Jouhara D. Czajczyńska H. Ghazal R. Krzyżyńska L. Anguilano A. J. Reynolds N. Spencer *Energy* Volume 139, 15 November 2017.
9. Flycatcher Technologies. TheDedkoDigestern.d. <http://www.flycatchertech.com/dedko.html> (Accessed 27 March 2017).

### **МЕТОДОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТУРИСТИЧНИХ ПОДОРОЖЕЙ ТА ЕКСКУРСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ТЕРИТОРІЇ М. КИЄВА**

*О.І. Бондар, д.б.н., проф., Г.С. Фінін, д.ф.-м.н., проф., Р.Ю. Шевченко, к.геогр.н., зав. каф. Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління*  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, 03035, м. Київ, Україна. E-mail: [azimut90@ukr.net](mailto:azimut90@ukr.net)

Сучасна система туристичного обслуговування у м. Києві потребує запровадження системи управління екологічною безпекою у галузі. Це стосується насамперед у забезпеченні маршрутів екскурсійних подорожей містом екологічною сертифікацією безпеки перебування рекреантів та туристів від патогенного впливу природного та антропогенного комплексу. Також відповідна програма повинна забезпечувати та мінімізувати вплив на довкілля під час реалізації туристичного обслуговування.

Методологія управління системою екологічної безпеки даної галузі економіки м. Києва ґрунтується на застосуванні сучасних технологій геоінженерної зйомки та дистанційного зондування. На теперішній час впроваджені технологічні прийоми комбінованого знімання маршрутів екскурсійних подорожей та отримання оперативних цифрових карт екологічної безпеки на основі даних оптико-електронних систем ДЗЗ та геодезичної прив'язки туристичних ексклюзивів до особливих об'єктів природно-територіального комплексу м. Києва.

**Ключові слова:** туристична діяльність, екологічні обмеження, безпека туризму, оптико-електронні системи ДЗЗ, еколого-туристичні карти екологічної безпеки.

**Вступ.** Туристична та екскурсійна діяльність до недавнього часу розповсюдження пандемії гострої респіраторної інфекції викликаной коронавірусом COVID-19 була найбільш прибутковим видом економічної діяльності. Це стосувалося не лише міжнародного туризму, а й внутрішнього. Атрактивними центрами національного туризму України є природно-заповідні території та історичні міста.

Найбільшою еколого-туристичною та природно-антропогенною дестинацією України є місто Київ. Він поєднує природно-територіальний комплекс та розгалужену мережу об'єктів природно-заповідний фонду.

Проблемою є безпрецедентна розбалансованість територіальної структури природного та антропогенного ландшафтів. Нещадно знищуються яри, урочища, сквери, старі дерева, які потребують санітарного нагляду та включення в перелік пам'яток природи міста. Втрачаються об'єкти рекреаційної спадщини столиці. Під ймовірність знищення підпадають історико-ландшафтні комплекси Батієвої гори, Протасового яру, зелений пояс Труханового острова та усього архіпелагу РЛП «Дніпровські острови» [2].

Наслідком постає знищення біогеоценозів, зміна мікроклімату в бік підвищення метеорологічних показників парникового ефекту, катастрофічна концентрація CO<sub>2</sub> у повітрі міста, що вже має медико-географічні наслідки. Все це знижує туристичну та рекреаційну привабливість міста, перетворює урбаністичний простір столиці України у суцільні кварталні забудови. У плановому положенні відповідне будівництво є хаотичним, де гібридно поєднуються заповідні природні урочища НПП «Голосіївський» та хмарочосні комплекси у Мишоловці, Теремках, Китаєвому, Деміївці. Вони завдають непоправної шкоди навколишньому середовищу міста, роботою котелен, несанкціонованих сміттєзвалищ навколо будівельних майданчиків у природних зонах, псують краєвиди. Створюються перешкоди у ревіталізації територій, наприклад Почайнинської промзони в районі оз. Йорданського та Почайнинського меліоративного каналу неподалік однойменної станції кільцевої залізниці [3].

В результаті вищезазначених проблем місто втрачає свій еколого-туристичний, рекреаційний та екскурсійний потенціал, а мешкання у місті вже має деякі фактори небезпеки. Це ставить під загрозу безпеку життєдіяльності населення, економічні втрати в галузі екологічного туризму та природоохоронних екскурсій. Насамперед це зменшення прибутків у бюджет міста від відповідної маловитратної сфери обслуговування, закриття малих туристичних фірм та екскурсійних бюро, що спеціалізуються на місцевих екологічних туристичних подорожах природно-заповідним фондом столиці України.

**Мета роботи.** Для запобігання відповідним незворотнім процесам деградації природного ландшафту та збереження пам'яток природно-заповідного фонду, забезпечення екологічної безпеки туристичної та екскурсійної діяльності у м. Києва пропонується методологічна концепція управління екологічною безпекою при реалізації відповідних послуг. Застосування геодезичних, картографічних та фотограмметричних технологій дозволить виявляти унікальні та ексклюзивні пам'ятки природи та оточуючі природні і антропогенні небезпеки та ризик-фактори, попереджати надзвичайні ситуації природного та техногенного генезу для забезпечення потреб безпеки туризму та рекреації в м. Києві [1].

**Матеріал і результати досліджень.** Актуалізація існуючих векторних еколого-туристичних карт природно-техногенної безпеки м. Києва здійснюється шляхом внесення змін в їх тематичний зміст або атрибути об'єктів на основі даних, отриманих після останніх наземних або дистанційних обстежень заданої ділянки території.

Збір вхідних даних для побудови баз картографічних даних еколого-туристичної ГІС, а отже для створення цифрових карт заданого масштабного ряду, здійснюється за допомогою проведення геоінженерних знімачів, рис. 1. Види досліджень класифіковано на дистанційні та наземні, а вибір методу визначається, в першу чергу, технічними можливостями та економічною доцільністю [4].

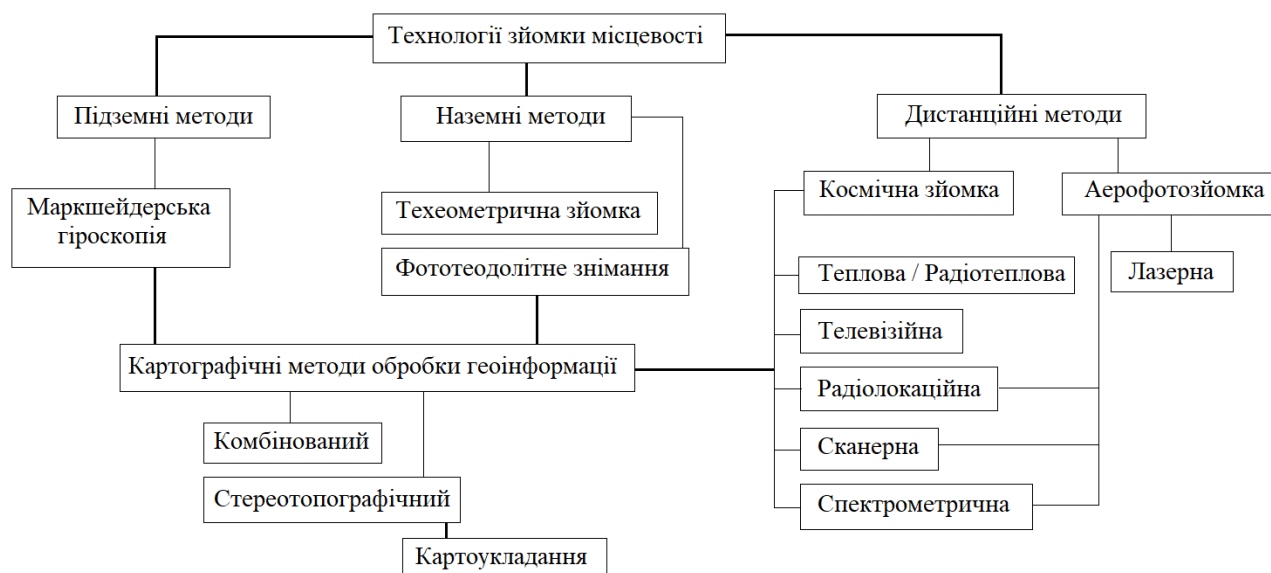


Рис. 1. Алгоритм геоінженерних знімачів території м. Києва

Аналіз результатів еколого-туристичного картографування показав, що найбільш інформативними, достовірними та перспективними вихідними матеріалами для створення електронних векторних карт м. Києва є такі дані дистанційного знімання як космічна та аерофотозйомка.

В даний час для дистанційних зйомок місцевості використовуються багатоспектральні оптико-механічні системи – сканери. Сканерні зображення можна отримати у всіх спектральних діапазонах, але особливо ефективними є видимий та ІЧ-діапазони. При зйомці земної поверхні за допомогою скануючих систем формується зображення, кожному елементу якого відповідає яскравість випромінювання ділянки, яка знаходиться у межах миттєвого поля зору. Ефективність застосування дистанційного фотознімання пов'язана з високим ступенем просторової та спектральної розрізненості.

Завдяки великому обсягу одержуваної інформації і відносній простоті застосування, дистанційні фотографічні методи зайняли провідне місце в створенні картографічної еколого-туристичної інформації. Так, на відміну від тахеометричного, мензульного та наземного фототопографічного знімання аерофотографічне знімання значно скорочує витрати часу і коштів на складання та оновлення карт екологічної безпеки туристичних маршрутів. Це відбувається за рахунок того, що фотознімання дає змогу отримати одномоментні зображення значної за розміром ділянки місцевості у вигляді ряду аерофотознімків та космічних знімків.

Під час наземного традиційного знімання на це потрібно значно більше часу, тому що зображення місцевості створюється поступово, від точки до точки. Крім того, більшість робіт для створення карти виконується за допомогою технічних засобів у камеральних умовах. Для перетворення знімка в карту чи план, окрім фотографування місцевості, потрібно провести у повному обсязі польові топографо-геодезичні й камеральні фотограмметричні роботи. Останні пов'язані з дешифруванням фотознімків та визначенням виду, форми, положення об'єктів місцевості тощо, внаслідок чого значно скорочується обсяг польових робіт.

Наповнення тематичної бази даних відповідної тематичної ГІС вимагає збору специфічної інформації про стан довкілля і побудову ряду тематичних електронних карт екологічної безпеки маршруту туристичних подорожей [5].

Відповідно до спектральної щільності енергетичної яскравості характеристик еколого-туристичних об'єктів можна визначити спектральні діапазони для проведення моніторингу рівня екологічної безпеки за допомогою використання оптико-електронних систем спостереження в космічних системах ДЗЗ. Можливий вибір багатоспектрального пристрою (сенсору) для виконання завдань екологічного спостереження показано в табл. 1.

Таблиця 1.

Рекомендовані сфери застосування оптико-електронних систем ДЗЗ.

Види робіт	Космічні апарати								
	Розрізнявальна здатність								
	Висока (< 2,5 м)			Середня (< 10 м)			Низька (> 10 м)		
	FORMOSAT - 2	ALOS	SPOT - 5	CARTOSAT - 1	RapidEye	SPOT - 2/4	TERRA(ASTER)	Landsat - 7	Landsat - 5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Створення і оновлення туристичних карт екологічної безпеки та серій відповідних карт масштабом:									
1 : 25 000	•	•	•	•					
1 : 50 000	•	•	•	•	•				
1 : 100 000					•	•	•	•	
1 : 200 000						•	•	•	•
Цифрові моделі місцевості, цифрові моделі рельєфу м. Києва.		•	•	•					
Планування і контроль розвитку інфраструктури м. Києва.	•	•	•	•	•				
Оцінка загроз тектонічного і сейсмологічного характеру.							•	•	•
Виявлення і моніторинг вирубувань зелених зон.	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Моніторинг гідрологічного режиму водойм м. Києва.	•				•				
Моніторинг стану водозахисних зон малих річок м. Києва.	•	•	•	•	•	•	•		
Побудова ландшафтних карт, дистанційне вивчення трансформації ландшафтів.	•	•	•		•	•	•	•	•
Дослідження і моніторинг міської структури рекреаційного природокористування.	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Оцінка масштабу прояву і темпів розвитку ерозійних процесів.	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Спостереження за швидкозмінними екосистемами.	•				•				

Виявлення локальних джерел забруднення.	●								
Оперативне картографування доріг, що з'явилися, вивчення транспортної доступності.	●		●	●	●				
Моніторинг будівництва і реконструкції об'єктів.	●			●					
Інвентаризація зелених насаджень.	●	●	●	●	●				
Створення реалістичних тривимірних моделей об'єктів туризму.	●								
Визначення зон несанкціонованих будівельних робіт і самовільного зайняття земельних ділянок.	●								

**Висновки.** Представлена частина геодезичної та фотограмметричної концепції методології управління рівнями екологічної безпеки в галузі туристичного обслуговування в м. Києві. Теоретично визначена та на практиці перевірена система геоінжинірингового моніторингу навколишнього природного середовища. Визначені інструментарні особливості при реалізації екологічних полігонних досліджень.

Наведено основні завдання щодо виконання екологічного контролю та моніторингу на основі застосування космічних систем ДЗЗ з використанням сучасних оптико-електронних засобів спостереження. Для цього необхідна цільова поетапна обробка багатоспектральних космічних знімків в наземних програмно-апаратних комплексах екологічного спостереження.

Вибудована система прицевійних когнітивних моніторингових досліджень із урахуванням метричності довкілля-простору м. Києва, яке підлягає перманентному або фоновому моніторингу для потреб екологічного туризму.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування: монографія / Лялько В.І, Федоровський О.Д., Костюченко Ю.В., 2006. – 357 с.
2. Бондар О.І., Шевченко Р.Ю. Екологічний моніторинг та екологічна безпека рекреаційного природокористування Дніпровських островів міста Києва // Екологічні науки, 2018. – № 1 (20). – Т. 1. – С. 5-11.
3. Бондар О.І., Шевченко Р.Ю. Екологічна безпека довкілля в акваторії каскаду озер Опечень міста Києва // Екологічні науки, 2018. – № 2 (21). – С. 6-11.
4. Дистанційні методи моніторингу довкілля: навчальний посібник / Бондар О.І., Фінін Г.С., Унгурян П.Я., Шевченко Р.Ю., 2019. 298 с.
5. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование // Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков, 2008. – 424 с.

**METHODOLOGY OF ENVIRONMENTAL SAFETY MANAGEMENT IN THE ORGANIZATION OF TOURIST TRAVEL AND EXCURSION ACTIVITY ON THE TERRITORY OF KYIV**

**O.I. Bondar, (Doctor of Biological Sciences, Prof.), G.S. Finin, (Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Prof.), R.Yu. Shevchenko, (Cand. Sc. (Geography), Head department)**

The modern system of tourist services in Kyiv requires the introduction of an environmental safety management system in the industry. This applies primarily to providing sightseeing routes through the city with environmental certification of the safety of vacationers and tourists from the pathogenic effects of natural and anthropogenic complex. The relevant program should also ensure and minimize the impact on the environment during the implementation of tourist services.

The methodology of management of the system of ecological safety of this branch of economy of Kyiv is based on application of modern technologies of geoengineering survey and remote sensing. At present, technological methods of combined shooting of excursion routes and obtaining operational digital maps of ecological safety on the basis of data of optoelectronic remote sensing systems and geodetic binding of tourist exclusives to special objects of the natural-territorial complex of Kyiv have been introduced.

**Key words:** tourist activity, ecological restrictions, tourism safety, opto-electronic remote sensing systems, ecological-tourist maps of ecological safety.

REFERENCES

1. Multispectral methods of remote sensing of the Earth in the problems of nature: a monograph / Lyalko V.I., Fedorovsky O.D., Kostyuchenko Y.V., 2006. – 357 p.
2. Bondar O.I., Shevchenko R.Yu. Ecological monitoring and ecological safety of recreational nature use of the Dnieper Islands of the city of Kyiv // Ecological Sciences, 2018. – № 1 (20). – Vol. 1. – P. 5-11.
3. Bondar O.I., Shevchenko R.Yu. Ecological safety of the environment in the water area of the cascade of lakes Opechen of the city of Kyiv // Ecological sciences, 2018. – № 2 (21). –P. 6-11.
4. Remote methods of environmental monitoring: Monograph / Bondar O.I., Finin G.S., Unguryan P.Ya., Shevchenko R.Yu., 2019. – 298 p.
5. Lurie I.K. Geoinformation mapping // Methods of geoinformatics and digital processing of space images, 2008. – 424 p.



## МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЇ В ЗОНІ ВПЛИВУ АВТОДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

Л.С. Шелудченко, к.т.н., доц.

Подільський державний аграрно-технічний університет

вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський, 32300, Україна

E-mail: seludcenkolesa@gmail.com

На основі проведеного аналізу попередніх досліджень та сучасних тенденцій в Україні та світі встановлено основні чинники формування екологічної небезпеки в зоні впливу автодорожньої мережі. До першопричиняких слід віднести: процес глобальної світової автомобілізації (кількість автомобілів на тисячу жителів), експлуатація великої частки застарілого парку транспортних засобів, як наслідок суттєве збільшення викидів забруднюючих речовин, надзвичайно низька експлуатаційна надійність автомобільних доріг та практично відсутність захисних інженерних рішень придорожніх територій. Визначено, що питання екологічної раціоналізації ландшафтної організації природно-техногенної геоекосистеми (ПТГЕС) є пріоритетним рішенням, щодо управління екологічною безпекою території із щільною автодорожньою мережею і не втрачає своєї актуальності.

**Ключові слова:** екологічна безпека, придорожні ландшафти, викиди забруднюючих речовин, захист, управління екологічною безпекою.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** До основних факторів негативного впливу мережі автомобільних доріг на придорожні ландшафти слід віднести відчуження значних територій, розчленування природних ландшафтів, дестабілізації природно-територіальних комплексів, забруднення придорожніх ландшафтів, які в сукупності призводять до їх незворотної трансформації [1]. На цій основі визначено, що міграція забруднюючих речовин, які викидаються автотранспортними потоками, за межі смуги відведення автомобільної дороги є важливою проблемою, яка в достатній мірі не вирішена.

**Мета роботи** полягає у розробленні надійних та дієвих методів щодо забезпечення екологічної безпеки територій в зоні впливу автодорожньої мережі.

**ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ.** Функціонування об'єктів автотранспортної інфраструктури пов'язане із виникненням ряду експлуатаційних ризиків, які можуть призвести до виникнення небезпечних станів. Таким чином виникає потреба у розробленні надійних методів узагальнення та комплексного оцінювання багатопараметричної інформації про динаміку станів ПТГЕС, які дозволили б забезпечити достатній рівень екологічної безпеки території з щільною мережею автомобільних доріг [2]. Одним із методів формування раціональної структури парку автотранспортних засобів за неперевикненням фіксованих обсягів валових викидів забруднюючих речовин  $[W_j]$  за формулою:

$$W_j(t) = \sum_j \sum_i \sum_k w_{j,i,k}(t) \cdot N_{i,k}(t) \cdot L_{\alpha i,k}(t) \prod_n R_{j,i,k} < [W_j] \quad (1)$$

де  $W_j(t)$  – валовий викид  $j$ -ї шкідливої речовини сукупністю автотранспортних засобів за розглядуваний період часу, г;

$N_{i,k}$  – кількість автотранспортних засобів, які обладнано  $k$ -им типом двигунів, що використовують  $i$ -ий тип палива, шт.;

$w_{j,i,k}(t)$  – питомий викид  $j$ -ї шкідливої речовини, г/км;

$L_{\alpha i,k}(t)$  – сумарний пробіг автотранспортних засобів  $i$ -ї групи з двигуном  $k$ -го типу, тис. км;

$\prod_n R_{j,i,k}$  – добуток коефіцієнтів впливу  $n$ -го фактору на викид  $j$ -ї шкідливої речовини автотранспортного засобу  $i$ -ї групи з двигуном  $k$ -го типу.

Слід відзначити, що фактори, які впливають на процеси поширення забруднюючих речовин перебувають в залежності від метеорологічних умов приземних шарів нижньої атмосфери та залежать від першопочаткових умов та фізико-хімічних процесів.

Транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги визначає рівень техногенної та екологічної безпеки всього ПТК, а також безпеку учасників дорожнього руху. Зокрема в країні 50% автошляхів не відповідають вимогам за рівністю, близько 40% – за міцністю, що є додатковою причиною забруднення автотранспортного комплексу продуктами руйнування та зношування матеріалів конструкції автодороги та газоподібними забруднюючими речовинами, кількість яких збільшується в результаті зміни режимів руху та маневрування транспортних засобів. Отже, структура, склад та обсяги забруднюючих речовин, в свою чергу, залежать від експлуатаційних показників автомобільної дороги, структури парку транспортних засобів та в подальшому визначають автотранспортну ємність території. Результати обсягів утворення мінеральних речовин, маси та пилових викидів, які продукуються автотранспортними потоками, наведені в таблиці.

Гранична розрахункова річна маса викидів

Категорія авто-мобільної дороги	Інтенсивність автотранспортного потоку, авт./добу	Маса річного викиду $i$ -тої речовини, [т/рік×км];					
		CO	$N_xO_y$	Ароматичні та поліциклічні вуглеводні ( $C_{20}H_{12}$ )	Сажа	Мінеральний пил	Аерозолі
I-а, I-б	> 10000	154,1	16,3	25,4	16,3	213,3	19,7
II	3000 – 10000	107,8	11,4	17,8	10,6	139,6	12,6
III	1000 – 3000	32,0	3,3	5,2	3,3	126,1	11,4
IV	150 – 1000	9,4	0,9	1,5	1,1	99,8	9,0
V	< 150	1,6	0,2	0,3	0,8	65,5	5,9

Базуючись на вищенаведених результатах досліджень, було визначено ідентифікаційний рівень екологічної небезпеки автомобільних доріг методом узагальнення матеріального балансу викидів забруднюючих речовин на основі показника КНП. Відповідно автомобільні дороги категорії 1-а, 1-б, 2 і 3 відносяться до 3 категорії небезпечності об'єктів із розміром СЗЗ не менше 300 м. При цьому відповідно до ДБН максимальна ширина смуг відведення для автомобільних доріг 1 категорії становить 103 м, 2 - 71 м, 3 - 68 м, яка не гарантує максимального захисту придорожніх територій і призводить до деградації природних ландшафтів.

Оскільки автомобільна дорога прив'язана до конкретної території природно-територіального комплексу передбачається оптимізація цільової функції в межах екологічно безпечної амплітуди за не перевищенням значень ГДК, що визначається репродуктивною здатністю території та визначається за формулою:

$$f_{C \leq [ГДК_j]} = \frac{S_{C \leq [ГДК_j]}}{S} \rightarrow 100\% \quad (2)$$

де  $S$  – загальна площа природно-територіального комплексу, км<sup>2</sup>;

$S_{C \leq [ГДК_j]}$  – площа території природно-територіального комплексу де концентрація  $j$ -ї шкідливої речовини, яка продукується автотранспортним потоком, в приземних шарах атмосферного повітря не перевищує значення  $[ГДК_{сд}]$ .

Таким чином, для розроблення системи заходів спрямованих на захист придорожніх ландшафтів передбачається всебічне дослідження ПТК методом оптимізація об'єктів інфраструктури автотранспортних мереж. Зокрема:

- визначені функціональні ознаки автотранспортного потоку, які дозволяють відокремити режим вільного руху автотранспортних засобів від колективного та синхронізованого;
- проведена еколого-технологічна оптимізація опорного каркасу автодорожньої мережі для забезпечення екологічної рівноваги ПТК;

- здійснена оптимізація опорного каркасу автодорожньої мережі шляхом раціоналізації пропускної здатності автомобільних доріг;
- проведена оптимізація профілю резервно-технологічної смуги автодороги визначає допустимий відгук ПТГЕС на максимально можливий вплив.

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Таким чином, відповідно до результатів досліджень, визначені значення щільності, інтенсивності та швидкості автотранспортного потоку. Встановлено, що автомобільні дороги категорій 1а, 1б, 2 і 3 мають колективний синхронізований рух, що співпадає із віднесенням цих доріг до об'єктів господарської діяльності, і по викидах забруднюючих речовин.

Еколого-технологічна оптимізація ПТКбула проведена для Подільського регіону Хмельницької обл, яка дозволила підвищити загальний рівень автотранспортної ємності території на 15,2%, враховуючи автодороги категорії 2 і 3. При цьому раціоналізація пропускної здатності здійснена на прикладі конкретної ділянки автомобільної дороги Н03 категорії 2 Хмельницький-Кам'янець-Подільський, яка дозволяє стабілізувати режим роботи двигунів, що зумовлює зменшення викидів забруднюючих речовин.

Оптимальні співвідношення ширини газо-пилрозахисної смуги до ширини резервно-технологічної смуги повинні становити 0,33 для максимального захисту придорожніх ландшафтів. Ефективним заходом підтримання екологічної рівноваги є створення штучних лінійно-двобічних геохімічних бар'єрів у вигляді лісових газо-пилрозахисних смуг деревно-чагарникового типу, структура посадки яких передбачає наявність лабіринту штучно створюваних лакунарних порожнин у вигляді фітоценотичних ніш, а її профіль має бути окреслено нерівнобічною трапецією з кутами нахилу бічних сторін: аверсної  $\sim 20^{\circ}$  та реверсної  $\sim 30^{\circ}-50^{\circ}$  і висотою  $> 15$  м [3].

**ВИСНОВОК.** Масштаби впливу автодорожньої мережі на природно-територіальний комплекс значною мірою залежить від інженерних рішень, які безпосередньо впливають на рівень екологічної безпеки природно-техногенної геоекосистеми. Задоволення транспортно-комунікаційних потреб з високою екологічною якістю необхідно розглядати як комплексну задачу, як для окремих ділянок автомобільних доріг, так і для транспортно-комунікаційної мережі регіону в цілому.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Шмандій В.М. Екологічна оцінка та прогнозування динаміки трансформації ландшафту під впливом дії автотранспортної мережі» / В.М. Шмандій, Л.С. Шелудченко // Науковий журнал "Екологічна безпека": Кременчук: КрНУ, 2018 № 2/2018 (26). – С. 70-75.
2. Шелудченко Л.С. Екологічна безпека ландшафтів природно-територіальних комплексів, які трансформовано автотранспортними мережами / Л.С. Шелудченко // Науковий журнал "Екологічна безпека": Кременчук: КрНУ, 2017 № 2/2017 (24). – С. 9-13.
3. Шелудченко Л.С. Аналітичне обґрунтування параметрів лакуарності лісових газо-пилрозахисних смуг автомобільних доріг / Л.С. Шелудченко, Б.А. Шелудченко, С.В. Вознюк // Наук.-техн. журнал "Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування" Спец. вип. – ІФНТУНГ, Івано-Франківськ, 2014. – С.56-60.

#### **METHODS OF ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE TERRITORY IN THE AREA OF INFLUENCE OF THE ROAD NETWORK**

Based on the analysis of previous research and current trends in Ukraine and the world, the main factors of environmental danger in the area of influence of the road network are the main cause of global motorization, and in Ukraine the use of obsolete fleet of vehicles as a result of significant emissions low operational quality of roads and almost no protective engineering solutions of roadside areas. It is determined that the issue of ecological rationalization of the landscape organization of natural-technogenic geo-ecosystem (PTGES) is a priority solution for the

management of ecological safety of the territory with a developed road network and does not lose its relevance.

**Key words:** ecological safety, roadside landscapes, pollutant emissions, protection, ecological safety management.

#### REFERENCES

1. Sheludchenko L.S. Analytical substantiation of parameters of lacunarity of forest gas-dust-protective strips of highways / L.S.Sheludchenko, B.A.Sheludchenko, S.V. Voznyuk/ Journal "Environmental Safety and Balanced Resource Use" Spec. issue - IFNTUNG, Ivano-Frankivsk, 2014. - P.56-60.
2. Sheludchenko L.S. Ecological safety of landscapes of natural-territorial complexes, which are transformed by motor transport networks / L.S. Sheludchenko // Scientific journal "Ecological safety": Kremenchuk: KrNU, 2017 № 2/2017 (24). - P. 9-13.
3. Sheludchenko L.S. Ecological assessment and forecasting of dynamics of landscape transformation under the influence of motor transport network "/ V.M. Shmandiy, LS Sheludchenko // Scientific journal "Ecological safety": Kremenchuk: KrNU, 2018 № 2/2018 (26). - P. 70-75.

## ПРОБЛЕМА АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ РІЧКИ ШКЛО ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ

*Т.І. Шуплат, к.с.-г.н.*

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79000, Україна. E-mail: [tarasshyplat@ukr.net](mailto:tarasshyplat@ukr.net)

Якість води є важливою та стратегічною умовою стабільності в будь-якому регіоні нашої країни. Вивчення хімічного складу природних вод має дуже важливе значення для наукових досліджень і практичних потреб, бо дає змогу раціонально використовувати водні об'єкти та забезпечити їхню охорону від забруднення. Особливої ваги вона набуває у водних об'єктах транскордонного значення.

Одним із таких гідрологічних об'єктів є річка Шкло, водні ресурси якої використовує Україна та Польща, яка входить до Європейського Союзу. Тому важлива увага повинна бути приділена науковому обґрунтуванню раціонального водокористування та розробки заходів охорони даного об'єкту і комплексній оцінці якості води.

**Ключові слова:** екологічна небезпека, річка Шкло, очисні споруди, скиди, довкілля.

**Вступ.** Річка Шкло, яка протікає у Яворівському районі Львівської області має важливе транскордонне значення, адже належить до басейну р. Вісла і є правобережною притокою р. Сян. Вона бере початок біля смт. Шкло на лісистому пасмі Українського Розточчя і впадає в р. Сян (басейн Балтійського моря). Довжина річки становить 76 км, з яких у межах України – 32 км. Загальне падіння – 88 м. На Україні є її верхня і частково середня течія. Площа водозбору в межах України становить 562 км<sup>2</sup>, загальна площа її водозбору – 863 км<sup>2</sup>. Ширина русла до смт. Шкло – 3,0 м, нижче збільшується до 8–10 м. Глибина річки до м. Яворів – 0,5 м, нижче за течією становить 1 м. Швидкість течії знаходиться у діапазоні 0,3–0,5 м/с.

У режимі рівнів для неї характерною є велика кількість паводків упродовж року. Однак, виділяються три головні підвищення рівнів: весняна повінь унаслідок танення снігу (березень–квітень); літні дощові паводки від випадання тривалих і сильних дощів (червень–серпень) і зимові підняття рівня води внаслідок тривалих та інтенсивних відлиг. Льодовий покрив нестійкий. Процес льодоутворення починається наприкінці листопада на початку грудня, а льодовий покрив утворюється в другій половині грудня на початку січня. Скресання річки відбувається у другій половині лютого на початку березня, до кінця березня річка повністю очищена від льоду [ ]

Рельєф дослідного району охарактеризовується як плоско хвилястий та крупногорбистий. У геоморфологічному відношенні територія району знаходиться в межах Надсанської моренно-зандрово-алювіальної рівнини, в межах долини річки Шкло і її схилу. За характером четвертинних відкладів, рельєфом, типами ґрунту, місцевий ландшафт віднесений до поліської групи [ ]

Дана річка у місці свого витoku протікає через колишній відкритий кар'єр із видобутку сірчаної руди у смт. Шкло, який був затоплений, підданий рекультивуаційно-фітомеліоративним заходам і перетворений у рекреаційну зону (повноцінне формування рекреаційної зони ще триває). Заповнення колишнього кар'єру річковою водою викликало підняття дна русла річки Шкло, в результаті замулення, забруднення стічними водами і сміттям русла призвело до підтоплення значної території. Підтоплені виявилися квартали житлової забудови та сільськогосподарських угідь, які розташовані в заплаві річки, що продовжує викликати складну санітарно-епідеміологічну обстановку.

Особливо складною є її екологічний стан у відтинку протікання через м. Яворів. Вона протікає в місті з північного сходу на південний захід. Згідно даних спостережень водопосту міста – рівень підйому ріки в середньому за рік становить 150-200 см. Вже два десятиліття накопичується постійно ряд проблем, який погіршує її екологічний стан.

Основною проблемою є скид стічних вод у поверхневі водойми без належної очистки. Це передусім пов'язано з виходом з ладу міських очисних споруд, фізичним і моральним їхнім зношенням, відсутністю коштів на будівництво, ремонт і реконструкцію. Проблема полягає в тому, що стічні води не проходять повного циклу очищення. Здійснюється лише біологічне очищення. У 2019 році обсяги скидів зворотних вод до річок басейну становили 2,6 млн м<sup>3</sup>. Основними забруднювачами, які здійснюють скиди до р. Шкло. Це очисні споруди міст Яворів і Новояворівськ.

Крім того проблему становить самовільний скид стічних вод приватного сектора. Сьогодні значна частина приватного сектору міста не охоплена цілковито централізованою системою каналізації і скидають стічні води без очистки безпосередньо у річку.

Дана проблема обумовлена тим, що в Яворові комунальні очисні споруди практично не працюють. Підприємства, організації та об'єкти підключені до очисних споруд Яворівської КЕЧ. Очисні споруди працюють із подвійним навантаженням та потребують реконструкції. Господарсько-побутові стоки очисних споруд практично без очистки і знезараження поступають у води річки.

Дана ситуація ускладнюється ще й тим, що у місті відсутня суцільна сітка каналізаційних мереж. Існують лише локальні системи каналізації по окремих вулицях і промислових об'єктах, із недіючими очисними спорудами, до якої підключені об'єкти центру міста. З неї дощові води відводяться по мережі закритої дощової каналізації і випускаються в понижені заболочені місця та річку Шкло.

Водопостачання міста здійснюється з двох систем водопостачання: одна – на території КЕЧ, друга у відомстві Яворівського підприємства водопровідного каналізаційного господарства. Джерелами водопостачання служать підземні води. Водовідбір з водозабору складає 3,2 тис. м<sup>3</sup>/добу і здійснюється шістьма свердловинами. Водопостачання міста від комунального водозабору здійснюють 7 підземних свердловин потужністю 5,0 тис. м<sup>3</sup>/добу. Водопровідними мережами охоплено 45-50% забудов 15 тисячного міста. Приватний сектор отримує воду із водозабірних колонок і приватних свердловин.

Недотримання режиму у прибережних смугах і водоохоронних зонах безпосередньо також впливає на її екологічний та санітарний стан. Результати багаторічних маршрутних обстежень дозволяли фіксувати виникнення численних стихійних сміттєзвалищ. Джерелом забруднення річкової води є відходи та звалища на березі, які містять у собі скло, пластикovu тару і тару з фарб та нафтопродуктів, будматеріали, металобрухт, побутове сміття. Недотримання водоохоронного режиму у прибережних захисних смугах і водоохоронних зонах річки, окрім забруднення і засмічення водних ресурсів, створює потенційну небезпеку руйнування берегів під час повеней. У цьому плані міською радою вживаються поки недостатні заходи щодо розчистки русла та всієї протяжності ріки, що спричинює до підтоплення території та погіршення її санітарно-екологічного стану.

Державною екологічною інспекцією в Львівській області регулярно проводяться перевірки дотримання вимог водоохоронного законодавства Яворівською КЕЧ, що має на балансі очисні споруди, на які поступають господарсько-побутові стоки з військового містечка, на протязі багатьох років не працюють, проводиться лише механічна очистка стічних вод зарахунок відстоювання. Дана неефективна робота очисних споруд, яка в результаті, призводить до забруднення поверхневих вод річки Шкло і є порушенням вимог ст.ст. 44, 95, 100 Водного Кодексу України.

Таким чином екологічна ситуація із стану водовідведення в місті Яворів є критичною і потребує реального, термінового вжиття заходів щодо відтворення водних ресурсів, приведення в належний санітарно-технічний стан мереж каналізації та очисних споруд. Це дуже актуально, адже вже багато років і науковці і відповідальні органи Польщі звертаються із скаргами на якість води, котра потрапляє на їхню територію.

В рамках вирішення даної проблеми ще у 2003 році був розроблений проект очисних споруд для м. Яворова, виділена земельна ділянка. Однак через відсутність державного фінансування цей проект втілити у реальність досі не змогли.

В рамках проведення екологічного моніторингу проведено дослідження якості води річки Шкло. Для цього були відібрані проби поверхневих вод у 10-ти точках вздовж міського водотоку. Отримані результати подані у табл. 1

Табл. 1

Результати фізико-хімічного аналізу поверхневих вод р.Шкло (м. Яворів, 2019 р.)

Показники	Вище міста, мг/дм <sup>3</sup>	В межах міста, мг/дм <sup>3</sup>	Нижче міста, мг/дм <sup>3</sup>
Завислі речовини	44,7	47,5	46,3
Розчинний кисень	10,3	10,1	11,0
Сульфати	430	450	275
Хлориди	132,4	151,4	142,0
pH	7,2	7,6	7,1
Нітрити	0,035	0,07	0,04
Нітрати	20,2	28,6	26,6
БСК <sub>5</sub>	3,70	3,65	3,8
Свинець	10,2	10,9	9,0
Залізо	58,5	60,3	59,0

За гігієнічною класифікацією водних об'єктів по степені забруднення вода річки Шкло міста є допустимо забрудненою, а показники забрудненості нижче гранично допустимих концентрацій. Проте загальна тенденція результатів фізико-хімічних аналізів впродовж останніх років має характер до накопичення і ускладнення. Тому вимагає якнайшвидшого вирішення.

Для більш швидшого вирішення необхідними були б наступні заходи: контроль за дотриманням законодавства; накладення штрафів за скид неочищених стоків; накладення штрафів за засмічення берегів; побудова нових очисних споруд водогонів, каналізації санітарної та дощової; побудова індивідуальних біологічних очисних споруд для промислового та сільськогосподарського сектору; побудова мережі стаціонарних пунктів контролю за якістю води; ліквідація стихійних сміттєзвалищ; поглиблення русла ріки в межах міста; громадський моніторинг якості поверхневих та підземних вод; встановлення смітників у найбільш відвідуваних місцях; інформування громади про наслідки засмічення берегів водойм; інформування про правила користування прибережними відпочинковими зонами; збір та поширення інформації про найбільших забруднювачів ріки та пропагування екологічних знань щодо необхідності підтримки чистоти в зонах масового відпочинку.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гідроекологічні проблеми суходолу: Навч. посібник / Кукурудза С.І. Львів: Світ, 1999. – 232 с.
2. Оцінка та прогнозування якості природних вод / Сніжко С.І. К., 2001. – 264 с.

#### THE PROBLEM OF ANTHROPOGENIC POLLUTION OF THE GLASS RIVER AND WAYS OF SOLUTION

**T.I. Shuplat, Ph.D.**

Water quality is an important and strategic condition for stability in any region of our country. The study of the chemical composition of natural waters is very important for scientific research and practical needs, because it allows you to rationally use water bodies and ensure their protection from pollution. It is especially important in water bodies of transboundary significance.



One such hydrological site is the Shklo River, whose water resources are used by Ukraine and Poland, which is a member of the European Union. Therefore, important attention should be paid to the scientific substantiation of rational water use and the development of measures for the protection of this object and a comprehensive assessment of water quality.

**Keywords:** ecological danger, Shklo river, treatment facilities, discharges, environment.

#### REFERENCES

1. Hydroecological problems of land: Textbook. manual / Corn SI Lviv: Svit, 1999. - 232 p.
2. Assessment and forecasting of natural water quality / Snizhko SI K., 2001. - 264 p

### ШТУЧНІ ДЖЕРЕЛА ПИТНОЇ ВОДИ НА ПЕРІОД НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

*В.В. Яковлєв, д.т.н, проф., Т.В. Дмитренко, к.т.н., доц.*

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова*

вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна. E-mail: [yakovlev030157@gmail.com](mailto:yakovlev030157@gmail.com), [t\\_dmytrenko@ukr.net](mailto:t_dmytrenko@ukr.net)

Роботу присвячено вирішенню проблеми забезпечення населення України якісною питною водою в період надзвичайних ситуацій. На підставі аналізу гідрогеологічних умов щодо задоволення поставлених технічних і просторових обмежень, визначено найбільш прийнятні варіанти організації питного водопостачання в умовах порушення водопроводів і відсутності електропостачання. Розглянуті геологічний і технічний аспекти облаштування свердловинних каптажів для забезпечення населення питною водою в надзвичайних ситуаціях. Розроблено рекомендації організаційного характеру щодо підвищення ступеню готовності служб водопостачання до надзвичайних ситуацій.

**Ключові слова:** питне водопостачання, якість питних вод, надзвичайна ситуація, піщані річкові тераси, свердловина, колодязь, джерело.

**Вступ.** В сучасних умовах збільшення ризиків техногенних і природних катастроф, загрозою терористичних актів і воєнних дій, стан систем питного водопостачання потребує відповідної ревізії принципів організації і конструктивних рішень щодо забезпечення населення питною водою. Актуальним це питання стає і в умовах надзвичайних ситуацій (подібних до Чорнобильської катастрофи), коли поверхневі джерела водопостачання можуть бути забруднені або заражені на великих територіях [1–3]. В умовах порушення існуючих систем водопостачання, у першу чергу, необхідно буде забезпечувати населення якісною питною водою.

**Мета роботи:** розглянути геологічний і технічний аспекти облаштування свердловинних каптажів для забезпечення населення питною водою в надзвичайних ситуаціях, а також розробити рекомендації організаційного характеру щодо підвищення ступеню готовності служб водопостачання до надзвичайних ситуацій.

**Матеріал і результати досліджень.** У разі виникнення проблем з існуючими системами водопостачання, для забезпечення населення якісною питною водою необхідним є вирішення наступних питань:

– мати запасні, відносно доступні джерела якісної води, які надійно захищені від забруднення достатньо тривалий час;

– в разі відсутності таких джерел забезпечити їх швидке спорудження, забезпечивши найбільш просту і надійну конструкцію каптажів з мінімальною залежністю від економічних, технічних і енергетичних чинників для можливості їх сталої експлуатації. Раніше, у 70-х роках, це питання розглядалося під кутом цивільної оборони на випадок ядерного конфлікту і реалізовувалося як термінове площинне вивчення добре захищених водоносних горизонтів

прісних вод (так звана тема «Вода-3») без достатнього розгляду технічних аспектів і захисту суто населення з урахуванням розосередженого його проживання.

У роботі розглянуті геологічний і технічний аспекти облаштування свердловинних каптажів для забезпечення населення питною водою в разі виникнення надзвичайних ситуацій, а також надаються рекомендації організаційного характеру щодо підвищення ступеню готовності служб водопостачання до надзвичайних ситуацій.

З питних вод найбільш захищеними від техногенного впливу є прісні води глибоких водоносних горизонтів артезіанських басейнів, але вони поширені не на всій території країни. Крім того, в таких свердловинах динамічні рівні води знаходяться порівняно глибоко, і тому для експлуатації необхідно використовувати електричні насоси, що ставить видобування води у залежність від наявності електроенергії.

Колодязна вода в сучасних умовах тотального забруднення першого від поверхні водоносного горизонту, у загальному випадку, є непридатною або обмежено придатною. В разі виникнення техногенних аварій і катастроф з потраплянням у повітря токсичних і бактеріально небезпечних речовин, забезпечити захист ємності колодязя від поверхневого забруднення досить складно.

Вода джерел є більш захищеною, так як в каптажі вона безперервно змінюється. В той же час, джерела живляться підземними водами, що неглибоко залягають – першого або другого від поверхні горизонтів. Тому, в умовах інтенсивного водообміну на рівні перших від поверхні водоносних горизонтів, безпечно користування незабрудненою і незараженою водою може бути обмежене у часі.

Особливо великою проблемою є вразливість традиційних для нашого часу систем водопостачання у зв'язку з їх залежністю від подачі електроенергії (для роботи глибинних насосів у свердловині) та у зв'язку із можливістю порушення водонапірних башт. Тому доцільно розглянути можливість облаштування достатньо захищених від поверхневого впливу, але більш доступних джерел питної води з простою конструкцією каптажів, які можуть бути споруджені у короткий термін. Окрім того, розташування таких джерел повинно бути, по можливості, розосередженим для максимального наближення до місць проживання населення.

Розгляд гідрогеологічних умов щодо задоволення поставлених технічних і просторових обмежень показав, що серед найбільш прийнятних варіантів організації питного водопостачання в умовах порушення водопроводів і відсутності електропостачання, є наступні:

1. Перший – підйом занурювальних електричних насосів в існуючих експлуатаційних свердловинах (облаштованих на другий чи третій від поверхні водоносні горизонти) і облаштування альтернативної системи підйому води з експлуатаційних свердловин, оснований на механічному принципі роботи.

2. Другим варіантом, який у більшості випадків пов'язаний з виносом джерел питної води за межі населених пунктів, є облаштування самовиливних каптажів у підніжжі схилів річкових долин (у тому числі, у підніжжі піщаних річкових терас).

У підніжжі корінних (правих у північній півкулі Землі) схилів річкових долин п'езометричні рівні підземних вод других і третіх від поверхні водоносних горизонтів систематично перевищують поверхню землі, що виражається в їх висхідному дренаванні. Якість цих вод різна, але переважно це прісні води, які мають високу ступінь захисту від поверхневого забруднення.

Підземні води піщаних річкових терас (ліві схили долин у північній півкулі Землі), хоча мають меншу ступінь захищеності від забруднення з поверхні, але великі резервуари других від поверхні водоносних горизонтів, що залягають у межах цих ландшафтів, можуть тривалий строк (більше декількох або десятків років) забезпечувати населення незабрудненою питною водою високої якості. З цієї причини, а також завдяки широкому розповсюдженню піщаних терас у долинах українських річок (розглянуто умови Східної і Центральної України), у надзвичайних ситуаціях, пов'язаних із виходом зі строю

традиційних систем питного водопостачання, підземні води піщаних річкових терас доцільно розглядати як найважливіше джерело оперативного-тактичного питного водопостачання [4].

Спорудження свердловин на другий від поверхні водоносний горизонт глибиною 40-60 м у надзвичайних ситуаціях може бути забезпечено за 2-3 доби. При цьому герметичність верхньої частини свердловини (ізоляція від поверхневих і ґрунтових вод) може бути забезпечена шляхом вдавлення або забивання обсадної труби у пластичні породи – шари глини, щільного суглинку, крейди, мергелю тощо, або цементацією затрубного простору. Для цього необхідно використовувати сталеві обсадні труби стандартних діаметрів – від 146 до 219 мм. Подальше буріння виконується ударно-канатним способом за допомогою желонки з одночасною посадкою фільтрової колони з сітчастим фільтром – у разі піщаного водоносного горизонту, або ударним методом при стійких породах – піщаники, тріщинуваті алевроліти, сланці, крейда, вапняки, тріщинуваті граніти тощо.

Важливу роль з точки зору зручності експлуатації грає місце розташування свердловини. Електричні мережі для забезпечення роботи занурювальних насосів, у разі розміщення свердловини поза населеним пунктом, тягнути довго і витратно. Крім того, в умовах надзвичайних ситуацій, як зазначено вище, можливі перебої, пов'язані з пошкодженням електромереж і зупинкою генеруючих станцій. Тому необхідно орієнтуватися на можливість облаштування також механічного ручного насоса поршневого типу, для чого глибина динамічного рівня води від устя свердловини повинна бути не глибше 7-8 м. Це можливо забезпечити на ділянці у підніжжі піщаної тераси на межі із заплавою річки. В цих ландшафтних умовах має місце найближче положення рівнів підземних вод до денної поверхні – уздовж цієї лінії звичайно розташовується зона розвантаження підземних вод і часто знаходяться джерела і мочажини. Тому, якщо свердловина обладнана у цьому місті на другий водоносний горизонт, який має висхідне розвантаження, на її усті слід очікувати самовилив. Ефект самовиливу може бути збільшений, якщо до устя свердловини герметично під'єднати патрубок, проведений до місця розбору води, облаштоване неподалік якомога нижче устя свердловини, як це показано на рис. 1. Для збереження напірного режиму і раціонального використання питної води патрубок облаштовується засувкою.

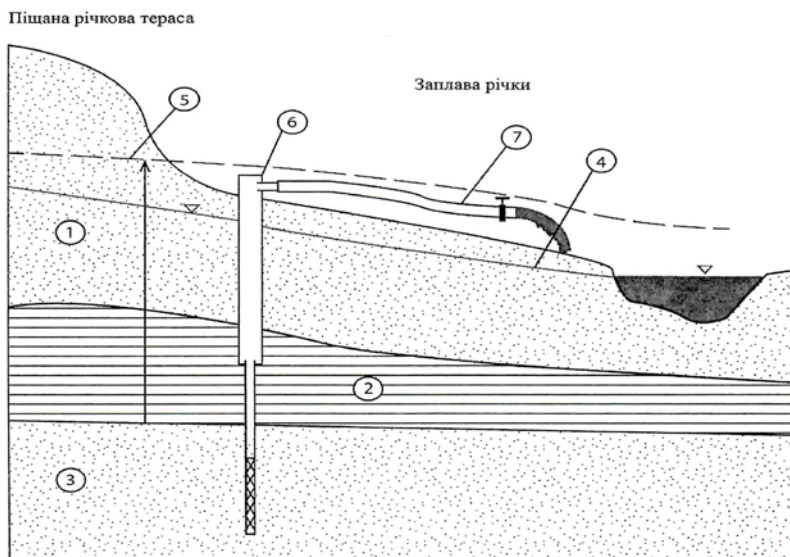


Рис. 1. Схема розміщення самовиливного свердловинного каптажу підземних вод на підніжжі річкової тераси.

1 – перший від поверхні водоносний горизонт; 2 – водотриви; 3 – другий від поверхні водоносний горизонт; 4 – рівень ґрунтових вод; 5 – п'єзометричний рівень другого від поверхні водоносного горизонту; 6 – свердловина; 7 – переносний патрубок з регулюючим вентилем.

Таке положення, конструкція і режим експлуатації (регульований самовилив) свердловини дозволить забезпечити гарантію постійного надходження води зі сторони піщаної річкової тераси, оскільки динамічний рівень води буде вищий за рівень ґрунтових вод у заплаві й річкові некондиційні води принципово не можуть надходити до свердловини.

Практично така експлуатація буде здійснюватися у режимі штучного джерела з найпростішою конструкцією і регульованим водовідбором.

Необхідно підкреслити, що гарантований самовиливний режим і природна якість води можуть забезпечуватися при правильній конструкції каптажу (цементації затрубного простору експлуатаційної колони) і крановому (обмеженому) режимі водовідбору. У разі потреби більшої кількості води, ніж це забезпечує режим самовиливу однієї свердловини, можливо або перейти на водовідбір у примусовому режимі – з облаштуванням ручного, або іншого насосного обладнання, або ж, у інших обставинах, облаштовувати подібні свердловини на відстані, що дозволить проводити їх експлуатацію у режимі самовиливу без гідравлічної взаємодії свердловин. У останньому випадку відстань між свердловинними каптажами розраховується, виходячи із величини місцевого модулю підземного стоку.

У загальному випадку, розрахунковий дебіт самовиливної свердловини на уступі річкової тераси (рис. 2) не буде перевищувати:

$$Q = H_{\text{нрт}} \cdot L \cdot B,$$

де:  $H_{\text{нрт}}$  – модуль підземного стоку піщаної річкової тераси, л/(с·км<sup>2</sup>);  
 $L$  – довжина фронту захопту водозабору, км;  
 $B$  – ширина піщаної тераси в районі розташування свердловини, км.

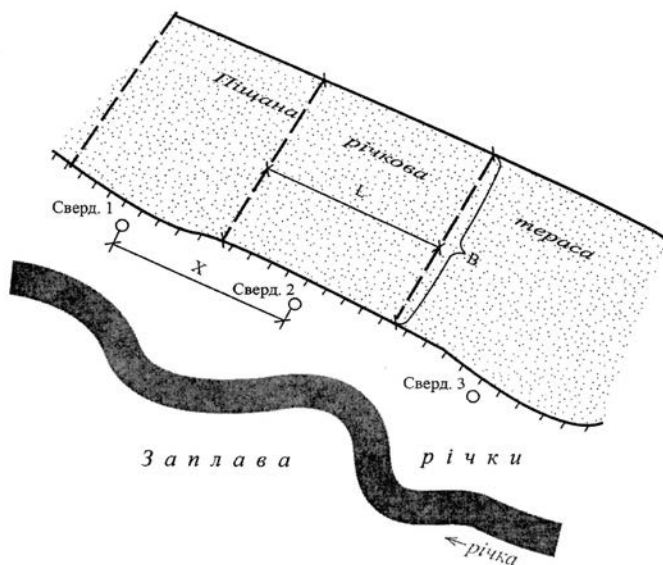


Рис. 2. Схема для розрахунку відстані між самовиливними свердловинами, розташованими на підніжжі піщаної річкової тераси.

На основі залежності і рис. 2 ми бачимо, що теоретично відстань між регулярно розташованими уздовж фронту розвантаження підземних вод сусідніми каптажними свердловинами  $X$  дорівнює довжині фронту захопту свердловини  $L$ , і тому можна записати:

$$X = L \geq Q / H_{\text{нрт}} \cdot B.$$

Таким чином, для визначення відстані до такої ж другої свердловини, яка не буде перехоплювати природний потік підземних вод до першої, достатньо знати дебіт свердловин, ширину тераси і величину місцевого модулю підземного стоку. При

існуючому ступеню вивченості території України такі дані є в державному геологічному відомстві. В якості останньої величини можна приймати середню величину для піщаних річкових терас Лівобережної України, розраховану автором – 3,46 л/с·км<sup>2</sup> [5].

Оскільки самовиливна свердловина буде працювати у сталому режимі, перехоплюючи частину природного стоку з боку річкової тераси до річки, то рух підземних вод до неї може бути виражений залежністю Дююї для стаціонарної фільтрації і дебіт свердловини може бути виражений таким чином:

$$Q = 2,73 \frac{Km S_0}{\lg\left(\frac{R}{r_0}\right) + 0,217\xi},$$

де:  $Q$  – дебіт свердловини, м<sup>3</sup>/добу;

$Km$  – коефіцієнт водопровідності, м<sup>2</sup>/добу;

$S_0$  – очікуване зниження рівня – різниця відміток між п'єзометричним рівнем і положенням точки виливу із свердловини, м;

$R$  – радіус впливу свердловини, у даному випадку рівний  $L/2$ , м;

$r_0$  – радіус водоприймальної частини свердловини, м;

$\xi$  – фільтраційний супротив, що враховує недосконалість свердловини за ступенем і характером відкриття водоносного горизонту.

Для отримання найбільшого дебіту у режимі самовиливу, конструкція свердловини повинна включати фільтр, за довжиною не менший, ніж половина потужності експлуатаційного водоносного горизонту.

**Висновки.** Зважаючи на необхідність виконання передпроектних розрахунків за вищевказаною методикою, розгляд можливості облаштування каптажів для організації питного водопостачання у надзвичайних ситуаціях повинен бути виконаний за замовленням Міністерства надзвичайних ситуацій заздалегідь.

Запропонований спосіб організації самовиливних джерел децентралізованого водопостачання запатентований автором у варіанті захищеного від морозів і механічного пошкодження каптажу (патент автора на корисну модель «Спосіб забору підземних вод у зоні їх висхідного розвантаження» №104235, заявка U2015 03320).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Яковлев В. В. Питьевое водоснабжение городов на основе отдельного использования подземных вод (на примере г. Харькова) : дисс. ... канд. техн. наук : 05.23.04. Харьков, 1999. 195 с.
2. Яковлев В. В. Угрозы бесперебойному функционированию городских водопроводов Украины и меры по защите населения. *Науковий вісник будівництва*. Харків, 2010. Вип. 56. С. 147–152.
3. Дмитренко Т. В., Яковлев В. В. Техногенез грунтовых вод на подтопленных территориях на примере Харькова. *Техногенно-екологічна безпека та цивільний захист*. 2014. № 7. С. 46–52.
4. Яковлев В. В. Гідрогеологічні і технічні аспекти облаштування каптажів питного водопостачання у надзвичайних ситуаціях. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна*. Сер. «Геологія, географія, екологія». Харків, 2013. №1049. Вип. 38. С. 83–86.
5. В. В. Яковлев, Перспективні джерела природних вод для питного водопостачання України, їх охорона і раціональне використання : автореф. дис. ... докт. геол. наук : 21.06.01. Київ, 2017. 33 с.

## ARTIFICIAL SOURCES OF DRINKING WATER FOR THE PERIOD OF EMERGENCY

V.V.Yakovlev, *Doctor of Science in Geology, Prof.*, T.V. Dmytrenko, *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*

The work is devoted to solving the problem of providing the population of Ukraine with quality drinking water during emergency. Based on the analysis of hydrogeological conditions to meet the technical and spatial constraints identified the most acceptable options for the organization of drinking water supply in conditions of water supply disruption and lack of electricity. The geological and technical aspects of well catchment arrangement for providing the population with drinking water in emergency have been considered. Organizational recommendations to increase the level of preparedness of water supply services for emergency have been developed.

**Key words:** drinking water supply, drinking water quality, emergency, sandy river terraces, pore, well, spring.

### REFERENCES

1. Yakovlev V. V. Drinking water supply of cities on the basis of separate use of groundwater (on the example of Kharkov) : thesis ... Cand. Sc. (Tech.) : 05.23.04. Kharkov, 1999. 195 p.
2. Yakovlev V. V. Threats to the uninterrupted functioning of urban water pipelines in Ukraine and measures to protect the population. *Scientific bulletin of civil engineering*. Kharkiv, 2010. Vyp. 56. P. 147–152.
3. Dmytrenko T. V., Yakovlev V. V. Technogenesis of groundwater in flooded areas on the example of Kharkov. Technogenic and environmental safety and civil protection. 2014. No 7. P. 46–52.
4. Yakovlev V. V. Hydrogeological and technical aspects of capturing the water supply in emergency. The Journal of V.N. Karazin Kharkiv National University. Ser. "Geology, geography, ecology". Kharkiv, 2013. No. 1049. Vyp. 38. P. 83–86.
5. Yakovlev V. V. Natural waters challenging sources for drinking water supply of Ukraine, their protection and rational use: abstract ... Doct. Sc. (Geology) : 21.06.01. Kiev, 2017. 33 p.

## УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ У СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІЙ ЗОНІ В УМОВАХ КОМПЛЕКСНОГО ВПЛИВУ ДЖЕРЕЛ НЕБЕЗПЕКИ

*Харламова О.В. к.т.н., доц., Плаксі́й Я.В.*

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: [ecsafety.sh@gmail.com](mailto:ecsafety.sh@gmail.com)

Розроблена система забезпечення екологічної безпеки в Кременчуцькій соціально-економічній зоні в умовах комплексного впливу складових небезпеки різного генезису, яка включає: комплексне використання відходів та продуктів їх переробки у процесах, направлених на забезпечення екологічної безпеки та економії природних енергетичних ресурсів; штучну зміну параметрів середовища в напрямку проходження механічних хвиль від джерел техногенних землетрусів.

Удосконалено спосіб отримання адсорбенту із аграропромислових відходів, що забезпечує зростання ступеню поризації і як наслідок - високу сорбційну ємність для вилучення забруднень .

**Ключові слова:** екологічна безпека, управління, антропогенне навантаження, комплексний вплив, моніторинг, екологічна небезпека, адсорбенти, полістадійний спосіб, енергоносії, літосферні техногенні процеси.

**Вступ.** Стрімкий розвиток науки та техніки, зумовлений потребами економіки, призвів до появи небезпеки для здоров'я людини та навколишнього середовища. У техносфері виникла суттєва потенційна небезпека. Джерела екологічної небезпеки антропогенного



походження нерівномірно локалізовані у просторі. Спостерігається зосередження певних об'єктів (ГЗК, кар'єри, гірничохімічні комбінати, ГЕС, водосховища та інш.) в окремих зонах, де вони домінують і створюють екологічні загрози в зоні свого впливу.

Аналіз результатів досліджень щодо розробки способів та методів зниження рівня природно-техногенного навантаження на довкілля показав недостатню розвиненість комплексного підходу до ослаблення впливу літосферних процесів техногенного походження й об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, одержання ефективних адсорбентів із відходів та застосування їх для очищення компонентів довкілля від забруднень, утилізації біологічних забруднень та промислових відходів із отриманням енергоносіїв. Саме ці аспекти і досліджувались у роботі.

**Мета роботи:** розроблення заходів щодо управління екологічною безпекою в соціально-економічній зоні в умовах комплексного впливу джерел небезпеки на основі закономірностей її формування.

**Матеріал і результати досліджень.** Як об'єкт досліджень проявів екологічної небезпеки визначено Кременчуцьку соціально-економічну зону (КСЕЗ) [1], основним аргументами вибору якої є наявність специфічних складових небезпеки різного генезису, що здійснюють комплексний вплив, несприятливе позиціонування джерел небезпеки по відношенню до об'єктів, на які вони впливають. Характерними особливостями КСЕЗ, які у сукупності відрізняють її від інших зон, є: присутність у її складі акваторій двох водосховищ Дніпровського каскаду (має місце забруднення природних вод), залягання на незначній глибині кристалічного щита (обумовлює значну концентрацію джерел техногенних землетрусів – кар'єрів по видобутку корисних копалин вибуховим способом), наявність мережі об'єктів техногенного впливу – промислових підприємств (формують екологічну небезпеку, пов'язану з забрудненням стічних вод).

Проведено комплексний моніторинг станів екологічної небезпеки формованої під впливом техногенних землетрусів різного генезису. За даними інструментального вимірювання швидкості зміщення в елементах споруд зафіксовано перевищення допустимого рівня коливань в житлових та промислових приміщеннях, розташованих у зонах впливу джерел. Встановлені наслідки проявів екологічної небезпеки – механічні пошкодження конструкцій та тимчасові розлади здоров'я мешканців. За результатами аналізу встановлені об'єкти підвищеної екологічної небезпеки (гребля Кременчуцької ГЕС та авто-залізничний міст через р. Дніпро), пошкодження яких у результаті впливу техногенних землетрусів є потенційним джерелом екологічних катастроф.

Досліджено технологічні аспекти управління екологічною безпекою на основі використання вилучених з природно-антропогенних об'єктів гідросфери мікроводоростей [2]. Одним із елементів управління є утилізація біомаси у процесах отримання енергоносіїв (біогазу, біодизельного палива). Для інтенсифікації зазначеного процесу досліджувались різні види кавітації. Встановлено, що найбільш ефективнішим є застосування саме гідродинамічної кавітації як у випадку екстрагування ліпідів - сировини для виробництва біодизельного палива (рис. 1), так і у випадку добування біогазу (рис. 2).

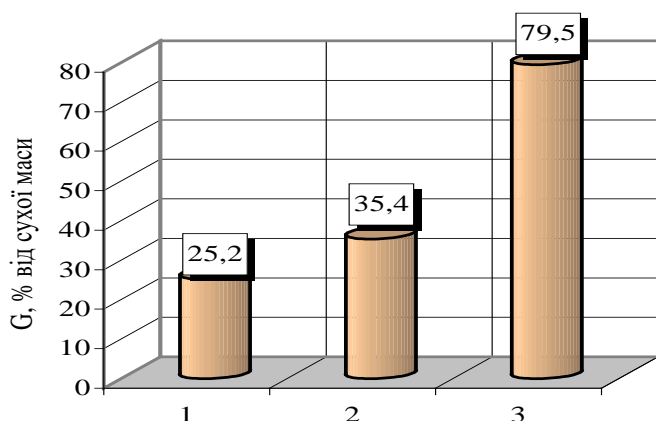




Рисунок 1 – Характеристика екстрагованих із мікрободоростей ліпідів : 1 – без попередньої обробки; 2 та 3 – обробка в полі акустичної (ультразвукової) та гідродинамічної кавітації

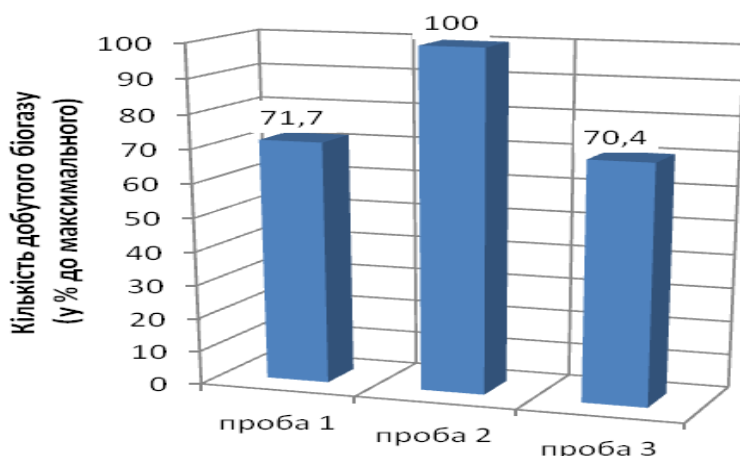


Рисунок 7– Вихід добутого із водоростевої біомаси біогазу: 1 – без обробки, 2 та 3 – обробка у ротаційному та ультразвуковому кавітаторі, відповідно)

Обґрунтована доцільність використання субстрату, отриманого після вилучення енергоносіїв, як органічного та мінерально-органічного добрива. За результатами досліджень на базі Львівської філії «Інституту охорони ґрунтів України» встановлено: вміст кальцію та сірки (олігоелементів, необхідних для збалансованого живлення рослин), фосфору та калію (основних елементів живлення рослин) відповідає вмісту цих елементів у мінеральних добривах, які застосовуються у агротехнологіях, а концентрація хлору - допустима. Жоден із елементів, вміст яких у сировині для виробництва добрив лімітований (кадмій, свинець, арсен), у відпрацьованій біомасі не виявлений.

Удосконалено спосіб отримання адсорбенту високої поглинальної здатності на основі відходів агропромислового комплексу. На першій стадії рослинна сировина піддається обробці сульфатною кислотою за стандартною методикою. Друга стадія включає механохімічне модифікування (сумісний помел та механоактивацію) у процесі чого відбувається подрібнення та пластична деформація У процесі механохімічного синтезу під впливом агрегації мікроструктурних кластерів у частинок речовини формується розвинена порова структура. Проте розглянуті процеси не забезпечують необхідної однорідності гранулометричного складу. Задачу вирішено у третій стадії - електростатичній сепарації.

Розроблений адсорбент сумісно із відходом харчової промисловості (соабстоком) залучається у процес одержання біодизельного палива (стадії процесу: обробка соабстоку адсорбентом з метою виділення жирової фази; введення в нагріту до 60 °С масу бутанолу та каталізатору; відокремлення біопалива від домішок).

Запропоновано технічні рішення щодо зниження проявів екологічної небезпеки від впливу різних типів джерел техногенних землетрусів [3]:

- спорудження заглиблених споруд, заповнених пористими матеріалами;
- формування мережі дерев з розвинутою кореневою системою;
- проведення серії дрібних вибухів з метою дроблення твердих порід,
- щодо об'єктів підвищеної небезпеки (авто-залізничного мосту та греблі ГЕС)

запропоновано узгоджене ініціювання джерел землетрусів: регулювання у часі інтенсивності руху потягів та великовантажного автомобільного транспорту, а також вибухів на кар'єрах.

**Висновки.** Проведено моніторинг формування та просторового поширення екологічної небезпеки в Кременчуцькій СЕЗ. Встановлено, що основними специфічними наслідками проявів небезпеки є суттєве погіршення показників якості підземних та поверхневих вод унаслідок забруднення шкідливими речовинами; пошкодження споруд різного призначення та тимчасові розлади здоров'я мешканців під впливом техногенно

спричинених вібраційних збуджень; сезонне погіршення хіміко-бактеріологічних та органолептичних показників природних вод у наземних водних об'єктах.

Розроблена та реалізована на практиці система забезпечення екологічної безпеки в Кременчуцькій соціально-економічній зоні в умовах комплексного впливу складових екологічної небезпеки різного генезису, яка включає:

- комплексне використання відходів та продуктів їх переробки задля забезпечення еколого-енергетичної безпеки із одержанням продукції цільового призначення (утилізація відходи агропромислових відходів у процесах виготовлення адсорбентів; застосування останніх для вилучення із водного середовища іонів важких металів, нафтопродуктів, жирів, фосфат-іонів; залучення розробленого адсорбенту разом із відходом харчової промисловості у процес отримання альтернативних енергоносіїв - біодизельного палива);

- заходи щодо поліпшення стану екологічної безпеки в природно-антропогенних водоймах;

- систему організаційно-технічних заходів щодо послаблення негативного впливу техногенних землетрусів впливу на людину та довкілля (зокрема, передбачена штучна зміна параметрів середовища в напрямку проходження механічних хвиль від джерел; ступінь проявів екологічної небезпеки знижується в 1,5 - 2 рази).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Volodymyr Shmandiy, Olena Kharlamova, Myroslav Malovanyy, Liliya Bezdeneznych, Tetyana Rigas. [Improving the Method for Producing Adsorbents from Agro-Industrial Wastes](#). *Chemistry & Chemical Technology* Vol. 14, No. 1, 2020, pp. 102–108/

2. Kharlamova O., Shmandiy V., Bezdeneznych L., Svjatenko A., Malovanyy M., Petrushka K., Polyuzhyn I. Methods of salt content stabilization in circulating water supply systems. *Journal «Chemistry & Chemical technology»*. 2017. Vol. 11, № 2. P. 242–246.

3. Шмандий В.М., Харламова Е.В., Ригас Т.Е. Управление экологической безопасностью в регионе: антропоцентрические аспекты. Монография – LAMBERT Academic Publishing, Германия, 2014. – 78 с

#### MANAGEMENT OF ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE SOCIO-ECONOMIC ZONE IN THE CONDITIONS OF COMPLEX INFLUENCE OF SOURCES OF DANGER

**Kharlamova O.V. Ph.D., Assoc. Prof., Plaksiy YV undergraduate,  
Kremenchug National University named after Mykhailo Ostrogradsky**

A system for ensuring environmental safety in the Kremenchug socio-economic zone in terms of the complex impact of hazard components of different genesis, which includes: integrated use of waste and products of their processing in processes aimed at ensuring environmental safety and saving natural energy resources; artificial change of environmental parameters in the direction of mechanical waves from sources of man-made earthquakes.

The method of obtaining an adsorbent from agro-industrial waste has been improved, which provides an increase in the degree of porosity and, as a result, a high sorption capacity for the removal of contaminants.

**Keywords:** ecological safety, management, anthropogenic loading, complex influence, monitoring, ecological danger, adsorbents, polystage way, energy carriers, lithosphere technogenic processes.

#### REFERENCES

1. Volodymyr Shmandiy, Olena Kharlamova, Myroslav Malovanyy, Liliya Bezdeneznych, Tetyana Rigas. [Improving the Method for Producing Adsorbents from Agro-Industrial Wastes](#). *Chemistry & Chemical Technology* Vol. 14, no. 1, 2020, pp. 102–108 /

2. Kharlamova O., Shmandiy V., Bezdeneznych L., Svyatenko A., Malovanyy M., Petrushka K., Polyuzhyn I. Methods of salt content stabilization in circulating water supply systems. Journal of Chemistry & Chemical technology. 2017. Vol. 11, № 2. R. 242–246.

3. Shmandiy VM, Kharlamova EV, Rigas TE Environmental safety management in the region: anthropocentric aspects. Monograph - LAMBERT Academic Publishing, Germany, 2014. - 78 p.

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ У ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНОМУ РЕГІОНІ НА ОСНОВІ АНТРОПОЦЕНТРИЧНОГО ПІДХОДУ

*Шмандій В.М. д.т.н., проф., Ригас Т.Є., к.т.н., ст. викл., Григоренко Ю.С., Стригуль С.С.*

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: [ecsafety.sh@gmail.com](mailto:ecsafety.sh@gmail.com)

Обґрунтована методологія оцінювання стану здоров'я населення в умовах диференційованих проявів екологічної небезпеки, що ґрунтується на застосуванні інтегрального показника здоров'я, який відображає відхилення від нормативних показників функціональних систем організму людини.

.Удосконалено спосіб отримання сорбенту із аграропромислових відходів, який включає стадію кавітації, що забезпечує зростання ступеню поризації і як наслідок - високу сорбційну ємність для вилучення забруднень .

Зниження впливу проявів екологічної небезпеки досягається оптимізацією позиційних характеристик джерел небезпеки та застосуванням отриманого із відходу харчової промисловості сорбенту.

**Ключові слова:** екологічна безпека, антропоцентричний підхід, техногенно навантажений комплекс, прояви екологічної небезпеки, індекс стану здоров'я, сорбент, техногенні землетруси.

**Вступ.** З позицій антропоцентричного підходу важливим завданням управління екологічною безпекою є забезпечення здоров'я населення. Роль довкілля у виникненні і розвитку хвороб визначається інтенсивністю та тривалістю дії чинників формування екологічної небезпеки. Система показників небезпеки повинна не лише забезпечувати попередження появи захворювань, але і створювати найбільш комфортні умови життєдіяльності населення.

Недостатньо розвинені дослідження з прив'язки певних показників рівня життя до закономірностей формування екологічної небезпеки та особливостей її проявів.

Для розробки ефективної системи управління екологічною безпекою існує нагальна необхідність встановлення закономірностей проявів екологічної небезпеки, проведення їх моніторингу, аналізу конкретних небезпечних чинників з метою виявлення об'єктів, які вносять суттєвий внесок у формування небезпеки.

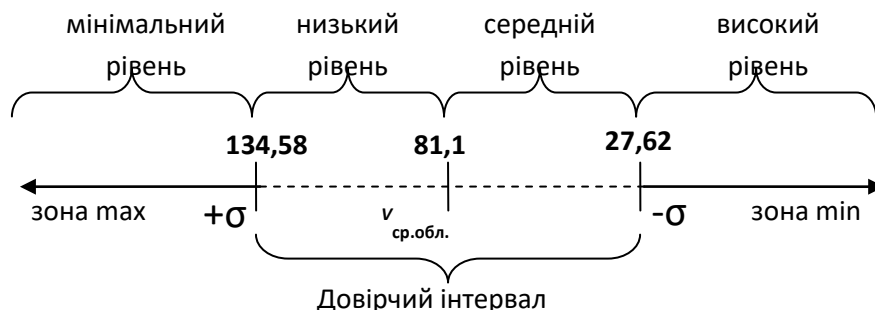
**Мета роботи:** обґрунтування заходів з управління екологічною безпекою у техногенно навантаженому комплексі на основі антропоцентричного підходу, який у нашому розумінні полягає у превалюючому врахуванні прямого та опосередкованого впливу проявів екологічної небезпеки саме на людей.

**Матеріал і результати досліджень.** На основі антропоцентричного підходу (переважно вивчається вплив саме на людину) оцінено стан екологічної безпеки у Полтавській області [1]. Акцентувалася увага на забрудненні атмосферного повітря, якості питної води, утворення відходів, рівня здоров'я населення в районах та містах області.

Як приклад розглянемо математичну оцінку рівня екологічної безпеки, що формується викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел в основних населених пунктах області (аналізуються приведені викиди з урахуванням класів небезпечності інгредієнтів). Результати наведені у табл. 1. Середнє значення приведених викидів розраховано наступним чином :

$$\bar{V} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 I(t) = \frac{1}{5} \cdot 405,5 = 81,1 \quad (1)$$

Точність проведення математичної оцінки вибірки становить  $1,65 \cdot (72,6/\sqrt{5}) = 53,48$ . Математичне очікування знаходиться в інтервалі: від  $\delta_{\min} = 81,1 - 53,48 = 27,62$  до  $\delta_{\max} = 81,1 + 53,48 = 134,58$ . Довірчий інтервал для величини загального значення викидів має вигляд:



За результатами досліджень [3] встановлено, що м. Кременчук та сусідні з ним населені пункти і райони відносяться до групи з мінімальним рівнем екологічної безпеки. Це обумовлює приділення Кременчуцькому техногенно навантаженому комплексу (КТНК) особливої уваги при вирішенні проблем екологічної безпеки.

Таблиця 1 - Розподіл населених пунктів Полтавської області за рівнем екологічної безпеки

Міста області	Приведені обсяги викидів, т/км <sup>2</sup>	Група міст за рівнем безпеки (діапазон математичного очікування)
м. Миргород	6,5	I група – високий рівень (до 27,62)
м. Полтава	17,7	
м. Комсомольськ	66,2	II група – середній рівень (27,62-81,1)
м. Лубни	127,75	III група – низький рівень (81,1-134,58)
м. Кременчук	187,2	IV група - мінімальний рівень (більше 134,58)

Просторове зонування екологічної небезпеки в КТНК проведено на основі позиційних особливостей її формування - за територіальною ознакою виділяємо 5 промислово-житлових зон (ПЖЗ), що відрізняються різноманітністю складових екологічної небезпеки.

Проаналізовано зміну в часі реального рівня екологічної небезпеки, пов'язаної з забрудненням атмосферного повітря. У порівнянні з 1990р. обсяг викидів скоротився майже втричі, що, природно, призвело до зниження рівня екологічної небезпеки.

Запропоновано спосіб оцінювання обсягів надходження та поглинання кисню в приземному прошарку атмосферного повітря під впливом техногенного та природного чинників. За кількісними характеристиками викидів оксидів вуглецю, азоту і сірки від промислових джерел та транспорту визначено кількість атмосферного кисню, що витрачається на утворення цих сполук (табл. 2). По площинних характеристикам зелених насаджень в КТНК розраховано кількість кисню, що «генерується» в процесах фотосинтезу - 130 тис. т/рік. Встановлено, що співвідношення споживаного і «виробленого» кисню помітно відрізняється в різних зонах КТНК. Кращі умови біологічної очистки повітря спостерігаються в центральній ПЖЗ.

Для об'єктивного аналізу медико-екологічних аспектів проявів екологічної небезпеки введено інтегральний показник стану здоров'я населення (ІПСЗН) [2], який фактично відображає ступінь "зношування" функціональних систем організму, враховує біологічний вік (БВ) і темпи «постаріння» організму. Він служить для оцінки рівня здоров'я населення

техногенно навантаженого регіону і демонструє відхилення фактичних показників функціонального стану людини від нормативних:

$$\text{ПСЗН} = \text{ФБВ} - \text{НБВ}, \quad (2)$$

де ФБВ та НБВ – фактичний та належний біологічний вік:

$$\text{ФБВ} = \gamma + \sum_{i=1}^5 \alpha_i \Pi_i - \sum_{j=1}^3 \beta_j I_j, \quad (3)$$

де введено наступні позначення: артеріальний тиск систолічний ( $\Pi_2$ ) діастолічний ( $\Pi_3$ ) і пульсовий ( $\Pi_4$ ); тривалість затримки дихання після глибокого вдиху ( $\Pi_5$ ) і глибокого видиху ( $I_2$ ); життєва ємність легень ( $I_1$ ); статичне балансування ( $I_3$ ); суб'єктивний показник здоров'я ( $\Pi_1$ ), що визначається методом анкетування;  $\gamma; \alpha; \beta$  - емпіричні коефіцієнти;

$$\text{НБВ} = 0,58\text{KB} + 17,24, \quad (4)$$

де KB - календарний вік реципієнта.

Апробація введеного показника проведена для мешканців техногенно навантажених зон КТНК (категорія 1) та тих, хто мешкає подалі від джерел екологічної небезпеки (категорія 2). Встановлено, що середнє значення ПСЗН для населення категорія 1 складає 15,2, а для категорія 2 - 9,48, тобто відрізняються на 5,72. Різко прискорений темп «старіння» спостерігається у 57% населення, що проживає в зонах категорії 1, в той час як для мешканців зон категорії 2 цей показник мало відрізняється від нуля.

Запропонована система технічних рішень щодо зниження впливу проявів екологічної небезпеки. Зокрема, при техногенних землетрусах з використанням закономірностей проявів екологічної небезпеки обґрунтована доцільність поліпшення позиційних характеристик її джерел, а саме штучна зміна параметрів середовища з метою обмеження зони поширення механічних хвиль до небезпечних об'єктів:

- проведення на шляху поширення хвиль малопотужних вибухів для подрібнення твердих порід;
- спорудження приповерхневих захисних споруд, заповнених пористими матеріалами - зафіксовано зниження інтенсивності коливань в 2,6 рази;
- формування мережі зелених насаджень (дерев з розвинутою кореневою системою, яка фактично є еластичною сіткою, що поглинає механічні коливання за рахунок пружних сил)
- інтенсивність впливу знижується в 1,4 рази.

Антропоцентричний аспект реалізації наведених заходів полягає у тому, що за рахунок зниження інтенсивності коливань забезпечуються умови безпеки та комфортності життєдіяльності людей в житлових і виробничих приміщеннях, знижується психологічний вплив.

Удосконалено спосіб отримання сорбенту із відходів рослинного походження, який додатково включає стадію кавітації. Основним елементом кавітаційної установки є трилопатева крильчатка клиновидного профілю із гострою передньою і тупою задньою кромками; частота обертів робочого колеса складає 4000 об/хв. У процесі кавітації утворюються зони високого та низького тиску, які і руйнують поверхню сорбенту, збільшуючи його пористість, що підтверджено електронно-мікроскопічними дослідженнями. Оптимальним часом обробки сорбенту в полі кавітації є 10 хв.

**Висновки.** На основі антропоцентричного підходу оцінено стан екологічної безпеки у Полтавській області. Встановлено, що м. Кременчук відноситься до групи з мінімальним рівнем екологічної безпеки. Проведено моніторинг формування та поширення небезпеки у Кременчуцькому техногенно навантаженому комплексі (КТНК), за результатами якого виявлено характерні специфічні особливості її просторової та часової структуризації. Виділено промислово-житлові зони (ПЖЗ), що відрізняються різноманітністю складових небезпеки та їх несприятливим «сусідством».

Обґрунтована методологія оцінювання стану здоров'я населення в зонах, що відрізняються інтенсивністю проявів екологічної небезпеки, яка ґрунтується на застосуванні

введеного інтегрального показника здоров'я мешканців техногенно навантаженого комплексу, що відображає відхилення від нормативних показників функціональних систем організму людини.

З метою технічного забезпечення антропоцентричних аспектів управління екологічною безпекою удосконалено спосіб отримання сорбенту із агропромислових відходів додатковим введенням стадії кавітації, що забезпечує зростання ступеню поризації (підтверджено результатами електронно-мікроскопічного дослідження) і як наслідок - високу сорбційну ємність.

З антропоцентричних позицій запропонована система технічних та організаційних рішень щодо зниження впливу проявів екологічної небезпеки.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Шмандий В.М., Харламова Е.В., Ригас Т.Е. Управление экологической безопасностью в регионе: антропоцентрические аспекты. Монография – LAMBERT Academic Publishing, Германия, 2014. – 78 с
2. Ригас Т.Е. Интегральный показатель состояния здоровья населения в условиях проявления экологической опасности // Науковий журнал «Екологічна безпека». – Кременчук, 2014. – Вип.2(18). – С.87-92с
3. Ригас Т.Є. Диференціація адміністративних територій Полтавської області за станом екологічної безпеки // Збірник наукових праць «Екологічна безпека та природокористування». – Київ: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2016. – № 3-4 (22). - С.122-127.

#### ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE TENOGENICLY LOADED REGION ON THE BASIS OF ANTHROPOCENTRIC APPROACH

*Shmandiy V.M. (Doctor of Technical Sciences, Prof.), Rigas T.E., Ph.D., Grigorenko Y.S., Strigul S.S., undergraduates,*

The methodology of assessing the state of health of the population in terms of differentiated manifestations of environmental hazards, based on the use of an integrated indicator of health, which reflects the deviations from the normative indicators of the functional systems of the human body.

The method of obtaining a sorbent from agro-industrial waste has been improved, which includes a cavitation stage, which ensures an increase in the degree of porosity and, as a result, a high sorption capacity for removing contaminants.

Reducing the impact of environmental hazards is achieved by optimizing the positional characteristics of hazard sources and the use of sorbent obtained from food waste.

**Keywords:** ecological safety, anthropocentric approach, man-caused complex, manifestations of ecological danger, health index, sorbent, man-made earthquakes.

#### REFERENCES

1. Shmandiy VM, Kharlamova EV, Rigas TE Environmental safety management in the region: anthropocentric aspects. Monograph - LAMBERT Academic Publishing, Germany, 2014. - 78 p
2. Rigas TE Integral indicator of the state of health of the population in the conditions of manifestation of ecological danger // Scientific journal "Ecological safety". - Kremenchuk, 2014. - Issue 2 (18). - P.87-92e
3. Rigas TE Differentiation of administrative territories of Poltava region according to the state of ecological safety // Collection of scientific works «Ecological safety and nature management. - Kyiv: Yuston Publishing House LLC, 2016. - № 3-4 (22). - P.122-127.



## ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ШЛЯХОМ ЗАПОБІГАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ

*І.О Солошич, к.пед.н., доц., Я.С Губина, магістрант*

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: [zaichikyana532@gmail.com](mailto:zaichikyana532@gmail.com)

Одним із визначальних чинників екологічної безпеки й здоров'я населення є якість природних вод. Серед факторів погіршення стану водних екосистем - надходження у водні об'єкти фармацевтичних речовини (ФР). Джерелом постачання цих речовин являються стічні води лікарень, інших медичних закладів, населених пунктів. Ці речовини в складі міських стічних вод важко піддаються біологічній деструкції на міських очисних спорудах.

Дані сполуки накопичуються в донних відкладеннях, у флорі та фауні водних об'єктів, спричиняючи негативний вплив на компоненти водної екосистеми, погіршуючи її екологічну безпеку[1].

У більшості випадків значна частина (до 95 %) ФР у незмінному вигляді екскретується з організму людини та з стічними водами поступають на міські очисні споруди. Стічні води лікарень містять ФР у значно більших концентраціях, ніж міські стічні води. Цим обумовлено, що потенційна небезпечність стічних вод лікарень перевищує аналогічну для міських стічних вод. До того ж стічні води лікарень містять патогенну флору – збудників інфекційних та паразитарних хвороб[3].

Вирішенням проблеми захисту водних об'єктів від забруднення ФР може стати запобігання їх надходження разом з стічними водами лікарень до міських очисних споруд.

Враховуючи зазначене, для очистки стічних вод від пріоритетних ФР, що утворюються в умовах лікарень, доцільним є проведення попередньої очистки та знезараження стічних вод перед їх надходженням до міської каналізації.

Універсальним способом може стати електрохімічна деструкція ФР, яка дозволить не тільки підвищити безпеку господарсько-побутових стічних вод лікарень, що подаються на очистку на міські очисні споруди, але й покращити екологічний стан водних об'єктів.

**Ключові слова:** диклофенак, атенолол, стічні води

**Вступ.** Найважливішою частиною системи охорони здоров'я у всьому світі є фармація, яка постійно удосконалює, оновлює та розширює свій асортимент, а також виконує пошук нових лікарських засобів (ЛЗ). Їх виробництво вже досягло надзвичайно високого рівня і вже у найближчий час споживання ЛЗ у світі буде складати біля 100 тис. т на рік. У майбутньому застосування фармацевтичних препаратів збільшиться ще більше у зв'язку зі зростанням рівня та якості життя, а також його тривалості. В Україні число проданих упаковок ЛЗ вітчизняного та імпортного виробництва тільки у 2018 р. дорівнювало 1,96 млрд.

Очевидним є те, що безконтрольне та безперервне потрапляння у навколишнє середовище фармацевтичних забруднювачів, порушує його екологічну безпеку, призводить до негативних змін у його компонентах та втручається у природні процеси, що стосуються стійкості екосистем.

**Метою роботи** є зниження антропогенного впливу на водні об'єкти за рахунок проведення електрохімічної деструкції фармацевтичних речовин в стічних водах.

**Матеріал і результати досліджень.**

Дослідження проводились на модельних розчинах, які у якості забруднювачів містили два порошкових фармацевтичних субстанції: диклофенак (2- (2,6-дихлораніліна) фенилуксусна кислота), атенолол ((±) -4- [2-Гідроксид-3 - [(1-метил етил) аміно] пропоксид] бензол ацетамід).

Для підвищення електропровідності та зниження витрат електричної енергії у модельні води додавали солі хлориду натрію (NaCl) та сульфату натрію (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) з концентрацією 300-1000 мг/л.



Використовували електрохімічний метод анодного оксидування (електрохімічна деструкція) пріоритетних ФР[2].

Електрохімічні дослідження проводились у відкритій циліндричній скляній комірці об'ємом 250 мл. У якості робочих електродів використовувались: стрижневий графітовий катод і дротяний платиновий анод (Pt), а також пластинчастий катод з високолегованої сталі і титановий решітчастий анод з оксидом рутенію (RuO<sub>2</sub>).

Як джерело постійного струму застосовувався лабораторний прилад DC Power. Процес проводився на RuO<sub>2</sub>/Pt анодах при таких параметрах: сила струму - 0,19-0,59 А, напруга - 31,5 V. Температура розчину – 25<sup>0</sup>С.

Одним з методів детектування ФР у воді є хроматографічний - високоефективний фізико-хімічний метод розділення і аналізу, в якому речовина розподіляється між двома фазами: рухомою і нерухомою. До нього належить рідинна хроматографія, в якій рухомий фазою є рідина, яка рухається через хроматографічну колонку, заповнену нерухомою фазою (сорбентом).

В ході підготовки до проведення аналітичного дослідження було визначене оптимальне значення концентрації ФР у модельних розчинах, призначених для електрохімічних досліджень (3 мг/л). Воно регламентувалося обмеженнями граничної чутливості обладнання РХ-УФ щодо даних речовин. Концентрації ФР ≤ 0,5 мг/л виявилися неприйнятними для даного типу обладнання. У подальшому серії робочих стандартних розчинів концентрацією 0,375 - 15 мг/л диклофенаку, атенололу, у кількості 20 мкл вприскували у інжектор колони та записували відповідні хроматограми. Дослід з однією речовиною повторювався не менше 2 разів.

Рухомі фази, що містили певні співвідношення метанолу, ацетонітрилу, мурашиної кислоти й дистильованої води були досліджені з використанням різного типу аналітичних колон. Елюент здебільшого складався з (метанолу (100%) та мурашиної кислоти (1%) у різних співвідношеннях, які приведені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Умови рідинної хроматографії з УФ детектором (РХ-УФ) для визначення пріоритетних фармацевтичних речовин

Назва ФР	Мобільна фаза		Довжина хвили, нм	Швидкість вприскування, мл/хв	Час, хв
	А	В			
ДИКЛ	1% НСООН (30%)	100% СН <sub>3</sub> ОН (70%)	270	0.7	7.4
АТЕН	10 mM КН <sub>2</sub> РО <sub>4</sub> (90%)	100% СН <sub>3</sub> ОН (10%)	225	1.7	5.3

Після проходження елюенту (20 мкл), клапан був включений для елюювання кожної ФР в аналітичній колоні. Потім елюат з кожною ФР виявлявся на певній довжині хвили. Так, наприклад, диклофенак був детектований на 7,4 хвилині.

Калібрувальні криві, які приведені на рисунках 1, 2, були побудовані на основі автоматичного виміру середньої площі піку комп'ютерною програмою хроматографа, що відповідала певній концентрації фармацевтичної речовини. Усі концентрації ФР, які досліджувались, визначались шляхом порівняння їх характеристик з робочими стандартами.

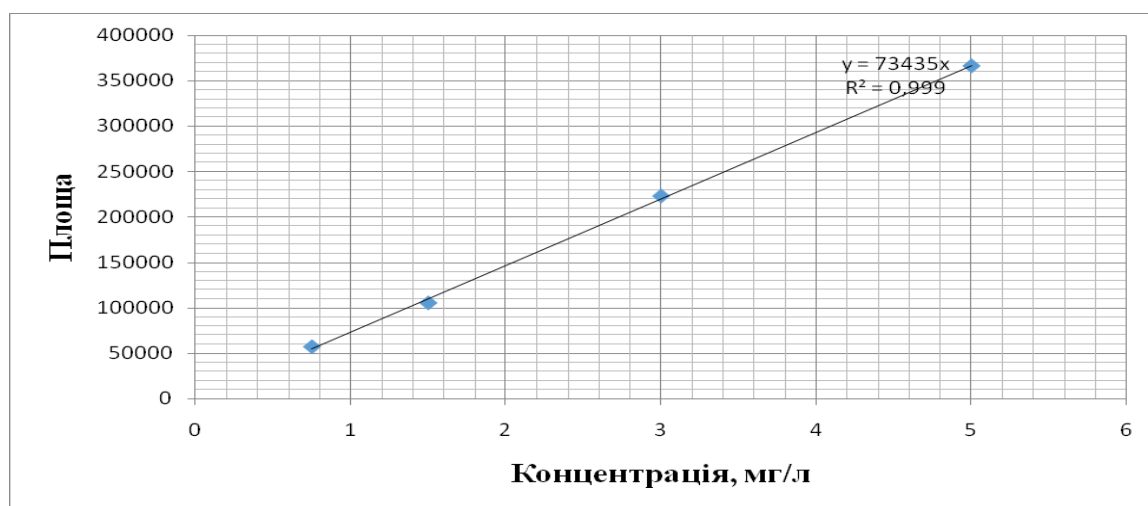


Рисунок 1 – Калібрувальний графік диклофенаку

Для визначення концентрації диклофенаку на аналітичному обладнанні типу РХ-УФ використовували формулу:

$$x = y / 73435, \quad (1)$$

де  $x$  – концентрація диклофенаку;  $y$  – площа;

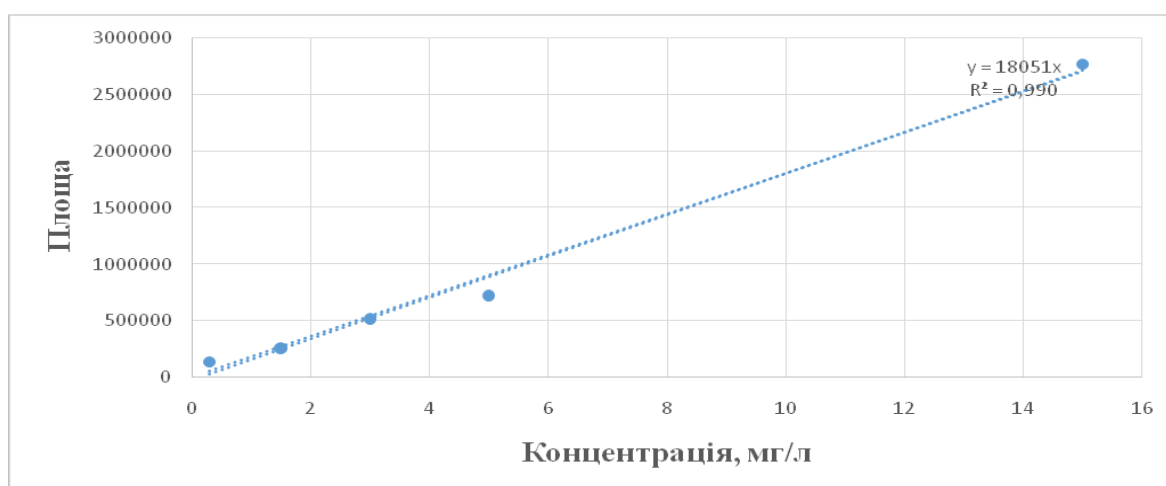


Рисунок 2 – Калібрувальний графік атенололу

Формула для визначення концентрації атенололу на приборі типу РХ-УФ:

$$x = y / 18051, \quad (2)$$

де  $x$  – концентрація атенололу;  $y$  – площа.

### Висновки.

1. Для проведення експериментальних досліджень використовували електрохімічний метод анодного окиснення, який полягає у електрохімічній деструкції модельних розчинів двох ФР окремо та їх суміші у електрохімічній комірці з використанням робочих анодів з Pt та RuO<sub>2</sub>. Оптимальними робочими параметрами проведення процесу були обрані: сила струму - 0,5 А (RuO<sub>2</sub>/Pt); напруга - 31,5 В (RuO<sub>2</sub>/Pt), тривалість – 10 хв.

2. Розроблені методи детектування ФР у водному середовищі для диклофенаку, атенололу, за допомогою рідинної хроматографії з ультрафіолетовим детектором (РХ-УФ).

3. Запропонований аналітичний метод рідинної хроматографії для детектування ФР у водному середовищі відповідає загальним аналітичним методикам визначення органічних сполук у воді у передових європейських хімічних лабораторіях та центрах.

ЛІТЕРАТУРА

1. О.О Вовк, М. С. Бойченко. Причинно-наслідковий аналіз стану екологічної безпеки під час виробництва та використання фармацевтичної продукції // Наукоємні технології. – 2017. – Т. 33. – № 1. – С. 71–77
2. Долина Л. Ф. Вплив анодного матеріалу на електрохімічне окислення 2-нафтолу Частина 2. Експерименти з масовим електролізом / Долина Л. Ф. // *Electrochimica Acta*. – 2004. - № 49. – С. 21–26.
3. Гуринович А.Д., Житенёв Б.Н. Аналітичні методи відстеження фармацевтичних залишків у воді та стічних водах / Гуринович А.Д., Житенёв Б.Н.// Тенденції аналітичної хімії. - 2007. - № 26 (6). - С. 515–533.

**IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF WATER FACILITIES BY  
PREVENTING POLLUTION OF PHARMACEUTICAL SUBSTANCES**

*I.O Soloshich, Candidate of Pedagogical Sciences, Y.S Gubina, undergraduate*

Kremenchuk Mykhaylo Ostrohradskyi National University

street Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: [zaichikyana532@gmail.com](mailto:zaichikyana532@gmail.com)

One of the determinants of environmental safety and public health is the quality of natural waters. Among the factors deteriorating the status of aquatic ecosystems is the entry of pharmaceutical substances (FS) into water bodies. The source of supply of these substances is the wastewater of hospitals, other medical institutions, settlements. These substances in urban wastewater are difficult to biodegrade at urban treatment plants.

These compounds accumulate in bottom sediments, in the flora and fauna of water bodies, causing a negative impact on the components of the aquatic ecosystem, deteriorating its ecological safety [1].

In most cases, a significant part (up to 95%) of FS in unchanged form is excreted from the human body and with wastewater enters the municipal treatment facilities. Hospital wastewater contains FS in much higher concentrations than urban wastewater. This is due to the fact that the potential danger of hospital wastewater exceeds that of urban wastewater. In addition, hospital wastewater contains pathogenic flora - pathogens of infectious and parasitic diseases [3].

The solution to the problem of protecting water bodies from pollution of the FS can be to prevent their entry together with the wastewater of hospitals to urban treatment facilities.

Given the above, for wastewater treatment from priority FSs generated in hospitals, it is advisable to pre-treat and disinfect wastewater before it enters the municipal sewer.

Electrochemical destruction of FS can be a universal method, which will not only increase the safety of domestic wastewater of hospitals supplied for treatment at municipal treatment facilities, but also improve the ecological condition of water bodies.

**Keywords:** diclofenac, atenolol, wastewater

REFERENCES

1. O.O Vovk, M.S Boychenko. Causal analysis of the state of environmental safety during the production and use of pharmaceutical products // *Science-intensive technologies*. - 2017. - V. 33. - № 1. - P. 71–77
2. Valley L.F Influence of anode material on electrochemical oxidation of 2-naphthol Part 2. Experiments with mass electrolysis / Valley LF // *Electrochimica Acta*. - 2004. - № 49. - P. 21–26.
3. Gurinovich A.D, Zhitenev B.N Analytical methods of tracking pharmaceutical residues in water and wastewater / Gurinovich A.D, Zhitenev B.N // *Trends in analytical chemistry*. - 2007. - № 26 (6). - P. 515–533.

## ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА У ВІДЦЕНТРОВИХ ДЕЗІНТЕГРАТОРАХ ДЛЯ ОТРИМАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Сокур М.І., д.т.н., проф., Святенко А.І., к.т.н., доц., Божик Д.П., аспір., Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського*

Показано, що в результаті діяльності гірничозбагачувальних підприємств екологічно небезпечні відходи, які є причиною захворювань населення є забруднення навколишнього середовища. Запропоновано переробляти ці промислові відходи в дезінтеграторах відцентрового типу конструкції авторів.

Приведено результати досліджень по переробці промислових відходів. Встановлена можливість отримання високоякісних будівельних матеріалів при переробці їх у відцентрових дезінтеграторах.

**Ключові слова:** промислові відходи, утилізація, дроблення, дезінтегратор, будівельні матеріали

**Вступ.** В надрах України зосереджено великі обсяги корисних копалин, в тому числі руди чорних і кольорових металів, марганцеві і уранові руди. Для отримання з руди корисних компонентів - заліза, нікелю, марганцю, урану-застосовуються складні технології їх переробки і збагачення.

В Україні добре розвинута гірничо-збагачувальна галузь, особливо в залізорудній промисловості. Ефективно працюють гірничо-збагачувальні комбінати в Дніпропетровській області – Північний ГЗК, Центральний ГЗК, Південний ГЗК, Ігулецький ГЗК, Першотравневий ГЗК, Марганецький ГЗК, Орджонекідзевський ГЗК, а також десятки шахт з видобутку і переробці залізних руд. В Полтавській області швидкими темпами розвиваються Полтавський ГЗК, Ерестовський ГЗК, Біланівський ГЗК. Основною продукцією цих підприємств є залізорудний концентрат і обкотиші, при цьому більша частина їх продукції спрямовується на експорт, що забезпечує значні валютні надходження нашої країни.

**Метою роботи** є дослідження можливості виробництва будівельних матеріалів із відходів гірничозбагачувальної галузі.

**Матеріал і результати досліджень.** В процесі виробничої діяльності цих підприємств крім готової продукції – залізорудного концентрату і обкотишів утворюються великі обсяги відходів, які складаються у вигляді відвалів і териконів пустої породи.

Ці відвали є джерелом великої екологічної небезпеки, так як дрібнодисперсний пил з них розноситься повітряними потоками на великі відстані, а особливо на навколишні населені пункти і міста. Вдихання повітря, насиченого цим пилом призводить до ряду важких захворювань дихальних шляхів і серцево-судинної системи і провокує онкологічні захворювання. Крім того в районі цих відвалів забруднюються токсичними речовинами підземні води і наземні водойми і басейни рік.

Тому нейтралізація негативного впливу на довкілля звалищ відходів залізорудної галузі та їх переробки на корисну продукцію є надзвичайно актуальною науково – технічною і народно - господарчою проблемою.

Для переробки відходів гірничо-збагачувальної промисловості і виробництва з них будівельних матеріалів високої якості щебеню з кубовидною формою зерен – пропонується застосувати інноваційне дробильне обладнання – відцентрові дезінтегратори власної конструкції, які реалізують принцип дроблення твердих матеріалів вільним ударом в полі відцентрових сил. Загальний вигляд такого дезінтегратора продуктивністю 10т/год (ЦД-10) показано на рисунку 1.

При роботі дезінтегратора вхідний матеріал подається через тічку 1 розгінний ротор 2, який приводиться в обертання від приводного двигуна через шків 8 і вал 5.

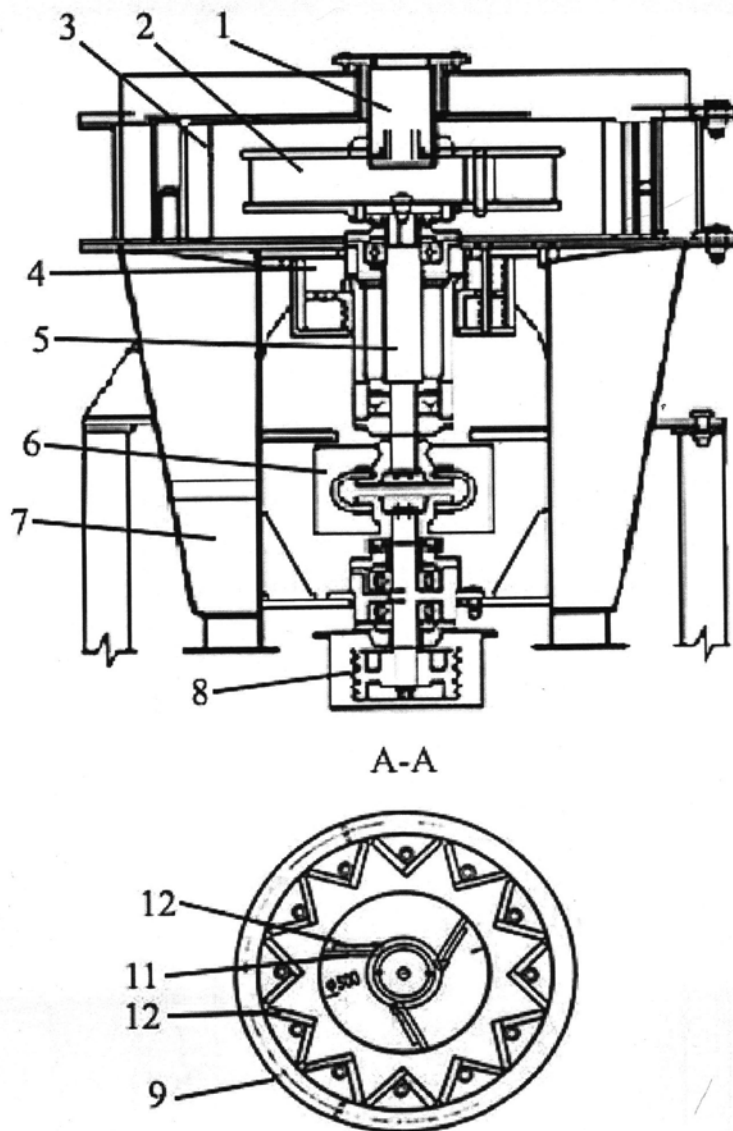


Рисунок 1 – Експериментальний зразок відцентрового дезінтегратора ЦД-10  
 1– завантажувальна точка; 2– ротор; 3– відбійні плити; 4– підвістка; 5– вал ротору;  
 6– муфта; 7– розвантажувальна точка; 8– шків приводу ротору; 9– обечайка; 10– відбійні  
 плити вуглової форми; 11– розгонні ребра; 12– зносостійка пластина;

На розгінному роторі вхідний матеріал розганяється до швидкості вильоту  $50\text{--}100\text{с}^{-1}$ , б'ється об зносостійкі розгінні плити 3 і дробиться. Величина виходу певного класу крупності матеріалу регулюється зміною частоти обертання розгінного ротара.

Перевагою даного способу дроблення відходів гірничої маси є те, що ми отримуємо готовий продукт–щебінь із зернами кубовидної форми, що надзвичайно важливо у будівництві так, як із такого щебеню будівельники виробляють бетонні суміші високої якості і міцності, які використовуються при будівництві особливо важливих об'єктів–розгінних смуг аеродромів, причалів, автомобільних доріг.

Авторами проведено експериментальні дослідження по дробленню відходів гірничозбагачувального виробництва Північного гірничозбагачувального комбінату (Півн. ГЗК).

Дослідженнями встановлено, що при частоті обертання розгінного ротара  $1000\text{ хв}^{-1}$  масова частка дробленого продукту класів мінус 1мм, 5мм і 10мм скла 40%, 75% і 90% відповідно. Ступінь скорочення дроби того матеріалу при цьому становить 6-7, середньозважена крупність 3,5-4,0 мм.

Дослідженнями встановлена залежність технологічних показників дроблення відходів від переробки магнетитових кварцитів від режиму роботи дезінтегратора (рис.2, 3).

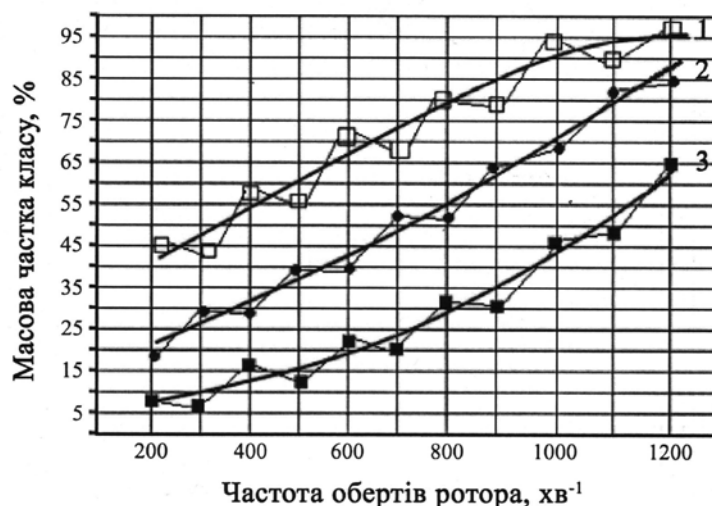


Рисунок 2 – Залежність масової частки готових класів (графіки 1, 2, 3 класи 10 мм 10 мм і 1 мм відповідно) від режиму роботи дезінтегратора

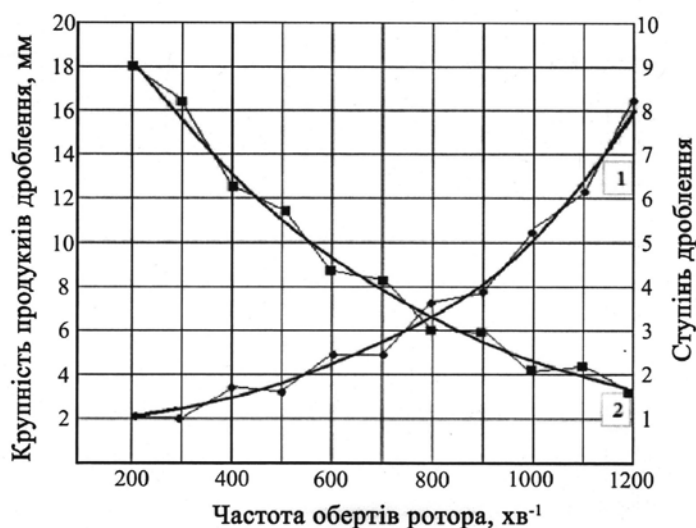


Рисунок 3 – Залежність ступеня дроблення (1) і середньозваженої крупності (2) від режиму роботи дезінтегратора

Як видно з приведених графіків, із збільшенням частоти обертання розгінного ротора дезінтегратора і відповідно швидкості вильоту з нього збільшується ступінь дроблення і масова частка класів 1мм, 5мм, 10мм в продуктах дроблення, і тому зміною цих параметрів можна регулювати, крупність готового продукту.

**Висновки.** Таким чином, застосування відцентрових дезінтеграторів для переробки відходів гірничо-збагачувального виробництва дозволяє поступово зменшити кількість цих відходів і переробити їх у високоякісний щебінь з кубовидною формою зерен для широкого застосування його у будівельній галузі.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Сокур М.І. Білецький В.С., Ведмідь І.А. Рудопідготовка (дроблення, подрібнення, класифікація): Монографія- Кременчук :ПП Щербатих О.В., 2020. 494 с.
2. Сокур М.І. Дослідження процесу дезінтеграції твердих матеріалів у відцентрових дезінтеграторах / М.І. Сокур, В.С. Білецький, Л.М. Сокур, Д.П. Божик, І.М. Сокур/ Східно-Європейський журнал передових технологій, 2019, №9

**PROCESSING OF WASTE AND PROCESSING WASTE IN CENTRAL  
DISINTEGRATORS TO OBTAIN BUILDING MATERIALS**

**Sokur M.I, Prof., Svyatenko A.I., candidate of technical sciences, associate professor, Bozhyk DP, asp., Mykhailo Ostogradsky National University of Kremenchug**

It is shown that as a result of the activities of mining and processing enterprises environmentally hazardous waste, which is the cause of diseases of the population is environmental pollution. It is offered to process these industrial wastes in disintegrators of centrifugal type of a design of authors.

The results of research on industrial waste processing are given. The possibility of obtaining high-quality building materials during their processing in centrifugal disintegrators is established.

**Key words:** industrial waste, utilization, crushing, disintegrator, building materials

REFERENCES

1. Sokur MI Biletsky VS, Bear IA Ore preparation (crushing, grinding, classification): Monograph-Kremenchuk: PE Shcherbatykh OV, 2020. 494 p.
2. Sokur MI Investigation of the process of disintegration of solid materials in centrifugal disintegrators / M.I. Sokur, VS Biletsky, LM Sokur, D.P. Божик, I.M. Sokur / Eastern European Journal of Advanced Technologies, 2019, №9