

УДК 504.05: 622.3+556.555.7

**В. В. КАРАБИН**, канд. геол. наук, професор кафедри екологічної безпеки (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності), vasyi.karabyn@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8337-5355>

**V.V.KARABYN**, Ph.D.(geology), Professor of the Department of Environmental Safety (Lviv State University of Life Safety), vasyi.karabyn@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8337-5355>

## ЧИННИКИ ПРОСІДАННЯ ТА ПІДТОПЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ ВУГЛЕВИДОБУТКУ ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ

## FACTORS OF SUBSIDENCE AND FLOODING OF THE COAL MINING AREAS OF THE CHERVONOGRAD INDUSTRIAL MINING REGION

Розглянуто суть явищ просідання та підтоплення територій. Методом маршрутного спостереження оцінено явища просідання та підтоплення в межах Червоноградського гірничопромислового району Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. Отримані результати зіставлено з даними геодезичного моніторингу та дешифрування аерознімків щодо інтенсивності просідання та підтоплення поверхні з природними й техногенними чинниками. Класифіковано чинники просідання та підтоплення території вуглевидобутку в межах Червоноградського гірничопромислового району Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. Виділено геологічні, кліматичні й ландшафтні чинники, які об'єднано в групу природних, та гірничі й селітебні, які об'єднано в групу техногенних. Установлено взаємозв'язки між чинниками просідання та підтоплення.

**Ключові слова:** класифікація, Львівсько-Волинський басейн, надзвичайна ситуація.

The essence of subsidence and flooding of the territories was examined. Using the route observation method, the phenomenon of subsidence and flooding within the Chervonohrad industrial mining region of the Lviv-Volyn coal basin was evaluated. The obtained results were compared with the data of geodetic monitoring and aerial photographs decoding. The intensity of subsidence and flooding of the surface was compared with the natural and technogenic factors. The classification of factors of subsidence and flooding of the coal mining area within the Chervonohrad industrial mining region of the Lviv-Volyn coal basin was carried out. Geological, climatic, and landscape factors were distinguished and grouped together as natural factors, while mining and residential factors were combined into a technogenic group. The selection of each factor is justified by the results of field and experimental explorations within the area of research. Relationships between factors of subsidence and flooding were established.

**Keywords:** classification, Lviv-Volyn coal basin, emergency situation.

### Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими практичними завданнями

Вугледобувна діяльність унаслідок виймання гірських порід з місць їхнього природного місцезнаходження спричинює утворення гірничих виробок під денною поверхнею та відвалів порід на денній поверхні, що призводить до просідання, підтоплення, заболочення окремих ділянок поверхні, забруднення усіх компонентів довкілля. Класифікація чинників, які спричиняють просідання та підтоплення територій, слугуватиме ліпшому розумінню їхньої структури та зв'язків між ними, що також сприятиме розробленню ефективних заходів з мінімізації проявів згаданих процесів.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Проблеми просідання та підтоплення в межах вугледобувних територій розглянуто в працях [12–14]. У межах Львівсько-Волинського басейну (ЛВБ) цю проблему вивчали Г. І. Рудько, І. П. Ковальчук, Є. В. Иванов та інші вчені [5, 6, 10]. Проаналізовано суть явищ просідання й підтоплення, наведено детальні картографічні та фактографічні матеріали тощо. Утім, класифікацію чинників процесів просідання та підтоплення територій не висвітлено в працях, які проаналізував автор.

**Об'єкт досліджень** – чинники просідання та підтоплення територій вуглевидобутку в межах Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну.

**Мета статті** – проаналізувати та класифікувати чинники

просідання й підтоплення територій вуглевидобутку в межах Червоноградського гірничопромислового району (ЧГПР).

**Методи дослідження** – маршрутного спостереження, докуція, аналіз, синтез.

### Результати досліджень та їхнє обговорення

Під просіданням земної поверхні розуміємо складний природно-антропогенний процес, зумовлений трансформуванням верхніх шарів земної кори, зміщенням гірських порід у процесі підземного розроблення корисних копалин, що призводить до зниження рівня земної поверхні та утворення депресійної лійки [6]. Зазвичай просідання земної поверхні зумовлює її підтоплення, але ці взаємопов'язані процеси не є синхронними, оскільки на підтоплення впливає й низка інших чинників.

До підтоплених територій належать знижені ділянки земної поверхні, на яких рівень поверхневих і ґрунтових вод є вищим від рівня земної поверхні або залягає на невеликій глибині (до 0,5 м) та має сезонну тенденцію до підвищення, особливо в період танення снігу чи випадання зливових дощів. Такі ділянки впродовж більшої частини року заповнені поверхневими й ґрунтовими водами, мають характерний ґрунтовий і рослинний покриви [6]. Навколо підтоплених ділянок формуються площі вторинного заболочення. Заболоченими територіями вважаємо ділянки, на яких простежується надмірне перезволоження ґрунтового профілю та розпочинається процес торфоутворення, а рівень вод періодично опускається нижче рівня земної поверхні, що зумовлює тимчасовість їхнього затоплення атмосферними

водами – під час повеней, паводків, рясних опадів, танення снігу тощо [6].

У межах ЛВБ площа порушеної денної поверхні становить 150 км<sup>2</sup> [5]. Території, які перебувають за межами гірничих виробок, становлять лише 8 % ЛВБ, але й на цих територіях фіксується просідання зі швидкістю до 10 мм/рік. 35 % території (2350 га) зазнає просідань зі швидкістю до 40 мм/рік, 25 % (1700 га) території просідає зі швидкістю 40–80 мм/рік і 32 % (2200 га) території – зі швидкістю понад 80 мм/рік [6]. Найвищі швидкості просідання зафіксовано в зоні впливу шахти Степова – 132 мм/рік [10].

Високі значення просідання земної поверхні зафіксовано в зоні впливу збагачувальної фабрики компанії “Львіввугілля”, ліквідованих шахт. Наприклад, у межах полів ліквідованої шахти № 5 “ВМ” та шахти “Межирічанська” значення просідання на окремих ділянках перевищують 3,2–3,5 м. Унаслідок цього утворилося нове русло р. Західний Буг та виникло озеро площею понад 10 га. Високі значення просадочних явищ (понад 2,0–2,5 м) зареєстровано також у межах фрагментів полів шахт “Відродження”, “Візейська”, “Бендюзька”, “Зарічна” [6].

У межах смт Гірника, яке розміщується над полями шахт “Межирічанська”, “Відродження” і “Зарічна”, задокументовано трансформацію рельєфу внаслідок гірничодобувної діяльності, що призвело до зміни поверхневого стоку, появи безстічних ділянок. Через підроблення території смт Гірника вугледобувними підприємствами спостерігаються часті підтоплення, які завдають шкоди доквітлю та збитків місцевому населенню. Відповідно до матеріалів Пояснювальної записки генерального плану селища масштабна трансформація рельєфу місцевості з деформаційними процесами (просідання й підтоплення) внаслідок підземного видобування покладів кам'яного вугілля є основною проблемою розвитку Гірника. Населення смт Гірника станом на 2013 р. складало 2902 особи [4].

Територія смт Межиріччя, окрім того що зазнає процесів просідання та підтоплення внаслідок вугледобутку, також входить у зону затоплення високими повеневими водами р. Рата. 2010 року зафіксовано підняття води в с. Межиріччя до 2,4 м [4].

Територія м. Соснівки внаслідок підроблення підземними гірничими виробками деформована просіданням поверхні землі. Генеральним планом [3] територію міста поділено на ділянки трьох категорій: території малосприятливої категорії для забудови, території несприятливої категорії для забудови, території особливо несприятливої категорії для забудови. Тобто територій, сприятливих для забудови, у межах міста немає. Території малосприятливої категорії для забудови охоплюють окремі ділянки в північно-західній частині міста, з ухилом поверхні землі від 0,5 до 8 %; рівнем підземних вод 3 м і більше від поверхні землі; складені супісками, пісками з розрахунковим тиском на них понад 1,5 кг/см<sup>2</sup>. Території несприятливої категорії для забудови охоплюють майже всю територію міста, з ухилом поверхні землі до 0,5 та 8–15 % і більше, рівнем підземних вод 1–3 м від поверхні землі; складені супісками, пісками з розрахунковим тиском на них понад 1,0–1,5 кг/см<sup>2</sup>. Території особливо несприятливої категорії для забудови – це понижені й заболочені території із заляганням ґрунтових вод на глибині до 1 м від поверхні землі; складені пісками, супісками замуленими, з прошарками торфів і торфами з розрахунковим тиском на них менше ніж 1,0 кг/см. Підто-

плення ґрунтовими водами спостерігається біля лікарні, у кварталах індивідуальної забудови й садівничих товариствах переважно в південно-західній та південно-східній частинах міста. У м. Соснівці станом на 2012 р. проживає 11,564 тис. особи [3].

У зоні впливу шахт Червоноградська № 2, Великокомотівська № 4, “Відродження”, “Візейська” та інших просідання земної поверхні призводить до періодичного підтоплення окремих сільськогосподарських і промислових ділянок.

Унаслідок техногенно зумовлених процесів просідання у водоносних горизонтах четвертинних і верхньокрейдових відкладів з'явилися аналогічні до поверхневих заглиблення. Ці ділянки стають зонами акумулювання забруднених стоків, які надходять з териконів. Атмосферні опади потрапляють на поверхню терикона, просочуються через його тіло, сприяючи вимиванню дрібних часток. Унаслідок цього формується зона замулювання або водотрив у підшві терикона. Цим водотривом стікає інфільтрат, який біля контуру терикона потрапляє в четвертинний водоносний горизонт. Інфільтрат має високу мінералізацію (шахта Відродження – 3 г/дм<sup>3</sup>, шахта Лісова – 24 г/дм<sup>3</sup>) і відповідно більшу густину. Важчі солоні води рухаються вниз до підшви водоносного горизонту в четвертинних відкладах і акумулюються в заглибленнях від просідання. Оскільки суцільність порід уже порушена, то тріщинами ці води рухаються далі вниз до тріщинуватої зони водоносного горизонту у відкладах верхньої крейди. Важчі солоні води швидше рухаються в нижній частині пласта й акумулюються на ділянках просідання. Такі ділянки є джерелами забруднення водозаборів питних вод, і через це є вкрай небезпечними [1].

На думку автора, процеси підтоплення території, спричинені її просіданням унаслідок вугледобутку, набули ознак надзвичайної ситуації відповідно до пункту 2.20 класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій – “Порушення нормальних умов життєдіяльності понад 100 осіб унаслідок підвищення рівня ґрунтових вод на забудованих територіях до глибини вище проектних норм осушення”.

Виникнення надзвичайної ситуації у зв'язку з підтопленням території контролюється низкою природних і техногенних чинників. До природних зачисляємо насамперед геологічні, кліматичні та ландшафтні. До техногенних – гірничі, селітебні та інші (рисунок).

**Геологічні чинники** можна поділити на регіональні та локальні. До регіональних геологічних чинників зачисляємо геодинамічні характеристики тектонічних одиниць 1-го і 2-го порядків, регіональні неотектонічні умови, петрографічні характеристики порід розрізу карбон – антропоген; регіональні гідрогеологічні та геоморфологічні умови.

Геологічне середовище досліджуваної території розглядаємо як частину Волино-Подільської плити Східноєвропейської платформи, де на складчастій епігерцинській основі залягає палеомезокайнозойський комплекс теригенно-карбонатних і флювіогляціальних відкладів Львівсько-Волинського вугільного басейну [8]. У геологічній будові Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну та прилеглих до нього площ бере участь складний комплекс утворень від докембрію до четвертинних відкладів включно. У гідрогеологічному аспекті територія району досліджень входить до складу Волино-Подільського артезіанського басейну в його північно-західній частині.

Загалом моноклінальна будова Волино-Подільської плити та наявність водотриву у нижній частині товщі сенонських



Примітка \* – у разі консервації шахти

мергелів і туронської крейди на не дуже великих глибинах сприяють розвитку підтоплення та заболочування території досліджень.

Локальні геологічні чинники є мінливими й різняться в різних частинах ЧГПР. Зокрема, під четвертинними відкладами залягають породи крейдової системи, представлені туронським, коньякським, сантонським, кампанським та маастрихтським ярусами. Крейдові відклади представлені товщею мергельно-крейдових порід. Товщина крейдових відкладів варіює в межах від 80–120 м у східній частині басейну до 860 м і більше на південному заході басейну. Відклади туронського ярусу представлені білими та ясно-сірими крейдоподібними вапняками. Вище залягає нерозчленована товща сеноносного над'ярусу, який уміщує відклади коньякського, сантонського, кампанського і маастрихтського ярусів. Нерозчленована товща представлена сіро-зеленими мергелями. Безпосередньо під четвертинними відкладами залягають відклади верхньої крейди львівської та лувинської світ. Відклади львівської світи поширені в східній частині ЧГПР, а лувинської – у західній і південній. Львівська світа представлена кременистими вапняками й опоками, а лувинська – мергелями з прошарками глин [7]. Імовірно, відклади лувинської світи, особливо на ділянках поширення прошарків глин підвищеної товщини, будуть ліпшими водотривами, порівнюючи з відкладами львівської світи. Припущення автора статті підтверджується інтенсивнішим розвитком процесів підтоплення в східній частині території досліджень, тобто в зоні поширення львівської світи верхньої крейди.

Наймінливішими за складом і фільтраційними характеристиками є четвертинні відклади, які суцільним чохлом укривають усі давніші утворення, за винятком не дуже великих ділянок. Представлені четвертинні відклади переважно льодовиковими утвореннями, давнім і сучасним алювієм і зрідка – еоловими лесовими породами. За своїм характером льодовикові утворення в межах басейну неоднорідні. На півдні і в центральній частині басейну розвинуті флювіогляціальні лесуваті суглинки, які підстелюються пісками й глинами. Суглинки переважно бурі або жовтувато-бурі, містять лінзи дрібнозернистих глинистих пісків.

У північній частині Волинського родовища й далі, на північ і північний захід від нього, розвинуті відклади зандрової зони, складеної пісками, супісками, суглинками, глинами. У північному напрямку в розрізі четвертинних відкладів переважають піски.

Давні алювіальні відклади поширені в долинах річок і представлені переважно різнозернистими, зазвичай глинистими пісками з прошарками глин і суглинків. Сучасний алювій утворює заплавні тераси більшості річок і представлений тонкозернистими пісками, що перешаровуються з мулистими суглинками, глинами, місцями з прошарками щебеню й галечників.

Велике поширення мають серед сучасного алювію також торфи, поклади яких сягають місцями неабиякої товщини. У південній і південно-західній частинах басейну на вододілах розвинуті еолові відклади – леси й лесуваті суглинки [9].

Така різноманітність літологічного складу четвертинних відкладів (щебінь, піски, суглинки, глини) впливає на конфігурацію зон підтоплення території досліджень.

Локальні гідрогеологічні умови ЧГПР пов'язані з територіями поширення водоносних горизонтів і водотривів у четвертинних і крейдових відкладах. Підземні води четвертинних відкладів розвинуті майже всюди, їхня водозбагаченість нерівномірна й залежить від літологічного складу, положення в рельєфі та кількості атмосферних опадів. У межах Волинсько-Подільського артезіанського басейну Г. М. Бучацька [2] виділяє такі водоносні горизонти й комплекси: водоносний горизонт у біогенних відкладах заплів і торфовищ голоцену (bH), водоносний горизонт в алювіальних відкладах голоцену (azH), водоносний горизонт в алювіальних відкладах першої та другої надзаплавних терас верхнього неоплейстоцену (a 1-2PII), водоносний горизонт спорадичного поширення в еолово-делювіальних, елювіальних відкладах неоплейстоцену (vd, ePI-III), водоносний комплекс у верхньонеоплейстоценових-голоценових еолових і нижньонеоплейстоценових алювіальних, льодовикових і водно-льодовикових (флювіогляціальних) відкладах (vPIII+H+aPI+gPI+fPI), водоносний горизонт у відкладах верхньої крейди (K<sub>2</sub>), водоносний горизонт у відкладах сокальської світи верхньої юри (J<sub>3sk</sub>), водоносний комплекс у відкладах кам'яновугільної системи (C<sub>1,2</sub>), водоносний комплекс у відкладах верхнього девону (D<sub>3</sub>).

**Рисунок. Класифікація чинників просідання та підтоплення територій вуглевидобутку**



Водоносні горизонти у четвертинних відкладах безнапірні, здебільшого містять воду мінералізацією до 1 г/дм<sup>3</sup>. За хімічним складом вода в катіонному складі переважно кальцієва та натрієво-кальцієва в аніонному – сульфатно-гідрокарбонатна, гідрокарбонатна, рідше (у водоносних горизонтах в еолово-делювіальних, елювіальних відкладах неоплейстоцену та у верхньонеоплейстоценових-голоценових еолових і нижньонеоплейстоценових алювіальних, льодовикових і водно-льодовикових (флювіогляціальних) відкладах) хлоридно-гідрокарбонатна. Глибина залягання цих водоносних горизонтів різна: 0,1–0,5 м у біогенних відкладах заплав і торфовищ голоцену; 1,0–4,0 м в інших відкладах четвертинного віку. Живлення водоносних горизонтів здебільшого відбувається внаслідок інфільтрації атмосферних опадів і частково від підтікання вод з інших водоносних горизонтів і поверхневих водостоків [2].

Останніми десятиріччями утворився водовмісний горизонт у техногенних відкладах, складений свіжими й горілими відходами вуглевидобутку та вуглезабагачення, які закладовано в териконах, відвалах, хвостосховищах, відстійниках тощо [1].

Водоносні горизонти у четвертинних відкладах зазвичай спорадично поширені з дуже мінливими параметрами, що зумовлює складну геометрію ділянок підтоплення поверхні ЧГПР.

Локальні тектонічні умови відображають систему диз'юнктивних і плікративних порушень. Ці умови часто визначають міцнісні властивості гірських порід, параметри їхньої тріщинуватості. Диз'юнктивні порушення можуть бути активними й пасивними. Активні диз'юнктивні порушення є флюїдопроникними, що часто сприяє загостренню екологічних умов [11]. Водночас диз'юнктивні порушення часто формують смугу інтенсивної тріщинуватості. Такі зони будуть більш схильними до просідання поверхні.

У геоморфологічному аспекті територія ЧГПР розміщується в межах геоморфологічного району Сокальсько-Торчинської пасмової височини геоморфологічної підобласті Волинської лесової височини. Для Сокальсько-Торчинської височини характерні ерозійні процеси, карстові процеси в карбонатних відкладах. Ділянки розвитку карстових процесів слугуватимуть активізації водного режиму, а відтак протидіяти процесам підтоплення.

**Кліматичні чинники** просідання й підтоплення територій вуглевидобутку треба розглядати на двох рівнях: власне кліматичному, у розумінні багаторічного режиму атмосферних умов, та на рівні конкретних метеорологічних умов за стислий період часу. Власне кліматичні чинники є не такими визначальними, коли йдеться про просідання, але вони часто є визначальними в разі активізації процесів підтоплення. Особливо велике значення мають температурний режим і режим зволоження.

**Ландшафтні чинники** здебільшого є похідними від геологічних і кліматичних чинників. У регіональному плані умови Сокальсько-Червоноградського підрайону ландшафтного району долини р. Західний Буг і її допливів, який охоплює ЧГПР, загалом є сприятливими для розвитку процесів підтоплення. На локальному рівні потрібно зважати на розчленованість рельєфу, його зміни, параметри ґрунтового покриву, геоботанічні аспекти тощо. Більша частина ЧГПР вкрита сірими та ясно-сірими опідзоленими ґрунтами на лесових відкладах. Ґрунти легкого гранулометричного складу, що сприяє інфільтрації метеогенних вод. Окрім цих ґрунтів, на території досліджень поширені дерново-підзолисті, чорноземні та болотні ґрунти. Ґрунтовий покрив

треба розглядати як в аспекті чинників підтоплення, так і в аспекті наслідків цього процесу. Те саме стосується й рослинного покриву. На ділянках постійного та періодичного підтоплення території досліджень відбуваються зміни в складі та структурі ґрунтів, з'являються нові рослинні угруповання, які згодом стають домінуючими.

**Гірничі чинники** просідання та підтоплення є визначальними в блоці техногенних чинників. Серед гірничих чинників у межах ЛВБ, на думку автора, найважливішими є кількість та геометричні параметри гірничих виробок, параметри кріплення гірничих виробок та спосіб консервації (сухий, мокрий) шахт. Усі гірничі виробки шахт ЛВБ пройдено без заповнення виробленого простору, через це просідання має доволі інтенсивний характер. Є ділянки, які у вертикальному перерізі підроблено 3-ма, 4-ма гірничими виробками, включено з "галереями", що створює технічні передумови просідання поверхні на глибину до 5–6-ти метрів.

**Селітебні чинники** охоплюють різноманітні споруди, системи водопостачання та водовідведення. Великі й важкі споруди є чинниками просідання. Гідрогеологічні свердловини в системі водопостачання зазвичай створюють депресійні лійки і в такий спосіб конкурують з процесами підтоплення. Незадовільна робота системи водовідведення буде додатковим чинником підтоплення територій.

## Висновки

У межах Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну загалом та Червоноградського гірничопромислового району зокрема відбуваються процеси просідання й підтоплення територій, спричинені вуглевидобутком. Явища підтоплення відображено в генеральних планах м. Соснівки і низки селищ. Кількісні та якісні параметри ділянок підтоплення вказують на періодичне виникнення надзвичайних ситуацій.

Головними чинниками просідання та підтоплення територій вуглевидобутку в межах Червоноградського гірничопромислового району є природні: геологічні, кліматичні, ландшафтні та техногенні: гірничі й селітебні.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бучацька Г., Дворянська Н., Дворянський А., Дяків В. Мінеральний склад відходів видобутку і збагачення вугілля, їхні екзогенні зміни та вплив на природні води за результатами гідроекологічного моделювання (Червоноградський гірничопромисловий район)//Мінералогічний збірник. – 2014. – № 64. – Вип. 2. – С. 176–194.
2. Бучацька Г.М. Гідрогеологічні умови та гідрогеохімічна зональність Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну//Вісник Львів ун-ту. Серія геол. – 2009. – Вип. 23. – С. 175–183.
3. Генеральний план м. Соснівка Червоноградської міської ради Львівської області. Пояснювальна записка. Інтернет джерело. Режим доступу: <http://www.chervonograd-city.gov.ua/maln/pz-s.pdf>
4. Генеральний план смт Гірик Червоноградської міської ради Львівської області. Пояснювальна записка. Інтернет джерело. Режим доступу: <http://www.chervonograd-city.gov.ua/maln/pzz-g.pdf>
5. Екологічна безпека вугільних родовищ України/Г.І. Рудько, О.І. Бондар, Є.О. Яковлев, О.А. Машков та ін. – Київ-Чернівці: Букрек, 2016. – 608 с.
6. Іванов Є., Кобелька М. Сучасний стан та інтенсивність розвитку процесів просідання і підтоплення в межах Червоноградського гірничопромислового району//Вісник Львів. ун-ту. Серія географічна. – 2006. – Вип. 33. – С. 112–121.
7. Лівенцева Г.А. Особливості геологічної будови та перспективи подальшого освоєння Львівсько-Волинського басейну//Геол. журн. – 2015. – № 1 (350). – С. 35–44.
8. Львовско-Волинский каменноугольный бассейн. Геолого-промышленный очерк/М. И. Струев, В. И. Исаков, В. Б. Шпакова и др. – Киев: Наукова думка, 1984. – 272 с.

9. Природа Львівської області/За ред. К. І. Геренчука. – Л.: В-во Львівського університету, 1972. – 174 с.

10. Рудько Г. І., Смоляр Н. І., Вишинський С. К. та ін. Екологічний стан геологічного середовища як фактор масового захворювання дітей флюорозом у Червоноградському гірничопромисловому районі//Мін. рес. України. – 1997. – № 4. – С. 34–42.

11. Триска М. Т., Колодій О. І., Карабин В. В., Попівняк І. В. Щодо аналізу екологічних функцій літосфери Дрогобицько-Бориславської кільцевої структури (на підставі дешифрування космічних знімків та опрацювання медичних даних)//Вісник Львівського університету. Серія геологічна. – Вип. 18. – 2004. – С. 256–263.

12. Marschalko M., Yilmaz I., Lamich D., Drusa M., Kubekova D., Penaz T., Burkotova T., Slivka V., Bednarik M., Krctar D., Duraj M., Sochorkova A. Unique documentation, analysis of origin and development of an undrained depression in a subsidence basin caused by underground coal mining (Kozinec, Czech Republic)//Environ Earth Sci. – 2014. – No. 72 (1). – P. 11–20.

13. Strozik G., Jendruś R., Manowska A., Popczyk M. Mine Subsidence as a Post-Mining Effect in the Upper Silesia Coal Basin//Pol. J. Environ. Stud. – 2016. – Vol. 25. – No. 2. – P. 777–785. DOI: 10.15244/pjoes/61117.

14. Tufano B. C., Pietras J. T. Coupled flexural-dynamic subsidence modeling approach for retro-foreland basins: Example from the Western Canada Sedimentary Basin//GSA Bulletin. – 2017. – No. 129 (11–12). – P. 1622–1635.

#### REFERENCES

1. Buchatska H., Dvorianska N., Dvorianskyi A., Diakiv V. Mineral composition of waste of coal mining and enrichment, their exogenous changes and influence on natural water on the results of hydrogeological simulation (Chervonohrad mining area)//Mineralohichniy zbirnyk. – 2014. – No. 64. – Iss. 2. – P. 176–194. (In Ukrainian).

2. Buchatska H. M. Hydrogeological conditions and hydrogeochemical zoning of Lviv-Volyn Coal Basin//Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia heolohichna. – 2009. – Iss. 23. – P. 175–183. (In Ukrainian).

3. General plan of Sosnivka city of Chervonohrad city council of Lviv region. Explanatory note. Internet source. Access mode: <http://www.chervonohrad-city.gov.ua/maln/pz-s.pdf> (In Ukrainian).

4. General plan of smt Hirnyk of Chervonohrad city council of Lviv region. Explanatory note. Internet source. Access mode: <http://www.chervonohrad-city.gov.ua/maln/pzz-g.pdf> (In Ukrainian).

5. Environmental safety coal deposits in Ukraine/G. I. Rudko, O. I. Bondar, Ye. O. Yakovlev, O. A. Mashkov ta in. – Kyiv-Chernivtsi: Bukrek, 2016. – 608 p. (In Ukrainian).

6. Ivanov E., Kobelka M. Contemporaneous estate and intensify of development of the processes of surface lowering and waterlogging in limits of Chervonohrad mine region//Visnyk Lviv. un-tu. Seriiia heohrafična. – 2006. – Iss. 33. – P. 112–121. (In Ukrainian).

7. Livenyeva H. A. Geological structure peculiarities and development prospects for the Lviv-Volyn basin//Heol. zhurn. – 2015. – No. 1 (350). – P. 35–44. (In Ukrainian).

8. Lvov-Volyn Coal Basin. Geological and industrial essay/M. I. Struev, V. I. Isakov, V. B. Shpakova. – Kyev: Naukova dumka, 1984. – 272 p. (In Russian).

9. The nature of the Lviv region/By edition K. I. Herenchuk. – Lviv: V-vo Lvivskoho universytetu, 1972. – 174 p. (In Ukrainian).

10. Rudko G. I., Smoliar N. I., Vyshynskyi S. K. Ecological state of the geological environment as a factor of mass disease of children by fluorosis in the Chervonohrad mining and industrial area//Min. res. Ukrainy. – 1997. – No 4. – P. 34–42. (In Ukrainian).

11. Triska M. T., Kolodii O. I., Karabyn V. V., Popivniak I. V. Regarding the analysis of the ecological functions of the lithosphere of the Drohobych-Boryslav ring structure (based on the decoding of space images and the processing of medical data)//Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia heolohichna. – 2004. – Iss. 18. – P. 256–263. (In Ukrainian).

12. Marschalko M., Yilmaz I., Lamich D., Drusa M., Kubekova D., Penaz T., Burkotova T., Slivka V., Bednarik M., Krctar D., Duraj M., Sochorkova A. Unique documentation, analysis of origin and development of an undrained depression in a subsidence basin caused by underground coal mining (Kozinec, Czech Republic)//Environ Earth Sci. – 2014. – No 72 (1). – P. 11–20.

13. Strozik G., Jendruś R., Manowska A., Popczyk M. Mine Subsidence as a Post-Mining Effect in the Upper Silesia Coal Basin//Pol. J. Environ. Stud. – 2016. – Vol. 25. – No 2. – P. 777–785. DOI: 10.15244/pjoes/61117.

14. Tufano B. C., Pietras J. T. Coupled flexural-dynamic subsidence modeling approach for retro-foreland basins: Example from the Western Canada Sedimentary Basin//GSA Bulletin. – 2017. – No 129 (11–12). – P. 1622–1635.

Рукопис отримано 6.07.2018.



**УКРПОШТА**  
ГОЛОВНА ПОШТА КРАЇНИ

## КАТАЛОГ ВИДАНЬ УКРАЇНИ

ПРЕСА ПОШТОЮ

**Шановні читачі!**  
Державне підприємство з розповсюдження періодичних видань «Преса» повідомляє, що 17 квітня поточного року розпочато передплату на періодичні видання України на II півріччя 2018 року.

Передплату можна оформити за «Каталогом видань України «Преса поштою»:

- на сайті ДП «Преса» [www.presa.ua](http://www.presa.ua);
- на сайті ПАТ «Укрпошта» [www.ukrposhta.ua](http://www.ukrposhta.ua);
- у відділеннях поштового зв'язку;
- в операційних залах поштамтів;
- у пунктах приймання передплати.

2018 рік