

ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ НЕОТЕКТОНІЧНОГО СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ТЕРИТОРІЇ КРИВБАСУ НА ПРОЦЕСИ ТЕХНОГЕННОГО ПІДТОПЛЕННЯ

С. О. Яремій

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Досліджено вплив неотектонічних рухів і розломної структури Кривбасу на процеси техногенного підтоплення. Повторні геофізичні спостереження методом ВЕЗ показали зниження питомого опору порід, що свідчить про зростання зволоження та проникнення мінералізованих вод у водоносні горизонти. Запропоновано створення регіональної системи геофізичного моніторингу для зменшення геоекологічних ризиків.

Ключові слова: Кривбас, неотектоніка, розломи, підтоплення, геофізичний моніторинг, мінералізовані води.

ON THE ISSUE OF THE INFLUENCE OF THE NEOTECTONIC STATE OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF THE KRYVBAS TERRITORY ON THE PROCESSES OF TECHNOGENIC FLOODING

S. O. Yaremiy

National Technical University "Dnipro Polytechnic", Dnipro, Ukraine

The influence of neotectonic movements and the fault structure of Kryvbass on the processes of man-made flooding has been investigated. Repeated geophysical observations using the VES method showed a decrease in the specific resistance of rocks, indicating an increase in moisture and the penetration of mineralised waters into aquifers. The creation of a regional geophysical monitoring system to reduce geo-ecological risks is proposed.

Keywords: Kryvbass, neotectonics, faults, flooding, geophysical monitoring, mineralised waters.

Вступ. Криворізький залізорудний басейн (Кривбас) є найбільшим гірничо-металургійним районом України та однією з найбільш техногенно навантажених територій Українського щита [1, 5, 6]. Інтенсивний видобуток руди, масові вибухові роботи й накопичення відходів у хвостосховищах та відвалах сформували складну геотехногенну систему з істотним порушенням природного гідрогеологічного режиму [7]. Більш як 3 млрд т. хвостів та 9 млрд т. розкритих порід беруть участь у сучасних геодинамічних процесах. Аналіз неотектонічного стану геологічного середовища території Кривбасу показує, що він впливає на процеси природного та техногенного підтоплення, які призводять до руйнування захисних бар'єрів підземних вод сприяють їхньому забрудненню та зростанню ризику надзвичайних ситуацій на гірничих гідротехнічних спорудах. В цих умовах комплексний геофізичний моніторинг стає головним інструментом оцінки стійкості геологічного середовища та запобігання аваріям [3, 4, 5].

Тектонічна основа геоекологічної інтерпретації повторних геофізичних досліджень.

Тектонічні рухи Українського щита різноманітні за типом і проявами, утворюючи системи розломів, які безпосередньо визначають екологічну стабільність Кривбасу. Виділено шість основних систем розломів з азимутами від 0° до 347°, що виступають природними шляхами міграції вод. Зони перетину розломів є ослабленими блоками земної кори, більш порушеними та проникними, де активізуються процеси фільтрації, суфозії й зсувні явища. У Кривбасі сучасна геодинаміка та висока розущільненість порід призводять до зростання вразливості підземних вод. Мінералізовані води зі сховищ проникають в горизонти водоносних пластів, викликаючи засолення ґрунтів і розвиток карсту. Внаслідок цього на території формується висока ймовірність техногенно-природних надзвичайних ситуацій. Зв'язок небезпечної сучасної геодинаміки з блоково-розломною структурою було встановлено під час повторних геолого-геофізичних досліджень.

Повторні геофізичні дослідження поблизу гірничих відвалів і водойм-накопичувачів.

Через обмежені економічні ресурси геоекологічне картування у Кривбасі часто виконується у поєднанні з геофізичною розвідкою. Найбільш ефективним методом виявився вертикальний електричний зондувальний (ВЕЗ). Для покращення кількісних та якісних розрахунків при повторному вивченні геологічного розрізу потребують нових методичних прийомів, що, є актуальною повсякденної проблемою. Використання диференційних характеристик [2] дозволило значно підвищити ефективність робіт з виділення та локалізації обводнених масивів порід мінералізованими підземними водами на території всього Кривбасу.

Повторні ВЕЗ-дослідження (2008–2012 рр.) виявили значні зміни у геоелектричних параметрах. Балка збігається з регіональною зоною розломів [8, 9, 10], що підвищує її вразливість. Інтенсивна тектонічна порушеність знижує фільтраційну стійкість порід і прискорює поширення мінералізованих вод. Дані 14 профілів ВЕЗ показали зниження питомого опору майже у всіх горизонтах, особливо у верхніх 50 м розрізу (рис. 1).

Запропонований підхід дозволів виконати переінтерпретацію раніше отриманих матеріалів електророзвідки та побудувати більш детальні розрізи та карти, які дозволяють оперативне картувати положення стратиграфічних меж, зон розривних порушень з інтенсивною тріщинуватістю відкритого типу та локальні прирозломні зони. Використання диференційних характеристик потенційних полів дозволило ідентифікувати тектонічні порушення та відслідковувати зміни гідрогеологічних умов у балці Свистунова, де розташоване водоймище мінералізованих шахтних вод.

Це свідчить про активне зволоження та формування зон підвищеної проникності. Поєднана тектонічна карта зі змінами питомого опору (рис. 2) наочно демонструє вплив блокової структури на міграцію підземних вод у напрямку річки Інгулець. Процеси посилюються техногенним навантаженням

через надмірне заповнення водойми, що може спричинити аварійне спорожнення та забруднення водоносних горизонтів.

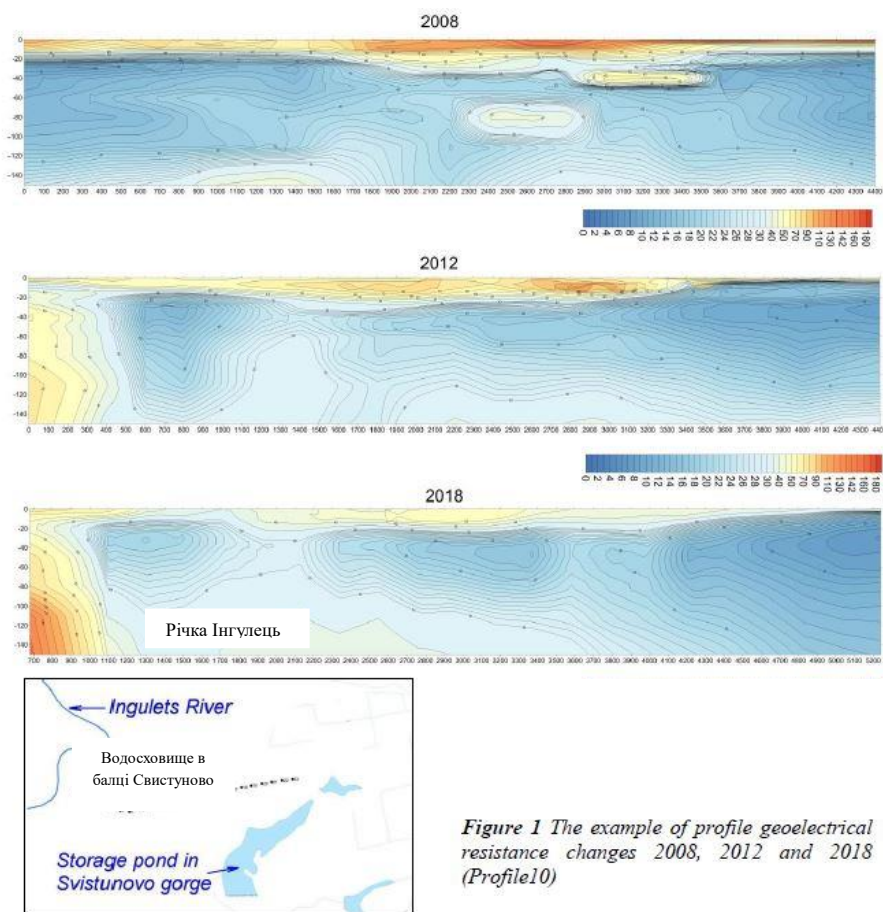


Figure 1 The example of profile geoelectrical resistance changes 2008, 2012 and 2018 (Profile10)

Рис. 1. Приклад змін профілю геоелектричного опору у 2008, 2012 та 2018 роках (Профіль 10)

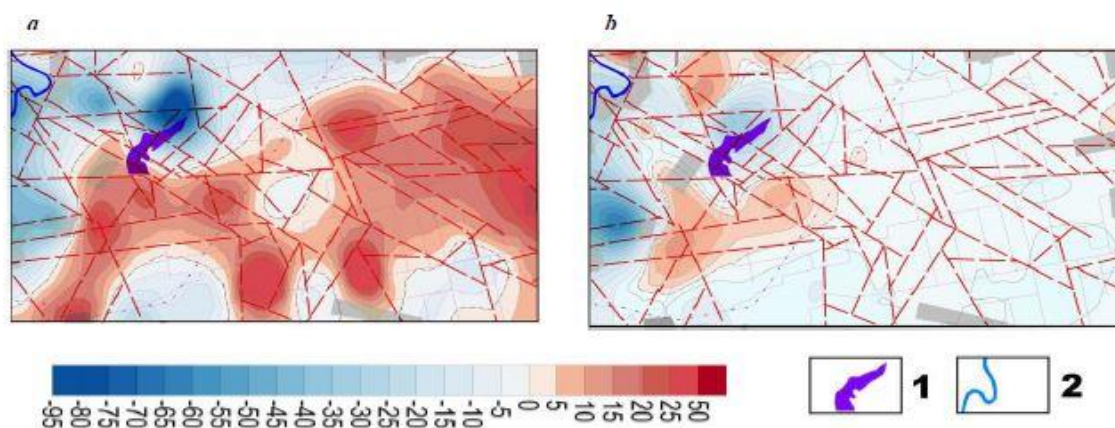


Figure 2 Combining constructed tectonic map and geoelectrical resistance change (from 2008 to 2012) map: a – $AB/2=2$ m, b – $AB/2=11$ m (1 – storage pond in the Svistunovo gorge, 2 – Ingulets river)

Рис. 2. Поєднання побудованої тектонічної карти та карти зміни геоелектричного опору (з 2008 по 2012 рік): а – $AB/2=2$ м, б – $AB/2=11$ м (1 – водосховище в балці Свистуново, 2 – річка Інгулець)

Висновки.

Результати повторних геофізичних досліджень у Південному Кривбасі доводять, що тектонічна порушеність гірських порід є головним чинником виникнення небезпечних геоекологічних процесів. На прикладі Свистунової балки показано, що мінералізовані шахтні води проникають в горизонти підземних вод уздовж зон розломів, викликаючи їхнє забруднення, засолення ґрунтів і активізацію карсту. Зниження питомого опору за 2008–2012 рр. підтверджує зміни у неотектонічному стані геологічного середовища території Кривбасу та показує, що він впливає на процеси природного та техногенного підтоплення та призводить до коливання зволоження стратиграфічних горизонтів і зростання водопроникності порід.

Пропонується для зменшення ризиків надзвичайних ситуацій на гірничих гідротехнічних спорудах необхідно створити регіональну систему геофізичного моніторингу з центром у Дніпрі та трьома локальними підсистемами у Кривбасі, Нікопольському марганцевому басейні та Західному Донбасі.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузьменко, Є. Д., Багрій, С. М. Еколого-геологічний моніторинг Калуського гірничопромислового району — плани та реалії. *GeoInformatics 2013 – 12th International Conference on Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects*. 2013. Київ. Україна.
2. Логвін, В.М., Пігулевський, П.Г., Яремій, С.О. Використання диференційних характеристик потенційних полів при обробці геоелектричних спостережень. *Geofizychnyi Zhurnal*. 2025. 47(2), 251-256.
3. Пігулевський, П.Г., Свистун, В.К., Кирилюк, О.С. Дослідження геоелектричними методами інженерно-геологічного стану південно-західного Кривбасу. Частина 2. Результати застосування геоелектричних методів при обстеженні ділянок підтоплення. *Geoinformatika*. 2016. № 4 (60). С. 62-74.
4. Пігулевський, П.Г., Свистун, В.К., Кирилюк, О.С. Дослідження геоелектричними методами інженерно-геологічного стану Південно-Західного Кривбасу. Частина 4. Використання потенціальних полів при вивченні сучасної тектоніки. *Геоінформатика*. 2017. №3 (63). С. 48-55.
5. Пігулевський, П.Г., Свистун, В.К. Геофізичні дослідження процесів під-топлення в промисловому Кривбасі. Харків. ФОП Мезіна В.В., 2018. 210 с.
6. Рудько, Г.І., Яковлев, Є.О. Регіональні техногенні зміни еколого-геодинамічних умов розробки залізрудних родовищ Кривбасу. *Мінеральні ресурси України*. 2018. 2, 43-50. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mru_2018_2_8
7. Pihulevskiy, P., Svystun, V., Tiapkin, O., Tolkunov, A., Slobodianiuk, S. Repeated Geophysical Researches Of hazardous Geoecological Processes Near Mining Waste Storage Facilities Of Southern Kryvbas. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: Proceedings of XIII International Scientific Conference*. Kyiv, Ukraine, 2019. 5 p.
8. Pihulevskiy P.G., Anisimova, L.B., Kalinichenko, O.O., Panteleeva, N.B., Hanchuk, O.V. Analysis of natural and technogenic factors on the seismicity of Kryvyi Rih. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021 | conference-paper. p. 12. https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/4561/1/2018_Pihulevskiy_2021_J_Phys.%20_Conf._Ser._1840_012018.pdf
9. Pihulevskiy, P.H., Kendzera, O.V., Babi, K.V., Anisimova, L.B., & Kyryliuk, O.S. Connection of Kryvbas tectonics with natural and technogenic seismicity. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. (2), 5-10. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-2/005>

10. Pigulevskiy, P., Svystun, V., Yaremii, S. Geophysical research of the mechanism of natural discharge of excessive surface waters (on the example of a career in Kryvbas). *Fourth EAGE Workshop on Assessment of Landslide Hazards and impact on communities 18-21 September, 2023, Lviv, Ukraine*. P.1-5.
11. Petro Pihulevskyi, Serhii Yaremii, Larysa Anisimova, Vasyl Logvin, Oleksandr Kyrlyuk (2025). Petrophysical features of the rocks of the sedimentary cover of the Kryvyi Rih iron ore basin. *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2025» 6-9 October 2025, Lviv, Ukraine*.