

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «НАУКОВИЙ ЦЕНТР ГІРНИЧОЇ ГЕОЛОГІЇ,  
ГЕОЕКОЛОГІЇ ТА РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ»  
ДОЧІРНЄ ПІДПРИЄМСТВО ПРАТ «НАК «НАДРА УКРАЇНИ»  
«УКРАЇНСЬКИЙ ГЕОЛОГІЧНИЙ НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЦЕНТР»  
ГО СПІЛКА ГЕОЛОГІВ УКРАЇНИ**



**IV МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ГІРНИЧОЇ ГЕОЛОГІЇ ТА  
ГЕОЕКОЛОГІЇ»**

**«MODERN PROBLEMS OF MINING GEOLOGY AND  
GEOECOLOGY»**

Київ 2023

УДК 622+55+502/504(100)

**Сучасні проблеми гірничої геології та геоєкології: збірник матеріалів III Міжнародної наукової конференції (Київ, 28 – 29 листопада 2023 р.). ДУ НЦ ГГГРІ НАН України: Київ, 2023. 161 с.**

Modern problems of mining geology and geoecology: collection of materials of the IV International Scientific Conference (Kyiv, 28 - 29 November 2023). SI SCMGID of National Academy of Sciences of Ukraine: Kyiv, 2023. 161 p.

**ISBN 978-617-8324-05-6**

У збірнику матеріалів конференції висвітлюють актуальні питання сучасних проблем гірничої геології та геоєкології. Публікації відображають роботу конференції, що проходила 28 – 29 листопада у форматі тематичних секцій «Гірнична геологія та геомеханіка», «Сучасні методи досліджень», «Напрямки дослідження Землі» та «Екологічні та правові проблеми техногенно-навантажених регіонів». Матеріали конференції будуть цікаві як для спеціалістів, так і широкого загалу.

The conference proceedings cover topical issues of modern problems of mining geology and geoecology. The publications reflect the work of the of the conference, which was held on 28-29 November in the format of thematic sections «Mining geology and geomechanics», «Modern research methods», «Directions of research of the Earth» and «Environmental and legal problems of of technogenically loaded regions». The conference materials will be of interest to both for both specialists and the general public.

Електронне видання.

Electronic edition.

Матеріали подаються в авторській редакції.

The materials are submitted in the author's edition.

Думки авторів можуть не збігатися з позицією оргкомітету конференції. Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен та інших відомостей, а також за порушення авторських прав несуть виключно автори публікацій.

**Редакційна колегія:** Скопиченко І.М., Загороднюк П.О., Бучинська І.В., Вергельська Н.В., Георгієв Н., Голуб О.Г., Ковальчук М.С., Лазарова А., Лівенцева Г.А., Дедеянова К., Мельник В.В., Наумко І.М., Пимоненко Л.І., Наков Р., Сіра Н.В., Удалов І.В.

**Технічний редактор:** Вергельська В.В.

Друкується за ухвалою Науково-технічної ради ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоєкології та розвитку інфраструктури НАН України»  
(Протокол № 6 від 16.11.2023)

© ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоєкології та розвитку інфраструктури НАН України»  
© ГО «Спілка геологів України»

**ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМЕХАНІКА**

**MINING GEOLOGY AND GEOMECHANICS**

## ГАЗОНОСНІСТЬ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ І ВМІЩУЮЧИХ ПОРІД

**І.В. Васильєва**

*молодший науковий співробітник*  
Інститут геологічних наук НАН України  
01601, м. Київ, вул. О. Гончара 556

Україна має величезні, фактично не розроблені ресурси метану вугільних родовищ. За запасами цього газу Україна посідає четверте місце у світі. Розробка методу отримання газогідратів з шахтної метаново-повітряної суміші дуже актуальна в даний час і є економічно доцільною при розробці вугільних родовищ.

*Ключові слова:* метан, вугільна шахта, газо-динамічні явища.

## GAS CAPACITY OF COAL LAYERS AND ROCKS

**I. Vasilieva**

*junior researcher*  
Institute of Geological Sciences, NAS Ukraine

Ukraine has huge, actually undeveloped methane resources from coal deposits. Ukraine is in the fourth place in the world in terms of reserves of this gas. The development of the method of obtaining gas hydrates from the mine methane-air mixture is very relevant now and is economically feasible in the development of coal deposits.

*Key words:* methane, coalmine, gas-dynamic phenomena.

Проблемі газоносності кам'яновугільних покладів присвячені тривалі (з кінця ХІХ — початку ХХ ст.) й численні наукові дослідження та практичні роботи, спрямовані на вивчення особливостей вмісту і розподілу вуглеводневих газів у пластах вугілля та вміщуючих породах.

Ця проблема розглядається у двох головних аспектах:

1) газоносність (метаноносність) кам'яновугільних родовищ як визначальний чинник прояву небезпечних газодинамічних явищ — ГДЯ (викидів порід, вугілля, вибухів газу, пило-газової суміші та ін.) при веденні гірничовидобувних робіт;

2) можливість використання (утилізації) метану, як самостійного нетрадиційного виду енергетичної сировини.

Подальший розвиток вугільної промисловості Донбасу знаходиться у прямій залежності від успішного вирішення питань дегазації вугільних пластів та боротьби з ГДЯ. Збільшення глибин розробки вугільних родовищ призводить до ускладнення гірничо-геологічних умов: зниження стійкості виробок, зміни пружно-деформованого стану гірського масиву, збільшення газоносності та викиднебезпечності.

Основним компонентом природного газу у вугленосній товщі є метан [1]. Його вміст у природній газовій суміші в межах метанової зони коливається від 70 до 96,1%. З глибиною кількість метану у складі природного газу зростає, складаючи на глибинах від поверхні метанової зони до 400 м в середньому 81,4%, від 400 до 700 м – 87,8%. Вміст азоту в складі природного газу в межах метанової зони коливається від 2,7 до 28,0%, вуглекислого газу – від 0,2 до 4,0%. Глибина залягання верхньої межі зони метанових газів зазвичай буває встановлена на глибині 100-200 м від земної поверхні.

В умовах дефіциту в Україні паливно-енергетичних ресурсів Донецький вугільний басейн розглядається як великий газonosний регіон, перспективний на виявлення та експлуатацію газових родовищ. Ця перспективність обґрунтовується результатами тривалих та численних наукових досліджень та різнопланових комплексних робіт, спрямованих на вивчення особливостей вмісту та розподілу метану у вугільних пластах та вміщуючих породах.

Україна має величезні, фактично не розроблені ресурси метану вугільних родовищ. За запасами цього газу Україна посідає четверте місце у світі. В основних вугільних басейнах — Донецькому та Львівсько-Волинському, за оцінками фахівців, вугільні пласти і вміщуючі породи містять орієнтовно 12-22 трлн м<sup>3</sup> метану. Геологічні ресурси метану на окремих шахтах коливаються від 0,2 до 4,7 млрд м<sup>3</sup>. У процесі видобування вугілля щорічно виділяється понад 2 млрд м<sup>3</sup> газу (метану), але утилізується лише близько 200 млн м<sup>3</sup> (менше 30% від загального обсягу метану), а залишок спалюється у факелах. У той же час, досвід поводження з газами вугільних родовищ свідчить, що промислове видобування газу (метану) вугільних родовищ в Україні можливе.

*Підрахунок загальних та видобувних запасів шахтного метану вугільно-газових родовищ.*

На полях шахт запаси емісійного і видобувного шахтного газу (метану) вугільних родовищ підраховуються згідно з «Інструкцією із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до геологічно-економічної оцінки загальних (емісійних) та видобувних запасів шахтного метану вугільно-газових родовищ у зонах супутньої технологічно неминучої дегазації під час розробки вугільних пластів», Київ, ДКЗ України, . 2009 р. [2] та «Методичними вказівками з підрахунку запасів шахтного метану вугільно-газових родовищ в зонах супутньої технологічно необхідної дегазації під час розробки вугільних пластів», ДКЗ України, 2014р. [4]

При підрахунку ресурсів і запасів газу (метану) вугільних родовищ за основу приймаються запаси вугілля і кондиції, що рекомендовані «Методичними вказівками з підрахунку запасів шахтного метану вугільно-газових родовищ в

зонах супутньої технологічно неминучої дегазації під час розробки вугільних пластів»:

1. Мінімальна метаносність кондиційного робочого вугільного пласта, який включається до підрахунку запасів газу (метану) вугільних родовищ - 10 м /т с.б.м;

2. Мінімальна потужність:

- зближених некондиційних вугільних пластів і прошарків, які включаються до підрахунку запасів газу (метану) вугільних родовищ в зонах технологічно неминучої дегазації та дренажу під час розробки кондиційних вугільних пластів, 0,1 м;

- пластів пісковиків, які включаються до підрахунку запасів шахтного газу (метану) вугільних родовищ в зонах дренажу видобувних гірничих виробок робочих вугільних пластів, 5,0 м.

3. Показник ефективності дегазації.

Метан у вугільних пластах знаходиться в зв'язаному сорбованому стані. Це вимагає додаткових витрат, спрямованих на розрив зв'язку вугілля - метан і інтенсифікацію видобутку газу. Крім цього, дебіти газових свердловин, пробурених в вугільних пластах, як правило, нижче дебітів традиційних газових свердловин [3]. У зв'язку з цим проекти видобутку метану з вугільних пластів характеризуються більшими витратами і меншою виручкою в порівнянні з проектами з видобутку газу з традиційних джерел.

Разом з тим добування метану з вугільних пластів вирішує ряд проблем у вугільній промисловості, не характерних для традиційного видобутку газу, рішення яких призводить до появи додаткових економічних ефектів, істотно поліпшуються показники ефективності проектів по вилученню метану з вугільних пластів.

Показник ефективності дегазації вугільних пластів встановлюється шляхом проведення аналізу взаємозв'язку між усіма економічними параметрами та розрахунку економічних ефектів в проектах дегазації вугільних шахт. Приймається близько 20 %.

Ефекти, обумовлені дегазацією вугільних шахт наступні:

- зниження аварійності, пов'язаної з вибухами метану;
- збільшення використання фронту гірничих робіт у вугільних шахтах, обумовленого зниженням впливу «газового фактору»;
- зниження викидів метану в атмосферу;
- використання вилученого метану.

*Утилізація метану.*

На сьогоднішній день в атмосферу потрапляє 95% метану, що виділився при експлуатації шахти. Видобуток і використання шахтного метану може суттєво скоротити обсяги його виділення в атмосферу вугільними підприємствами. Як самостійний енергетичний ресурс метан вугільних пластів почав розглядатися енергетиками з 1970-х років. В якості супутніх корисних копалин шахтний метан використовується вже протягом більше 40 років, в основному для енергетичних потреб шахт.

Запобігання утворенню небезпечних скупчень метану у виробках високометанозосних пластів вугільних шахт здійснюється шляхом штучної дегазації джерел метану, тобто організацією ізольованого від гірських виробок виведення на поверхню висококонцентрованих метаноповітряних сумішей. Найбільш ефективно відпрацювання газозосних пластів при розподілі шахтного метану забезпечує спосіб комплексної дегазації за допомогою вертикальних дегазаційних свердловин.

Дегазація вугільних полів має три аспекти:

- видобуток метану як енергоносія,
- забезпечення безпеки ведення гірських робіт,
- зниження викидів метану в атмосферу.

Питання переробки метану вугільних родовищ на сьогоднішній день - одне з ключових. Безліч досліджень ведеться для забезпечення безпеки експлуатації шахт, комплексного освоєння мінеральних ресурсів і охорони навколишнього середовища. Одним з найбільш перспективних напрямків зниження негативного впливу, що чиниться викидами газу вугільних пластів в атмосферу, є отримання газових гідратів з шахтного метану дегазаційних свердловин. Розробка необхідної технології значно поліпшить не лише екологічну, а й економічну ситуацію в Україні.

### **Висновок.**

Розробка методу отримання газогідратів з шахтної метано-повітряної суміші і технологія його транспортування дуже актуальні в даний час і є економічно доцільними при розробці вугільних родовищ. Комплексний підхід дозволить об'єднати технологію видобутку вугілля і метану в єдину систему, підвищить рентабельність вугільних шахт, безпеку праці та забезпечить енергетичну незалежність нашої держави.

### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Вергельська Н. В., Правоторова О.В., Назарова І. О. Про особливості газової складової вугільних пластів в тектонічно активних зонах. *Наукові праці УкрНДМІ НАН України*. 2011. Вип. 9. Ч. 2. С. 440-450.

2. «Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до геологічно-економічної оцінки загальних (емісійних) та видобувних запасів шахтного метану вугільно-газових родовищ у зонах супутньої технологічно неминучої дегазації під час розробки вугільних пластів», Київ, ДКЗ України. 2009 р.
3. Каргаполов А. А., Макеев С.Ю., Свистун В. К., Гуня Д. П. Комплексне використання геолого-геофізичних методів для виділення зон скупчення метану. Геотехнічна механіка. 2012. Вип. 102. С. 147-153.
4. «Методичні вказівки з підрахунку запасів шахтного метану вугільно-газових родовищ в зонах супутньої технологічно необхідної дегазації під час розробки вугільних пластів», ДКЗ України, 2014р.



## **ПОШИРЕННЯ НЕНАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ – ОДИН ІЗ МЕТОДІВ ВИВЧЕННЯ МАСОПЕРЕНОСУ ФЛЮЇДІВ У ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВАХ ДОНБАСУ**

**Н. В. Вергельська**

*доктор геологічних наук*

**І. М. Скопиченко**

*кандидат геол.-мін. наук*

Державна установа «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН України», м. Київ, бул. ак. Вернадського 34 б

Ненасичені вуглеводні – етилен, пропілен та ацетилен, можна характеризувати як адвентивні гази вуглеводних масивів, які зайняли своє сучасне положення у газовій складовій вуглеводневої газової суміші шляхом транспортування розривними порушеннями з глибинних горизонтів до приповерхневих.

**Ключові слова:** ненасичені вуглеводні, вуглеводні масиви, масоперенос, Донбас.

## **DISTRIBUTION OF UNSATURATED HYDROCARBONS IS ONE OF THE METHODS OF STUDYING FLUID MASS TRANSFER IN THE COAL- ROCK MASSIF OF DONBAS**

**N. V. Vergelska**

*Doctor of geological sciences*

**I. M. Skopychenko**

*Candidate of geol.-min. of science*

State Institution «Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and infrastructure development of National Academy of sciences of Ukraine», Kyiv, blvd. Ac. Vernadskyi 34 b

Unsaturated hydrocarbons - ethylene, propylene and acetylene, can be characterized as adventitious gases of coal-bearing massifs, which took their current position in the gas component of the hydrocarbon-gas mixture through transport by discontinuous disturbances from deep horizons to near-surface ones.

**Key words:** unsaturated hydrocarbons, coal-bearing massifs, mass transfer, Donbas.

**Вступ.** З масопере́носом глибинних флюїдів пов'язують формування родовища корисних копалин, зокрема найбільш досліджені, рудні та нафтогазові. У той же час, поширення газу у вуглеводних масивах пов'язано з їх тектонічною будовою, а особливо з розривними порушеннями які є шляхами міграції вуглеводнево-водневих сумішей із глибших горизонтів.

Дослідженням перерозподілу газу у вуглепородних масивах займалися А.Я. Радзівілл, В.В. Лукінов, Л.І. Пимоненко, Д.П. Гуня та інші. Зокрема дослідженням ненасичених вуглеводнів у вуглепородних масивах проведено О.М. Сукачовим [4-6], а у газових сумішах вуглепородних масивах та відпрацьованих виробок Н.В. Вергельською.

Крім відомих методів вивчення ізотопного складу вуглеводнево-водневих потоків, у зв'язку з масопереносом флюїдів із глибоких горизонтів, з практичної точки зору є вивчення міграції та просторового перерозподілу у вуглепородних масивах вуглеводнів метанового ряду, зокрема ненасичених вуглеводнів (етилен, пропілен та ацетилен). Дослідження ненасичених вуглеводнів, є актуальним питанням: як причина виникнення газодинамічних явищ та як критерій при перебігу газодинамічних явищ у вугільних виробках.

### **Матеріали та методи досліджень.**

В основу дослідження покладено результати проб відібраних на вуглевидобувних підприємствах Донецького басейну у 2005 – 2021рр. Вміст ненасичених газів у газовій суміші визначено за методикою [4] (патент № 79554 від 25.04.2013).

### **Результати дослідження та обговорення.**

Причиною пошуку геологічних тіл, які вміщують у своїй газовій суміші ненасичені вуглеводні, раптові прояви викидів порід і вугілля та вибухів рудничної атмосфери під час проведення гірничих робіт. Нажаль, найчастіше першопричиною раптових катастрофічних вибухів рудничної атмосфери вважається «людський фактор». Для вирішення вказаного питання, було здійснено пошук природної енергомісткої та метастабільної хімічної сполуки, яка за визначених, але не врахованих під час проведення гірничих робіт умовах, виділяла енергію, спроможну спричинити подрібнення та викид подрібненого матеріалу у гірничу виробку. За допомогою фізико-хімічних трансформацій молекул цієї сполуки виділялася значна енергія, результатом якої є газодинамічні явища з катастрофічними наслідками. Здатність такого енергоносія під час проходження гірничих виробок доводити енергетичну недосконалість молекул до критичної, визначало раптовість переходу потенційної енергії – в кінетичну [6].

У довідниковій та спеціальній літературі з органічної хімії наводиться ряд ненасичених органічних сполук, головною властивістю яких є колосальна енергомісткість і, у зв'язку з енергетичною недосконалістю їх молекул – метастабільність. Значна кількість у вугільному масиві вуглецю – елемента, якому властиві руйнування і відновлення хімічних зв'язків з більшістю елементів різними способами, а також факт підтоку з глибинних горизонтів

вільного водню, давали підстави для припущення можливості синтезу природних ненасичених вуглеводневих сполук за певних умов при проведенні гірничих робіт.

Відомо, що синтез молекул ненасичених вуглеводнів можливий тільки за умов високих температур. Етилен та пропілен утворюються шляхом піролізу нижчих вуглеводнів за температури 900°C і вище. Ацетилен синтезується за піролізу метану при температурі 1500°C та з карбїду кальцію, утворення якого відбувається за енергетичної потужності 1600°C. Цілком очевидно, що такі умови відсутні у верхніх горизонтах масиву і можливі тільки у глибинних його частинах. Таким чином, ненасичені вуглеводні – етилен, пропілен та ацетилен, можна характеризувати як адвентивні гази, які зайняли своє сучасне положення у газовій складовій вуглепородного масиву шляхом транспортування розривними порушеннями з глибинних горизонтів до при поверхневих (вугільних виробок) [5].

Дослідження полягали у вивченні складових газової суміші залишкової газової складової вугільних пластів, яка у місцях уповільненої конвективної дифузії майже відповідає якості газової складової пор вугілля.

Вивчення вмісту ацетилену у газовій суміші вуглепородних масивів проведене у південно-західній частині поперечної до головної складчастості Донбасу, найбільш тектонічно активна зона Вітківського та Григор'ївського насувів. У межах досліджуваної зони Оленівська магмотермальна аномалія та Амвросіївський купол могли бути енергетичним джерелом деструкції нижчих і синтезу ненасичених вуглеводнів. Оленівська магмотермальна аномалія розміщена у вузлі перетину бортових розломів Складчастого Донбасу та Українського щита, а Амвросіївський купол і гіпотетична інтрузія під ним на глибині 5 км – у зоні Єланчик – Ровеньківського глибинного розлому [3, 6]. Стверджуючи наявність у газовій складовій вугільних пластів та вміщуючи порід термогенних, біогенних та абіогенних складових, не виключається можливість насичення вуглепородного масиву ненасиченими вуглеводнями, що мігрують глибинними розломами з верхньої мантії у більш високі горизонти осадових порід та акумулюються у зонах розривних порушень з різною амплітудою [1, 2]. Однак, відсутність аналізу ізотопного складу елементів, що складають ненасичені вуглеводні, сьогодні не надає можливості їх розподілу на мантійний чи магмотермальний типи.

Системне дослідження пластів шахти ім. О.Ф. Засядька –  $l_1$  та  $m_3$  – підтвердило тенденцію максимального вмісту ацетилену на південно-східних апофізах насувів у межах шахтного поля. Опробуванням вугільних пластів з наступними газоаналітичними дослідженнями вміщеними у пробах газів, у

межах 16-ої західної лави вугільного пласта  $m_3$  встановлена ацетиленна насиченість вугілля у зоні апофізу № 4 у південно-західній частині Вітківського насуву. Протяжність зони від лінії насуву – майже 700 м, ширина, в основному – 120 м. Незначну (соту частку відсотка) кількість ацетилену виявлено у районі газодинамічного явища на 15-й західній лаві. Ацетиленна насичену ділянка вугільного пласта встановлено у межах 11-ої та 12-ої західної лави пласта  $l_1$ .

На ділянках вугільних пластів  $l_1$ ,  $m_3$  та  $k_5$ , що примикають до північно-західної периферії Григор'ївського насуву, ацетилен не встановлений.

Ацетилен насичені ділянки вугілля південно-східних апофіз Вітківського насуву, поширені, зазвичай, не на всьому протязі розривних порушень, що пояснюється чергуванням зон сколу із зонами відриву, які під час масопереносу є зонами транспортування газів.

У хвостовій частині розривних порушень із суміші вугільних газів поступово виклинюється ацетилен до його повного зникнення. Особливо чітко це встановлено у районі вибуху рудничної атмосфери на 15-й західній лаві пласта  $m_3$ , а також на ділянці розривного порушення на перших пікетах вентиляційного штреку 13-ої західної лави пласта  $l_1$ .

У газових сумішах із вугільних пластів етилен скрізь, а пропілен майже скрізь супутній ацетилену. При цьому, контури поширення етилену та пропілену, у більшості досліджених випадків, на 50-70 м перевищують контури поширення ацетилену [5, 6].

Аналізуючи дані хроматографії вміщених у вугільних пластах та вміщуючих породах вуглеводневих газів, відібраних на пластах  $l_1$  і  $m_3$  на шахті ім. О.Ф. Засядько необхідно відмітити, що якісні характеристики цих газів відрізняються не за глибиною залягання вугільних пластів, а за простяганням, де простежуються розривні порушення у вугільному пласті.

Зважаючи на те, що вуглеводні метанового ряду, крім частини метану з проблематичною генетикою, синтезовані у більш жорстких температурних і тискових умовах ніж сучасні умови їх поширення [3], можна стверджувати, газонасичення вугільного масиву відбулося за рахунок конвективної дифузії газової суміші тріщинами розривних порушень, тобто за рахунок переносу речовини рухомим середовищем. Рух потоку речовини відбувався у відповідності другому закону термодинаміки, згідно якому стан речовини змінюється в напрямку досягнення рівноваги температури і тиску – з глибоких горизонтів до приповерхневих, від високих температур і тиску – до більш низьких. В результаті дисипації енергії під час процесу масопереносу остаточна масовіддача у верхніх горизонтах масиву відбулася як за рахунок молекулярної дифузії так і переходу частини газу в адсорбований стан.

## **Висновок.**

Північно-західні крила Вітківського, Григор'ївського та Первомайського насувів насичувались комплексом нижчих вуглеводнів та ненасиченими вуглеводнями, виключаючи ацетилен, а на північно-східних крилах, крім перерахованих газів, масив насичувався і ацетиленом.

У зв'язку з тим, що у прирозломних зонах сорбованими є більш важкі вуглеводні ( $C_3 - C_5$ ) та ненасичені вуглеводні (етилен, пропілен, ацетилен), які не складають основу газової вуглеводневої суміші вугільних пластів. Припускаємо, що під час всіх етапів масопереносу адвентивні гази не відчували значного тиску з боку корінних газів, які перебували у порах вугільних пластів та вміщуючи порід. Таким чином, основна маса сучасних газових вуглеводнів вуглепородного масиву існує за рахунок процесу масопереносу від місць їх генезису (синтезу) – до місць їх сучасного поширення та може змінюватися під час тектонічних (тектоно-магматичних) подій.

## **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Boki, V.V., Gunya, D.P., Pimonenko, L.I., Balalaev, A.K., Vergelska, N.V. (2013). Migration and accumulation of deep gas as one of the factors in the occurrence of emergencies. *Tectonics and stratigraphy*, 40, 49-58.
2. Вергельська, Н., Пимоненко, Л., Скопиченко, І. Гірничо-геологічні особливості прогнозування динамічних явищ у вугільних шахтах. *Гірнична геологія та геоecологія*. 2022. 1(4). С. 5–15. DOI:[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.1\(4\).273777](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.1(4).273777).
3. Savchuk, V.S., Kudelya, Yu.A., Maidanovych, I.A. (1987). State and prospects of developments in predicting dynamic phenomena in coal mines. Preprint 87-43. Kyiv IGN AN Ukrainian SSR.
4. Спосіб визначення залишкової газової складової вуглепородного масиву Донбасу, автори А. Я. Радзівілл, О. М. Сукачов, Н. В. Вергельська, М. Ю. Соболев, Патент No 79554 від 25.04.2013. Державна служба інтелектуальної власності України, 2013.
5. Sukachov, O.M. (1985). The role of copper and silver acetylenides in the nature of sudden emissions. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B*, 11, 21-24.
6. Sukachov, O.M. (1987). Physico-chemical aspects of sudden emissions in mines. *Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. Series B*, 10, 22-25.

## ПРОМИСЛОВО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИ КОНТРОЛІ ЗА РОЗРОБКОЮ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ

**Н. В. Дубей**

*кандидат геолого-мінералогічних наук*

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019,  
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15

**В. В. Самойлов**

*кандидат геологічних наук*

УкрНДІГаз, м. Харків, Гімназійна наб., 20

**Н. В. Прокоп'юк**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019,  
м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15

В статті викладені основні положення методики промислово-гідрогеологічних досліджень водного режиму експлуатації свердловин та оцінки стану обводнення свердловин і покладів. Проаналізовано водний режим експлуатації свердловин об'єктів розробки Q родовища через залежність  $Q_g=f(WF)$  за даними промислово-гідрогеологічних досліджень.

*Ключові слова:* свердловина, розробка, обводнення, дослідження, родовище.

## INDUSTRIAL AND HYDROGEOLOGICAL RESEARCH IN THE CONTROL OF THE DEVELOPMENT OF GAS CONDENSATE DEPOSITS

**N.V. Dubei**

*PhD (geology)*

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 76019,  
st. Karpatska, 15, Ivano-Frankivsk, Ukraine

**V.V. Samoilov**

*PhD (geology)*

UkrNDIGas, Kharkiv, Ukraine

**N.V. Prokopyuk**

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, 76019,  
st. Karpatska, 15, Ivano-Frankivsk, Ukraine

The article outlines the main provisions of the methodology of industrial-hydrogeological studies of the water regime of the operation of wells and the assessment of the state of watering of wells and deposits. The water mode of operation of the wells of the development objects of the Q deposit was analyzed due to the dependence of  $Q_g=f(WF)$  according to the data of industrial and hydrogeological studies.

*Key words:* well, development, irrigation, research, deposit.

Для зменшення негативного впливу водонапірного режиму на процес розробки покладу необхідно здійснювати контроль і регулювання просування

пластових вод. У газопромисловій практиці накопичено значний досвід застосування методів контролю за обводненням газових і газоконденсатних покладів і свердловин. Однак ця проблема залишається актуальною та важливою і сьогодні.

В роботі для аналізу умов водного режиму експлуатації свердловин на визначену дату використовується графо-аналітичний метод.

Метод базується на оцінці залежності  $Q_z=f(B\Phi)$  [5]. Для цього на визначену дату для кожної свердловини родовища розраховується мінімально необхідний дебіт газу для винесення рідини ( $Q_{min}$ ) та поточний вологовміст газу у пластових умовах ( $W_n$ ). При наявності на родовищі декількох об'єктів розробки/покладів експлуатаційні свердловини групуються по ним або за близькими величинами  $Q_{min}$  та  $W_n$ . Останнє можливе при різному ступені дренажу покладу. Потім для кожної з груп свердловин будується графік (рис. 1) залежності  $Q_z=f(B\Phi)$ , на якій виносяться лінії  $Q_{min}$  та  $W_n$ .

Для розрахунку  $Q_{min}$  було використано формулу (1) [1].

$$Q_{min} = 8480 d_{вн}^{2.5} \sqrt{\frac{P_{виб} \rho_p}{\bar{\rho}_g Z_{виб} T_{виб}}} \quad \left[ \text{тис. м}^3 / \text{доб} \right] \quad (1)$$

де  $\bar{\rho}_g$  – відносна густина газу;  $\rho_p$  – густина рідини, кг/м<sup>3</sup>;  $P_{виб}$  – вибійний тиск, МПа;  $T_{виб}$  – температура на вибої свердловини, К,  $d_{вн}$  – внутрішній діаметр НКТ, 0,062 м.

Правомірність використання вказаного підходу для визначення  $Q_{min}$  було підтверджено для родовищ у Дніпровсько-Донецькій западині [1].

Розрахунок поточного вологовмісту газу ( $W_n$ ) виконується згідно інструкції як функція пластового тиску та температури.

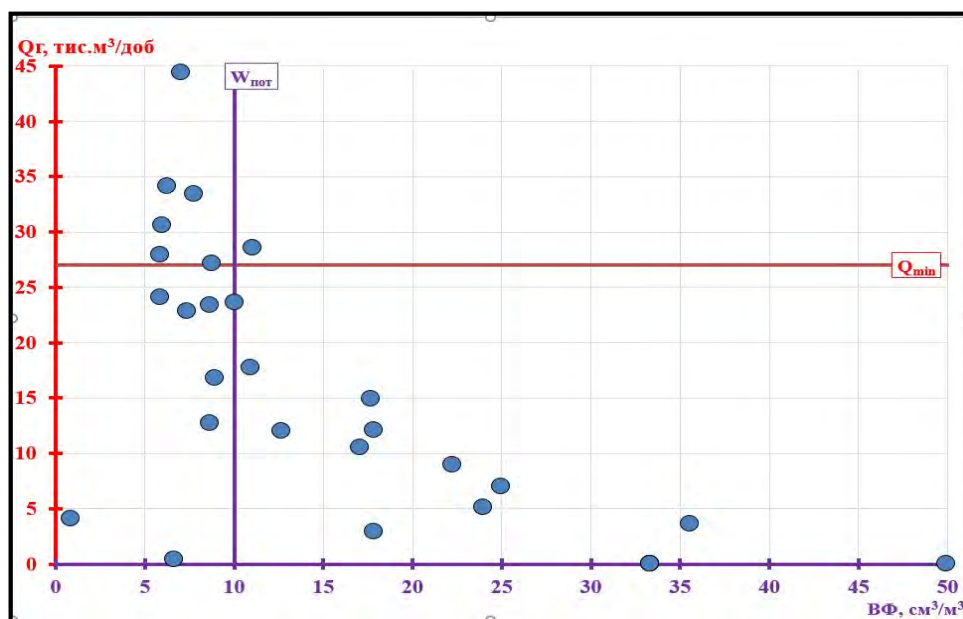


Рис. 1. Аналіз умов експлуатації свердловин через залежність  $Q_z=f(B\Phi)$

Назви зон: **I** – низькі  $Q_r$  та ВФ, **II** – високий  $Q_r$  та низький ВФ, **III** – високі  $Q_r$  та ВФ, **IV** – низькі  $Q_r$  та високі ВФ

На рисунку 1.1 було виділено чотири зони:

- перша зона (I) характеризує умови експлуатації свердловин, коли енергії пласта недостатньо для виносу рідини з вибою. Свердловини, які потрапляють до першої зони – це свердловини, які експлуатуються в «режимі накопичення тиску» або розробляють виснажені поклади без ознак обводнення.

- друга зона (II) характерна для свердловин з високими видобувними можливостями при значеннях водного фактору менших, або рівних поточному вологовмісту газу. Свердловини експлуатуються без ознак обводнення.

- третя зона (III) характеризується високими видобувними можливостями свердловин та виносом вільної рідини з пласта, що вказує на початок обводнення покладу, або окремих пропластків. Свердловини потребують позачергово потребують проведення заходів, з метою недопущення збільшення водного фактору і зупинки експлуатації в подальшому.

- четверта зона (IV) характеризується обводненням свердловини пластовими водами покладу, або «чужими» водами через позаколонні перетоки, або негерметичність експлуатаційної колони.

В залежності від зони у яку попадала свердловина та з урахуванням хімічного складу СПВ і рисунків водного режиму експлуатації робиться висновок про стан обводнення свердловин. На основі аналізу водного режиму експлуатації розробляються рекомендації щодо подальшої роботи свердловин.

В процесі вивчення даного питання було виконано аналіз водного режиму експлуатації свердловин об'єктів розробки Q-родовища через залежність  $Q_r=f(VФ)$  за даними промислово-гідрогеологічних досліджень станом на серпень 2023 р. [4].

Протягом багатьох років розробці Q-родовища були присвячені численні проектні роботи. У цих роботах були встановлені головні закономірності розробки продуктивних покладів, описувалися особливості кожної свердловини окремо. Застосовувався величезний обсяг фактичного матеріалу, який включав до себе геолого-промислові дані, результати геофізичних досліджень, результати визначення компонентного складу супутніх вод, що виносилися експлуатаційними свердловинами та інші матеріали. Аналіз кількості надходження супутньої води до свердловин систематизовано у вигляді графіків водного режиму експлуатації.

Досвід розробки фаменських продуктивних горизонтів свідчить про інтенсивне обводнення експлуатаційних свердловин пластовими водами, які



мають, зазвичай, сингенетичну природу. У продукції переважної більшості свердловин ( 50, 60, 62, 73, 83, 85, 88, 89) міститься високомінералізована вода пластового походження. У продукції свердловин 65, 89 встановлені супутні води з мінералізацією, яка складає перші десятки г/дм<sup>3</sup>. І тільки у продукції однієї свердловини – 91, відібрана вода мала незначну мінералізацію – і вочевидь – конденсаційний генезис.

Сучасні геофізичні дослідження, проведені протягом останніх років в деяких експлуатаційних свердловинах, дозволяють стверджувати, що в різних блоках родовища поточні рівні ГВК знаходяться на різних відмітках.

Слід додати, що надходження пластових вод до стовбурів свердловин, що експлуатують поклад Фм-1 не призводить до часткової або повної компенсації пластових тисків, про що свідчать графіки залежності  $P_{пл}/Z$  від відбору газу.

Для обводнення продуктивних горизонтів фаменського ярусу окрім загального підйому контактів газ-вода, є притаманним вибірковий, випереджуючий тип обводнення.

Для свердловин родовища, орієнтованих на розробку фаменського ярусу (гор. Фм-1) був проведений аналіз умов експлуатації через залежність  $Q_g=f(B\Phi)$  яка наведена на рисунку 2.

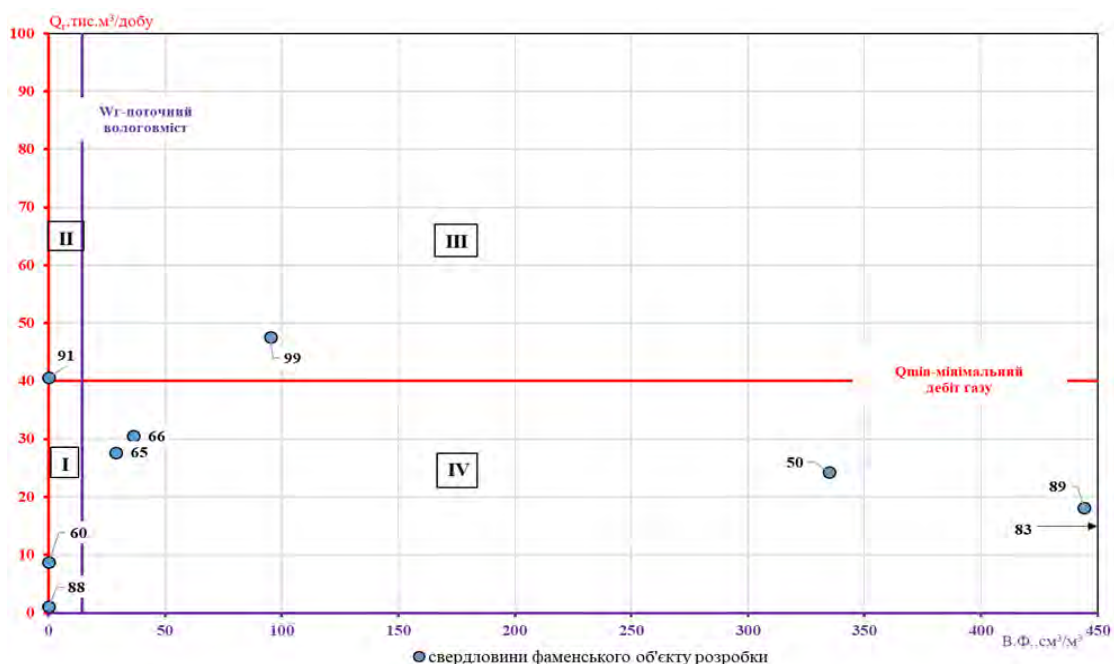


Рис. 2. Аналіз умов експлуатації свердловин об'єктів розробки Q-родовища через залежність  $Q_g=f(B\Phi)$

За допомогою графіка можна побачити переміщення свердловин між зонами за певний період часу.

### Висновок.

Отож, занають обводнення свердловини 76,68,92,79,90,50,89,65,66,83; неінтенсивно обводнюються свердловини 51,75 і 99; без видимих ознак обводнення експлуатуються свердловини 94,97,1,71,63,96,109,113,60,88,91.

Таким чином, дана методика дозволила швидко оцінити стан обводнення свердловин на даному газоконденсатному родовищі і візуально побачити, як змінюється обводненість протягом певного часу.

### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Булка С.В., Соболь В.В., Стецюк С.М., Вакуленко Н.С. Оцінка стійкої роботи газоконденсатних свердловин на прикладі Більського родовища. *Питання розв. газ. пром-сті України*: Зб. наук. праць. Вип. XXXVIII. Укрндігаз. 2010. С. 151-155.
2. Мельник Є.А., Гунда М.В., Зарубін Ю.О., Гришаненко В.П., Ліхван М. Удосконалення та управління технологіями підвищення конденсатовіддачі покладів із використанням композиційного гідродинамічного моделювання. *Нафтогазова галузь України*. 2014. № 6. С 15-20
3. Методика контролю за експлуатацією проблемних свердловин родовищ АТ «Укргазвидобування». АТ «Укргазвидобування». Київ, 2018. 25 с.
4. Самойлов В.В. Промислово-гідрогеологічні дослідження – складова контролю за розробкою газоконденсатних родовищ. *Вісник Харків. нац. ун-ту*. № 1098. 2014. С. 46-48.
5. Стрілець Є.С., Комаров А.Г., Тищенко О.В. Оцінка обводнення свердловин за допомогою зіставлення поточного вологовмісту газу з водним фактором та дебітом газу. *Питання розв. газ. пром-сті України*: Зб. наук. праць. Вип. XLIV. Укрндігаз. 2016. С. 75-77.

## **ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ТА ЗВ'ЯЗКУ ГЕРМАНІЮ ТА КОБАЛЬТУ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ С<sub>1</sub> ШАХТИ «БЛАГОДАТНА»**

**В. В. Ішков**

*кандидат геолого-мінералогічних наук*

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, 49005, м. Дніпро, вул.  
Сімферопольська, 2-а

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 49005, м. Дніпро, пр. Д.  
Яворницького, 19

**Є. С. Козій**

*кандидат геологічних наук*

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 49005, м. Дніпро, пр. Д.  
Яворницького, 19

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 49600, м. Дніпро, вул. Сергія  
Єфремова, 25, Україна

**О.І. Чернобук**

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 49005, м. Дніпро, пр. Д.  
Яворницького, 19

Досліджено та проаналізовано зв'язок між вмістом германію і кобальту у вугільному пласті с<sub>1</sub> шахти Благодатна Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. Загальна різноманітна форма знаходження у вугіллі розглянутих елементів домішок дозволяє ставитися до встановлених за допомогою кореляційного і регресійного аналізу закономірностей як своєрідного тренду залежностей між ними. Доведено, що для більш реалістичної оцінки центральної тенденції концентрацій германію та кобальту замість значень середнього арифметичного необхідно використовувати медіанні значення.

*Ключові слова:* шахта Благодатна, вугілля, елементи домішки.

## **DISTRIBUTION AND ASSOCIATION FEATURES OF GERMANIUM AND COBALT IN THE COAL SEAM C<sub>1</sub> OF THE BLAGODATNA MINE**

**V.V. Ishkov**

*Candidate of Geological and Mineralogical Sciences*

Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of  
Ukraine, 49005, Dnipro, Simferopolska str., 2A

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

**Ye.S. Kozii**

*Candidate of Geological Sciences*

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

Dnipro State Agrarian and Economic University, 49600, Dnipro, S. Efremov str., 25

**O.I. Chernobuk**

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

The relationship between the content of germanium and cobalt in the  $c_1$  coal seam of the Blagodatna mine of the Pavlohrad-Petropavlivka geological and industrial area was studied and analyzed. The general, diverse form of presence of the considered impurity elements in coal allows us to treat the regularities established with the help of correlation and regression analysis as a kind of trend of dependencies between them. It has been proven that for a more realistic assessment of the central tendency of germanium and cobalt concentrations, it is necessary to use median values instead of arithmetic mean values.

*Key word:* Blagodatna mine, coal, elements of impurity.

Актуальність дослідження вмісту германію у вугільних пластах обумовлена можливістю його промислового вилучення та використання в якості цінного попутного компонента [1, 7]. Найвища концентрація германію що була колись встановлена на вугільних родовищах, спостерігалась у вугільній золі родовища Хартлі із вмістом Ge 1,6%. Зараз вугілля є основним оціненим джерелом Ge в Україні, Китаї, Узбекистані, Англії, а також США.

Особливу актуальність проведеним дослідженням надає рішення Ради національної безпеки та оборони України від 16 липня 2021 року «Про стимулювання пошуку, видобутку та збагачення корисних копалин, які мають стратегічне значення для сталого розвитку та обороноздатності держави» та Указ Президента України №306/2021, який вводить в дію це рішення. В цих документах руди Ge включені до переліку, що мають стратегічне значення для сталого розвитку та обороноздатності держави.

**Аналіз попередніх досліджень.** Раніше були досліджені особливості розподілу «малих елементів», які відносяться до групи «токсичних та потенційно токсичних елементів» у вугільних пластах деяких шахт та геолого-промислових районів Донбасу [3-6, 8]. В роботах [2, 11] розглядалися основні закономірності розподілу германію по площі і у розрізі деяких вугільних пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу.

*Мета.* Дана робота присвячена встановленню та аналізу зв'язку між концентраціями германію та кобальту у вугільному пласті  $c_1$  шахти «Благодатна». Слід зазначити, що раніше такі дослідження не виконувалися.

**Методи дослідження.** Фактологічною основою роботи були результати 38 аналізів германію і кобальту виконаних після 1981р. в центральних сертифікованих лабораторіях виробничих геологорозвідувальних організацій України з матеріалу пластових проб отриманих виробничими і науково-дослідницькими підприємствами і організаціями. У ряді випадків вони доповнювались аналізами пластових проб відібраних борозновим методом із дублікатів керна і гірничих виробках за участю авторів та співробітників геологічної служби вугледобувного підприємства і виробничих геологорозвідувальних організацій в період з 1981 по 2017 рік.

Обсяг контрольного випробування склав 7% від загального обсягу проб. Вміст германію визначався кількісним емісійним спектральним аналізом. На внутрішній лабораторний контроль направлено 7% дублікатів проб. Зовнішньому лабораторному контролю піддано 10% дублікатів проб. Якість результатів аналізів (правильність і відтворюваність) оцінювалася як значимість середньої систематичної похибки, яка перевірялася за допомогою критерію Стюдента і значимість середньої випадкової похибки, яка перевірялася за допомогою критерію Фішера. Оскільки вказані похибки при рівні значимості 0,95 є не значимими, якість аналізів визнано задовільною.

На початковому етапі обробки первинної геохімічної інформації за допомогою програм STATISTICA 13.3 та IBM SPSS Statistics 22 розраховувалися значення основних описових статистичних показників (вибіркового середнього арифметичного, його стандартної помилки, медіани, ексцесу, моди, стандартного відхилення, дисперсії вибірки, мінімального і максимального значення вмісту, коефіцієнту варіації, асиметрії вибірки), виконувалась побудова частотних гістограм вмісту германію та кобальту і встановлення особливостей розподілу цих параметрів.

При побудові частотних гістограм кількість інтервалів розраховувалася за формулою Герберта Стерджеса:

$$n = 1 + [\log_2 N],$$

де,  $n$  – кількість інтервалів,  $\log_2$  – логарифм на підставі 2,  $N$  – кількість аналізів.

Для досягнення поставленої в роботі мети у процесі досліджень було здійснено кореляційний та регресійний аналіз методами, які реалізовані у найпопулярніших професійних статистичних програмних платформах «STATISTICA» та «SPSS»; та виконано їх аналіз у геологічних поняттях. У роботі використовувалися ліцензійні версії програм Excel 2016, STATISTICA 13.3 та IBM SPSS Statistics 22.

### **Результати дослідження та їх обговорення.**

На полі шахти «Благodatна» концентрація германію у вугіллі пласта  $c_1$  за даними 38 аналізів варіює в межах від 1,78 г/т до 20,3 г/т, при середньому значенні  $12,27 \pm 0,54$  г/т, медіані 11,88 г/т, стандартному відхиленні 3,36, дисперсії вибірки 11,28, ексцесу вибірки 2,03, асиметричності вибірки -0,38.

Вміст кобальту на ділянках відбору проб змінюється від 1,61 г/т до 8,59 г/т, середнє значення дорівнює  $5,75 \pm 0,22$  г/т, медіана 5,53 г/т, стандартне відхилення 1,38, дисперсія 1,91, ексцес 1,24, асиметричність – 0,15.

З метою візуалізації щільності розподілу концентрацій Ge та Co, що були встановлені на ділянках відбору проб були побудовані гістограми. Додатково було виконано аналітичні розрахунки відповідності емпіричних розподілів

досліджуваних параметрів розподілу Гауса. С цією метою були розраховані критерії Колмогорова – Смірнова, Шапіро-Уїлка, Ліллієфорса та згоди хі-квадрат Пірсона. У всіх випадках результати розрахунків підтвердили невідповідність досліджуваних вибірок нормальному або логнормальному закону розподілу. Таким чином, для більш реалістичної оцінки центральної тенденції вмісту германію та кобальту замість значень середнього арифметичного необхідно використовувати медіанні значення.

Зв'язок вмісту германію з концентрацією кобальту у вугільному пласті згідно результатів аналізів за шкалою Чедока враховуючі дані кореляційного (коефіцієнти кореляції лінійного Пірсона 0,86, та непараметричних: Спірмена 0,8, Кендела 0,82 і гамма 0,88) та регресійних аналізів є прямий і високий. Рівняння регресії для лінійної моделі зв'язку концентрації германію з вмістом кобальту:  $Ge = 0,0975 + 0,7902 \cdot Co$ .

Виконаний авторами огляд результатів виявлення форм знаходження германію у вугіллі різних родовищ різноманітними методами вуглепетрографії та вуглехімії, які включали кореляційний аналіз, мікроскопічні дослідження, фракціонування за щільністю, електродіаліз вугілля, м'яке та жорстке хімічне фракціонування, послідовне селективне екстрагування [9-10, 12] показав, що германій у вугіллі може міститися в наступних формах: 1) фізично сорбованої на органічній та мінеральній речовині; 2) пов'язаної з гуміновими та фульвовими кислотами у вигляді простих гуматів та фульватів; 3) пов'язаної з гуміновими кислотами у вигляді комплексних гуматів (хелатів); 4) у вигляді германійорганічних сполук; 5) у мінералах (силікогерманати та сульфіди).

### **Висновки.**

Виконані дослідження дозволяють сформулювати наступні основні висновки: 1. Притаманна розглянутим елементам-домішкам загальна різноманітна форма їх знаходження у вугіллі дозволяє ставитися до встановлених за допомогою кореляційного і регресійного аналізу закономірностей як своєрідного тренду залежностей між ними, що було реалізовано у конкретних геологічних умовах пласта с<sub>1</sub> шахти «Благодатна». 2. Незважаючи на недостатню вивченість, можна вважати, що форми знаходження досліджених елементів у вугіллі з навколокларковими їх концентраціями та у вугіллі з підвищеними вмістами суттєво різняться. 3. Доведено, що для більш реалістичної оцінки центральної тенденції вмісту германію та кобальту замість значень середнього арифметичного необхідно використовувати медіанні значення.

### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Ішков В.В., Козій Є.С., Клименко А.Г. Особливості розподілу германію у вугільному пласті с<sub>1</sub> шахти «Дніпровська». *Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми розвитку гірничо-промислових районів»*. 2021. С. 42-50.
2. Ішков В.В., Козій Є.С. Кореляційно-регресійний аналіз вмісту германію з потужністю та зольністю вугільного пласта с<sub>8</sub><sup>н</sup> шахти «Дніпровська». *Від мінералогії і геогнозії до геохімії, петрології, геології та геофізики: фундаментальні і прикладні тренди XXI століття (MinGeoIntegration XXI): збірник праць Всеукраїнської конференції*, Київ: КНУ ім. Т. Шевченка. 2022. С. 129-134.
3. Ішков В.В., Козій Є.С. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с<sub>10</sub><sup>в</sup> шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу. *Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка»*. №133. 2017. С. 213-227.
4. Ішков В.В., Козій Є.С. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта с<sub>7</sub><sup>н</sup> шахти "Павлоградська" Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району. *Вісник Київського національного університету. Геологія*, №79(4). 2017. С. 59-66. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.79.09>
5. Ішков В.В., Козій Є.С. Розподіл арсену та ртуті у вугільному пласті к<sub>5</sub> шахти "Капітальна", Донбас. *Мінералогічний журнал*. №43(4). 2021. С. 73-86. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.04.073>
6. Ішков В.В., Козій Є.С. Розподіл ртуті у вугільному пласті с<sub>7</sub><sup>н</sup> поля шахти «Павлоградська». *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-геологічна»*. №1-2(23-24). 2020. С. 26-33. [https://doi.org/10.31474/2073-9575-2020-3\(23\)-4\(24\)-26-33](https://doi.org/10.31474/2073-9575-2020-3(23)-4(24)-26-33)
7. Ішков В.В., Козій Є.С., Сливний С.О. Про розподіл германію у вугільному пласті с<sub>8</sub><sup>в</sup> поля шахти «Західно-Донбаська». *Міжнародна конференція молодих вчених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ»*. 2021. 27-32.
8. Козій Є.С., Ішков В.В. Класифікація вугілля основних робочих пластів Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району по вмісту токсичних і потенційно токсичних елементів. *Збірник наукових праць «Геотехнічна механіка»*. №136. 2017. С. 74-86.
9. Finkelman R.B. Modes of occurrence of trace elements in coal. *Ph. D. Dissertation, College Park: Dept. Chem., University of Mariland*. 1980. 302 p.
10. Harris L.A., Barrett H.E., Kopp O.C. Elemental concentrations and their distribution in two bituminous coals of different paleoenvironments. *Int. J. Coal. Geol.*, No. 1(2), 1981. pp.175-193.
11. Ishkov V.V., Kozii Ye.S., Chernobuk O.I., Lozovyi A.L. Results of dispersion and spatial analysis of the germanium distribution in coal seam с<sub>8</sub><sup>в</sup> of Zahidno-Donbaska mine field (Ukraine). *Proceedings of the XXVIII International Scientific and Practical Conference. «Science and practice, actual problems, innovations»*. Milan. Italy. 2022. pp. 66-73. <https://doi.org/10.46299/ISG.2022.1.28>
12. Spears D.A., Zheng Y. Geochemistry and origin of elements in some UK coals. *Int. J. Coal Geol.*, No.38(3-4). 1999. pp. 161-179.

## **ПЕРЕДУМОВИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ВІДКЛАДІВ МЕЗОЗОЮ ЗОВНІШНЬОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ**

**І. Р. Михайлів**

*кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент*

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**А. П. Бойко**

*кандидат геологічних наук, доцент*

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Зовнішня зона Передкарпатського прогину на сьогоднішній час залишається перспективною щодо відкриття нових родовищ нафти і газу. Тому освоєння малодосліджених мезозойських відкладів можуть забезпечити нарощення ресурсної бази. Обґрунтований прогноз нафтогазоносності підвищує успішність пошукових робіт, і тому освоєння вуглеводневого потенціалу крейдових та юрських відкладів Зовнішньої зони може внести значний вклад у паливно-енергетичне забезпечення України власною сировиною.

*Ключові слова:* мезозой, свердловини, перспективи, пористість, нафтогазоносність.

## **PREREQUISITES OF THE OIL AND GAS POTENTIAL OF MESOZOIC SEDIMENTS OF THE OUTER ZONE OF THE PRE-CARPATHIAN FOREDEEP**

**I. Mykhailiv**

*PhD (Geol. & Mineral.)*

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

**A. Boiko**

*PhD (Geol. & Mineral.)*

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

The outer zone of the Pre-Carpathian foredeep remains promising for the discovery of new oil and gas deposits. Therefore, the development of little-explored Mesozoic deposits can ensure the expansion of the resource base. A well-founded forecast of oil and gas capacity increases the success of exploration, and therefore the development of the hydrocarbon potential of the Cretaceous and Jurassic deposits of the Outer Zone can make a significant contribution to the fuel and energy supply of Ukraine with its own raw materials.

*Key words:* Mesozoic, wells, prospects, porosity, oil and gas capacity.

Мезозойський комплекс центральної та південно-східної частин Зовнішньої зони представлений крейдовими та юрськими відкладами і характеризується підкидо-насувною будовою, ускладнюється великою кількістю поздовжніх і поперечних тектонічних порушень, які підтверджуються



сейсморозвідувальними роботами та глибоким бурінням. Загалом мезозойські відклади на території досліджень розкриті більше ніж 400 свердловинами.

Свердловинами на території досліджень пройдено послідовно відклади палеозою, верхньої юри, нижньої крейди, верхньої крейди (сеноман, турон, сенон), палеогену, неогену [1, 2]. В центральній частині зони у відкладах мезозою за інтерпретацією даних ГДС виділено декілька ділянок які можуть бути перспективні на пошуки вуглеводнів. Одна із них в районі свердловини 2 Дідушичі. Наступна ділянка – район свердловини 2 Болохів. Дана свердловина відкрила 66 метрів сенонських пісковиків на вибої (інт. 904-970 м) та має структурні передумови для утримання ВВ. Третя – це ділянка біля свердловини 6 Болохів, яка також не дійшла до мезозойських відкладів, тут пропонується провести деталізаційні сейсморозвідувальні роботи. Свердловина 6 Болохів у відкладах крейди (інт. 1305-1330 м) може бути продуктивною.

Наступна пропонується ділянка знаходиться біля свердловини 20 Кадобно. У розрізі ще однієї свердловини – 1 Південна Гринівка визначено як перспективний сеноманський горизонт. Сеноманські пісковики в св. 1 Південна Гринівка були досліджені методом БКЗ та випробувані в інт. 1960-1914 м. В інтервалі 1962-1968,5 м пласт складається з чергування різних за фільтраційно-ємнісними характеристиками прошарків пісковиків. Коефіцієнт пористості пласта дорівнює 7%. У верхньоюрських відкладах ми виділяємо три недоопрацьованих ділянки, які за даними інтерпретації матеріалів ГДС можуть бути продуктивними. В районі свердловини 36 Богородчани Парище, у якій в низах юрського розрізу випробування дало приплив пластової води з розчиненим газом може розглядатись як перспективна. В туронських відкладах є велика розущільнена частина (інт. 2130-2160 м), що є характерним і для свердловини 1 Глибівка (інт. 2840-2860 м), тому вони між собою добре корелюються. Тут потрібно провести детальніший аналіз даних сейсморозвідки, з метою виявлення позитивних форм.

Пропонується пробурити чи відновити свердловини на площах Роженська, Таталівська, Петровецька, Стайківська, Фальківська [3]. Для детального вивчення відкладів мезозою на Роженській, Таталівській та Петровецькій ділянках нами розглянуті інтервали залягання відкладів сеноману і верхньої юри: це інтервал 5945-5932 м в свердловині 1 Рожен; інтервали 4905-4953 м та 4835-4841 м в свердловині 2 Петровець та інтервал 5092-5106 м в свердловині 13 Лопушна.

Породи нижньої крейди в свердловині 1 Рожен представлені чергуванням пісковиків з прошарками аргілітів та алевролітів. Сеноманські відклади верхньої крейди залягають в інтервалі 5945-5932 м та представлені пісковиком. В

інтервалі 5932-5900 м залягає пачка карбонатно-теригенних порід що відповідають відкладам верхньої крейди.

На Таталівській структурі свердловина 13 Лопушна відкрила відклади верхньої юри (інт. 5116-5290 м), нижньої крейди (інт. 5106-5116 м), сеноману (інт. 5116-5090 м) та верхньої крейди (інт. 5090-5065 м).

Нижнівська світа верхньої юри в свердловині 13 Лопушна представлена вапняками (інт. 5160-5290 м). Випробувана в інтервалах 5190-5213 м, 5156-5171 м, 5142-5130 м, де отримані припливи води. Мабуть це сприяло швидкому закінченню досліджень у свердловині, а інтервал сеноманських відкладів 5092-5106 м залишився недопошуканий. В інтервалі 5092-5016 м залягає пласт пісковика, вивчення його за методами ГДС вказує на продуктивність.

На Петровецькій площі є пробурені три свердловини №1, 2, 3. Найбільш перспективна свердловина 2 Петровець. Вона відкрила відклади нижнівської світи верхньої юри (інт. 4880-4980 м), нижньої крейди (інт. 4880-4833 м), сеноману (інт. 4833-4826 м) та верхньої крейди (інт. 4620-4826 м).

Відклади нижнівської світи верхньої юри представлені вапняками (інт. 4880-4905 м та інт. 4905-4953 м). В цьому інтервалі виділяються дві зони розущільнення: одна із них в інтервалах 4905-4920 м та 4933-4946 м, друга зона розущільнена (інт. 4933-4946 м) обводнена. Розріз нижньої крейди (інт. 4832-4880 м) складений чергуванням пісковиків з аргілітами та алевролітами. В покрівлі нижньокрейдових відкладів знаходиться пласт пісковика (інт. 4835-4841 м) коефіцієнт пористості 10 %, ефективна товщина 5,9 метрів. Це, можливо, продуктивний пласт (табл. 1).

Виділені для досліджень пласти-колектори в сеноманських відкладах у свердловинах 1 Рожен, 13 Лопушна, 2 Петровець відповідають прийнятими критеріями продуктивності за інтерпретацією комплексу методів ГДС.

Таким чином, найперспективнішою ділянкою для планування геологорозвідувальних робіт та проведення пошукового буріння в Зовнішньої зони є Петровецька структура [4].

За даними петрофізики та ГДС в розрізі сеноману виділяються колектори в пісковиках крупно-середньозернистих, рідше дрібнозернистих, кварцових. У гранулометричному складі цих порід переважає дрібнозерниста фракція (до 76 %), постійно присутня алевритова фракція (до 25 % і більше). Кількість розсіяної глинистої речовини не перевищує 10 %. Пористість, яка визначена за методами акустичного каротажу та нейтронного гама-каротажу змінюється від 7 % до 25 %.

Для дослідження сеноманських відкладів в св. 2 Петровець перспективним може бути інтервал 4825-4831 м, де  $K_{п}=9\%$ , з коефіцієнтом насичення 54 % (табл. 2).

Таблиця 1.

Результати оцінки продуктивності мезозойських відкладів за даними ГДС свердловин Більче-Волицької зони

Площа, свердловина	Вік	Інтервал дослідження, м	$K_p$ , %	$K_{н,г}$ , %
Петровець 2	$I_3$	4940,3-4944,5	9,4	45
	$I_3$	4910,5-4914,5	7,0	51
	$K_1$	4835,3-4841,2	6,0	60
	$K_{1c}$	4823-4832	9,0	54
Лопушна 13	$K_{2c}$	5102-5104	11,0	85
Лопушна 10	$K_{2c}$	4296-4289	16,8	90
Петровець 3	$K_{2c}$	5028-5435	8,0	60
Рожен 1	$I_3$	6020-6005	4,0	59
Рожен 1	$K_{2c}$	5934-5944	11,0	85

Петровецька структура вперше виділена за результатами сейморозвідувальних робіт ЗУГРЕ у 1972 році. Спершу у склепінній частині була забурена свердловина №1, але вона не відкрила автохтонні породи на тій глибині, де вони вже були відкриті на Лопушнянському родовищі.

Таблиця 2.

Результати оцінки продуктивності за даними ГДС мезозойських відкладів свердловин Петровецької площі

Площа, свердловина	Вік	Інтервал дослідження, м	$\rho_p$ , Ом·м	$K_p$ , %	$K_{н,г}$ , %
Петровець 2	$J_{3nz}$	4940,3-4944,5	3,9	9,4	45
	$J_{3nz}$	4910,5-4914,5	8,0	7,0	51
	$K_1$	4835,3-4841,2	6,5	6,0	60
	$K_{2cm}$	4825,3-4830,8	4,4	9,0	54
Петровець 3	$K_{2cm}$	5028-5435	4,6	8,0	60

Свердловина №3 попала на більш занурену ділянку площі, як це виявилось після закінчення бурінням свердловини №2. Випробування у свердловині 3 Петровець інтервалу сеноманського віку не дало результатів, – отримано приплив фільтрату бурового розчину. Вважалось що свердловини 1, 2 Петровець не

підтвердили проектних структурних побудов. Де знаходиться найбільш піднята частина структури досі невідомо.

Нами рекомендується проведення геологорозвідувальних і, в першу чергу, сейсмічних досліджень МСГТ з метою оконтурення об'єкту, підготовки до пошукового буріння та розкриття автохтонного комплексу у склепінній його частині.

Прогнозується, що проектна свердловина на абсолютній відмітці мінус 4000 м зустрине відклади мезозою. Геологічна позиція і умови нафтогазоносності передбачаються схожі на існуючі в Лопушнянському родовищі.

#### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Крупський Ю.З. Геодинамічні умови формування і нафтогазоносність Карпатського та Волино-Подільського регіонів України. Київ. УкрДГРІ, 2001. 144 с.
2. Дулуб В.Г. Про нижньокрейдний вік ставчанської світи. *Палеонтологічний збірник*. 1965. – Вип. 2. № 2. С. 113–115.
3. Доленко Г.Н., Бойчевская Л.Т., Данилович Л.Г. та ін. Глибинна будова, розвиток і нафтогазоносність Українських Карпат. Київ: Наук думка, 1980. 148с.
4. Михайлів І. Р., Мазур А.П. Перспективи нафтогазоносності крейдових відкладів піднасувної частини Зовнішньої зони Передкарпатського прогину. *Науковий вісник НТШ України*. 2015. № 1 (29). С. 213-221.

**СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

**MODERN RESEARCH METHODS**

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВУГІЛЬНОЇ РЕЧОВИНИ ПЛАСТІВ ШАХТ «ЮВІЛЕЙНА» ТА «БЛАГОДАТНА» (ЗАХІДНИЙ ДОНБАС)

**К.А. Безручко**

*доктор геологічних наук*

**Л.І. Пимоненко**

*доктор геологічних наук*

**О.В. Бурчак**

*доктор геологічних наук*

**О.К. Балалаєв**

*кандидат біологічних наук*

**В.І. Барановський**

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України,  
49005, м. Дніпро, вул. Сімферопольська, 2А

Для дослідження структури і властивостей вугільної речовини на молекулярному та надмолекулярному рівнях запропоновано комплексне використання методів ЕПР-, ІЧ-Фур'є- та оптичної спектроскопії. Наведено приклад застосування цього комплексу для дослідження вугільних пластів  $c_5$  (шахта «Благодатна») та  $c_6$  (шахта «Ювілейна»).

*Ключові слова:* вугільна речовина, ЕПР-, ІЧ-Фур'є- та оптична спектроскопія

## RESEARCH OF COAL SUBSTANCE IN BEDS AT "YUVILEINA" AND "BLAHODATNA" MINES (WESTERN DONBAS)

**K.A. Bezruchko**

*Doctor of Geological Sciences*

**L.I. Pymonenko**

*Doctor of Geological Sciences*

**O.V. Burchak**

*Doctor of Geological Sciences*

**O.K. Balalaiev**

*Doctor PhD (of biological sciences)*

**V.I. Baranovskyi**

M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of  
Ukraine, Simferopolska, 2a, Dnipro, 49005, Ukraine

To study the structure and properties of coal matter at the molecular and supermolecular levels, comprehensive use of EPR, IR-Fourier, and optical spectroscopy methods has been proposed. The article presents an example of applying this complex for the research of coal beds  $c_5$  (Blahodatna mine) and  $c_6$  (Yuvileina mine) is presented.

*Key words:* coal substance, EPR, IR-Fourier and optical spectroscopy

У зв'язку з дефіцитом енергоресурсів в Україні, а також з постійно зростаючим антропогенним навантаженням на перший план виходить проблема комплексної розробки вугільно-газових родовищ, що дозволяє водночас вирішити три питання: збільшення видобутку дефіцитних енергоносіїв, підвищення рівня безпеки праці гірників і покращення захисту довкілля.

Одним з фундаментальних питань у вирішенні цієї проблеми, є проходження процесів, які відбуваються у викопній органіці на атомно-молекулярному рівні під дією природних та техногенних впливів та можуть супроводжуватися виділенням газів. Але механізми можливих фізико-хімічних реакцій, що ведуть до трансформації вугільної речовини на молекулярному рівні, у вугільних пластах з різним мацеральним складом, ступенем перетворення органічної речовини, тектонічними умовами, складом мінеральних домішок відрізняються. Тому дослідження кожного з факторів і визначення його впливу є актуальним науковим завданням.

Для дослідження структури і властивостей вугільної речовини на молекулярному та надмолекулярному рівнях запропоновано комплекс методів:

1. Дослідження петрографічного складу вугілля проводилось на відеооптичному комплексі (МБІ-11, НВ 200, ПК), що дозволило встановити кількість окремих мацералів у складі вугілля та кількість слідів газогенерації, які характеризують генетичні властивості вугілля;
2. Методом електронного парамагнітного резонансу (ЕПР) за методиками, описаними в роботах [1, 2] досліджувалась надмолекулярна структура вугільної речовини. Вивчення парамагнетизму системи «вугілля-газ» дозволяє моделювати процеси, які проходять в пласті, та оцінювати вплив зовнішніх чинників на стан вугільної речовини;
3. За методом ІЧ-Фур'є спектроскопії по характеристикам знайдених функцій обчислювалися ступінь ароматичності вугільної речовини ( $Ar$ ) та коефіцієнт перерозподілу водню.

Для проведення експерименту були відібрані проби вугілля на двох шахтах Павлоградського району: «Благодатна» (пласт  $c_5$ ,  $A^d = 9,37\%$ ,  $V^{daf} = 46,12\%$ ) та «Ювілейна» (пласт  $c_6$ ,  $A^d = 1,8\%$ ,  $V^{daf} = 43,11\%$ ).

Вугільні пласти шахт приурочені до відкладів самарської світи візейського ярусу нижнього карбону, потужність товщі – 220 м. В цій товщі налічується до 64 вугільних пластів та прошарків. Результати досліджень петрографічного складу вугілля наведені на рис. 1, 2.

Vt (вітриніт), %	L (ліптиніт), %	I (інертиніт), %	К – кількість слідів газогенерації на 100 мкм <sup>2</sup>
73,0	24,0	3,0	0-2,0

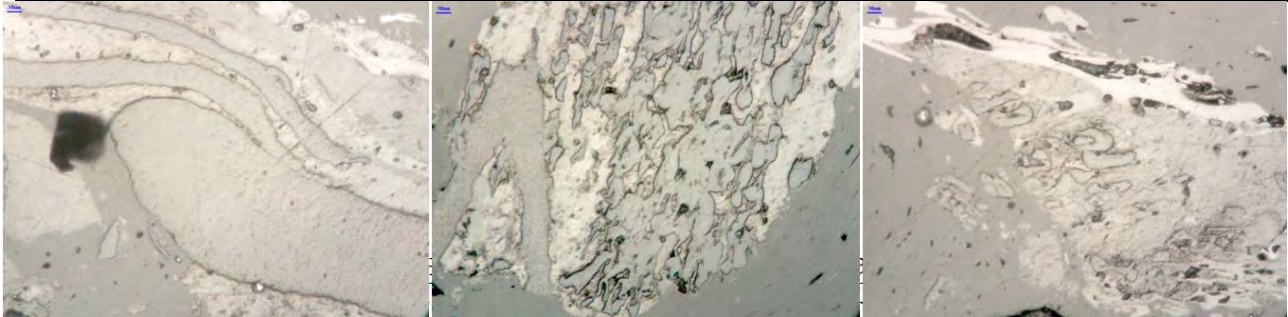


Рисунок 1. Петрографічний склад вугільного пласта  $c_5$  (шахта «Благодатна»)

Vt (вітриніт), %	L (ліптиніт), %	I (інертиніт), %	К – кількість слідів газогенерації на площі 100 мкм <sup>2</sup>
79,0	18,0	3,0	0,1-1,5

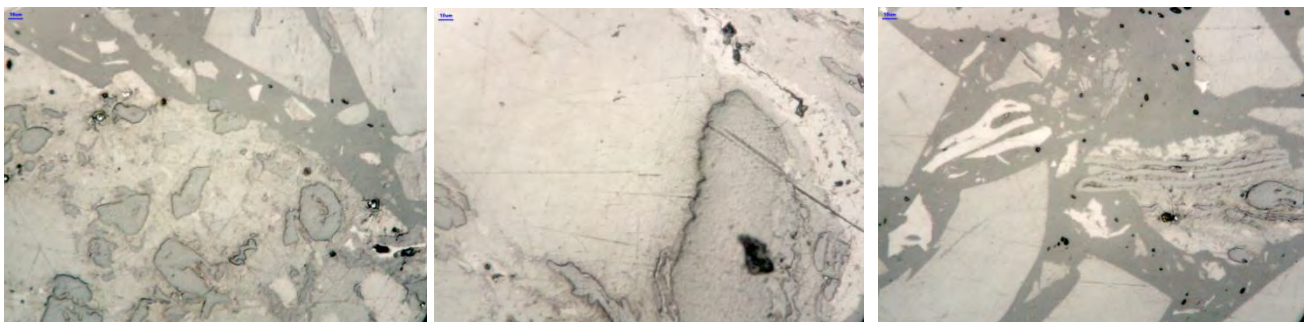


Рисунок 2. Петрографічний склад вугільного пласта  $c_6$  (шахта «Ювілейна»)

Відібрані зразки вугілля близькі за ступенем вуглефікації, тобто органічна речовина обох проб в процесі геологічного розвитку підпадала під дію приблизно однакових температури і тиску. Натомість вугілля шахти «Благодатна» відрізняється більшим вмістом золи, мінеральна складова цих зразків вугілля представлена, в основному, кварцем. Встановлено, що петрографічний склад вугілля на шахтах практично не відрізняється, але газогенераційні властивості на шахті «Ювілейна» практично в три рази більше, що може бути пов'язано з наномолекулярною структурою.



Результати досліджень парамагнітних характеристик вугільної речовини пластів і розрахована за цими даними сорбційна здатність вугілля наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Результати досліджень парамагнітних характеристик вугільної речовини

Пласт	Вихід летких, $V^{daf}$ , %	Концентрація ПМЦ, $N \cdot 10^{19} \text{ г}^{-1}$	Ширина $\Delta H$ , Е	Коефіцієнт ароматичності, $F_a$ , ум.од	Сорбційна здатність, $Q$ , мл/г
$c_5$	42,24	2,24	6,32	0,38	10,2
$c_6$	46,12	1,3	6,67	0,32	5,0

Отримані дані свідчать, що надмолекулярна структура вугілля за показниками  $\Delta H$  та  $f_a$  мало відрізняється, але концентрація ПМЦ, на величину якої впливають зовнішні фактори підвищена. Очевидно, що найбільш суттєвим на сорбційні властивості вугілля є вплив ступеня перетворення вугільної речовини під дією температури.

Зразки, що складаються з частинок вугілля  $< 0,05$  мм, представлені для оцінки впливу на магнітні властивості речовини петрографічного складу і мінеральних домішок.

Для розрахунків методом ІЧ-Фур'є спектроскопії використовувалася частина спектру в діапазоні хвильових чисел  $2810\text{--}3090 \text{ см}^{-1}$ . За характеристиками знайдених функцій (модельних піків) обчислювалися ступінь ароматичності вугільної речовини ( $Ar$ ) і коефіцієнт перерозподілу водню ( $H$ ), як відношення площ модельних піків поглинання асиметричних валентних коливань  $\text{CH}_3/\text{CH}_2$  в аліфатичній складовій вугільної речовини ( $D_{2920}/D_{2956}$ ). Отримані результати наведені в табл. 2.

Для вітриніту та інертиніту: на «Благодатній» ступінь ароматичності під тиском практично не змінюється, на «Ювілейній» – зростає в 5 разів; на «Благодатній» коефіцієнт перерозподілу водню під тиском збільшується, на «Ювілейній» – зменшується.

Максимальний зсув смуги поглинання зменшується: на «Благодатній» на 22 %; «Ювілейній» – 64 %. Ефект зсуву смуг поглинання обумовлений механічною деформацією валентних кутів і зв'язків, що утворюють скелет макромолекули; зсув максимуму смуги поглинання визначається хімічною будовою ланцюгів (мінеральна складова) і типом коливань. Тобто на шахті «Ювілейна» більша механічна деформація скелету макромолекули. При цьому відомо, що показник розривної порушеності поля шахти «Благодатна» – 0,1 (на пласті  $c_5$  малоамплітудні порушення практично відсутні); «Ювілейна» – 0,5.

Таблиця 2.

Результати оцінки впливу механічної дії на параметри молекулярної структури вугільної речовини

Шахта (пласт, вихід летких)	Тиск, $10^9$ Па	Ступінь ароматичнос ті, $A_r$ , ум.од.	Коефіцієнт перерозподіл у водню, $H$ , ум.од.	Зсув смуги поглинання , $\text{см}^{-1}$	Максимальний зсув у діапазоні, $\text{см}^{-1}$
Концентрат вітриніту					
Благодатна (пл. $c_5$ , $V^{daf} = 46,12$ %)	0	$0,083 \pm 0,004$	$23,50 \pm 1,60$	$9,46 \pm 0,79$	6,72
	10	$0,084 \pm 0,002$	$29,62 \pm 5,03$		
Ювілейна (пл. $c_6$ , $V^{daf} = 42,24$ %)	0	$0,113 \pm 0,018$	$15,27 \pm 0,79$	$10,63 \pm 1,85$	12,00
	10	$0,308 \pm 0,218$	$15,12 \pm 0,31$		
	10	$0,548 \pm 0,004$	$7,49 \pm 0,49$		
Концентрат інертиніту					
Благодатна (пл. $c_5$ , $V^{daf} = 46,12$ %)	0	$0,090 \pm 0,002$	$19,59 \pm 0,84$	$7,98 \pm 0,64$	5,28
	10	$0,092 \pm 0,010$	$22,31 \pm 0,54$		
Ювілейна (пл. $c_6$ , $V^{daf} = 42,24$ %)	0	$0,110 \pm 0,003$	$14,47 \pm 0,01$	$7,35 \pm 0,17$	4,32
	10	$0,116 \pm 0,008$	$17,65 \pm 1,11$		
	10	$0,582 \pm 0,013$	$5,06 \pm 1,51$		

### Висновок.

Таким чином, запропонований комплекс методів однозначно свідчить про більшу сорбційну здатність вугільного пласта шахти «Ювілейна», що дозволяє застосовувати розроблені методи для визначення газогенераційних властивостей вугільних пластів.

### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лукінов В.В., Гончаренко В.А., Бурчак О.В. Про можливості оцінки сорбції викидонебезпечного вугілля Донбасу методом електронного парамагнітного резонансу. *Геотехническая механика*. 2000. №17. С. 104–109.
2. Лукінов В.В., Бурчак О.В. Про оцінку швидкості десорбції газу із вугілля. *Геотехническая механика*. 2005. №53. С. 170-173.

## **СВІТОВИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД ВИДОБУТКУ МЕТАНУ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ**

**І. В. Бучинська**

*кандидат геол. Наук*

**М. М. Матрофайло**

*кандидат геол.-мін. наук*

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,  
79060, м. Львів, вул. Наукова 3-а

Проаналізовано світовий досвід практичного видобутку метану вугільних пластів в США, Канаді, Англії, Китаї, Австралії, Монголії. Використання метану вугільних родовищ в якості енергетичної корисної копалини в Україні знаходиться на початковій стадії. За обсягами вилучення метанових газів Донбас (в довоєнний період) і Львівсько-Волинський басейни можуть бути джерелом місцевого і частково промислового газопостачання.

*Ключові слова:* метан, вугільні родовища, видобуток метану, світовий досвід.

## **WORLD AND DOMESTIC EXPERIENCE OF COALBED METHANE PRODUCTION**

**I. V. Buchynska**

*PhD (Geolog)*

**M. M. Matrofailo**

*PhD (Geol. & Mineral)*

Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of NAS of Ukraine,  
79060, Lviv, St. Naukova 3-a

The world experience of practical extraction of methane from coal seams in the USA, Canada, England, China, Australia, and Mongolia was analyzed. The use of methane from coal deposits as an energy useful mineral in Ukraine is at an initial stage. According to the volume of methane gas extraction, the Donbas (in the pre-war period) and the Lviv-Volyn basins can be a source of local and partly industrial gas supply.

*Key words:* methane, coal deposits, methane extraction, world experience.

Розвиток енергозберігаючих технологій у більшості країн супроводжується впровадженням нових альтернативних видів палива. Поклади метану у вугільних пластах відносять до нетрадиційних родовищ природного газу. В Україні розробці таких родовищ приділяється недостатня увага. В багатьох країнах достойно оцінили економічний ефект від освоєння вугільних родовищ з ціллю видобутку газу і активно проводять комплексну експлуатацію

вугільних басейнів. Сьогодні у світовій практиці вугільні родовища розглядають як газувугільні. Метан вугільних родовищ оцінюють не лише як супутню корисну копалину, яка міститься у вугільних пластах і вмісних породах, але й як самостійну, видобування якої можливе в економічно доцільних об'ємах за умови застосування гідравлічного розриву пласта.

За попередніми оцінками світові ресурси вугільних газів становлять 160 трлн м<sup>3</sup> [3]. В праці [6] запаси метану вугільних родовищ оцінені так: Німеччина – 3–4 трлн м<sup>3</sup>; Велика Британія – 1,9–2,8 трлн м<sup>3</sup>; Австралія – 6,0 трлн м<sup>3</sup>; Польщі 1,6–2,0 трлн м<sup>3</sup>; Китай– 25–30 трлн м<sup>3</sup>; США– 8,5–14 трлн м<sup>3</sup>.

На метан вугільних родовищ як самостійну корисну копалину за кордоном звернули увагу після нафтової кризи 1973 року. З розвитком технологій видобуток вугільного газу-метану стає економічно доцільним. Актуальність видобутку шахтних газів базується також на сукупності вирішення екологічних задач та проблем безпечної підземної розробки вугільних родовищ. Метан, який викидається в атмосферу, підсилює парниковий ефект. Шахтний метан значно погіршує умови праці на шахтах та призводить до газодинамічних явищ, які можуть бути причиною значних людських жертв [2].

Лідерство світового досвіду видобутку метану вугільних пластів належить США. Активне видобування шахтного метану в країні почалось після ухвалення у 1980 закону про альтернативні види палива, яким надавалася податкова знижка (tax credit), що дорівнює приблизно \$15–20 на умовну тонну видобутого або використаного нетрадиційного газу. Сьогодні широко ведуться роботи з використання метану як у процесі видобутку вугілля в шахтах, так і на розвіданих вугільних родовищах. Метан вугільних родовищ на 35–40 % дорожчий за природний газ, однак з урахуванням знижок та організаційно-виробничих заходів, передбачених спеціальним законодавством у США видобуток метану з вугільних пластів є цілком рентабельним.

В 80-х роках минулого століття розпочалося буріння свердловин з метою вилучення газу у вугільних басейнах Сан-Хуан (шт. Колорадо) і Блек-Уорриор (шт. Алабама). До 2000 р. доля газу вугільних пластів в сумарних газових запасах США оцінювалася як 0,44 трлн м<sup>3</sup> (8,8 %). Станом на сьогодні промисловий видобуток вугільних газів проводиться більш ніж на 10 родовищах [4].

У 2000 р. видобуток метану з вугільних пластів у басейні Сан-Хуан становив 80 % від сумарного обсягу по всіх вугільних пластах США. З головної ділянки Фрютленд в цьому басейні видобуто 0,2 трлн м<sup>3</sup> газу. В області Форт-Юніон басейну Паудер-Ривер за період з 1997 по 2000 р. видобуток зріс з 0,4 млрд до 4,1 млрд м<sup>3</sup>, що склало 10,7 % від обсягу газу, добутого з вугільних пластів у США. У 2001 р. у басейні Паудер-Ривер рівень видобутку досяг 6,9

млрд м<sup>3</sup> [7]. Станом на кінець 2000 р. в басейні Паудер-Ривер було пробурено 80000 свердловин відкачування на метан вугільних пластів, з них в експлуатації знаходилося 4800 свердловин [11].

Басейн Блек-Уорриор розташований на південному сході США в північній та центральній частинах штату Алабама та північному сході штату Міссісіпі на площі 46,6 тис. км<sup>2</sup>. У структурно-тектонічному плані басейн є південним краєм вугільного регіону Аппалачі, основні поклади якого знаходяться південніше під Міссісіпським прогином. Вугленосні відклади формації Потсвіл, що є основними в цьому басейні, включають вугільні пласти потужності 0,58–0,97 м, при максимальній товщині до 1,8 м. Зустрічаються серії з 3-4-5 зближених пластів. Сумарна потужність вугільних пластів у басейні Блек-Уорриор – 6–9 м. Вугілля дюрено-кларенове, містить до 80 % вітрена та 20 % фюзена, відповідає стадії коксових (R<sub>o</sub> = 1,43). Газоносність вугілля на глибинах до 1200 м досягає 15,6–17,2 м<sup>3</sup>/т, за максимальними оцінками [13] – 18,7 м<sup>3</sup>/т. Загальні ресурси метану у басейні Блек-Уорриор оцінюються в 561–566 млрд м<sup>3</sup>, щільність ресурсів – 98,0 млн м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup> [12]. Вважається, що за основними геологічними параметрами: складом і ступенем метаморфізму вугілля, потужністю окремих вугільних пластів та їх сумарною газоносністю, глибинами залягання та запасами вуглеводневих газів у вугільних товщах, американський басейн Блек-Уорриор близький Донецькому (за УкрНДМІ НАН України, 2007). За оцінками фахівців, станом на 01.01.2003 р., розвідані запаси газу вугільних пластів США становлять 9,6 % від загальних запасів газу цієї країни [13].

В Канаді в провінції Британська Колумбія протягом найближчих 10 років (станом на 2002 р.) планується реалізувати 10 проектів з експлуатації покладів газу вугільних пластів, що дозволить довести потенційні ресурси до 265 трлн м<sup>3</sup>, що у 90 разів перевищує рівень поточного видобутку із традиційних покладів [15].

За даними [9] в Англії з 2002 р. ведеться створення нового паливно-енергетичного сектора на базі вилучення газу, що містить метан, із занедбаних вугільних шахт та метану з вугільних пластів зі створенням мережі газопроводів та будівництва малих енергоблоків для виробництва електроенергії. Повідомляється про запуск першої електростанції, яка використовує газ із занедбаної шахти на 5 МВт.

В Китаї ситуація в галузі газовидобування базується на тому, що вугільний газ важливий і економічно доцільний. Адже ресурси п'яти найбільших газових родовищ порівняні з ресурсами метану вугільних родовищ західної частини Китаю [9]. У результаті видобутку вугілля в Китаї викиди метану в атмосферу становлять 6–19 млрд м<sup>3</sup> на рік. У 1996 році була заснована Китайська Об'єднана

Корпорація з метану з вугільних пластів (CUCBM). У 2009 р. почалося буріння понад 3600 свердловин для його видобутку. В огляді мінерально-сировинних перспектив Китаю повідомляється, що ресурси супутнього вугільного газу, що залягає до глибини 2000 м, оцінюються в 30–35 млрд м<sup>3</sup> [14].

Основні ресурси вугільного метану в Австралії приурочені до вугільних басейнів у Квінсленді та Новому Південному Уельсі. Додатково розглядаються потенційні ресурси на півдні країни. Комерційне видобування вугільного пластового газу розпочалося в Австралії в 1996 р. З 2014 р. вугільний пластовий газ з Квінсленду та Нового Південного Уельсу складав близько 10 % австралійського видобутку газу. Прогнозовані запаси станом на січень 2014 р. становили 33 трильйони кубічних футів (934 млрд м<sup>3</sup>).

Серед країн, що розвивають видобуток метану вугільних пластів – Монголія. У 2022 р. опубліковані матеріали про буріння шести свердловин Red Lake 1-6. Ці поклади розглядаються як нетрадиційний газовий басейн. Лише по трьох вугільних пластах перспективні ресурси оцінюються в 1 трильйон кубічних футів газу (28,3 млрд. м<sup>3</sup>) [10].

Україна за ресурсами вугільного метану посідає четверте місце у світі. Наші ресурси оцінюються у 12 трлн м<sup>3</sup> метану, що у 3–3,5 рази перевищує запаси природного газу. В Україні щорічно у процесі видобутку вугілля викидається в атмосферу понад 2 млрд м<sup>3</sup> метану, а утилізується лише 4 % (приблизно 80 млн м<sup>3</sup>).

Аналіз діяльності об'єднання «Донецьквугілля» за 2000–2010 р. показав, що з 4,5 млрд м<sup>3</sup> метану, що виділився при видобутку вугілля, 80 % викинуто в атмосферу системами вентиляції шахт, 18 % каптовано системами підземної дегазації і 2 % видобуто через свердловини, пробурені з поверхні. Метан, що міститься у вентиляційній суміші, поки що не знайшов застосування в енергетичних цілях. У каптованій метаноповітряній суміші його концентрація досягає в деяких шахтах 60 %, але частіше – нижче 25 %, через що використання такого метану в енергетиці не перевищує 9 % загальної кількості. Збільшення його частки в найближчій перспективі пов'язане з технологіями, що дозволяють одержувати газ з великою концентрацією метану [1].

В Україні прийнято закон «Про газ (метан) вугільних родовищ» [5], який визначає правові, економічні, екологічні та організаційні засади діяльності у сфері геологічного вивчення газу (метану) вугільних родовищ, у тому числі дослідно-промислової розробки, видобування і вилучення його під час дегазації та подальшого використання як енергетичного ресурсу.

Використання метану вугільних родовищ в якості енергетичної корисної копалини в Україні знаходиться на початковій стадії. Єдиним реальним

джерелом видобутку шахтного метану в Україні є дегазаційні системи діючих шахт [4]. На шахтах України застосовуються практично всі способи дегазації, відомі у світовій практиці. Під час дегазації застосовують: підземну дегазацію вугільних пластів та пластів-супутників, газонасичених пісковиків; випереджувальне буріння підземних та поверхневих дегазаційних свердловин в зонах дроблення та підвищеної тріщинуватості диз'юнктивних та плікативних порушень; вилучення газу за допомогою свердловин, які пробурені з поверхні в піддроблювану очисними виробками газонасичену вугленосу товщу [1, 4]. З геологічної точки зору, з огляду на газонасиченість вугленосної товщі, перспективи самостійного промислового видобутку метану газовугільних родовищ Донбасу та ЛВБ вельми реальні, проте зазначені роботи дуже високозатратні. Більш реальною альтернативою є видобуток метану методами шахтної дегазації.

У Донецькому басейні станом на 2007 рік дегазація шахтних виробок і каптування метану велося на 13 шахтах в Луганській області і 26 в Донецькій. Вентиляційними системами з шахт в Луганській області вилучено у 2007 р. 201,7 млн м<sup>3</sup> газу, дегазаційними – 79,3 млн м<sup>3</sup>, Донецькій – відповідно 692,4 та 215,9 млн м<sup>3</sup>/рік. Загалом по Донбасу за рік вилучається близько 1,2 млрд м<sup>3</sup> газу-метану, в тому числі 0,9 млрд м<sup>3</sup> – вентиляцією та близько 0,3 млрд м<sup>3</sup> – дегазацією.

У Львівсько-Волинському басейні цілеспрямованого добування вугільних газів також не має. На низці ділянок деяких шахт здійснювалася супутня підземна дегазація вугленосних відкладів. Так, на полі шахти «Відродження» (ВМ № 4), було пробурено 70 підземних дегазаційних свердловин (відстань між ними від 10 до 40 м). Проте ефективність їх виявилася слабкою. При видобутку вугілля середньодобове виділення метану становило 43,6 тис. м<sup>3</sup>, тоді як дегазаційними свердловинами каптувалися всього 4,6 тис. м<sup>3</sup>, тобто ефективність становила лише 10,7 %. При цьому вміст метану в газоповітряній дегазаційній суміші складав всього 12 %.

Більш ефективними виявилися результати дегазації на шахті «Степовій» (ВМ № 10), де відстань між дегазаційними свердловинами було скорочено до 8-20 м. При цьому вентиляційною системою витягувалося на добу 17,5 тис. м<sup>3</sup> (6,4 млн м<sup>3</sup>/рік), а дегазацією – 9,6 тис. м<sup>3</sup>/добу (3,5 млн м<sup>3</sup>/рік), тобто ефективність дегазації становила 54,8 % при концентрації метану в дегазаційній системі 29 %, що на 4 % перевищує межу, регламентовану правилами техніки безпеки, і робить суміш придатною для використання.

### **Висновок.**

За обсягами вилучення метанових газів Донбас (в довоєнний період) і Львівсько-Волинський басейни можуть бути джерелом місцевого і частково

промислового газопостачання. Розроблені технології дозволять досягнути підвищення безпеки праці при видобутку вугілля; поліпшення екології навколишнього середовища; використання додаткового дешевого енергоносія – метану; підвищення ефективності вуглевидобувного виробництва.

### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білецький В. С., Ткаченко М. В. Гази вугільних родовищ. *Матеріали науково–практичної конференції "Питання пошуків, розвідки та екологічних аспектів видобування вуглеводнів з ущільнених колекторів, газосланцевих товщ та вуглевміщуючих пластів"*, м. Київ, 3–4 червня 2015 р. К.: 2015. С. 77–83.
2. Вергельська Н., Вергельська В. Регіональні та локальні системи поширення газу–метану у вуглепородних масивах Донецького басейну. *Гірнича геологія та геоекологія*. 2023. № 1(6). С. 18–34. DOI:[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2023.1\(6\).287847](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2023.1(6).287847).
3. Газоносність і ресурси метану вугільних басейнів України. Під ред. А.В. Анциферова. УкрНДМІ НАН України. Вид–во Вебер. Донецьк, 2010. Т. 2. 478 с.
4. Екологічні аспекти геологічного вивчення та використання газу (метану) вугільних родовищ (ГМВР). Рудько Г. І., Ловинюков В. І., Бала В. В. *Геотехническая механика*. 2010. Вип. 87. С. 41–45.
5. Закон України Про газ (метан) вугільних родовищ. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 2009, № 40, ст.578. [Електронний ресурс]: [Веб–сайт]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/1392-17#Text> (дата звернення 26.10.2023).
6. Саранчук В. І., Ілляшов М. О. та інші. Основи хімії і фізики горючих копалин. Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. 600 с.
7. Ayers Walter B. (Jr) Coalbed gas systems, resources, and production and a review of contrasting cases from the San Juan and Powder River basins. *AAPG Bull.* 2002. 86. No 11. P. 1853 – 1890.
8. Dai Jin–xing, Qin Sheng–fei, Xia Xin–yu Coal–generated gas resources and large gas fields in the western part of China. *Bull. Mineral. Petrol. and Geochem.* 2002. 21. No 1. P. 12–21.
9. Garratt John. Breathing new Life. *World Coal.* 2001. 10. No 3. P. 55–56.
10. Jessica Casey. Jade Gas Holdings provides TTCBM update. March 2022 [Електронний ресурс]: [Веб–сайт]. [www.worldcoal](http://www.worldcoal.com) – Режим доступу: <https://www.worldcoal.com/cbm/18032022/jade-gas-holdings-provides-ttcbm-update> (дата звернення 27.10.2023).
11. Lyman R. M., De Bruin R. H., Harris R. E., Hausel W. D. Wyoming Mining Industry in 2000. *Wyoming Mining Eng. (USA)*. 2001. 53. No 5. P. 104–108.
12. Mills R. A., Stevenson J. W. History of Methane Drainage at Jim Walter Resources. *Inc. Coalbed Methane Symposium*. Tuscaloosa: 1991. P. 143–152.
13. Radler Marilyn Worldwide reserves increase as production holds steady. *Oil and Gas J.* 2002. 100. No 52. P. 113–144.
14. Tapping mineral resources potentials on land Mineral Facts of China. *Beijing: Sci. Press.* 2002. P. 122–124.
15. The next big gas source. *Petrol. Econ.* 2002. 69. No 3. P. 32.



## **ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОХІМІЧНИХ ІНДИКАТОРІВ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВИБОРУ СПОСОБУ РОЗРОБКИ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПОКЛАДІВ**

**О. Г. Голуб**

**Н. В. Сіра**

*кандидат геологічних наук*

**В. Т. Мельник**

ДП НАК «Надра України» «Український геологічний науково-виробничий центр»,  
36019, м. Полтава, вул. Маршала Бірюзова 53

**А. М. Ковтунович**

Геофізичне управління «Укргазпромгеофізика»

Визначення фізичних та хімічних властивостей пластових нафт, як складних полікомпонентних вуглеводневих систем, здійснюється експериментальними дослідженнями їх зразків. За аналізом результатів експериментальних досліджень системи вода – газ, у змодельованих пластових умовах доводить, що азот за своїми фізико-хімічними характеристиками може бути використаний як геохімічний індикатор процесу випереджаючого обводнення покладів газоконденсатних родовищ. Для вибору оптимального способу розробки покладів родовищ вуглеводнів пропонується проведення повного комплексу досліджень геохімічних індикаторів продукції свердловин в пластових умовах на рvt-установці, розробленій і сконструйованій у ДП «Укрнаукагеоцентр».

*Ключові слова:* рvt-установка, розробка, пластові умови, геохімічні індикатори.

## **STUDY OF GEOCHEMICAL INDICATORS OF WELLS FOR OPTIMAL SELECTION OF HYDROCARBON RESERVOIR DEVELOPMENT METHODS**

**O. G. Golub**

**N. V. Sira**

*PhD (Geologist)*

**V. T. Melnyk**

Subsidiary Enterprise of JSC «NJSK Nadra Ukrainy» «Ukrainian geological center of industry research» SE «UkrNaukaGeoCenter», 53 Marshala Biryuzova str., Poltava, 36019, Ukraine

**A. M. Kovtunovych**

Geophysical Division «UkrGasPromGeoFizyka»

The determination of physical and chemical properties of reservoir oils as complex polycomponent hydrocarbon systems is carried out by experimental studies of their samples. Based on the analysis of the results of experimental studies of the water-gas system under simulated reservoir conditions, the article proves that nitrogen, by its physical and chemical characteristics, can be used as a geochemical indicator of the process of advanced

waterflooding of gas condensate deposits. To select the optimal method for the development of hydrocarbon deposits, it is proposed to conduct a full range of studies of geochemical indicators of well production in reservoir conditions using a PVT unit developed and constructed by SE Ukrnaukageocenter.

*Key words:* pvt unit, development, reservoir conditions, geochemical indicators.

### **Вступ.**

Стратегічним напрямком розвитку та відновлення України у повоєнний період є самозабезпечення вуглеводневою сировиною. У наш час, коли вже не відкриваються родовища-гіганти, а вводяться в експлуатацію, відносно, невеликі та середні, за величиною запасів, родовища або окремі поклади. Більшість нафтогазових родовищ знаходяться на завершальному етапі розробки, дуже гостро постають питання про їх ефективне освоєння, і відповідно, раціональне використання надр. На даному етапі актуальними є якість і достовірність результатів лабораторних досліджень свердловин та їх вуглеводневої продукції. В той же час, залишається проблемою: можливість підвищити повноту вилучення вуглеводнів, оптимізувати управління та контроль процесу розробки.

Визначення фізичних та хімічних властивостей пластових нафт, як складних полікомпонентних вуглеводневих систем, здійснюється експериментальними дослідженнями їх зразків – глибинних проб. Геолого-економічну оцінку газоконденсатних покладів і проектування їх промислової розробки проводять на основі дослідження пластового газу, лабораторного вивчення рекомбінованої проби, складеної з відсепарованого газу та сирого конденсату.

### **Обладнання та методика дослідження.**

На базі комплексної аналітичної лабораторії ДП «Укрнаукагеоцентр» із вивчення колекторських властивостей порід, води, нафти, газу, конденсату, тампонажних та бурових розчинів було розроблено і сконструйовано pvt-установку з комплексного дослідження керну та вуглеводневої продукції свердловин у пластових умовах УГКН-1.

Установкою передбачено виконання наступного об'єму досліджень: визначення фазового стану пластової системи за конкретних термобаричних умов та у процесі фізико-хімічного впливу на неї; визначення тиску початку коденсації вуглеводневих компонентів складу  $C_{5+}$ вищі (тиску початку скраплення, точки «роси»); визначення об'єму (пластових втрат) конденсату, який випав у камері високого тиску; визначення зміни вмісту і видобутку конденсату під час розробки покладу на режимі виснаження пластової енергії; визначення тиску насичення, в'язкості і густини пластових нафт.

Отримані результати відповідають сучасним стандартам досліджень нафтогазових покладів.

### **Результати дослідження.**

Можливість дослідження термодинамічних параметрів кожної конкретної свердловини та пластової системи, визначення фізико-хімічних властивостей вуглеводнів, що її насичують, дає змогу якомога ефективніше ввести родовище в дослідно-промислову розробку або вивести свердловину на оптимальний режим її експлуатації.

Розвідувальною свердловиною нафтогазоконденсатного родовища, яке розміщене в північній прибортовій зоні Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), розкрито новий поклад верхньовізейських відкладів, що знаходиться в окремому блоці. Початковий пластовий тиск становить 55,59 МПа. Під час випробування свердловини отримано промисловий приплив вуглеводневої суміші з переважаючим вмістом рідких вуглеводнів, які за зовнішнім виглядом та, відповідно до результатів лабораторного вивчення поверхневих проб, інтерпретували як нафту. Глибинні пробовідбірники, за допомогою яких проводився відбір проб «пластової нафти», виявилися заповненими виключно газовою фазою. Для визначення фазового стану та параметрів пластової системи пласта, за допомогою pvt-установки УГКН-1, проведено рекомбінацію зразка пластової системи, що складався з газу сепарації та газонасиченої вуглеводневої рідини, відібраної із тестового сепаратора.

Результати термодинамічних досліджень вказали на те, що досліджувана пластова система є газоконденсатною та перенасиченою вуглеводнями складу  $C_{5+}$ вищі. В умовах залягання пласта вона знаходиться у двофазному газорідинному стані, що зумовлює наявність рідини у порах пласта-колектора (нерозчинного залишку). За даними лабораторних досліджень нерозчинний залишок має світло-коричневий колір, його густина становить  $852,8 \text{ кг/м}^3$ , а молярна маса –  $189,98 \text{ г/моль}$ . Дану рідину ідентифіковано як суміш нерозчиненого за пластових умов конденсату та нафти, яка потрапляє в продукцію свердловини з нафтової облямівки покладу, і, в свою чергу, впливає на склад пластового газу, фазовий стан вуглеводневої системи і ретроградні втрати конденсату у пласті.

Вчасно проведені термодинамічні дослідження пластової вуглеводневої системи на pvt-установці УГКН-1 дали змогу вірно визначити її фазовий стан, тип (природу) покладу та надати достовірні вихідні дані для проведення підрахунку запасів вуглеводнів (з метою постановки на Державний баланс корисних копалин України) та вибору правильної системи розробки покладу.

Не менш важливою, при розробці покладів газоконденсатних родовищ (ГКР), залишається проблема їх обводнення. Висновки про початок обводнення можна зробити виконавши окремі розрахунки та дослідивши процес розробки на підставі уточнених вхідних даних, тому введення в загальну систему контролю

нових методів покращить і оптимізує процес управління роботою свердловин, дозволить якнайповніше скласти уявлення про геолого-промислову характеристику родовища загалом, дати оцінку геологічних процесів, які відбуваються на ньому, ефективніше контролювати процес розробки у разі обводнення свердловини.

Оскільки розробка покладів вуглеводнів відбувається в ізотермічному режимі, то основним змінним параметром є тиск. Його зниження призводить до зміщення фазової рівноваги у газорідинній системі пласта, відповідно, у газових покладах відбувається розгазування порових і підстилаючих вод. Це призводить до того, що в умовах активного відбору продукції у присвердловинній зоні відбувається підняття газоводяного контакту чи утворення конусів обводнення [1].

Аналіз змін складу газу великої кількості свердловин ГКР ДДЗ у процесі їх випробувань та експлуатації дав змогу встановити існування залежності між вмістом азоту у компонентному складі газу сепарації та близькістю пластової води [3]. З метою вивчення та прогнозування процесів обводнення були проведені експериментальні дослідження фазової поведінки азоту на комплексній pvt-установці з дослідження вуглеводневої продукції свердловин у пластових умовах.

Рекомбінацію водо-газових систем проведено відповідно до розрахованих пропорцій і реальних термобаричних умов залягання покладів, шляхом насичення води азотом (для кращої фіксації змін його вмісту у компонентному складі газу) і природним газом до середніх значень пластових тисків, що відповідали глибині залягання продуктивних відкладів. Вільну газову фазу, яка не розчинилась у воді при тиску насичення, що дорівнює пластовому, видаляли із камери і у подальшому проводили дослідження на бінарній системі вода–розчинений газ [2].

За отриманими результатами хроматографічного визначення компонентного складу газів, які виділились у процесі ступеневого зниження тиску, побудовано графіки залежності виходу азоту у вільну газову фазу з газонасиченої пластової води від тиску. За цими даними, зі зниженням тиску вміст азоту у газі, який виділяється, лінійно збільшувався.

За результатами проведених досліджень можна зробити висновок, що за умови зниження пластового тиску у процесі розробки глибокозалягаючих газоконденсатних покладів (за наявності у розрізі високонапірних водоносних горизонтів), збільшення, порівняно з початковим, вмісту азоту у видобувному газі буде свідчити про наближення пластової води до свердловини.

Аналіз результатів експериментальних досліджень систем вода – газ у модельованих пластових умовах доводить, що азот за своїми фізико-хімічними характеристиками, а також як переважаючий компонент у складі водорозчинних газів, може бути використаний як геохімічний індикатор процесу випереджаючого обводнення покладів газоконденсатних родовищ. У разі зниження пластового тиску, а особливо у разі активних технологічних впливів на пласт, азот першим виділяється з пластової води і збагачує неуглеводневу складову природного газу, інформуючи так про зміни положення газоводяного контакту.

Тому підвищення у компонентному складі газу сепарації вмісту азоту та зіставлення цих даних із промисловими показниками дозволяє вести випереджувальний контроль за обводненням експлуатаційного об'єкта, своєчасно коректувати технологічні режими роботи свердловин і розробки покладу загалом, і в кінцевому результаті отримати максимальний коефіцієнт вилучення вуглеводневої сировини [2].

#### **Висновок.**

Розробка покладів вуглеводнів, їх ефективне освоєння та раціональне використання надр є актуальними питаннями сучасних геолого-геофізичних досліджень. Для створення геолого-промислових планів розробки родовищ актуальними є якість і достовірність результатів лабораторних досліджень свердловин та їх вуглеводневої продукції.

Перспективою подальших досліджень на рvt-установці є вивчення питань кавітаційних та каталітичних методів впливу на конденсат, який випав у пласті в результаті ретроградної конденсації, на високопарафіністих та високосмолистих нафтах, з метою їх подальшого вилучення.

#### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Demakhin S.A., Demakhin A.G. Selective methods for isolating water inflow into oil wells. Saratov: State Scientific Center "College", 2003. С. 16.
2. Голуб О.Г., Сіра Н.В. Дослідження геохімічних індикаторів на рvt-установці як запорука оптимального вибору способів розробки вуглеводневих покладів. *Матеріали Міжнародної наукової конференції «Геологія горючих копалин: досягнення та перспективи»*. 2015. С. 77 – 81.
3. Сіра Н.В. Геологічні особливості попередження обводнення газоконденсатних покладів. *ScienceRise*. 2014. Vol. 5/1 (5). С. 48-53.

## **ДЕЯКІ СТРУКТУРНІ ТА МІНЕРАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЕЛИКИХ УРОЛІТІВ МЕШКАНЦІВ МІСТА ПАВЛОГРАД**

**В.В. Ішков**

*кандидат геолого-мінералогічних наук*

Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, 49005, м. Дніпро, вул.  
Сімферопольська, 2-а

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 49005, м. Дніпро, пр. Д.  
Яворницького, 19

**Є.С. Козій**

*кандидат геологічних наук*

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 49005, м. Дніпро, пр. Д.  
Яворницького, 19

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 49600, м. Дніпро, вул. Сергія  
Єфремова, 25, Україна

**К.С. Баранник**

*кандидат медичних наук*

Дніпровський державний медичний університет, 49044, м. Дніпро, вул. Володимира  
Вернадського, 9, Україна

**Д.В. Владик**

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 49005, м. Дніпро, пр. Д.  
Яворницького, 19

Розглянуто та проаналізовано ниркове каміння мешканців міста Павлограду та виявлені їх морфоструктурні та мінеральні особливості. Встановлено, що всі досліджені сечові конкременти відносяться до полімінеральних утворень і загалом в їх складі встановлено 7 мінеральних фаз.

*Ключові слова:* морфоструктурні та мінеральні особливості, полімінеральних утворень.

## **SOME STRUCTURAL AND MINERAL FEATURES OF THE LARGE UROLITES OF THE PAVLOHRAD CITY RESIDENTS**

**V.V. Ishkov**

*Candidate of Geological and Mineralogical Sciences*

Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of National Academy of Sciences of  
Ukraine, 49005, Dnipro, Simferopolska str., 2A

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

**Ye.S. Kozii**

*Candidate of Geological Sciences*

Dnipro University of Technology, 49005, Dnipro, D. Yavornytskoho ave., 19

Dnipro State Agrarian and Economic University, 49600, Dnipro, S. Efremov str., 25

**K.S. Barannyk**

*Candidate of Medical Sciences*

Dnipro State Medical University, V49044, Dnipro, V. Vernadskyi str., 9

**D.V. Vladyk**

The kidney stones of Pavlograd residents were examined and analyzed, and their morphological and mineral features were revealed. It was established that all investigated urinary calculi belong to polymineralic formations and in total 7 mineral phases were found in their composition.

*Key words:* morphological and mineral features, polymineral formations.

Актуальність виконаних досліджень зумовлена тим, що сечокам'яна хвороба, яка приводить до виникнення патогенних біомінеральних утворень – сечових конкрементів, уролітів, є однією з найактуальніших проблем у сфері охорони здоров'я у зв'язку із зростанням її поширеності в середньому по різних країнах на 2,4% на рік. В даний час не існує єдиної достатньо розробленої теорії, що пояснює механізми утворення ниркового каміння. Також, не існує єдиних загально визнаних мінералогічної, морфологічної та морфометричної класифікацій сечових конкрементів.

К. Лонсдейл [10] вперше звернув увагу дослідників на достовірно встановлену регіональну мінливість в розподілі мінеральних типів сечових каменів. Цей висновок надалі було підтверджено у ряді робіт присвячених встановленню мінерального складу та морфоструктурним особливостям уролітів мешканців різних регіонів України [2-6]. Таким чином, з'являється необхідність у детальних дослідженнях складу та будови сечових конкрементів, особливо в екологічно несприятливих регіонах, до яких насамперед належать гірничодобувні. Отримані результати можуть служити теоретичною основою для розуміння механізму утворення уролітів та відтак і розробки заходів спрямованих на профілактику та лікування цього захворювання.

**Мета** цієї роботи полягає у виявленні деяких морфоструктурних та мінеральних особливостей великих сечових конкрементів мешканців міста Павлограду.

**Методи дослідження.** Для досягнення заявленої мети в якості основних методів дослідження були використані порівняльний аналіз морфоструктурних спостережень п'яти типових великих (розміром більше 10мм) уролітів мешканців Павлограду та результати їх мінералого-петрографічних і рентгенофазових досліджень. Морфоструктурні спостереження і мінералогічні дослідження на макрорівні проводилися за допомогою стереоскопічного бінокулярного мікроскопу МБС-9. Всі зразки були сфотографовані, обміряні та зважені. На цьому етапі виконувались також мінералогічні дослідження – вивчалось загальне забарвлення кожного конкременту, його форма, особливості морфології поверхні, твердість за шкалою Мооса, колір риси, макроструктура зразка та деякі інші мінералогічні особливості. Петрографічні дослідження

шліфів уролітів виконані за допомогою оптичного поляризаційного мікроскопа ПОЛАМ Р-312 у простому і поляризаційному світлі, що проходить. Ідентифікація окремих мінералів полягала у порівнянні відомих кристало-оптичних показників із встановленими у шліфах. При цьому досліджувались забарвлення, форми мінеральних індивідів, показники заломлення, двозаломлення, знака видовженості, кута загасання, плеохроїзму, осності та оптичного знака мінералів. Уламки, осколки та інші частини конкрементів, які залишалися після виготовлення кожного із шліфів, збиралися окремо і надалі вручну стиралися у агатовій ступці до отримання пудри. Потім цей матеріал використовувався для проведення рентгенофазового аналізу на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-2 у монохроматизованому Со-К  $\alpha$  випромінюванні ( $\lambda=1.7902\text{\AA}$ ). Ідентифікація мінералів (кристалічних фаз) проводилася шляхом порівняння міжплощинних відстаней ( $d, \text{\AA}$ ) та відносних інтенсивностей ( $I_{\text{отн}} - I/I_0$ ) експериментальної кривої з даними електронної картотеки PCPDFWIN. Визначення середніх вмістів окремих мінералів при мінералого-петрографічних дослідженнях проводилося шляхом їх підрахунку по двадцяти взаємно перпендикулярних лініях по всій площі шліфу та подальшого розрахунку середнього арифметичного значення з оцінкою його похибки.

**Результати досліджень та їх обговорення.** На сьогоднішній день важлива роль порушення метаболізму у виникненні сечокам'яної хвороби вважається науково доведеною. При цьому відбуваються зміни у складі та вмісту окремих компонентів складної колоїдної системи, якою є сеча. Отже змінюється баланс між окремими сполуками, які грають роль своєрідних промоторів чи інгібіторів процесу появи сечових конкрементів – уролітів. Таким чином, уроліти є патогенними біомінеральними утвореннями сечовидільної системи організмів тварин.

В структурі всіх досліджених сечових конкрементів жителів Павлограду є наявність так званого «ядра» («органічної кишені»), навколо якого розташована різної товщини оболонка або тіло уроліта. Незалежно від мінерального складу самого сечового каменя, «ядра» складаються із скупчення органічної речовини, (своєрідної «матриці»), що імпрегнована високодисперсними мінеральними утвореннями. При цьому доведено [3, 5-6] що саме «органічне ядро» є першою твердою фазою, яка утворилася з сечі і з якої починається власне формування сечового конкременту.

Досі визнаною класифікацією хімічного складу уролітів є їх розподіл по аніонному радикалу відповідних кислот. Зазвичай, сечовий камінь відносять до певного типу по переважному хімічному компоненту (сполуці), кількість якої перевищує 50%. Мономінеральними в урології прийнято вважати камені в складі



яких, одна з кристалічних фаз становить понад 95% [1]. Раніше було встановлено, що переважна більшість уролітів жителів Дніпропетровської області має змішаний, полімінеральний склад [3, 5-7]. На сьогодні в складі ниркових каменів в світі ідентифіковано 29 кристалічних сполук, з яких більшість є солями кальцію [8, 9]. Деякі з них зустрічаються в геологічних об'єктах, інші є специфічним продуктом життєдіяльності організму людини.

У складі ниркових каменів жителів Дніпропетровської області методами оптичної петрографії раніше були ідентифіковані оксолати: вевеліт, ведделіт; урати: уркіт, сечокислий дигідрат, амоній урат, натрій урат моногідрат; фосфати: струвит, гідроксилапатит, крушіт, вітлокіт, а так само ксантин, цистин, кварц, арагоніт, гіпс і гетит [3]. Треба відмітити, що мономінеральні утворення зустрічаються виключно мало (< 1%), що добре корелюється з даними по мешканцях міста Дніпро [3, 5-6].

Аналіз складу ниркового каміння досліджуваного за допомогою мінералого-петрографічних методів та рентгенофазового аналізу цієї інформації дозволяє зробити деякі **основні висновки**: 1) всі досліджені сечові камені відносяться до полімінеральних утворень. Загалом в їх складі встановлено 7 мінеральних фаз: вевеліт, ведделіт, сечова кислота, дигідрат сечової кислоти, колофан, гідроксиапатит та арагоніт; 2) оксалати у вигляді вевеліту і ведделіту зустрінуті у всіх досліджених зразках, як і урати у вигляді сечової кислоти і дигідрату сечової кислоти. Фосфати у вигляді колофану було ідентифіковано у всіх зразках, крім № 4. Звертає увагу, що у зразку № 5 було встановлено обома методами наявність ще гідроксиапатиту та такого досить «екзотичного мінералу» для уролітіазу як арагоніт; 3) серед оксалатів домінує ведделіт, за винятком зразка уроліта № 1, де переважає вміст вевеліту. Серед уратів завжди спостерігається незначне переважання вмісту дигідрату сечової кислоти над сечовою кислотою; 4) вміст органічної речовини у досліджених сечових конкрементах коливається від 34% до 75%; 5) всі кристали мінеральної складової уролітів на різних масштабних рівнях у тій чи іншій мірі виявляють мікроблочну будову. Незалежно від особливостей морфології досліджених зразків характерною особливістю їхньої внутрішньої будови є наявність «органічного ядра» та сферолітових структур; 6) загальний розподіл органічної речовини в об'ємі уролітів є дуже нерівномірний. Основна її частина зосереджена в так званому «органічному ядрі», дещо менша кількість органіки локалізована у вигляді прошарків різної потужності, окремих агрегатів різної форми, високодисперсних плівкових включень між окремими кристалами («органічна сорочка») і різномасштабними мікроблоками мінеральних зерен.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зузук Ф.В. Мінералогія уролітів: *автореф. дис. ... д-ра геол. наук*. Львівський нац. університет ім. І. Франка. 2005. 52 с.
2. Ішков В.В., Козій Є.С. Особливості морфології уролітів мешканців міста Жовті Води. *Молодь: наука та інновації: матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених*. Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка». 2021. С. 340-342.
3. Ішков В.В., Козій Є.С. Патогенні органо-мінеральні утворення нирок жителів техногенно-навантажених регіонів (на прикладі м. Павлоград). *Перспективи розвитку гірничої справи та раціонального використання природних ресурсів: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених*. Житомир: ДУ Житомирська політехніка. 2021. С. 43-46.
4. Ішков В.В., Козій Є.С. Патогенні органо-мінеральні утворення нирок жителів техногенно-навантажених регіонів (на прикладі м. Кривий Ріг). *Сучасні проблеми гірничої геології та геоecології: збірник матеріалів міжнародної наукової конференції*. ДУ НЦ ГГГРІ НАН України. 2021. С. 95-99.
5. Ішков В.В., Козій Є.С., Труфанова М.О. Деякі особливості онтогенезу уролітів мешканців міста Запоріжжя. *Від мінералогії і геогнозії до геохімії, петрології, геології та геофізики: фундаментальні і прикладні тренди XXI століття (MinGeoIntegration XXI): збірник праць Всеукраїнської конференції*. Київ: КНУ ім. Тараса Шевченка. 2021. С. 223-227.
6. Ішков В.В., Козій Є.С., Труфанова М.О. Особливості онтогенезу уролітів жителів Дніпропетровської області. *Мінералогічний журнал*. №42(4). 2020. С. 50-59. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.42.04.050>
7. Козар М.А., Ішков В.В., Козій Є.С. Мінеральний склад уролітів мешканців Придніпров'я. *Геологічна наука в незалежній Україні: Збірник тез наукової конференції*. Київ: ІГМР ім. М.П. Семененка НАН України. 2021. С. 52-55.
8. Лонсдейл К., Сьютор Д. Кристалографічні дослідження ниркових і жовчних каменів. *Кристалографія*. №16(6). 2022. С. 1210-1219.
9. Hesse A., Brandle E., Wilbert D., Kohrmann K., Alken P. Prevalence and incidence of urolithiasis in Germany an epidemiologic update. *10<sup>th</sup> European symposium on urolithiasis*, Istanbul. 2021. P. 174.
10. Lonsdale K. Human Stones. *Science*. Vol. 159. 1968. pp. 1199-1207.

## **ПОЗИЦІЯ РУДНИХ АЛЬБІТИТІВ НОВОКОСТЯНТИНІВСЬКОГО УРАНОВОГО РОДОВИЩА В СИСТЕМІ РОЗЛОМІВ НОВОКОСТЯНТИНІВСЬКОГО РУДНОГО ПОЛЯ**

**І.І. Михальченко**

*доктор геологічних наук*

Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», Україна, 03142, м. Київ, просп. Академіка Палладіна 34-А

За результатами дослідження встановлено, що більшість рудних тіл Новокостянтинівського уранового родовища знаходяться в позиціях R-T вторинних структур лівого здвигу Глодоської зони розломів північно-східної складової системи розломів “Ж”-типу Новокостянтинівського рудного поля.

*Ключові слова:* рудний альбітит, уран, система розломів.

## **THE POSITION OF ORE ALBITITES OF THE NOVOKOSTYANTYNIVKA URANIUM DEPOSIT IN THE FAULT SYSTEM OF THE NOVOKOSTYANTYNIVKA ORE FIELD**

**I.I. Mihalchenko**

*Doctor of Geological Sciences*

State Institution "The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine", Ukraine, 03142, Kyiv, Palladin Av. 34-A

According to the results of the research, it was established that most of the ore bodies of the Novokostiantynivka uranium deposit are located in the R-T positions of the secondary structures of the left strike of the Glodoska fault zone of the northeastern component of the "Ж"-type fault system of the Novokostiantynivka ore field.

*Key words:* ore albitite, uranium, fault system.

**Вступ.** Виявлення закономірностей локалізації рудних тіл в структурі родовищ, родовищ – в структурі рудних полів, рудних полів – в структурі рудних районів, було і є актуальним завданням для всебічного обґрунтування тектонічних факторів рудоконтроля. Провідною рудною формацією урану на теренах України є докембрійська формація ураноносних натрієвих метасоматитів родовища якої входять до складу Центральноукраїнського рудного району, Кіровоградської й Криворізько-Кременчуцької металогенічних зон. На теперішній час встановлено провідний металогенічний фактор розломної тектоніки кристалічного фундаменту Українського щита в локалізації родовищ цієї формації. Доведено, що розломи і геологічні тіла протоактивізацій уранових рудних полів і родовищ є структурними елементами істотно здвигових ансамблів регіональних розломних зон [1, 2], при цьому структура кожного родовища –

особлива і неповторна. Встановлення позицій рудних альбітитів родовищ в системах розломних зон рудних полів сприяє вирішенню проблеми обґрунтування тектонічних факторів рудоконтроля формації ураноносних натрієвих метасоматитів, що має значення задля мотивації постановки пошукових робіт.

**Огляд літератури.** Новокостянтинівське уранове родовище (рис.1-а) знаходиться в північній частині Новокостянтинівського рудного поля, яке розта-

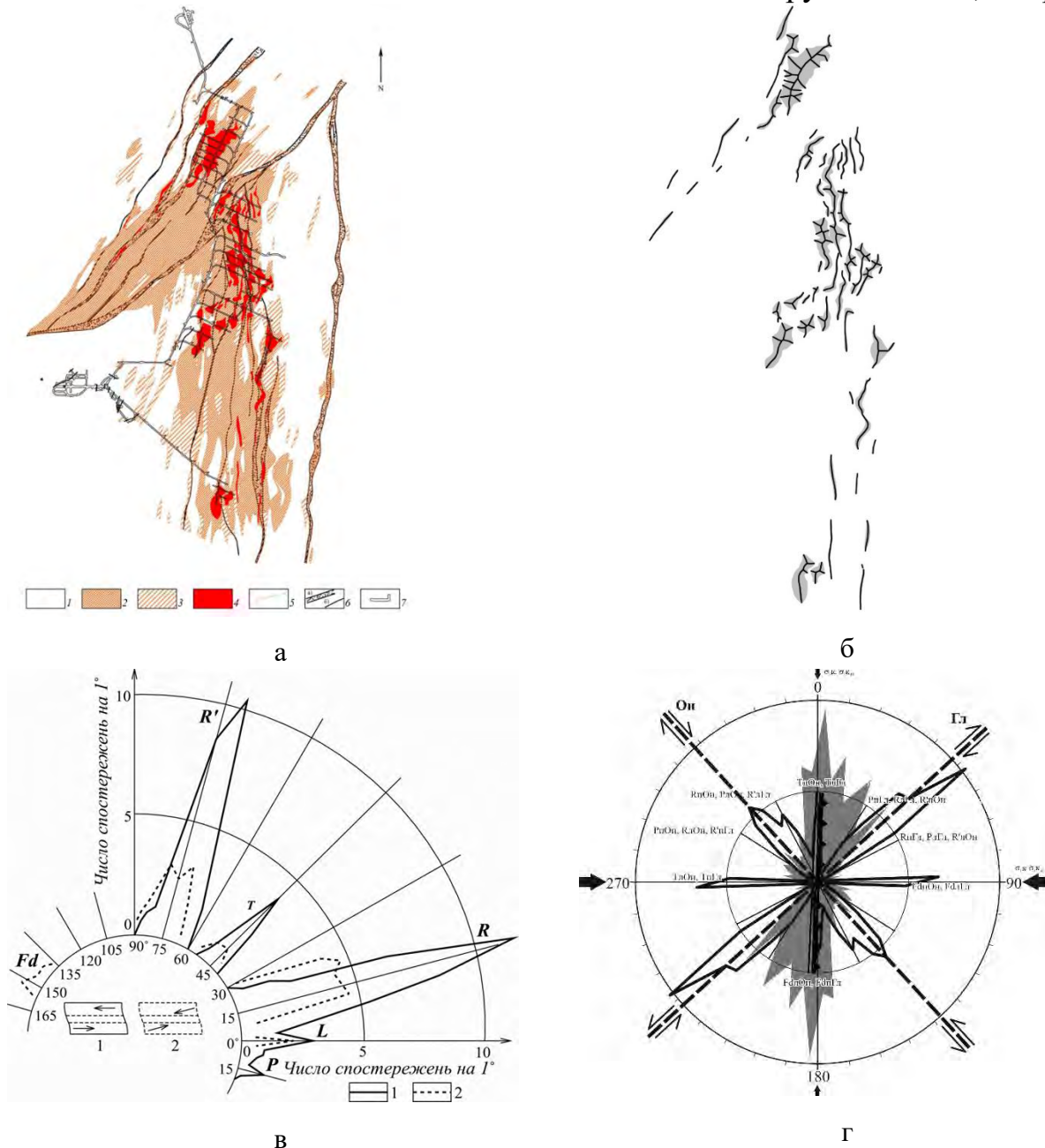


Рисунок 1: **а** - схематичний геологічний план горизонту -300 Новокостянтинівського родовища (за Ю.П.Шестаковим, КП «Кіровгеологія»), умовні позначення: 1 – граніти новоукраїнські, діафторовані, 2 – альбітити: 3 – мікроклін-альбітові метасоматити("сієніти"), 4 – геохімічні аномалії урану, 5 – границі зон метасоматозу, 6 – тектонічні порушення (а) масштабні, б) позамасштабні, 7 – гірничі виробки; **б** – рудні тіла Новокостянтинівського родовища урану (сіре) і результати трасування осей з використанням техніки побудови полігонів Вороного (чорні лінії). Горизонт -300;

**в** – еталонна діаграма напрямків вторинних структур здвигових зон сколювання по Саві Стоянову (наведена в роботах [1, 2]): 1 – при простому здвигу, 2 – при здвигу з накладеним поперечним стисненням; **г** – інтерпретація азимутальної діаграми простягання осей напрямків простягання осей рудних тіл горизонту -300 Новокостянтинівського родовища урану (сіре) (результати цієї роботи) з напрямками простягання основних здвигових зон і вторинних структур Новокостянтинівського рудного поля [1]. **Коментарі до г:** радіальна шкала – лінійна (%), зовнішній радіус – 10 %, проміжний – 5 %), кругова шкала – дирекційний кут (°). Азимутальний інтервал об'єднання даних: розломів – 5°; тіл лужних натрієвих метасоматитів – 10°). Чорні пунктирні лінії – структуроутворюючі напрямки здвигових (L-структури Онікієво-Лозоватської зони розломів (Он) і Глодоської зони розломів (Гл)) напрямки простягання вторинних структур: короткі одинарні – сколювання, короткі подвійні – розтягнення; зубчасті – стиснення (як вторинні та структуроутворюючі). T, R, R', P, Fd – тектонофізична індексація вторинних структур відносно структуроутворюючого напрямку здвигових, п, л – напрямки здвигових (правий, лівий). Он – Онікієво-Лозоватської, Гл – Глодоської. Стрілками показані напрямки регіонального стиснення:  $\sigma_{1K}$  – головний напрямок стиснення – кіровоградський,  $\sigma_{3K}$  – напрямок мінімального стиснення,  $\sigma_{1Ki}$  і  $\sigma_{3Ki}$  – за інверсії

шоване в північній частині Центральноукраїнського уранового рудного району. Родовища Новокостянтинівського рудного поля (Новокостянтинівське, Лісне, Докучаєвське) знаходяться в зоні перетину крупних розломних зон діагональної і ортогональної систем Інгульського мегаблоку Українського щита, які січуть докембрійський Новоукраїнський складний гранітний масив: північно-східних розломів Глодоської зони; північно-західних – Онікієво-Лозоватської; субширотної – Суботсько-Мошоринської й субмеридіональної – Новокостянтинівської зон [1, 2].

На теперішній час встановлено, що структурний рисунок диз'юнктивних порушень системи розломів Новокостянтинівського рудного поля подібний до “Ж”-типу. Визначено чотири структуроутворюючих напрямки: субмеридіональний – відповідає розривним порушенням Новокостянтинівської зони розломів, субширотний – Суботсько-Мошоринської, північно-західний – Онікієво-Лозоватської, північно-східний – Глодоської (рис. 1-г). За геологічними даними цих зон і інтерпретацією їх кінематики, структурний рисунок утворений лівими здвигами Онікієво-Лозоватської зони розломів і правими здвигами Глодоської зони, внутрішні розломи яких утворюють характерну тріаду R, L і P-структур як лівого, так і правого здвигових, та субмеридіональними підкидами (насувами), Новокостянтинівської зони розломів (Fd-позиція її структури в цілому – аз. пр.  $2,5 \pm 2,5^\circ$ ), розломами Суботсько-Мошоринської зони за ініціального субширотного стиснення (рис. 1-г) [2].

Встановлено, що абсолютна більшість тіл метасоматитів Новокостянтинівського рудного поля знаходиться в позиціях R, L і P-структур (з компонентою розтягнення) лівого здвигових Онікієво-Лозоватської і правого

здвигу Глодоської зон розломів; менша їх частина – в Fd- позиції (напрямок Новокосянтинівської зони) [2]. Однак елементи залягання рудних альбітитів Новокосянтинівського, Лісного й Докучаєвського уранових родовищ суттєво відрізняються, зокрема, рудні тіла Лісного родовища – субгоризонтальні, Докучаєвського й Новокосянтинівського родовищ – субвертикальні, що дає підстави для ствердження, що позиції рудних тіл родовищ в ансамблі розривних порушень Новокосянтинівського рудного поля – різні.

**Мета дослідження – встановити латеральну позицію тіл рудних альбітитів Новокосянтинівського родовища в системі розломів Новокосянтинівського рудного поля.**

**Методика й матеріали дослідження:** створення картографічної бази даних структурно-геологічної інформації Новокосянтинівського родовища (рис. 1-а); трасування осей рудних тіл з використанням процедури побудови полігонів Вороного; побудова азимутальних кругових структурних діаграм у середовищі ГІС (вихідні розрахунки – програмному модулі “Диаграмма общая. MBX” для MapInfo Professional). Інтерпретація емпіричних діаграм виконана за порівнянням з еталоном, абстрактним структурним рисунком – діаграмою напрямків вторинних структур тектонофізичних моделей розломно-здвигових зон (рис. 1-в).

**Результати дослідження.** Більшість вимірів напрямків простягання рудних тіл горизонту -300 Новокосянтинівського родовища (рис. 1-б) знаходяться в секторі  $(350-45)^\circ$  – а це позиція R-T вторинних структур (з компонентою розтягнення) лівого здвигу вздовж Глодоської зони розломів за азимутом  $(227,5 \pm 5)^\circ$  (рис. 1-г). На користь такої інтерпретації свідчить нерівномірність розповсюдження рудних тіл над і під Восточним швом Новокосянтинівської зони розломів в об’ємі родовища. Абсолютна більшість рудних тіл у зоні Новокосянтинівського розлому знаходиться в альбітитах, які розташовані над Восточним швом і в зоні цього шва, а у величезному тілі альбітитів, що знаходиться під цим швом на глибині нижче горизонту -600 відомі тільки поодинокі рудні перетини. Це може бути ознакою того, що в період рудоутворення у верхньому сегменті висячого боку Новокосянтинівської зони розломів деформовані породи тектоно-метасоматичної зони знаходилися в стані розтягнення, що було сприятливим для міграції рудних розчинів й рудовідкладання. У глибинному сегменті лежачого боку навпаки, у стані стиснення. За цим, кінематика Новокосянтинівської зони розломів на час утворення рудних концентрацій Новокосянтинівського родовища реконструюється як скид, що підтверджує попередній висновок [2] про інверсії

напрямку стресу із субширотного (передметасоматичного й синметасоматичного) на субмеридіональний.

#### **Висновки.**

1. Більшість вимірів напрямків простягання рудних тіл горизонту – 300 Новокосянтинівського родовища знаходяться в секторі (350-45)°.

2. Рудні тіла Новокосянтинівського родовища знаходяться, переважно, у позиціях R-T вторинних структур лівого здвигу Глодоської зони розломів північно-східної складової системи розломів “Ж”-типу Новокосянтинівського рудного поля.

3. Кінематику Новокосянтинівської зони розломів на час утворення рудних концентрацій Новокосянтинівського родовища реконструйовано як скид.

#### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Занкевич Б. О., Михальченко І. І., Шафранська Н. В. Структурна позиція метасоматитів і дайок Новоукраїнського гранітоїдного масиву Українського щита. *Геологічний журнал*, 2010. № 4. С. 80-87.
2. Занкевич Б. О., Михальченко І. І., Шафранська Н. В. Структурна позиція тіл метасоматитів і дайок Новокосянтинівського рудного поля Новоукраїнського масиву УЩ. *Наукові праці Донецького національного технічного університету*. 2011. Вип. № 15 (192). С. 153-161;



## **РЕЗУЛЬТАТИ ГРАВІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАД РУДНИМИ ГАБРОЇДАМИ КОРСУНЬ-НОВОМИРГОРОДСЬКОГО ПЛУТОНУ**

**Т. Л. Міхєєва**

*канд.фіз.-мат. наук*

**Г. М. Дрогицька**

*канд.геол.-мін. наук*

**О. П. Лапіна**

*канд.фіз.-мат. наук*

Інститут геофізики НАН України, 03680, м. Київ, пр. Палладіна 32

В даній роботі виконано тривимірне гравітаційне моделювання Городищенського та Смілянського габро-анортозитових масивів, розташованих у межах Корунь-Новомиргородського плутону. Створено тривимірну модель верхньої кори цієї ділянки з використанням карт аномального гравітаційного поля масштабу 1:200000 з урахуванням сейсмічних даних різних модифікацій.

*Ключові слова:* плутон, габро-анортозитовий масив, тривимірна модель, верхня кора.

## **THE RESULTS OF GRAVITY MODELING OVER ORE GABBROIDS OF THE KORSUN-NOVOMIRHORODSKY PLUTON**

**T. L. Mikheeva**

*Ph.D of Phys.-Mat. Scinces*

**G. M. Drogitskay**

*Ph.D of Geol.-Min. Scinces*

**O. P. Lapina**

*Ph.D of Phys.-Mat. Scinces*

The Institute of Geophysics Sciences,NAS Ukraine, 03680, Kyiv, pr.Palladina, 32

In this work, three-dimensional gravity modeling of the Horodyschensky and Smilyansky gabbro-anortosite massifs, located within the Korsun-Novomyrhorod pluton, was performed. A three-dimensional model of the upper crust of this area was created using maps of the anomalous gravity field on a scale 1:200 000, taking into account seismic data of various modifications.

*Key words:* pluton, gabbro-anortosite massif. three-dimensional model, upper crust.

**Вступ.** В межах Корсунь-Новомиргородського та Коростенського плутонів та їх обрамлення розвідано цілу низку корінних родовищ та проявів апатит-ільменітових та ільменіт-титаномагнетитових руд, які просторово та генетично пов'язані з тілами габроїдів [1]. У зв'язку з виснаженням запасів розсипних і залишкових у корі вивітрювання родовищ ільменіту стає актуальною промислова розробка корінних титаноносних покладів, яка може бути рентабельною при вилученні поруч із титаном супутніх йому елементів. Для



уточнення характеру розподілу рудної мінералізації у вже виявлених і у зв'язку з пошуками нових корінних покладів увагу заслуговують питання інтерпретації та тлумачення гравітаційних аномалій над габро-анартозитовими масивами і безпосередньо над тілами рудних габроїдів.

Носачівське апатит-ільменітове родовище єдине такого типу в Корсунь-Новомиргородському плутоні, воно розташоване в центральній його частині в межах західного відгалуження від Смілянського анортозитового масиву.

Корсунь-Новомиргородський плутон детально досліджено сейсмічними методами. На поверхні масив фіксується в спостережуваному гравітаційному полі завдяки наявності великої негативної аномалії  $\Delta g$ .

В даній роботі виконано тривимірне гравітаційне моделювання даного району. Для цього було використано комп'ютерну технологію автоматизованої системи інтерпретації геофізичних даних на основі методу підбору. Для параметризації геологічних джерел запропоновано апроксимаційну конструкцію, яка представлена набором тривимірних стрижневих тіл.

### **Теоретичні обґрунтування використаних алгоритмів інтерпретації.**

Комп'ютерна технологія автоматизованої системи інтерпретації геофізичних даних на основі методу підбору використовується у практиці геологічної інтерпретації гравіметричних та магнітометричних даних. При цьому можна врахувати всі апріорні відомості про геологічну будову району, що вивчається. Вхідні дані. I. Задано поле

$$U_{вих}(x, y, z) \text{ або } U_{вих}(x, y). \quad (1)$$

Під функцією  $U_{вих}(x, y, z)$  розумітимемо поле сили тяжіння.

II. Інтерпретатор аналізує спостережуване поле, вивчає всі апріорні відомості про будову району та вибирає початкову геологічну модель. Інтерпретаційне завдання вирішується у вибраному модельному класі. Ці параметри згруповані у вигляді вектора, що містить кількість  $m$  параметрів, які представлені так:

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\} \text{ або } P = \{p_j\}, j=1, 2, \dots, m. \quad (2)$$

Якщо побудовано модель і задані її параметри, то можливо розв'язати пряму та обернену задачі. У вибраних точках обчислюється теоретичне поле

$$U_i(x_i, y_i, z_i, P) = U_i(i, P), i=1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Функції, записані в (1) і (3), зіставляються між собою. Модель можна змінити, варіюючи чисельними значеннями її параметрів — вектор (2). Необхідно знайти або підібрати такі значення  $\{p_j\}$ , які мінімізують нев'язки між функціями (1) та (3). За розв'язок інтерпретаційної задачі буде прийнято елемент

$P^* = \{p_j^*\}$  із запису (2), для якого нев'язка між вихідним та теоретичним полями досягає мінімуму.

*Клас стрижневих тіл.* Запропоновано апроксимаційну конструкцію, яка представлена набором тривимірних стрижневих тіл. При розв'язанні задачі центри симетрії тіл можуть визначати положення геометричних центрів досить складних фігур. Тристрижнева апроксимація дає можливість краще описати інтегральні характеристики геологічної моделі, про це свідчать численні модельні розрахунки, проведені співробітниками відділу нафтогазової геофізики.

Загальну геологічну модель визначено такою послідовністю параметрів:

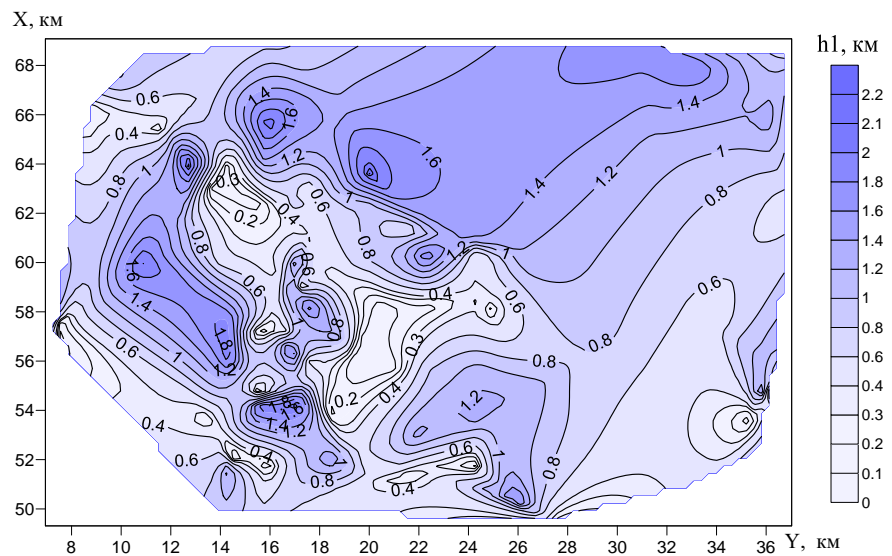
$$P = \{m, (c_x, c_y, h)_j; (2t_x, 2t_y, 2t_z)_j; (\lambda_x, \lambda_y, \lambda_z)_j\}, \quad j=1, 2, \dots, m, \quad (4)$$

де  $m$  – кількість елементарних тіл,  $(c_x, c_y, h)$  – центри тяжіння тіл,  $(2t_x, 2t_y, 2t_z)$  – довжини стрижнів,  $(\lambda_x, \lambda_y, \lambda_z)$  – надлишкові лінійні маси тіл. Якщо площа поперечного перетину тіла  $\Delta S_j$ , то  $\lambda_j = \sigma_j \times \Delta S_j$ ,  $j=1, 2, \dots, m$ , де  $\sigma_j$  – об'ємна надлишкова густина.

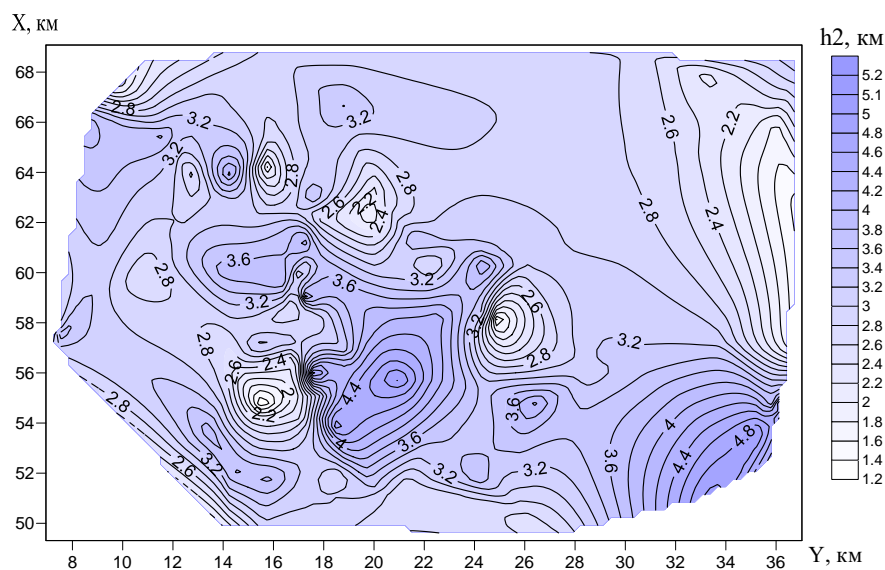
**Результати досліджень.** При вирішенні геологічних завдань основний інтерес представляють локальні гравітаційні аномалії. Виконувалося моделювання методом автоматизованого підбору з використанням гравіметричних матеріалів зйомки 1:200 000 масштабу. Перетин ізоаномал використаної карти гравітаційного поля становив 2 мГал, середньоквадратична похибка визначення аномалій Буге цієї зйомки – близько 0.8 мГал. Розбіжність значень спостереженого та модельного полів в евклідовій метриці ( $L_2$ ) складає  $\sim 0.35$  мГал, що свідчить про те, що необхідна умова для точності кількісної інтерпретації виконано. Отже, побудовану модель геощільносного розрізу, що базується на врахуванні всієї наявної апріорної інформації про петрощільносні та геометричні параметри аномалієзбурюючих об'єктів, можна використовувати для отримання достовірної геологічної інформації про будову габро-анартозитового масиву, розташованого на досліджуваній ділянці.

В аномальному полі зафіксовано  $n=620$  точок. Аналізуючи наявну апріорну інформацію, побудовано модель початкового наближення, що складається з  $m = 95$  елементарних об'єктів. Як апроксимуючі осередки обрані тривимірні стрижневі тіла. Спочатку джерела розташовані на глибині  $h=2$  км. Зважаючи на наявну апріорну інформацію по всій ділянці досліджень при виборі початкової моделі задавалася залишкова щільність від  $-0,05$  г/см<sup>2</sup> до  $0,2$  г/см<sup>2</sup>. На початку ітераційного циклу отримано значення функціоналу  $F_0=39166,59$  мГал<sup>2</sup>. Для вибору оптимального розв'язку задачі обчислюється значення середнього

відхилення  $\Delta_{\text{cp}}$  між вихідним і теоретичним полем. В результаті розв'язання виконано 130 ітерацій, значення функціоналу становить  $F=153,27895$  мГал, значення середнього відхилення дорівнює  $\Delta_{\text{cp}}=0,269$ . Отримано модель, яка найточніше дозволяє описати вихідне аномальне поле аналітичним виразом. Глибина розташування збурюючих об'єктів, досягає 5,18 км, при цьому верхня кромка варіює від 0,04 км до 2,33 км, нижня кромка - від 1,11 км до 5,18 км, глибини центрів тяжіння збурюючих джерел, варіюють від 0,6 км до 2,84 км, значення надмірної щільності розподіляються в інтервалі від  $0,2 \text{ г/см}^3$  до  $0,6 \text{ г/см}^3$ . На рис. 1 (а, б) наведені схеми ізогіпс верхньої та нижньої кромки інтрузивного комплексу.



а



б

Рис. 1. Карти - схеми ізогіпс глибин залягання: а - верхньої кромки елементів апроксимаційної моделі, км; б - нижньої кромки елементів апроксимаційної моделі, км.

### **Висновок.**

За сейсмічними даними визначені межі поширення інтрузивного комплексу Городищенського габро-анортозитовий масиву, а гравітаційне моделювання дозволило уточнити його контури. Городищенський габро-анортозитовий масив має конусоподібну форму у широтному перетині. Підібрана модель в результаті розв'язання оберненої задачі з використанням стержневої апроксимаційної конструкції відповідає моделі, що залягає на глибині 4.5 км. На схід потужність основних порід зменшується. Встановлено, що розрізнені тіла основних порід у районі Городищенського масиву за щільнісними та геологічними параметрами єдині по глибині. Результати розв'язання задачі підтверджують, що граніти рапаківі повторюють форму основних порід, Моделі, отримані за геофізичними даними, важливі для вивчення внутрішньої структури інтрузивного комплексу та мають практичне значення, дані площі розповсюдження основних порід залишаються перспективними для пошуків титанових руд.

В результаті отримана апостеріорна інтерпретаційна модель розподілу щільнісних неоднорідностей, що задовольняє як спостережене поле, так і апіорну геологічну інформацію.

### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Кривдик С.Г., Дубина О.В., Гуравський Т.В. Деякі мінералогічні та петрологічні особливості рудоносних (фосфор, титан) габроїдів анортозит-рапаківігранітних плутонів Українського щита. *Мінералогічний журнал*. 2008. № 4. С.41–57.
2. Михєєва Т.Л., Лапіна О.П., Кишман-Лаванова Т.М., Причепий Т.И. Технології інтерпретації геофізичних даних при дослідженні та розвідці нафтогазових родовищ. *Геофизический журнал*. № 5, 2022

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНИХ ДІЛЯНОК СЕЛИЩАНСЬКОГО РОЗСИПУ З ВИКОРИСТАННЯМ ARC GIS**

**Т. В. Охоліна**

*кандидат геологічних наук*

Інститут геологічних наук НАН України, 01054, м. Київ, вул. О. Гончара 55<sup>б</sup>

**Г.О. Кузьманенко**

*кандидат геологічних наук*

Інститут геологічних наук НАН України, 01054, м. Київ, вул. О. Гончара 55<sup>б</sup>

**М.Д. Мережко**

*аспірантка*

Інститут геологічних наук НАН України, 01054, м. Київ, вул. О. Гончара 55<sup>б</sup>

Представлено авторський підхід до виділення пріоритетних площ у межах Селищанського розсипу ільменіту на основі інтелектуальної системи Arc GIS. На основі комп'ютерного моделювання родовища пропонується розробляти його невеликими блоками, що забезпечує високу продуктивність, мінімальний вплив на навколишнє середовище та дозволяє поповнити мінерально-сировинну базу титанової промисловості України новими видами родовищ.

*Ключові слова:* Селищанський розсип, ільменіт, вертикальний запас, інтегральний показник.

## **DETERMINATION OF PRIORITY AREAS OF SELICHANSKE PLACER USING ARC GIS**

**T.V. Okholina,**

*candidate of Geological Sciences*

Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine,  
Olesia Honchara St., 55<sup>B</sup>, Kyiv, 01054, Ukraine

**H.O. Kuzmanenko**

*candidate of Geological Sciences*

Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine,  
Olesia Honchara St., 55<sup>B</sup>, Kyiv, 01054, Ukraine

**M.D. Merezko**

*Postgraduate student*

Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Olesia Honchara St., 55<sup>B</sup>, Kyiv, 01054,  
Ukraine

The author's approach to the selection of priority areas within the Selyshchan placer of ilmenite based on the Arc GIS intelligent system is presented. On the basis of computer modeling, it is proposed to develop the deposit in small blocks, which ensures high productivity, minimal impact on the environment and allows replenishing the mineral and raw material base of the titanium industry of Ukraine with new types of deposits.

*Key words:* Selyschans'kyi placer, ilmenite, vertical stock, integral index.

**Постановка проблеми.** У зв'язку із складною геологічною будовою Селищанського розсипу, який може поповнити рудну базу діючого Іршанського гірничо-збагачувального комбінату (ГЗК), з'являється необхідність у систематизації розподілу рудного компонента сучасними методами досліджень із використанням програмного забезпечення Arc GIS. Даний підхід може стати основою для майбутнього складання ТЕО, оскільки будуть виділені ділянки для першочергового відпрацювання.

**Матеріали і методи.** Визначення пріоритетних ділянок виконано камеральним шляхом без проведення польових робіт. За основу взяті результати геологорозвідувальних робіт на Селищанському розсипі, виконані Житомирською геологорозвідувальною експедицією в 70-х роках минулого століття.

Встановлення границь з економічно обґрунтованими характеристиками здійснено шляхом побудови геоінформаційних моделей, у програмному забезпеченні ArcGIS 10.2. Одним із елементів створеної моделі є розподіл значень вертикального запасу ільменіту на родовищі. Вертикальний запас ільменіту - величина, що характеризує його кількість у вертикальному перерізі, що припадає на  $1\text{м}^2$  площі родовища і висоту, що відповідає товщині продуктивної товщі. Цей параметр визначає загальні запаси родовища.

Для виділення блоків з оптимальними економічними і геологічними параметрами обчислювався інтегральний показник, який розраховано як різниця між умовною вартістю ільменітового концентрату і витратами на виконання розкривних робіт і переробку продуктивного пласта. На створених візуалізаціях зеленим кольором зображено блоки з максимальною рентабельністю видобутку ільменітових руд, що вказує на можливість отримання прибутку під час розробки в межах тієї чи іншої ділянок. Відповідно червоним кольором зображено від'ємний прибуток на певній ділянці родовища.

**Виклад основного матеріалу.** Селищанський розсип виявлено в результаті проведення пошукових робіт у 1972-1975 рр. У 2007-2011 рр. у межах Селищанської ділянки ДП «Українська геологічна компанія» проведено геологорозвідувальні роботи з метою оцінки запасів розсипних ільменітових руд та підрахунку запасів за категоріями В+С<sub>1</sub>. Через відсутність фінансування, роботи не було завершено.

Розсип розташований в межах Волинського титаноносного району, де проходить північно-східний контакт Володарсько-Волинського габро-анортозитового масиву з гранітоїдами Коростенського комплексу. На півночі ділянка впритул примикає до дражного полігону Іршанського розсипного родовища ільменіту, на північному сході межує зі Злобицьким родовищем

титану, на південному заході (в 3 км) і півдні (в 4 км) знаходиться Межиріченське родовище.

У геологічній будові розсипу беруть участь кристалічні породи фундаменту, каолінова кора вивітрювання та осадові відклади мезо-кайнозою. У межах ділянки ільменітоносні відклади просторово приурочені до двох локальних понижень палеодолини і утворюють два окремих витягнутих у північно-східному напрямку поклади. Тобто це частина долини палео-Ірші, місцями ускладнена локальними підняттями, які частково розсікають поклад на заході і сході.

Для встановлення розподілу рудного компоненту, в межах Селищанського розсипу, у програмному забезпеченні Arc GIS 10.2 побудовано модель вертикального запасу, яка зображена на Рис. 1.

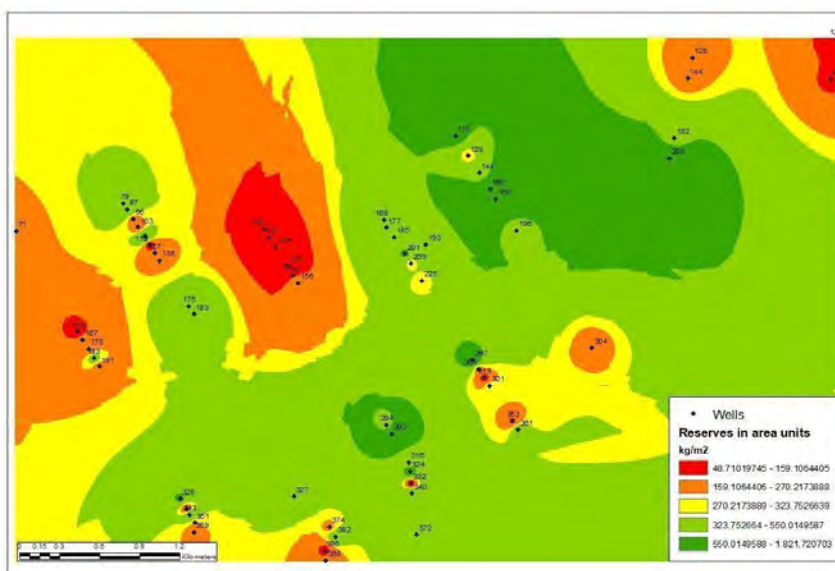


Рис. 1. Розподіл вертикального запасу. Селищанський розсип

Спостерігається збільшення вертикального запасу ільменіту в центральній частині північного покладу і трохи менше - в південному покладі. Ці показники становлять від 323-550 кг/м<sup>2</sup> (світло-зелений колір) до 550-1821 кг/м<sup>2</sup> (зелений колір). Найнижчі показники вертикального запасу розташовані у північно-західній частині розсипу і складають від 48 – 159 кг/м<sup>2</sup> до 159-270 кг/м<sup>2</sup>, на карті зображено відповідно червоним та помаранчевим кольорами.

Вочевидь, в північній частині відбувався перемив ільменітоносних відкладів і накопичення ільменіту завдяки прояву водно-льодовикових процесів. Ільменіт відкладався на схилах локальних підняття, а в подальшому за рахунок перенесення матеріалу в долині палео-Ірші. Тут товщина продуктивного пласта більша, ніж на півдні. В південному покладі принесений ільменіт відкладався в

заглибленнях рельєфу похованої палеодолини, ймовірно, морського генезису. Про це свідчить наявність глауконіт-кварцових пісків, кременистих відкладів. В юрі ці умови змінились на прибережно-морські, лагунні з переважанням пісків і вуглистих глин. На схилах долин активно проявлялись процеси розмиву, відкладались вторинні каоліни, знесені з оточуючих підвищень. Кора вивітрювання, як і в інших місцях Іршанського району, була проміжним колектором для формування розсипів.

Розподіл вертикального запасу в межах даного родовища є необхідним інструментом для побудови карти інтегрального показника Рис.2, який визначає загальний прибуток в межах родовища.

З урахуванням цін на вартість ільменіту за даними (*Mineral...*), для Селищанського розсипу побудована карта інтегрального показника. В межах цього розсипу виявлена єдина ділянка, яка в реаліях сьогодення є прибутковою. Ця ділянка розташована в північно-західній частині розсипу. Прибуток із цієї ділянки може становити від 13 523 269,66 до 86 676 210 USD.

Варто очікувати, що загальний прибуток видобування ільменіту буде підпорядковуватись тим же закономірностям, що і вертикальний розподіл ільменіту.

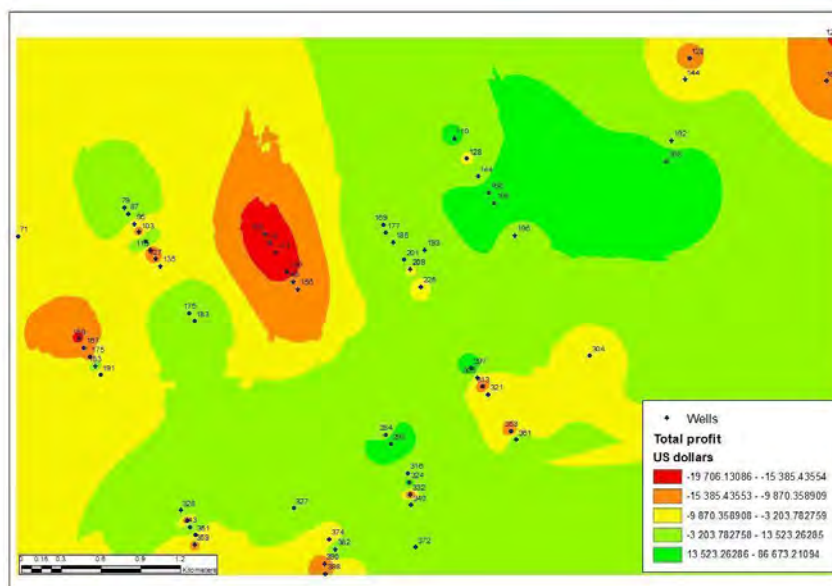


Рис. 2. Інтегральний показник. Селищанський розсип.

**Висновки.** Використання програмного забезпечення ArcGIS є ефективним методом, який дозволяє візуалізувати об'єкти, що дає змогу визначати пріоритетні ділянки. Застосована методика дозволяє проводити попередню оцінку родовища і окремих площ без додаткових бурових робіт, що є економічно вигідним.



В цілому, Селищанський розсип є перспективним, оскільки поряд розташовано ряд родовищ і розсипів, які відпрацьовуються або є першочерговими для відпрацювання (Галецький, Ремезова, 2011). Проведені дослідження дозволили виділити першочергову ділянку для відпрацювання, яка розташована в північно-західній частині розсипу, в межах північного пласта.

Запропонований підхід щодо визначення пріоритетних ділянок є актуальним в призмі післявоєнного відновлення рентабельних галузей економіки, зокрема розвитку гірничодобувної промисловості.

#### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Галецький Л.С., Ремезова, О.О. Стратегія розвитку мінерально-сировинної бази титану України. *Геологічний журнал*. 2011. №3. 66-72.
2. MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2023. Режим доступу – URL: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf>

*Робота профінансована за рахунок програми “Наукові і науково-технічні (експериментальні) роботи за пріоритетним напрямом “Технології пошуку, видобутку, переробки та використання критичних корисних копалин, проблеми оцінювання, збереження та повоєнного відновлення довкілля» на 2023-2024 рр.” “Стратегічна мінеральна сировина для відновлення економіки України: аналіз ресурсів та запасів, розробка критеріїв пошуку для нарощування їх мінерально-сировинної бази” Державний реєстраційний номер: 0123U100855*

## **ПРО ПЕРСПЕКТИВИ ВИЯВЛЕННЯ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ ТА ПРИРОДНОГО ВОДНЮ В ГЛИБИННИХ ГОРИЗОНТАХ ВУГІЛЬНИХ БАСЕЙНІВ**

**М. А. Якимчук**

*доктор фізико-математичних наук*

Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

**І. М. Корчагін**

*доктор фізико-математичних наук*

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ, Київ

Наведено результати експериментальних досліджень з використанням прямопошукових методів на ділянках та площах в вугільних басейнах України. На обстежених ділянках вугільні пласти розміщені в межах вулканічних структур, заповнених осадовими породами 1-6 груп, в яких на глибині 57 км існують умови для синтезу нафти, конденсату, газу, бурштину. Поклади конденсату та газу можуть бути виявлені в вугільних басейнах.

*Ключові слова:* вугільний басейн, нафта, газ, водень, прямопошукові методи.

## **ON THE PROSPECTS OF HYDROCARBON AND NATURAL HYDROGEN DEPOSITS DETECTING IN DEEP HORIZONS OF COAL BASINS**

**M.A. Yakymchuk**

*Doctor of physical and mathematical sciences*

Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv, Ukraine

**I.M. Korchagin**

*Doctor of physical and mathematical sciences*

Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv,

The results of experimental studies using direct-prospecting methods on local sites and areas in the coal basins of Ukraine are presented. In the surveyed areas, coal seams are located within volcanic structures, filled with sedimentary rocks of 1-6 groups, in which conditions exist for the synthesis of oil, condensate, gas, and amber at a depth of 57 km. Deposits of condensate and gas can be found in deep horizons of coal basins.

*Key words:* coal basins, oil, gas, hydrogen, direct-prospecting methods.

**Вступ.** В процесі апробації прямопошукових методів частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків [1] проводилось обстеження локальних ділянок та площ в межах вугільних басейнів в різних регіонах земної кулі з метою вивчення особливостей глибинної будови районів їх розміщення. В тезах наведено матеріали експериментальних досліджень рекогносцирувального характеру на окремих ділянках вугільних басейнів України. Доцільність наведення результатів інструментальних

вимірювань на ділянках обстеження обумовлена намірами французських компаній проводити пошуки природного водню та метану в вугільному басейні Лотарингії [4, 5].

**Методи досліджень.** Експериментальні дослідження в межах великих блоків та локальних ділянок проводяться з використанням методів частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків, вертикального сканування (зондування) розрізу з метою визначення (оцінки) глибин залягання та товщин різних комплексів порід та шуканих корисних копалин, а також методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудноносності, водоносності) площ обстеження. Особливості використаних мобільних прямопошукових методів, а також результати їх апробації та практичного застосування охарактеризовані в [1-3].

**Донецька область.** Пошуки вертикальних каналів міграції глибинних флюїдів проводились на Донбасі. Більш детально в цьому регіоні обстежено локальну ділянку в районі Донецька, позначену на рис. 1 прямокутником. В межах цієї ділянки зареєстровані відгуки від 1-6 груп осадових порід та вугілля, сигнали від усіх груп магматичних порід не зафіксовані. Фіксацією відгуків різних глибинах осадові породи 1-6 груп простежені до 723 км. Це корінь каналу міграції глибинних флюїдів.

Скануванням розрізу в інтервалі 0-20 км з відносно великим кроком встановлено такі глибини залягання вугілля та вуглеводнів: вугілля – 230-1770 м; газ – 100-2400 м; конденсат – 2500-7200 м; нафта – 7200-13000 м. На ділянці обстеження підтверджено наявність межі на глибині 57 км, вище якої фіксуються відгуки на резонансних частотах нафти, газу та конденсату, а нижче – водню та вуглецю.

Додатково проведено частотно-резонансну обробку невеликої ділянки в Донецьку, в районі якої сталася аварія на вугільній шахті. На цій ділянці зафіксовано відгуки на резонансних частотах **нафти, конденсату, газу, гелію, водню, кисню, вуглецю, вугілля.** Скануванням розрізу в межах ділянки з кроком 1 м зафіксовано такі інтервали відгуків: гелій – 120-2500 м; кисень – 140-2550 м; водень – 140-1000 м; газ - 140-10500 м.

**Новомосковське вугільне родовище (Дніпропетровська область).** При обробці супутникового знімка площі в районі родовища (рис. 2) зафіксовано сигнали на частотах бурого вугілля, газогідратів, бурштину (з 11 с), газу, конденсату, 1 та 2 (дуже слабкий) груп осадових порід; відгуки від нафти та магматичних порід були відсутні. Фіксацією відгуків на різних глибинах корінь каналу осадових порід визначено на глибині 723 км.

На поверхні 56.9 км. отримані відгуки від бурштину, газогідратів, газу, конденсату; сигналів від нафти не зафіксовано.

Скануванням розрізу відгуки від бурого вугілля зареєстровано в інтервалі 4-98 м (крок сканування – 10 см), а від бурштину – 170-265 м (крок – 1 м).

При скануванні розрізу зі 100 м з кроком 1 м встановлено такі інтервали відгуків на частотах газу: 1) 170-580 м; 2) 950–1430 м; 3) 1630–1720 м; 4) 2490–3100 м; 5) 3450–4170 м; 6) 4360-4770 м; на крок 5 м; 7) 6950-8950 м; 8) 14260-16400 м (далі не простежено).

Скануванням з використанням частот газоконденсату отримані такі інтервали: 1) 1570-2570 м; 2) 3250–3650 м; 3) 3950–4240 м; 4) 5050–5150 м; крок 5 м; 5) 5600-6890 м; 6) 9300–10050 м; 7) 10870-13000 м (простежено до 15 км).

**Львівсько-Волинський вугільний басейн.** У процесі частотно-резонансної обробки всього знімка на рис. 3 зареєстровані відгуки від **нафти, конденсату, газу бурштину, вугілля та води**. Отримані сигнали від 2 (слабкий), 3 (слабкий), 4 (слабкий), 5 (слабкий), 6 (слабкий), 7 (інтенсивний), 8, 9, 10, 11, 12 груп осадових порід і 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 та 10 груп магматичних.

Встановлено наявність глибинного каналу з коренем на глибині 723 км, заповненого 7-ою групою магматичних (ультрамафічних) порід, та каналів з коренями на глибині 470 км, заповнених осадовими породами та 6-ою (базальти) групою магматичних порід.

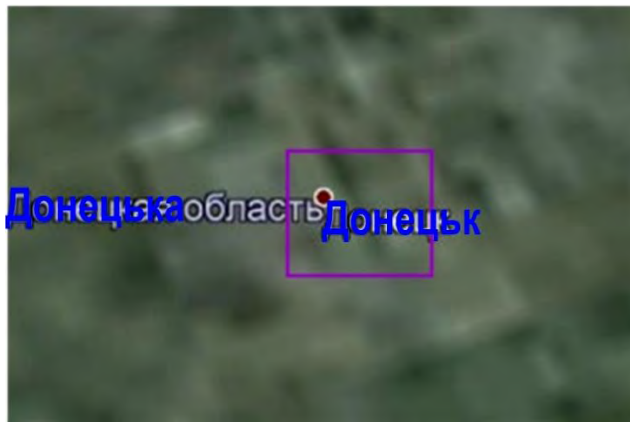
Скануванням розрізу з кроками 10 см, 50 см і 1 м сигнали на частотах вугілля отримані в інтервалі глибин 20-1130 м (простежено до 2 км).

В процесі сканування розрізу з поверхні, з кроком 1 м відгуки від нафти зафіксовані в наступних інтервалах: 1) 260-1280 м; 2) 1500–2600 м; 3) 3430–4570 м; 4) 5950–7950 м; перехід на крок 5 м; 5) 8650-9900 м; 6) 10850-13700 м (до 15 км простежено). Відгуки від нафти, конденсату, газу та бурштину отримані також на поверхні 56.9 км.

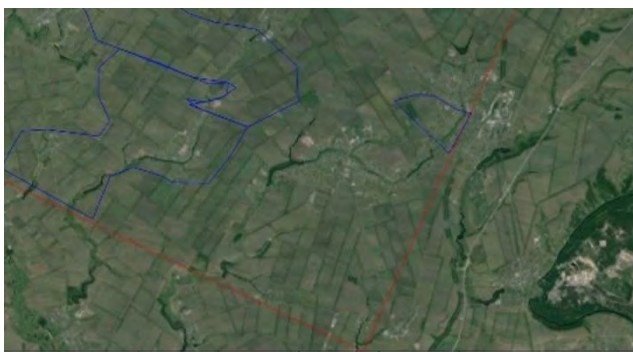
**Ділянка в районі м. Червоноград (Україна).** При обробці фрагмента супутникового знімка у районі м. Червоноград (позначеного на рис. 3 прямокутним контуром) зафіксовано відгуки (інтенсивні) від бурого вугілля, конденсату, газу, бурштину, газогідратів, води; сигнали від нафти були відсутні.

З використанням зразків першої групи осадових порід корінь глибинного каналу осадових порід 1-6 груп встановлено на глибині 723 км.

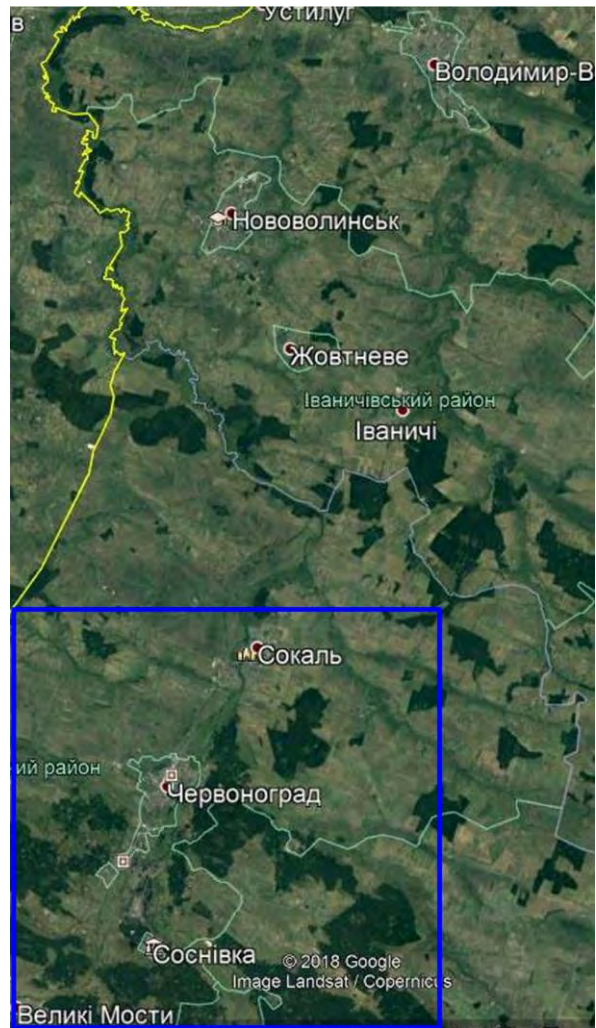
На поверхні 56.9 км зареєстровано відгуки від води, газогідратів, бурштину, газу; сигнали від нафти тут були відсутні. Відгуки від води фіксувалися на поверхні 68.9 км. Сигнали від бурого вугілля зареєстровані в інтервалі 12-215 м, а бурштину – 12-64 м.



**Рис. 1.** Супутниковий знімок Донецької області.



**Рис. 2.** Супутниковий знімок ділянки обстеження у районі Новомосковського вугільного родовища.



**Рис. 3.** Супутниковий знімок площі Львівсько-Волинського вугільного басейну.

Скануванням розрізу з поверхні з кроком 1 м встановлено такі інтервали відгуків на частотах газу: 1) 50-530 м; 2) 1200–2100 м; 3) 2620–3800 м; 4) 4480-4820 м; на 5 м з 5 км; 5) 7000-8750 м; 6) 10300–11600 м; 7) 12100–12550 м; 8) 13000-13700 м (простежено до 15 км).

**Основні результати.** Відзначимо, в першу чергу, що на обстежених ділянках в межах вугільних басейнів виконувалась обмежена кількість процедур інструментальних вимірів в прискореному режимі. Інструментальні виміри з метою оцінки перспектив виявлення скупчень природного водню на ділянках обстеження цілеспрямовано не проводились.

Результати апробації прямопошукових методів частотно-резонансної обробки супутникових та фото знімків в районах розміщення вугільних родовищ в різних регіонах земної кулі (на території України в тому числі) свідчать, що

скупчення вуглеводнів можуть бути виявлені в нижніх горизонтах вугільних басейнів в межах глибинних каналів міграції флюїдів та мінеральної речовини.

На ділянках з родовищами бурого вугілля в прискореному режимі проведення інструментальних вимірів відгуки на частотах нафти не фіксуються.

Під час обробки супутникових і фото знімків над об'єктами обстеження отримано додаткові факти (докази) на користь глибинного (абіогенного) генезису нафти, конденсату і газу [3] та їх міграції у верхні горизонти розрізу і в атмосферу в процесі водневої дегазації Землі.

Результати проведених експериментальних робіт в межах ділянок і блоків із покладами вуглеводнів, а також вугілля свідчать про доцільність проектування та проведення детальних геологорозвідувальних робіт і буріння пошукових свердловин одночасно на природний водень і вуглеводні (нафту, конденсат, газ). На цю пропозицію варто звернути увагу компаніям, які проводять геологорозвідувальні роботи та планують буріння свердловин на ділянках, в межах яких виявлено водень при бурінні свердловин на нафту і газ.

#### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків: результати додаткових досліджень з метою пошуків скупчень природного водню. *Геоінформатика*. 2022. № 1-2. С. 3-43.
2. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Особливості глибинної будови ділянок розміщення культових споруд, цілющих джерел і районів довголіття за результатами досліджень прямопошуковими методами. *Геоінформатика*. 2022. № 1-2. С.61-96.
3. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Нові свідчення на користь абіогенного генезису вуглеводнів за результатами апробації прямопошукових методів в різних регіонах світу. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2020. № 9. С. 55—62. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2020.09.055>
4. Excitement grows about 'natural hydrogen' as huge reserves found in France. <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/excitement-grows-about-natural-hydrogen-as-huge-reserves-found-in-france/>
5. FDE announces the discovery of natural hydrogen in the Lorraine mining basin. <https://www.francaisedelenergie.fr/en/news/>

## **ПРО ПЕРСПЕКТИВИ ВИЯВЛЕННЯ ПРЯМОПОШУКОВИМИ МЕТОДАМИ СКУПЧЕНЬ ВУГЛЕВОДНІВ В ГЛИБИННИХ ГОРИЗОНТАХ РОЗРІЗУ СЛАНЦЕВИХ БАСЕЙНІВ**

**М.А. Якимчук**

*доктор фізико-математичних наук*

Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

**І.М. Корчагін**

*доктор фізико-математичних наук*

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ, Київ

Експериментальні дослідження в районі сланцевого басейну Уїллістон (США) підтвердили наявність покладів вуглеводнів в глибоких горизонтах розрізу. На схід від басейну Уїллістон інструментальними вимірюваннями виявлено великий кластер базальтових вулканічних структур з воднем і живою (цілющою) водою, а також процес міграції водню і фосфору в атмосферу. Отримано додаткові докази на користь абіогенного синтезу ВВ.

*Ключові слова:* сланцевий басейн, нафта, газ, водень, прямопошукові методи.

## **ABOUT OPPORTUNITIES OF HYDROCARBONS ACCUMULATIONS DETECTING BY DIRECT-PROSPECTING METHODS IN DEEP HORIZONS OF CROSS-SECTION WITHIN SHALE BASINS**

**M.A. Yakymchuk**

*Doctor of physical and mathematical sciences*

Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv, Ukraine

**I.M. Korchagin**

*Doctor of physical and mathematical sciences*

Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

Experimental studies in the area of Williston shale basin (USA) confirmed the presence of hydrocarbon deposits in the deep horizons of cross-section. To the east of Williston Basin, instrumental measurements revealed a large cluster of basalt volcanic structures with hydrogen and living (healing) water, as well as the process of hydrogen and phosphorus migration into the atmosphere. Additional evidence was obtained in favor of abiogenic synthesis of hydrocarbons.

*Key words:* shale basins, oil, gas, hydrogen, direct-prospecting methods.

**Вступ.** З позицій глибинного (абіогенного) походження вуглеводнів в рамках концепції глибинної дегазації Землі [1] можна припустити, що в сланцевих басейнах поклади нафти, конденсату і газу також наявні в глибоких (і глибинних) горизонтах розрізу. У зв'язку з цим в 2021 р. були проведені експериментальні дослідження в межах великого родовища (формації) важкої

нафти в басейні Уїллістон на півночі США. В тезах охарактеризовані результати рекогносцирувальних досліджень.

**Методи досліджень.** Експериментальні дослідження рекогносцирувального та детального характеру проводяться з використанням мало-затратної прямопошукової технології, що включає модифіковані методи частотно-резонансної обробки та декодування супутникових і фото знімків, вертикального електро-резонансного зондування (сканування) розрізу та методу інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності великих пошукових блоків і локальних ділянок [2]. Стоячі електричні хвилі, відкриті Ніколою Теслою в 1899 році, лежать в основі окремих методів мобільної технології. Обробка супутникових і фото знімків здійснюється з використанням спектрів частот зразків різних гірських порід (осадових, метаморфічних, магматичних), нафти, конденсату, газу, рудних мінералів і хімічних елементів. Особливості та можливості використаних методів, а також методика інструментальних вимірювань описані в опублікованих статтях та доповідях на конференціях [1, 2]. На локальних ділянках в межах басейну видобутку сланцевого газу проводились роботи з метою виявлення можливих скупчень вуглеводнів (нафти, газу, конденсату, бурштину) в традиційних колекторах у нижніх (в тому числі глибоких та глибинних) горизонтах розрізу.

**Результати рекогносцирувальних досліджень в басейні Уїллістон (США). Ділянка сланцевої формації.** Структурна карта верхньої частини великої сланцевої формації в басейні Уїллістон показана на рис. 1 [3], а супутникові знімки території досліджень – на рис. 2. Маркерами з координатами 1) 48°59'60.00"N, 103°59'60.00"W, 2) 48°59'60.00"N, 102°0'0.00"W, 3) 46°30'0.00"N, 102°0'0.00"W, 4) 46°30'0.00"N, 103°59'60.00"W на знімках позначена центральна частина сланцевої формації. На першому етапі експериментів оброблено фрагмент знімка на рис. 2, позначений маркерами.

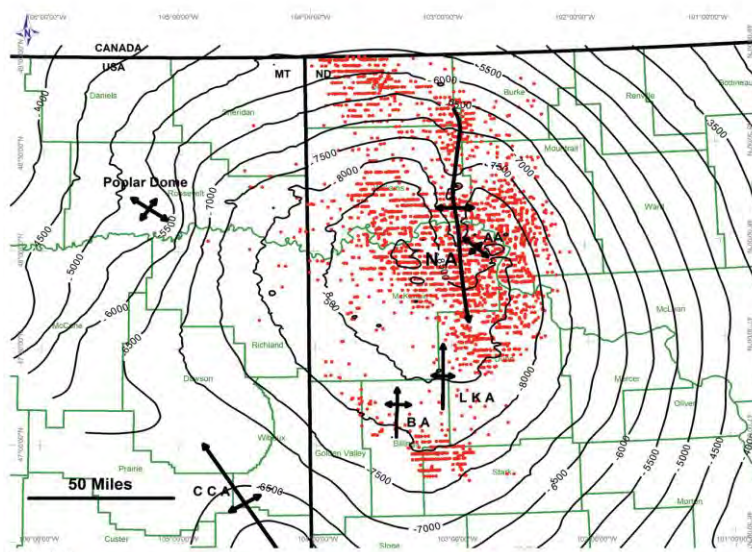
Під час частотно-резонансної обробки фрагмента супутникового знімка на рис. 2а з поверхні зафіксовані відгуки на частотах нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, метаноокислюючих бактерій, фосфору (жовтий), горючих сланців, газогідратів, антрациту, льоду, мертвої води та осадових порід 1-6 груп. Відгуки на частотах водню, солі та магматичних порід не отримано.

Шляхом фіксації відгуків на різних глибинах (50, 99, 218, 480, 460 км) корінь вулкана 1-6 груп осадових порід зафіксовано на глибині 470 км.

На поверхні синтезу ВВ 57 км зареєстровані відгуки на частотах нафти, конденсату, газу, бурштину, фосфору (жовтий) і живої води. Сигнали від мертвої води і вуглекислого газу отримані на глибині 59 км. На денній поверхні (0 м)

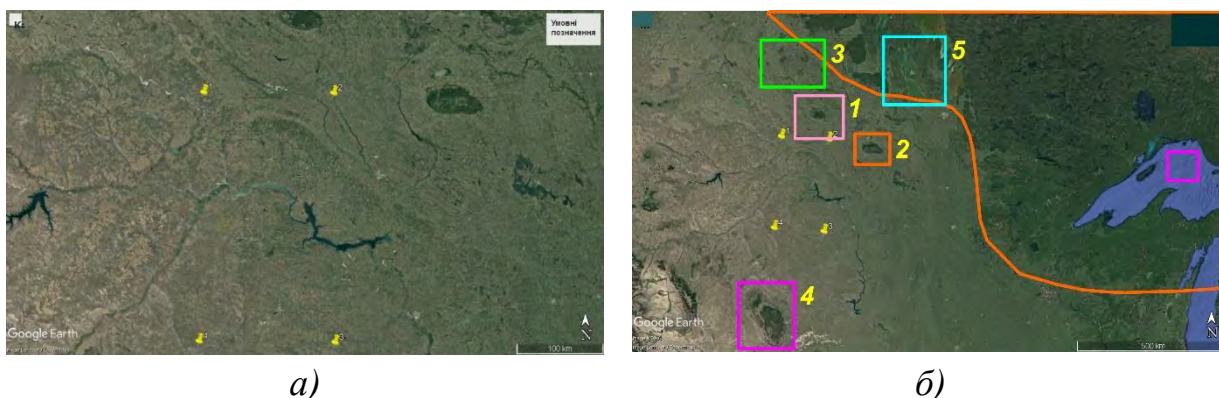


зафіксовані відгуки від вуглекислого газу, газу (метану) і фосфору (жовтий) з верхньої частини розрізу, що свідчить про їх міграцію в атмосферу.



**Рис. 1.** Структурна карта верхньої частини сланцевої формації Three Forks. Ділянки видобутку важкої нафти в розрізі позначено червоними крапками [3].

Шляхом сканування розрізу від поверхні з кроком 1 м відгуки на частотах нафти отримані з наступних інтервалів: 1) 1240-1650 м, 2) 2740-3710 м, 3) 4320-4700 м, 4) 6970-(7400-інтенсивний)-7620 м, 5) 8140-(8700-інтенсивний)-8880 м (простежено до 10 км). На поверхні 10 км також зафіксовано відгуки від нафти, конденсату та газу, що свідчить про їх наявність в глибинних горизонтах розрізу.



**Рис. 2.** Супутникові знімки території в районі формації сланців в басейні Уїллістон на півночі США.

**Область дегазациї водню.** При аналізі супутникових знімків території в районі проведення досліджень увагу авторів привернули локальні ділянки та зони з особливостями рельєфу (земної поверхні), характерними для зон видимої

водневої дегазації. Обстеження ділянок дегазації водню розпочато з великої зони, позначеної на рис. 2б кольоровим (овальним) контуром у верхньому правому куті.

При частотно-резонансній обробці фрагмента супутникового знімка в полігональному контурі (рис. 2б) з поверхні зареєстровані відгуки на частотах фосфору (червоний), водню, водневих бактерій, живої води (інтенсивний), мертвої води (слабкої інтенсивності).

На поверхні зафіксовані також сигнали на частотах осадових порід 1-6 груп, і магматичних порід 6-ої (габро і базальти) і 6А (долерити і андезити) груп. Шляхом фіксації відгуків на різних глибинах (50, 99, 218, 480, 470 км) корінь базальтового вулкана визначено на глибині 470 км. А скануванням розрізу з поверхні, з кроком 1 м верхню кромку базальтів зафіксовано на глибині 320 м. На поверхні 320 м з верхньої частини розрізу отримані сигнали від осадових порід 1-6 груп і водню (слабкої інтенсивності). На поверхні 0 м отримані відгуки від водню і фосфору з верхньої частини розрізу, що свідчить про їх міграцію в атмосферу.

При скануванні розрізу з 320 м, з кроком 1 м, сигнали на частотах водню з базальтів почали реєструватися з 425 м, а живої води – з 490 м. При обробці фрагмента зображення на рис. 2б, позначеного прямокутним контуром в озері, на поверхні зареєстровані сигнали від живої води, мертвої води (слабкої інтенсивності) та магматичних порід 6-ї та 6А груп. Корінь базальтового вулкану зафіксовано на глибині 470 км, а верхній край базальтів встановлено скануванням на глибині 190 м.

На денній поверхні (0 м) отримані відгуки від водню з верхньої частини розрізу, що вказує на його міграцію в атмосферу. При скануванні розрізу від поверхні, з кроком 1 см, відгуки на частотах живої води почали реєструватися з 1 м. При скануванні розрізу з 180 м, крок 10 см, відгуки на частотах водню з базальтів почали фіксуватися зі 204 м, а живої води – з 216 м.

**Додаткові дослідження.** Додатково проведена частотно-резонансна обробка окремих фрагментів супутникового знімка на рис. 2б, позначених полігональними та прямокутними контурами. При обробці супутникового знімка на рис. 2б без фрагмента в полігональному контурі у верхньому правому куті з поверхні зафіксовані відгуки на частотах нафти, конденсату, газу, бурштину, вуглекислого газу, метаноокислюючих бактерій, фосфору (чорний і жовтий), горючих сланців, газогідратів, антрациту, лонсдейліту, калійно-магнієвої солі, осадових порід 1-6 і 7-ї (вапняки) груп і магматичних порід 7, 8, 9, 10 і 14 груп.

**Прямокутник 1.** При обробці фрагмента знімка у прямокутнику 1 (рис. 2б) зафіксовано відгуки лише від 9-ї (мергелі) групи осадових порід.

*Прямокутник 2.* У другому фрагменті знімка зафіксовано відгуки 7-ї (вапняки) групи осадових порід, нафти, конденсату, газу, метаноокислюючих бактерій, фосфору (жовтий) і мертвої води. Сигнали від нафти, конденсату, газу, фосфору і живої води були зареєстровані на поверхні синтезу ВВ 57 км. Відгуки від мертвої води отримані на глибині 59 км, тоді як від вуглекислого газу на цій глибині сигналів не зафіксовано. На поверхні 0 м отримані відгуки від газу та фосфору з верхньої частини розрізу, що свідчить про їх міграцію в атмосферу.

*Прямокутник 3.* При обробці фрагмента знімка (рис. 2б) фіксувалися відгуки лише від 8-ї (доломіти) групи осадових порід та мертвої води.

*Прямокутник 4.* За місцем розташування фрагмента знімка у прямокутнику 4 (рис. 2б) зафіксовано відгуки лише від 9-ї (мергелі) групи осадових порід.

*Прямокутник 5.* Зареєстровані сигнали від фосфору (білий) і солі. На поверхні 57 км отримано відгуки на частотах нафти (слабкої інтенсивності). Сигнали слабкої інтенсивності також зафіксовано від нафти, конденсату та газу з поверхні 0 м. З верхньої частини розрізу на поверхні 0 м відгуків від газу не отримано, що свідчить про відсутність його міграції в атмосферу.

**Основні результати.** Експериментальні дослідження, проведені на території родовища сланцевої нафти в басейні Уїллістон на півночі США, ще раз підтвердили наявність покладів вуглеводнів у глибоких горизонтах розрізу. Відгуки від нафти, конденсату, газу та бурштину отримано в межах сланцевої формації на межі синтезу вуглеводнів 57 км. При скануванні розрізу від поверхні до 10 км отримані сигнали на частотах нафти з 5 інтервалів пошуку покладів. На поверхні 10 км також зафіксовано відгуки від нафти, конденсату та газу, що свідчить про їх наявність у глибоких та глибинних горизонтах розрізу.

На півночі США, на схід від басейну Уїллістон, інструментальними вимірюваннями підтверджено існування величезного (за площею) скупчення базальтових вулканічних структур з воднем і живою (цілющою) водою, а також зафіксовано процес міграції водню і фосфору (червоний) в атмосферу в межах базальтових комплексів.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Нові свідчення на користь абіогенного генезису вуглеводнів за результатами апробації прямопошукових методів в різних регіонах світу. Допов. Нац. акад. наук Укр. 2020. № 9. С. 55—62. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2020.09.055>
2. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків: результати додаткових досліджень з метою пошуків скупчень природного водню. Геоінформатика. 2022. № 1-2. С. 3-43.
3. Stephen A. Sonnenberg. The giant, continuous Three Forks Play, Williston Basin. First Break, volume 39, April 2021. P. 75-85.

## **ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ СУПУТНИКОВИХ ТА ФОТО ЗНІМКІВ: РЕЗУЛЬТАТИ АПРОБАЦІЇ НА ДІЛЯНКАХ ІЗ ВОДОНОСНИМИ СВЕРДЛОВИНАМИ**

**М.А. Якимчук**

*доктор фізико-математичних наук*

Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

**І.М. Корчагін**

*доктор фізико-математичних наук*

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ, Київ

**А. Джавадова**

MiroPro GmbH, Гоммерн, Німеччина

Наведено результати апробації прямопошукових методів частотно-резонансної обробки супутникових знімків та фотознімків на локальних ділянках з водоносними свердловинами. Скануванням розрізів на ділянках розміщення свердловин визначені глибини нижньої та верхньої кромки водоносних пластів, групи порід, з яких відгуки на частотах води зареєстровані, а також типи порід в водоносних колекторах.

*Ключові слова:* вода, прями пошуки, вапняки, свердловина, обробка фотознімків.

## **FREQUENCY-RESONANCE TECHNOLOGY OF SATELLITE AND PHOTO IMAGES PROCESSING: RESULTS OF APPROBATION ON AREAS WITH WATER-BEARING WELLS**

**M.A. Yakymchuk**

*Doctor of physical and mathematical sciences*

Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv, Ukraine

**I.M. Korchagin**

*Doctor of physical and mathematical sciences*

Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

**A. Javadova**

MiroPro GmbH, Gommern, Germany

The results of the approbation of direct-prospecting methods of satellite images and photographs frequency-resonance processing on local areas with water-bearing wells are presented. The depths of the lower and upper edges of the aquifers, the groups of rocks from which responses at water frequencies are recorded, as well as the types of rocks in the aquifers were determined by cross-sections scanning at the sites of wells location.

*Key words:* water, direct searches, limestones, well, photo processing.

**Вступ.**

Мобільні прямопошукові методи частотно-резонансної обробки супутникових знімків та фотознімків цілеспрямовано використовуються в режимі апробації для пошуків горючих та рудних корисних копалин та вивчення глибинної будови Землі, а також планет та супутників Сонячної системи [1-4]. В тезах представлені результати апробації мобільних методів на локальних ділянках розміщення свердловин із водоносними колекторами у розрізі. Експериментальні дослідження демонстраційного характеру проведені з метою демонстрації працездатності, ефективності та інформативності прямопошукових методів і доцільності їх застосування на пошуковій ділянці для виявлення покладів води у колекторах різного типу та визначення оптимальних місць закладання свердловин для водопостачання.

**Методи досліджень.** Експериментальні дослідження в межах великих блоків та локальних ділянок проводяться з використанням методів частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків, вертикального сканування (зондування) розрізу з метою визначення (оцінки) глибин залягання та товщин різних комплексів порід та шуканих корисних копалин, а також методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудноносності, водоносності) площ обстеження. Особливості використаних мобільних прямопошукових методів, а також результати їх апробації та практичного застосування охарактеризовані в [1-4].

**Етапи робіт.** Численні результати апробації та практичного застосування частотно-резонансних методів обробки супутникових знімків та фотознімків [1-4] показали, що цю супер-мобільну технологію можна успішно використовувати на наступних етапах геологорозвідувальних робіт з метою пошуків скупчень вуглеводнів, природного водню, рудних корисних копалин та води:

*а) етап 1 (демонстраційний)* – обробка супутникового знімка або фотознімка ділянки (майданчика) розташування відомих потенційному замовнику свердловини або родовища для додаткової демонстрації працездатності, ефективності та інформативності мобільної прямопошукової технології;

*б) етап 2 (інтегральний)* – детальна обробка супутникових знімків великих територій з метою визначення типів вулканічних структур, наявних в межах районів обстеження, а також корисних копалин, для виявлення яких доцільно проводити детальні геологорозвідувальні роботи;

*в) етап 3 (рекогносцирувальний)* – розбивка супутникових знімків великих площ на послідовності фрагментів та їх детальна обробка з метою виявлення найбільш перспективних локальних блоків для проведення детальних пошукових робіт на корисні копалини;

г) *етап 4 (деталізаційний)* – обробка у детальному режимі супутникових знімків найбільш перспективних локальних блоків, виявлених на попередньому (рекогносцирувальному) етапі, з метою вибору найбільш оптимальних ділянок для буріння пошукових та розвідувальних свердловин.

**Результати зондування розрізу на ділянках із свердловинами.** Для демонстраційного етапу пошукових робіт з метою виявлення та локалізації водоносних колекторів у розрізі площі пошуків виконавцям надали інформацію про шість пробурених водоносних свердловин. Фотографії ділянок розташування всіх свердловин представлені на рис. 1.

Глибини пробурених свердловин зафіксовані в інтервалі значень 45.72-91.44 м. З огляду на це, сканування розрізу на ділянках розташування всіх свердловин проводилося лише в інтервалі глибин 0-100 м.

У процесі виконання процедур сканування з дрібним кроком інтервалу 0-100 м на ділянках розташування свердловин визначалися глибини нижньої та верхньої кромки водоносних колекторів, групи порід, з яких відгуки на частотах води зареєстровані, а також типи порід в водоносних колекторах.

Результати виконаних інструментальних вимірів на демонстраційному етапі робіт зводяться до наступного.

*Свердловина 1 (рис. 1а).* Водоносний пласт визначено в інтервалі глибин 55.7-63.2 м. Відгуки на частотах води отримані з вапняків (7-а група осадових порід). З водоносного колектора зареєстровані сигнали від двох зразків із колекції вапняків – туфу вапняного та вапняка пористого.

*Свердловина 2 (рис. 1б).* Водоносний пласт визначено в інтервалі глибин 59.6-62.0 м. Відгуки на частотах води отримані з вапняків (7-а група осадових порід). З водоносного колектора зареєстровані сигнали від двох зразків із колекції вапняків – туфу вапняного та вапняка пористого.

*Свердловина 3 (рис. 1в).* Водоносний пласт визначено в інтервалі глибин 79.7-86.6 м. Відгуки на частотах води отримані з вапняків (7-а група осадових порід). З водоносного колектора зареєстровано сигнали від одного зразка з колекції вапняків – вапняка пористого.

*Свердловина 4 (рис. 1г).* Водоносні пласти визначені в двох інтервалах глибин: 49.9-53.76 м та 53.85-56.96 м. Відгуки на частотах води отримані з вапняків (7-а група осадових порід). З верхнього водоносного колектора зареєстровані сигнали від туфу вапняного, а з нижнього – від вапняка пористого.

*Свердловина 5 (рис. 1д).* Водоносний пласт визначено в інтервалі глибин 70.1-76.4 м. Відгуки на частотах води отримані з вапняків (7-а група осадових порід). З водоносного колектора зареєстровано сигнали від одного зразка з колекції вапняків – вапняка пористого.





Рис. 1. Фотознімки локальних ділянок з водоносними свердловинами в Пакистані.

*Свердловина б (рис. 1е).* Водоносний пласт визначено в інтервалі глибин 79.9-82.0 м. Відгуки на частотах води отримані з вапняків (7-а група осадових

порід). З водоносного колектора зареєстровані сигнали від двох зразків із колекції вапняків – туфу вапняного та вапняка пористого.

**Основні результати.** Для попередньої оцінки результатів проведених робіт із використанням прямопошукових методів відзначимо наступне. У наданих виконавцям матеріалах зазначається, що в пробурених свердловинах 1-6 водоносні горизонти (колектори) розташовані на глибинах 55 м, 60 м, 80 м, 50 м, 70 м та 80 м відповідно.

Опубліковані в [2-4] і наведені вище результати інструментальних вимірювань на ділянках зі свердловинами, а також їх зіставлення з матеріалами буріння показують, що технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків та фотознімків дозволяє виявляти водоносні горизонти в колекторах осадових порід та гранітах. При проведенні детальних робіт на ділянках пошуків води можуть бути визначені оптимальні місця для буріння свердловин на воду. Глибини розташування та потужності водоносних колекторів визначаються скануванням розрізу. Застосування мобільної та мало-витратної технології дозволяє істотно прискорити геологорозвідувальний процес на воду, рудні та горючі корисні копалини, а також знизити фінансові витрати на його проведення.

#### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків: результати додаткових досліджень з метою пошуків скупчень природного водню. *Геоінформатика*. 2022. № 1-2. С. 3-43.
2. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Особливості глибинної будови ділянок розміщення культових споруд, цілющих джерел і районів довголіття за результатами досліджень прямопошуковими методами. *Геоінформатика*. 2022. № 1-2. С.61-96.
3. Mykola Yakymchuk, Ignat Korchagin. Deep structure peculiarities of promising for hydrogen areas in the Dnieper-Donetsk basin and the sites of sources with healing water location in Ukraine. *Proceedings of the 1st International Scientific Conference «Reviews of Modern Science»* (November 24-25, 2022). Zürich, Switzerland, 2022. P. 208-230. ISBN 978-6-6054-8210-6 DOI 10.5281/zenodo.7369832 <https://ojs.publisher.agency/index.php/RMS/issue/view/8>
4. Mykola Yakymchuk, Ignat Korchagin. Features of deep structure of the resort centers with mineral waters in Ukraine by the results of direct prospecting methods application. *Publisher agency: Proceedings of the 1st International Scientific Conference «Interdisciplinary Science Studies»* (January 19-20, 2023). Dublin, Ireland, 2023. P. 81-92. ISBN 978-0-6295-4578-6. DOI 10.5281/zenodo.7559050. <https://ojs.publisher.agency/index.php/ISS/issue/view/14>



## **НОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЧР МЕТОДІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ЗВ'ЯЗКУ ПРИПОВЕРХНІХ СТРУКТУР З ГЛИБИННИМИ ГЕОФЛЮЇДАМИ ЧОРНОГО МОРЯ**

**В. Д. Соловйов**

*кандидат геол. – мин наук, valera@igph.kiev.ua*  
Інститут геофізики ім.С.І. Субботіна НАН України

**М. А. Якимчук**

*доктор фіз.-мат. наук, професор, yakymchuk@gmail.com*  
Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

**І. М. Корчагін**

*доктор фіз.-мат. наук, професор, korchagin.i.n.@gmail.com*  
Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України

Визначені характеристики великих ділянок виходів газу метану для пунктів сканування в перехідній зоні (шельф-континентальний схил), для пунктів частотно-резонансного сканування (SP), розташованих у Чорному морі, зроблені припущення про глибинний характер їх формування.

*Ключові слова:* Чорне море, мобільні технології, метанові сипи.

## **NEW RESULTS OF APPLYING PD METHODS IN STUDYING THE CONNECTION OF SURFACE STRUCTURES WITH DEEP GEOFLUIDS OF THE BLACK SEA**

**V.D. Solovyov**

*Candidate of Geology – Min. of Sciences, valera@igph.kiev.ua*  
Institute of Geophysics Sciences NAS of Ukraine

**M.A. Yakimchuk**

*Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor, yakymchuk@gmail.com* Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kiev

**I.M. Korchagin**

*Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor*  
Institute of Geophysics Sciences NAS of Ukraine

The characteristics of large plots of methane gas outlets for scanning points in the transition zone (shelf-continental schema) are determined, and the considerations are given to the clay nature of their formation for frequency-resonant scanning points (SP), located in different parts of the Black Sea.

*Key words:* Black Sea, mobile technologies, methane seeps.

У цій публікації наведені нові результати частотно-резонансних досліджень для пунктів сканування, розташованих в акваторії Чорного моря (рис.1). Відомо,

що існує тісний зв'язок вузлових центрів перетину глибинних розломів з розташуванням ділянок газових сипів і з поверхневими проявами вуглеводнів [1-4], тобто наявність сипів може свідчити про те, що в морських осадах таких ділянок можуть бути сформовані запаси нафти і газу.

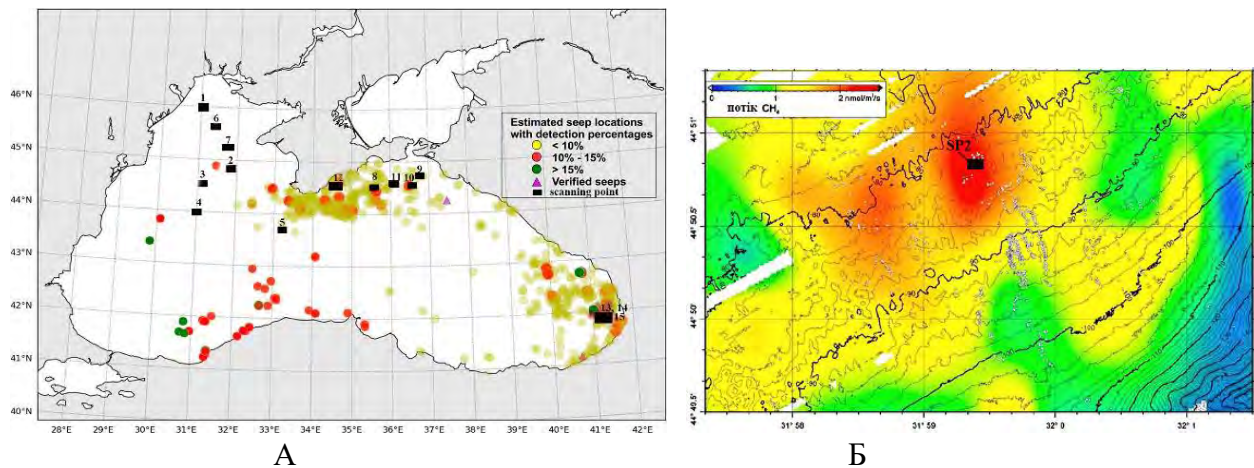


Рис. 1. Схематична карта можливих виходів ВВ акваторії Чорного моря, за [8] з пунктами ЧР-сканування (А); Б- карта потоку метану, за даними [5], та положення пункту сканування (SP2) в західній частині Чорного моря

Отримані нові дані ЧР-сканування підтверджують реальну перспективність виявлення покладів вуглеводнів в багатьох ділянках шельфу Чорного моря, перспективних на формування родовищ нафти і газу, лише частково виявлених нині. Особливо слід зазначити той факт, що слід вивчати та відкривати глибинні горизонти, бо саме з ними пов'язані найбільші прояви вуглеводнів. На глибинну природу висхідних газофлюїдів може опосередковано вказувати виявлення в них ртуті, а також золота та рідко-земельних елементів, ймовірно сформованих у коро-мантійних умовах [2].

**Загальний принцип і методи.** Мобільні частотно-резонансні (ЧР) технології обробки та дешифрування даних дистанційного зондування Землі ДЗЗ можуть істотно доповнити результати комплексних геолого-геофізичних досліджень, спрямованих на виявлення ділянок, перспективних на поклади нафти і газу об'єктів в структурах шельфу Чорного моря [1-4], дозволяють вже на початку досліджень виділяти такі ділянки для їх детального обстеження традиційними геофізичними методами. Технології базуються на припущенні, що скупчення однорідної речовини створює характерне для даної речовини електромагнітне поле, потужність випромінювання якого пропорційна наявній речовині в даному напрямку. Принципово важлива особливість технологій використання даних ЧР-сканувань - можливість наповнювати розріз породами з еталонних баз зразків осадових, метаморфічних і магматичних порід [3].

## **Результати досліджень.**

**Західна частина Чорного моря.** Раніше було показано (рис.1, пункти сканування SP1-6), що великі ділянки газовиділення в західній частині Чорного моря мають глибинне коріння, джерела яких пов'язані з потужним вуглеводневими потоками геофлюїдів мантийного генезису. Глибинні розломи контролюють тут положення основних блоків, а також канали вертикальної міграції коро-мантийних флюїдів [2-3]. Емісія є прямим наслідком активного газовиділення метану у поверхневу воду, де його визначена концентрація (рис.1) була значно (в 2-2,5 рази) вище середнього значення в структурах північно-західного шельфу Чорного моря [5]. Для пункту сканування SP7 отримані відгуки на резонансних частотах нафти, газу і конденсату, а також відгуки від гранітів (17,9-27,8км), і ультрамафічних порід (із 38,2км).

Ці результати досліджень треба доповнити даними про можливі вуглеводні накопичення структури Біостромна. При скануванні до 5,0км для цієї структури (рис.1, SP6) одержані відгуки газоконденсату на таких глибинах: 353м-397м; 649м-1330м; 2026м-3649м; 3820м-4132м. Сканування мало рекогносцувальний характер, тому наведені глибини потребують подальшого уточнення.

**Північно –східна частина Чорного моря** (рис.1, пункти сканування SP8-13).

Для цілого ряду структур вуглеводні ресурси всієї Прикерченської зони оцінювалися в більш, ніж 300 мільярдів кубічних метрів газу і 120 мільйонів тон нафти і конденсату. Більшість цих структур потребують детального геолого-геофізичного вивчення [7].

Близько 600 сипів було виявлено лише в зоні палео-русла Дону, більшість із них була розташована на глибинах менше 700 м [7]. Дослідження показали їх зв'язок з глибинними флюїдами.

Проведене сканування в пункті SP8 (рис.1) показало наявність відгуків нафти, газу, газоконденсату, дегазацію газу в атмосферу. Сигнали газу зафіксовані на можливих глибинах 916м-1708м; 2039м-2175м та ін.

В точці SP9 зафіксовані відгуки газу на глибинах 142-937м і 991-2075м.

В точці SP10 сигнали газу виявлені на глибинах 298м-1442м, а також на 2583м-3250м.

Для точки SP11 глибина відгуків складає: 711м-940м; 1030м-1750м; 1898м-2244м; 2336м-2484м; 2756м-3193м та ін.

За результатами частотно-резонансного аналізу у центральній частині прогину Сорокіна (SP12) були отримані відгуки для осадових, осадово-вулканогенних та магматичних (ультрамафічних) порід. Більш детальний аналіз даних показав наявність грязьових вулканів з каналами, заповненими осадовими

та вулканогенно-осадовими породами, які можна віднести до структур з мантийними коріннями.

Результати застосування частотного аналізу даних обмежують коло гіпотез формування прогину Сорокіна, інших структур Східно-Чорноморської западини та її обрамлення.

**Східна частина Чорного моря.** Для грузинської частини континентального схилу Чорного моря була виконана серія досліджень, частина з яких була надрукована раніше.

В районі SP13 (рис.2, сипи Колхеті) фіксується сигнал газу на глибині 1075м – 1596 м (далі зондування не проводилося) і його дегазація з поверхні.

Для SP14 (Рис. 2, сипи Печори) отримані сигнали газу(на глибинах:1221м – 1522 м, 1673м– 2226м) і жовтого фосфору, а також їх дегазація з поверхні.

В точці сканування SP15 (рис. 2, сипи Печори) сигнал газу фіксується з поверхні, а також в інтервалах глибин: 1157м – 1474 м і 1811м – 2087 м.

Глибини залягання вуглеводнів для пунктів сканування носять орієнтовний характер, вони можуть бути уточнені при детальних дослідженнях.

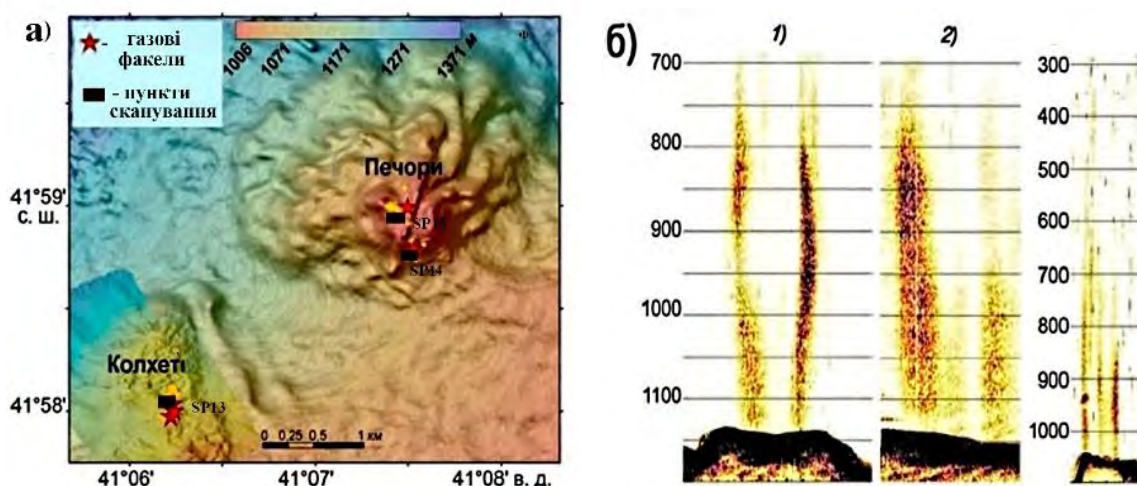


Рис.2. Положення окремих газових факелів та пунктів сканування (SP13-15) в східній частині Чорного моря (а) та висоти факелів в пунктах Колхеті (1) і Печори (2), за [6].

Виявлені в цьому регіоні плями нафти (нафтові сліки) свідчать, що тут спостерігається новий комбінований тип фільтрації нафтового газу [6], сканування якого показало його глибинний (відгуки з глибини: 570-920м; 1090-1900м; 3000-3490 м; 4510-5290 м) характер.

### Висновки.

В результаті проведених досліджень в структурах акваторії Чорного моря визначено глибинний характер і можливу глибину формування сипів, генеруючих метан [3], виявлені ділянки міграції метану в атмосферу, а також

підкреслено зв'язок сипових ділянок з можливими покладами вуглеводнів. Результати сканувань дозволили кількісно оцінити положення джерел дегазації і підтвердити припущення, що «головним чинником формування нафтових і газових родовищ є глибинна дегазація Землі» [2-3].

#### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Воробйов А. І., Мельниченко Т. Аналіз геологічної природи макропросочувань метану у північно - західній частині Чорного моря та їх прояви на супутникових знімках. *Укр. журнал дистанційного. зондування Землі*. 2016. 10. С. 10–16.
2. Кутас Р.І. Геотектонічні та геотермічні умови зон флюїдного і газового розвантаження в Чорному морі. *Геоф. журн.* 2020. № 5. Т.42. С. 16-52.
3. Тези ІХ Міжнародної наукової конференції “Геофізика і геодинаміка: прогнозування та моніторинг геологічного середовища” 10-12 жовтня 2023 р., с.195-198, м. Львів.
4. Якимчук М, Корчагін І., Левашов С., Соловійов В. Вулканізм, геофлюїди і процеси дегазації в структурах конт. країн полярних регіонів Землі. Огляд за результатами частотно-резонансних досліджень). *GlobeEdit*, ISBN:978-620-0-63605-5, 2022. 285 pages.
5. Greinert, J., D. F. McGinnis, L. Naudts et al. Atmospheric methane flux from bubbling seeps: Spatially extrapolated quantification from a Black Sea shelf area, *J. Geophys. Res.*, 2010. 115, C01002, doi:10.1029/2009JC005381.
6. Körber J.-H., Sahling H., Pape T. Natural oil seepage at Kobuleti Ridge, eastern Black Sea. *Marine and Petroleum Geology*, 2014. 50, P. 68-82
6. Mityagina M. and Lavrova O. Satellite Survey of Inner Seas: Oil Pollution in the Black and Caspian Seas. *Remote Sens.*, 2016. 8, 875, 24 p.; doi:10.3390/rs8100875
7. Römer, M., Sahling, H., Pape et al. Geological control and magnitude of methane ebullition from a high flux seep area in the Black Sea-the Kerch seep area. *Mar. Geol.* 2012, 319-322, P.57-74.
8. Suresh G., Heygster G., Bohrmann G. et al. “An automatic detection system for natural oil seep origin estimation in SAR images,” in *Proc. IEEE IGARSS*, Jul. 2015, pp. 3566–3569.

**НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ**

**DIRECTIONS OF RESEARCH OF THE EARTH**

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІЩЕНЬ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ МЕТОДАМИ СУПУТНИКОВОЇ ІНТЕРФЕРОМЕТРІЇ

**О. Т. Азімов**

*доктор геологічних наук*

**О. О. Столяр**

Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України,  
01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б

У дослідженні демонструється потенціал радіолокаційних зображень, зокрема, отриманих за методом диференціальної інтерферометрії, для виявлення, моніторингу та оцінки зсувів на прикладі Одеського району. Робота вирішувала такі завдання: аналіз небезпеки зсувів, вибір методології дослідження, визначення критеріїв зсувоутворення на досліджуваній території, збір даних дистанційного зондування Землі, їх обробка за допомогою вказаного методу та оцінка впливу зсувів на розвиток території.

**Ключові слова:** небезпека зсувів, радіолокаційні зображення, диференціальна інтерферометрія, моніторинг зсувів.

## RESEARCH OF GROUND SURFACE DISPLACEMENTS USING SATELLITE INTERFEROMETRY METHOD

**O. T. Azimov<sup>1</sup>**

*Doctor of Geological Sciences*

**O. O. Stoliar**

Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of IGS, NAS of Ukraine

The study explores the potential of radar imagery, particularly the differential interferometry (DInSAR) method, for detecting, monitoring, and assessing landslides on the example of the Odesa region. It involves tasks such as analyzing landslide hazards, selecting research methodologies, defining study area criteria, collecting remote sensing of the Earth data, processing it using DInSAR, and assessing landslide impacts.

**Key words:** landslide hazards, radar imagery, differential interferometry, landslide monitoring.

**Постановка проблеми й завдання.** Вивчення процесів зсувів ґрунту є надзвичайно важливим завданням у зв'язку із різноманітними факторами, які спричиняють значну кількість зсувів щороку [12]. Ці явища призводять до розповсюджених руйнувань, економічних втрат і, що найважливіше, становлять серйозну загрозу для життя та добробуту людей. Зсуви можуть бути спричинені різними чинниками, такими як інтенсивні атмосферні опади, землетруси або антропогенна діяльність, включаючи будівництво та гірничу справу [4].



Наслідки цих явищ можуть бути катастрофічними, включаючи втрати серед населення, пошкодження інфраструктури та вимушені переселення людей.

Представлена робота спрямована на вивчення застосування радіолокаційних зображень для виявлення, моніторингу та оцінки процесів зсувів, застосовуючи метод диференційної інтерферометрії. Завдання, пов'язані з цим дослідженням, включають аналіз факторів ризику зсувів, вибір методології дослідження, визначення критеріїв для області, що вивчається, збір та обробку даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), оцінку впливу зсувів на досліджувану територію [2].

Наукова новизна цієї роботи полягає у застосуванні радіолокаційної інтерферометрії для дослідження зсувів на локальній ділянці, розташованій в Одеському районі Причорномор'я, що для цієї території виконується уперше. Результати можуть бути використані для подальшого моніторингу зсувів, а також для прийняття рішень щодо мінімізації відповідних ризиків та евакуації населення у разі виникнення загрозованої зсувонебезпеки. Цей підхід дозволяє розширити розуміння процесів зсуву та покращити здатність боротися з наслідками цих природних явищ [5].

**Теорія методу.** Метод DInSAR є важливим інструментом, який застосовують для вимірювання деформацій земної поверхні. За останні роки метод став набагато ефективнішим завдяки використанню великих наборів синтетичних апертурних радіолокаційних (SAR) зображень [11]. Ці набори зображень, що отримані в одній і тій же області, забезпечують значне покращення порівняно з традиційними конфігураціями з двох зображень. У результаті DInSAR став надзвичайно потужним геодезичним інструментом для ефективного моніторингу деформацій земної поверхні під час розв'язання різних завдань [1].

При застосуванні методу DInSAR просторова розрізненість знімків повинна становити декілька метрів на піксел [7]. Основна ідея розробки полягає в отриманні диференційної інтерферометричної фази з двох чи більше радіолокаційних зображень, що створюють неперервне та детальне відображення деформації земної поверхні [6]. Цей підхід надає дослідникам можливість отримати цінні уявлення про динаміку руху земної поверхні, роблячи його невід'ємною частиною наукових досліджень [3].

Представлена робота зосереджена на досліджуваній локальній ділянці у Одеському районі поблизу села Фонтанка. Ця ділянка викликала інтерес через значний зсув, що стався в її межах у 2017 р. З метою ефективного вивчення та розуміння деформацій поверхні, пов'язаних із цією подією, були використані радіолокаційні зображення супутника Sentinel-1, які в подальшому були



оброблені за допомогою методу DInSAR [9]. Ця методологія надає точний та обґрунтований спосіб виявлення та кількісного вимірювання деформацій земної поверхні [10], сприяючи повнішому розумінню процесів зсувоутворення на околиці Фонтанки та допомагаючи приймати оптимальні та зважені управлінські рішення щодо зменшення ризику використання землі у цьому регіоні у подальшому.

Інтеграція передових методів ДЗЗ, таких як DInSAR, у дослідженнях на місцевому рівні в регіонах, схильних до зсувів, має великий потенціал для покращення здатності оцінювати та зменшувати впливи природних небезпек [8].

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Отримані в результаті дослідження дані надають важливі відомості щодо наявності вертикальних деформацій земної поверхні. Проте їх якість не є задовільною для виявлення малих за своїм масштабом зсувів. Хоча встановлені виявлення вказують на наявність певних деформацій. Зрозуміло, що вони можуть не відображати важливих деталей, пов'язаних із геологічними процесами, які спричиняють початковий етап розвитку зсувів (рис. 1).

З метою покращення розуміння геологічних процесів потрібні подальші дослідження та покращення якості дистанційних даних. Вони можуть включати використання супутникових знімків з високим просторовим розрізненням для отримання детальнішої картини щодо динаміки рухів у межах місцевості, що розглядається. Крім того інтеграція даних з різних джерел та глибокий аналіз ландшафту можуть допомогти підвищити адекватність висновків і виявити приховані закономірності у проявах індикаційних ознак, що зумовлені малопримітними подіями у зв'язку з розвитком зсуву.

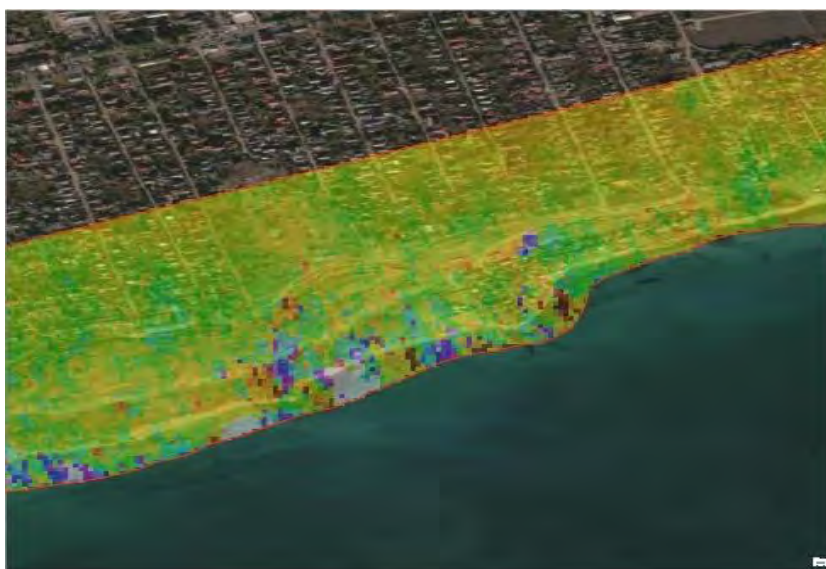


Рис. 1 Відображення зміщень, зареєстрованих під час переходу від фази до фази деформації

Підсумовуючи викладене зазначимо, що поліпшуючи якість та просторову розрізненість вхідних даних ДЗЗ, ми можемо краще підготувати себе до виявлення та моніторингу складних геологічних ризиків, пов'язаних із зсувними процесами, та сприяти зменшенню та управлінню можливими небезпеками у вразливих регіонах (рис. 2).



Рис. 2 Порівняння фази деформації (зліва) з оптичним зображенням (справа)

**Висновки і перспективи робіт.** Отримані на основі застосування супутникових знімків Sentinel-1 на підставі прийнятої методології результати свідчать про те, що досліджувана область дійсно має наявні вертикальні деформації земної поверхні. Побудована цифрова модель рельєфу території досліджень демонструє стан земної поверхні в її межах до та після зсуву, дозволяючи таким чином оцінити масштаб події. Проте детальний аналіз та оцінювання наслідків процесів зсуву вимагає використання космознімків з підвищеною просторовою розрізненістю, вищою ніж це забезпечує апарат Sentinel-1. Це ж стосується проблеми виявлення та оцінки розвитку зсуву на початковому етапі його існування. І потрібно відзначити, що такі радіолокаційні зображення існують, але для їх отримання необхідні додаткові фінансові інвестиції в дослідження.

Використання радіолокаційних знімків для визначення вертикальних деформацій поверхні Землі має свої обмеження. Особливо їх важко застосовувати під час атмосферних опадів у вигляді снігу. Однак радіолокаційні зображення та метод диференційної інтерферометрії мають великий потенціал

для вирішення низки завдань, пов'язаних із субвертикальними рухами земної поверхні.

Отже, дані радіолокаційних знімків супутника Sentinel-1 придатні для аналізу великомасштабних зсувів, які охоплюють обширні території. Супутники Sentinel-1 надають можливість проведення регулярних обстежень та отримання зображень для забезпечення постійного моніторингу певних ділянок, у межах яких є наявні зсуви або потенційно можуть утворюватися нові.

### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Anderson T. (2018). Radar imaging for landslide monitoring: A review of recent developments and future challenges. *Remote Sens.*, 10 (5), 766.
2. Azimov O.T., Rogozhin O.G., Trofymchuk O.M., Khrushchov D.P. (2021). Geoinformation support for the management of the localization objects of municipal solid waste. *Proc. 20th EAGE Int. Conf. on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects (11-14 May 2021, Kyiv, Ukraine)*, 1–8. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521169>
3. Azimov O.T., Shevchuk O.V. (2020). Geoinformation systems in monitoring studies of environmental pollution factors in the areas of municipal solid waste landfills. *Proc. 19th EAGE Int. Conf. on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects (11-14 May 2020, Kyiv, Ukraine)*, 1–7. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo111>
4. Brown R.W., Wilson, E.T. (2021). Landslide risk assessment and mitigation: A comprehensive approach. *Natural Hazards*, 83 (1), 67–88.
5. Chen L., Smith J.D., Johnson A.B. (2020). Monitoring landslide processes with advanced radar imagery: A case study in the Himalayas. *Int. J. Remote Sens.*, 41 (5), 1606–1627.
6. Davis, C. P., & Evans, M. J. (2019). Satellite-based differential interferometry for ground deformation monitoring: Principles and applications. *J. Geophys. Res.: Solid Earth*, 124 (6), 6017–6035.
7. Garcia L.M., Martinez F.D. (2020). Advances in synthetic aperture radar for landslide detection and monitoring. *Remote Sens. Environ.*, 237, 111606.
8. Huang S., Wu X. (2019). Applications of synthetic aperture radar in landslide monitoring: A review. *Int. J. Remote Sens.*, 40 (14), 5492–5516.
9. Jones P.Q., Brown A.K. (2020). Landslide hazard assessment using remote sensing and geospatial analysis. *Natural Hazards & Earth System Sci.*, 20 (2), 427–449.
10. Lee H., Kim S. (2018). Assessing landslide risk in hilly terrain using satellite remote sensing. *Environ. Earth Sci.*, 77 (7), 253.
11. Martin R.E. (2022). Integrating radar interferometry and optical imagery for landslide detection. *Remote Sens.*, 14 (3), 428.
12. Smith L.T. (2018). Radar interferometry for monitoring landslide processes: A case study in the Alps. *Natural Hazards & Earth System Sci.*, 18 (6), 1623–1637.

## **РЕЗУЛЬТАТИ КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПІДЗЕМНИХ ВОД (ШАХТА КРАСНОЛИМАНСЬКА)**

**В. В. Вергельська**

ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України»,  
03142, м. Київ, пр-т Академіка Палладіна, 34-А,

**Н.О. Д'яченко**

*кандидат.геол.н., доцент,*

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,  
03035, м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2

За допомогою спеціалізованого пакету DATA ANALYSIS EXCEL в роботі виконаний розрахунок кореляційної матриці хімічного складу підземних вод (ХСВ) різних гіпсометричних горизонтів, аналіз якої дав змогу дослідити лінійні зв'язки між різноманітними хімічними складовими води та визначити чітку глибинну зональність, що пов'язана зі змінами характеру водообміну (активний, утруднений та елізійний) у межах гірничого відводу шахти Краснолиманська.

*Ключові слова:* DATA ANALYSIS, хімічний склад, підземні води, кореляція.

## **RESULTS OF CORRELATION ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF GROUNDWATER (KRASNOLIMANSKA MINE)**

**V. V. Vergelska**

SI «The Institute of Environmental Geochemistry of NAS of Ukraine»,  
03142, Kyiv, Palladin Ave., 34-A,

**N. O. Diachenko**

*Ph.D. in Geology, Associate Professor*

The State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management,  
03035, Kyiv, st. Metropolitan Vasyl Lypkivskyi, 35, bldg. 2

Using a specialised DATA ANALYSIS EXCEL package, the correlation matrix of groundwater chemical composition (GCHC) of different gypsometric horizons was calculated, the analysis of which made it possible to study the linear relationships between various chemical constituents of water and determine a clear depth zonation associated with changes in the nature of water exchange (active, impeded and elision) within the Krasnolimanska mine allotment.

*Key words:* DATA ANALYSIS, chemical composition, groundwater, correlation.

Дослідження хімічного складу підземних вод (ПВ) вугледобувних регіонів займають особливе місце серед сучасних досліджень, але кореляційний аналіз хімічних складових ПВ з ціллю виявлення особливостей формування хімічного складу гідрогеологічних масивів у складних умовах живлення та циркуляції за рахунок тектонічних неоднорідностей та гірничих виробок, практично не

застосовують. Своєрідність хімічного типу вод зон тектонічної порушеності або складчастих форм залягання гірського масиву, особливо різко проявляється у складі та вмісті мікроелементів. Як відомо [1], більшість тектонічних зон характеризується наявністю специфічної мінералізації, яка є джерелом збагачення вод мікроелементами. У процесі збагачення основну роль відіграють розчинні у водах газу:  $O_2$ ,  $CO_2$ , тощо. Численні гідрогеохімічні дослідження засвідчили наявність гідравлічного зв'язку тріщинуватих вод кори вивітрювання з водами зон тектонічних порушень і останніх з водами верхнього структурного ярусу. Водночас тектонічні порушення забезпечують найбільшу глибину проникнення розчинного у воді кисню, внаслідок чого на великих глибинах можуть відбуватися процеси окиснення сульфідів.

За даними [2] у різних складчастих структурах регіону гідрогеохімічна зональність формується залежно від багатьох чинників. У синклінальних структурах спостерігається нормальна гідрогеохімічна зональність, що визначається поширенням зверху вниз гідрокарбонатних, гідрокарбонатно-сульфатних, сульфатно-хлоридних і хлоридних вод, а також збільшенням мінералізації з глибиною [3, 4]. В антиклінальних структурах (АС) вона, як правило, різко порушується. Найконтрастніше гідрогеохімічні аномалії формуються у склепінних частинах АС, де формуються й поклади вуглеводнів.

З погляду на особливості геотектонічного розташування дослідженої території [5] наявність тектонічних неоднорідностей може суттєво проявитися у геохімічному складі підземних вод. Більш того, аналіз кореляційних зв'язків між геохімічними показниками може дати пояснення розрізненості спрямованості впливу однієї ознаки на іншу та допомогти відслідкувати зміни геохімічного складу підземних вод не тільки за розрізом, але й за кількістю.

Саме тому, метою проведених досліджень є кореляційна оцінка взаємозв'язку геохімічних показників підземних та поверхневих вод (ПОВ) на ділянці гірничого відводу шахти Краснолиманська з метою виявлення особливостей вертикальної гідрогеохімічної зональності за допомогою спеціалізованого пакету DATA ANALYSIS EXCEL

Гірничий відвід шахти "Краснолиманська" розташований у центральній частині Красноармійського геолого-промислового району (КГПР). Ділянка досліджень розташована між Федорівським і Глибокоярським зсуво-скидами, розташованими нормально падінню порід. Амплітуда зміщення - 20-25 і 20-86 м відповідно. На виїмковому полі зафіксовано 11 дрібних порушень зсувно-скидового типу, розташованих як згідно з двома основними порушеннями, так і нормально до них. У покрівлі пласта І3 на відстані 18-20 м залягає міцний кварцовий пісковик І4S15 потужністю від кількох метрів до 15 м. Кам'яновугільні

водоносні горизонти пов'язані з одним з найбільш водоносних вапняків L1. За даними існуючих досліджень, останні характеризуються високою загальною мінералізацією (у середньому 2–2,5 г/л) та великою жорсткістю. Зі збільшенням глибини розробки вугілля водопритлив в гірничі виробки зменшується за рахунок того, що підземні води на глибині гірничих виробок накопичуються за рахунок атмосферних опадів і ПОВ.

З ціллю виявлення зональності взаємозв'язку між геохімічним складом підземних вод та глибиною її залягання на досліджуваній території, в гірничих виробках шахти «Краснолиманська» (вугільний пласт I<sub>3</sub>), відбір проб води здійснений на різноманітних глибинах-- гірничі виробки та колодязі (табл. 1).

Проведений аналіз взаємозв'язку, наприклад, кількості катіонів Na та аніонів Cl в залежності від глибини (рис. 1), свідчить про те, що ці хімічні елементи мають синхронний відклик на зміну глибини, але на глибині понад 800 м їх показники зменшуються відносно показників на глибинах 730-500 м, але збільшуються відносно приповерхневих глибин (-200 - +0 м).

Таблиця 1

Результати хімічного складу підземних вод (мг/дм<sup>3</sup>) різноманітних глибин відпрацювання вугільного пласта I<sub>3</sub> та поверхневих джерел у вигляді колодязів та відстійнику скидової води

№	Місто відбору проб	абс. від., м	гл.м	Na+	Ca+	Mg+	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>
1	Фланг. вент. штр. I <sub>3</sub> ПК16	-626,2	773,0	5332,3	150,29	72,92	7,04	7998,2
2	Похил. конв. штр. I <sub>3</sub> ПК 29	-580,7	727,5	9210,9	425,9	152,0	16,06	15145,5
3	2 зах. лава I <sub>3</sub> , ПК 68+8,2	-571,1	716,9	9210,5	420,82	243,05	20,02	13727,4
4	3 зах. вент. штр. I <sub>3</sub> X ПК 49	-559,2	706,0	7559,6	490,96	230,90	20,02	12252,6
5	Відпр. блок, 2-а зах. лава I <sub>3</sub>	-520	666,5	8499,6	440,86	267,36		14351,4
6	Краснолиманська, П1, шт	-237,5	384,6	2299,9	180,35	72,92	14,97	1628,7
8,7	Вода, поверхня, ДП ВК	121,4	2,4	688,1	651,27	425,34		340,4
9	Краснолиманська, кол. 2	128,2	3,2	189,9	500,98	194,44		387,5
10	Краснолиманська, кол. 1	144,3	2,1	440,0	320,62	291,66		29,4
11	Вода скидова	187,1	0	1518,5	140,27	139,75	0,18	1637,9
12	К кор			0,92	0,31	0,48	-0,67	0,9

Подовження таблиці 1

№	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мінер	заг. жорст.	pH
1	157,54			693,14	28,80	14440,23	6,75	7,7
2	6,72			488,13		25445,23	33,75	6,95
3	21,13			402,71		24045,62	20,5	6,85
4	36,50			311,18	36,01	20937,70	21,75	7,75
5	103,74	2,48		329,49		23994,93	22	7,35



6	4683,02	4,34		793,21		9677,44	7,5	6,8
8,7	4541,81			414,91		7061,77	33,75	7,45
9	985,6	110,37	0,46	353,89		2723,13	20,5	7,3
10	2980,80	44,02	0,46	518,64		4625,66	20	7,1
11	1834,784		0,46	488,128	120,02	5880,01	9,25	8,05
12	0,704	0,65	0,72	-0,041	-0,475	-0,90	0,18	-0,10

примітка: слід зауважити, що абсолютна відмітка забору проб води співвідноситься з глибиною наступним чином: абсолютна відмітка поверхні + абсолютна відмітка забору проб = глибина. тобто, глибина забору проби «фланговий вент. шт. І<sub>3</sub> ПК16+13» = 146,8 + 626,2 = 773 м. шахтні води відбираються з відповідних природних водоносних горизонтів, тому в більшості випадків, за хімічним складом відповідають складу вод цих горизонтів. в більшості випадків, води з різних горизонтів змішуються між собою, піднімаються на поверхню та скидаються в поверхневі водойми (вода скидова).

З іншого погляду, на графічному зображенні (рис. 1, а, б) чітко виділяється 3 зони глибин, де показники, що аналізуються, мають різкий пороговий стрибок. Можна припустити, що хімічний склад підземних вод визначається глибиною залягання і характеризується доволі чітко вираженою зональністю. Зазвичай, у верхній зоні активного водообміну поширені прісні гідрокарбонатні води, що утворюються в процесі інфільтрації ґрунтових вод. Ця зона може поширюватися на глибину до 300 м (в нашому випадку -200 м).

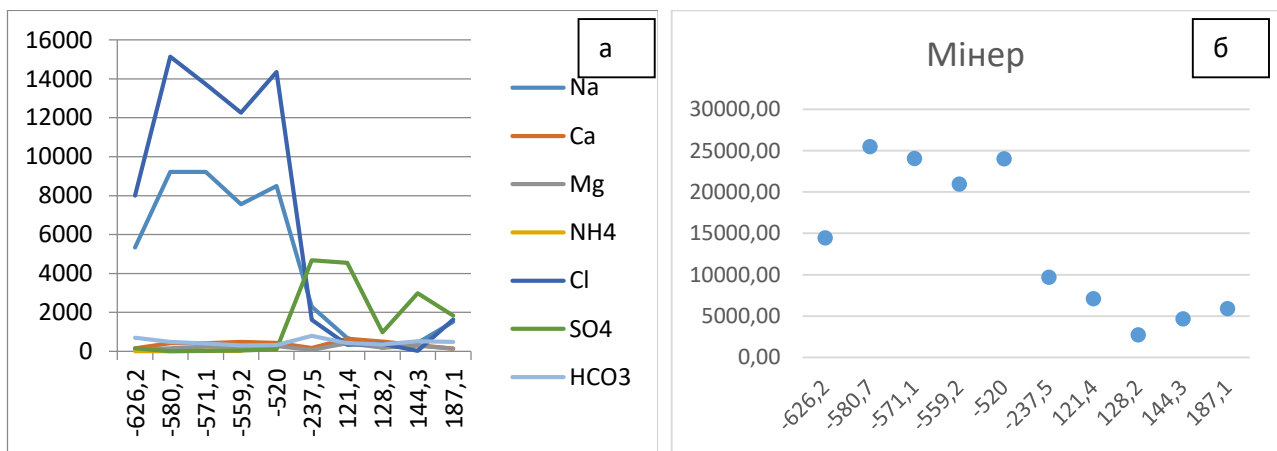


Рис. 1. Результат графічного аналізу залежності хімічних елементів (а) та загальної мінералізації (б) від глибини

Хімічний, зокрема мінеральний, склад вод цієї зони визначається кліматичними умовами, складом гірських порід та рельєфом місцевості. Зазвичай склад має вигляд: гідрокарбонати: 3500–5000 мг/дм<sup>3</sup>, хлориди: 250–500 мг/дм<sup>3</sup>, кальцій: 20–150 мг/дм<sup>3</sup>, магній: 20–150 мг/дм<sup>3</sup>. В нашому випадку показники перебільшені, окрім Mg, хоча тенденція зберігається. В зоні активного водообміну ми спостерігаємо виражені гідрокарбонатні води. В цьому сенсі, проба води, що зібрана у відстійнику не має статистичного значення, бо

звичайний водозабірний колодязь глибиною до десяти метрів буде збирати в себе переважно поверхневі води — ґрунтові та верховодку, тобто їх мінеральний склад буде близький до води з найближчого водоймища. Відстійник збирає води усіх водоносних горизонтів.

Зі збільшенням глибини гідрокарбонатні води переходять у гідрокарбонатно-сульфатні і сульфатно-гідрокарбонатні. Змішання глибинних вод у зоні ускладненого водообміну, що виражається переходом натрієвих вод у кальцієві води (водночас катіони сульфатів матимуть менший показник на нижчих позначках, а на високих навпаки). Тобто в зоні ускладненого водообміну ми спостерігаємо виражені сульфатно-кальцієві води. Середня зона з незначним водообміном характеризується відновлювальним середовищем. Води цієї зони більшою частиною сульфатно-натрієво-кальцієві чи гідрокарбонатно-натрієві, перехідні у хлоридно-гідрокарбонатно-натрієві. Глибина зони простягається до 500–700 м, у випадку тектонічних порушень може досягати 1000 м і більше. У гірничих виробках відбувається зміщення вод вищерозміщених водоносних горизонтів до нижчерозміщених, що призводить до збагачення шахтних вод хлоридами натрію. Чим глибше розташована виробка, тим сильніше позначається зміщення підземних вод. У результаті цих процесів збільшується вміст у водах іонів  $\text{SO}_4^-$  і  $\text{Cl}^-$ , відповідно падає відносна кількість гідрокарбонатів.

Води нижньої зони характеризуються застійним режимом, високою мінералізацією і доходять до глибин 1000 і більше метрів. Це води переважно морського походження, склад яких протягом тривалого часу зазнав суттєвих змін. За сольовим складом води цієї зони належать до хлоридно-кальцієво-натрієвого типу.

У природі багато явищ і процесів, які взаємопов'язані між собою. Вплив одних ознак на інші може бути позитивним і негативним. Деякі методи математичної статистики можуть допомогти виявити взаємозв'язки, розкрити їхні особливості. Одним із таких методів і є метод кореляційного аналізу. Він спрямований на те, щоб на основі статистичного матеріалу виявити факт впливу однієї ознаки на іншу, установити взаємозв'язок цього впливу й оцінити впевненість в отриманих висновках.

Розрахований коефіцієнт кореляції ( $K_{\text{кор}}$ ) в табл. 1 демонструє, що збільшення глибини впливає на зміст  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , загальної мінералізації, але навпаки не впливає на зміст  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^+$  та рН.

Показники рН та загальної жорсткості також демонструють трьох зонну зональність (рис. 2), тобто вони змінюють свої показники в залежності від збільшення глибин в кожній окремій зоні.



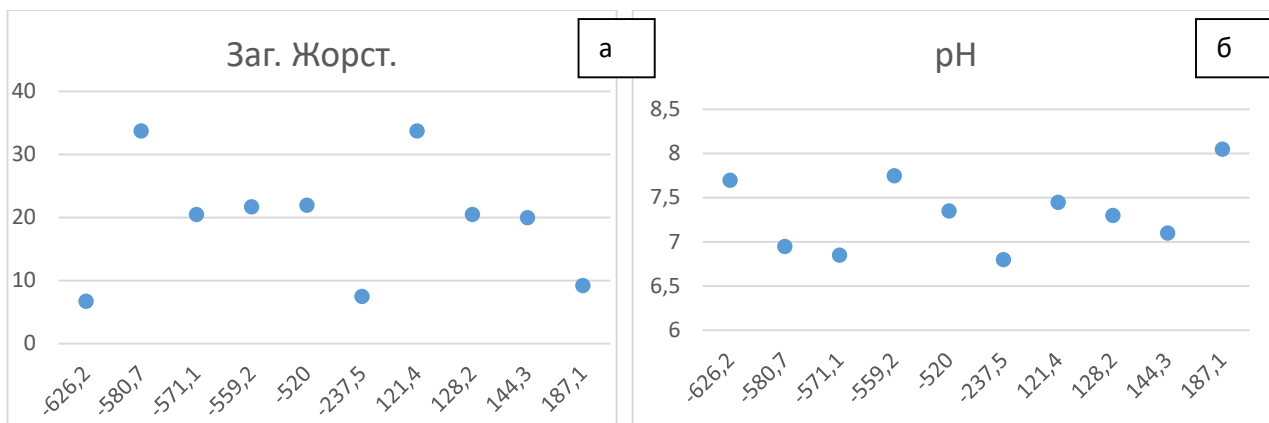


Рис. 2. Результат графічного аналізу залежності загальної жорсткості (а) та рН (б) від глибини

Тоді виникає інше питання: яким чином кожний геохімічний показник зв'язаний з іншими? Припустимо, що між двома ознаками  $X$  і  $Y$  існує кореляційна залежність (взаємозв'язок), за якої зі зміною однієї ознаки змінюється й інша (табл. 2). Для розрізнення спрямованості впливу однієї ознаки на іншу введено поняття позитивного і негативного (-) зв'язку. Досліджено, що зі збільшенням  $\text{Na}^+$ , значення  $\text{Cl}^-$ , тобто такий кореляційний зв'язок є позитивним ( $K_{\text{кор}}=0,994$ ).

Таблиця 2.

#### Кореляційна матриця

	$\text{Na}^+$	$\text{Ca}^+$	$\text{Mg}^+$	$\text{NH}_4$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^-$	$\text{NO}_3$	$\text{NO}_2$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{CO}_3$
Na	1									
Ca	0,334	1								
Mg	0,054	0,774	1							
$\text{NH}_4$	0,657	0,176	-0,177	1						
Cl	0,994	0,384	0,097	0,598	1					
$\text{SO}_4$	-0,74	-0,194	0,109	-0,311	-0,781	1				
$\text{NO}_3$	-0,526	0,06	-0,025	-0,415	-0,473	0,022	1			
$\text{NO}_2$	-0,676	-0,284	-0,099	-0,599	-0,638	0,145	0,681	1		
$\text{HCO}_3$	-0,247	-0,543	-0,618	0,114	-0,319	0,447	-0,22	-0,113	1	
$\text{CO}_3$	-0,168	-0,482	-0,38	-0,163	-0,168	-0,089	-0,242	0,389	0,021	1

Аналогічна кореляція спостерігається між  $\text{Ca}^+$  та  $\text{Mg}^+$  з достатньо великим  $K_{\text{кор}}=0,774$  та інші. Навпаки, зі зменшенням катіонів  $\text{Na}^+$  збільшуються зміст аніонів  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  (зворотній або негативний кореляційний зв'язок).

#### Висновки.

Проведений аналіз залежності геохімічних показників ПВ від глибини свідчить про синхронний відклик окремих складових на зміну глибини, але чітко виділяється 3 зони глибин, де показники мають різкий пороговий стрибок. Тобто, хімічний склад ПВ визначається глибиною залягання і характеризується доволі чітко вираженою зональністю (3 зони різного водообміну). Прийоми методу кореляційного аналізу дозволили виявити факт впливу збільшення глибини на зміст  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , та загальної мінералізації, але навпаки відсутність впливу на зміст  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^+$  та рН. Досліджено, що рН та загальна жорсткість й мінералізація ПВ також контролюються наявністю виявленої зональності. Досліджено, що між катіонами  $\text{Na}^+$  та аніонами  $\text{Cl}^-$ , кореляційний зв'язок є дуже позитивним ( $K_{\text{кор}}=0,994$ ). Аналогічна кореляція спостерігається між  $\text{Ca}^+$  та  $\text{Mg}^+$  з достатньо великим  $K_{\text{кор}}=0,774$  та інші. Навпаки, зі зменшенням катіонів  $\text{Na}^+$  збільшуються зміст аніонів  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$  (зворотній або негативний кореляційний зв'язок). Тобто в зоні ускладненого водообміну ми спостерігаємо виражені сульфатно-кальцієві води. Наявність великої кількості тектонічних неоднорідностей може суттєво проявитися у геохімічному складі підземних вод досліджуваної території.

#### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Podrezenko I.N., Krasnopol'skiy I.A. About factors which influence hydrochemacal and hydrological mode of hydrosphere at the Donbas coal mines explotation. *Екологія і природокористування*. 2010. Вип. 13. С. 155-163.
2. Gavryliuk O.V., Suyarko V.G. Utilisation of formation water from oil and gas fields as a hydro-mineral raw material for bromine. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2017. Вип 46. С.7 -14.
3. Suyarko V.G. Groundwater geochemistry of the eastern part of the Dnieper-Donet avlacogen. *Харків: ХНУ ім. В. М. Каразіна*. 2003. 225 с.
4. Вергельська В. В., Верховцев В. Г. Особливості мінералізації шахтних вод пласту L3 ДП ВК «Краснолиманська». *Наукова весна 2023 : матеріали 13-ої Всеукраїнської наук.-техн. конф. студ., аспірантів та молодих вчених, Дніпро*. 1-3 березня 2023 р. Дніпро : НТУ «ДП». 2023. С. 59-60.
5. Bezruchko K., Diachenko N. Structural-kinematic relationships at the development of shear dislocations and their impact on localization of gas-dynamic phenomena on the example of Krasnoarmiiska monocline at Donbas. *Geodynamics*. 2020. No 2 (29). P. 66-78. <https://doi.org/10.23939/jgd2020.02.066>.

## МАБУТЬ ЦЕ НЕМИНУЧЕ

**Д. П. Гуня**

*кандидат технічних наук*

ВП «Володарське», ПАТ «Шахта імені О.Ф.Засядька»

61145, м. Харків, вул. Космічна ,21, оф. 905.

Проаналізувавши проходження різних важливих подій та їх значення для розвитку Землі, стає зрозумілим, що всі події були, як слідство подій планетарного, а можливо і Галактичного масштабів, тобто час від часу Земля попадає під вплив інших енергетичних сил навіть не Земного походження. Земля, як планета Сонячної системи, відповідно реагувала на ці енергетичні сили впливу.

*Ключові слова:* Сонячна система, Галактика, вік Землі, метеорит Альенде, уран-свинцевий метод.

## PROBABLY IT'S UNAVOIDABLE

**D. P. Gunia**

*PhD in Engineering Sciences*

SD” Volodarske”, PJSC “Mine named after A.F.Zasyadko”,

61145, Kharkiv, str. Kosmichna, 21, of. 905

In geological science it is said that the history of the Earth consists of ages, periods, series, stages. Their borders run along the time of passage of important events of a different nature, which took place at one time. It is known that deposits of the Archean period penetrated later into the rocks in the form of veins and intrusions of medium and acid composition, the time of which dates back 3 billion years ago. The intrusions in the Azov megablock are probably associated with the global activation of the Earth mantle about 2050 million years ago.

The boundaries of the Phanerozoic periods pass through large evolutionary events such as the global extinction of certain species and the appearance of the others. For example, the Paleozoic is separated from the Mesozoic by the largest Perm - the Triassic extinction of some species in the history of the Earth. It is also known that the boundary between the Cenozoic and the Mesozoic runs along the Cretaceous-Neogene extinction of other species. It is also noted that dinosaurs flourished in the Jurassic, while dinosaurs died unexpectedly in the Cretaceous, and the reasons for this event are still unknown. In the Quaternary period, as a result of evolution, the first people appear and glaciations are noted.

*Key words:* Solar System, Galaxy, Earth Epoch, Allende meteorite, uranium leaded method.

Проаналізувавши проходження різних важливих подій та їх значення для розвитку Землі, стає зрозумілим, що всі події були, як слідство подій планетарного, а можливо і Галактичного масштабів, тобто час від часу Земля попадає під вплив інших енергетичних сил навіть не Земного походження.

Земля, як планета Сонячної системи, відповідно реагувала на ці енергетичні сили впливу.

На форумі зазначалось, що кожні 12 тисяч років на Сонячну систему і звичайно на Землю йде могутній потік енергії з центру Галактики. Не можна нічого не робити, чекати і не діяти. Учасники Форуму стверджують, що значними темпами йде ріст землетрусів, в 2028 році вже буде кількість землетрусів в день біля 1 тисячі, а в 2036 році – майже 1 млн. на рік, а це кінець всьому. На Форумі в підсумках, стверджувалось, що всьому цьому мабуть можливо, да і потрібно протидіяти. Будь яка енергія має фізичну природу. Всім вченим світу треба об'єднатися, а не вести поміж себе боротьбу, потрібно знайти джерело енергії яке б змогло протидіяти космічному випромінюванню, деякі роботи вже ведуться в закритих лабораторіях, але вони працюють не в тому напрямку, а тільки в напрямку боротьби за владу, за переваги одних над іншими. На Форумі було висунуте припущення, що тільки військові вчені, якщо об'єднаються, то зможуть вирішити цю проблему. Потрібно «Созидательное общество» («Творче суспільство»), потрібно проводити міжнародні круглі столи і тільки об'єднавши свої зусилля, вчені зможуть вирішити цю енергетичну проблему.

#### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Артеменко Г.В., Степанюк Л.М., Самборська І.А., Бородиня Б.В., Дзядук О.П., Лацько В.Г., Швайка І.А., Гоголев К.І., та Проскурка Л.І. «Вік та геохімія базит—ультрабазитових інтрузій Приазовського мегаблоку Українського щита».
2. Довбуш Т.І., Степанюк Л.М., Коновал Н.М., Висоцький О.Б., Ковтун О.В., «Гранітоїдний метаморфізм Інгульського мегаблоку Українського щита».
3. Зюльцле О.В., Степанюк Л.М., Довбуш Т.І., Зюльцле В.В., Коваленко Н.О. «Автономна природа структур Бузької серії».
4. Матеріали Міжнародного онлайн- форуму про зміни клімату Землі, який відбувся 12 листопада 2022 року.

**LATERAL AND VERTICAL DISTRIBUTION OF ILMENITE, RUTILE,  
ZIRCON IN THE LOWER CRETACEOUS SAND SEDIMENTS WITHIN  
THE ANDRIIVSKYI PLACER (SOUTH-WESTERN PART OF THE  
NOVOMYRHOROD MASSIF)**

**M. S. Kovalchuk**

*Doctor of Sciences (Geology)*

**Yu. V. Kroshko**

*PhD (Geology)*

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine,  
55b, Olesia Honchara St., Kyiv, Ukraine, 01601

The lateral distribution of the average content of ilmenite, zircon, and rutile in the Lower Cretaceous sediments (Smilyansk strata) of the Andriyiv placer, which is located in the southwestern part of the Novomyrhorod massif of the Korsun-Novomyrhorod pluton, was studied. The peculiarities of the distribution of the content of ilmenite, zircon and rutile in the vertical section of the wells were clarified. Correlation between minerals was studied.

*Key words:* Novomyrhorod massif, Lower Cretaceous deposits, sand, lateral and vertical distribution, ilmenite, rutile, zircon.

**ЛАТЕРАЛЬНИЙ І ВЕРТИКАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ІЛЬМЕНІТУ, РУТИЛУ,  
ЦИРКОНУ В НИЖНЬОКРЕЙДОВИХ ПІЩАНИХ ВІДКЛАДАХ  
АНДРІЇВСЬКОГО РОЗСИПУ (ПІВДЕННО-ЗАХІДНА ЧАСТИНА  
НОВОМИРГОРОДСЬКОГО МАСИВУ)**

**М. С. Ковальчук,**

*доктор геологічних наук*

**Ю. В. Крошко**

*кандидат геологічних наук*

Інститут геологічних наук НАН України, 01601, м. Київ, вул. О. Гончара, 55 б

Досліджено латеральний розподіл середнього вмісту ільменіту, циркону, рутилу в нижньокрейдових відкладах (смільянські верстви) Андріївського розсипу, який розташований в південно-західній частині Новомиргородського масиву Корсунь-Новомиргородського плутону. З'ясовано особливості розподілу вмісту ільменіту, циркону і рутилу у вертикальному перетині свердловин. Досліджено кореляційні зв'язки між мінералами.

*Ключові слова:* Новомиргородський масив, нижньокрейдові відклади, пісок, латеральний і вертикальний розподіл, ільменіт, рутилу, циркон.

**Introduction.** The largest titanium ore deposits in the world are associated with the gabbro-anorthosite formation. The gabbro-anorthosite formation of the Korsun-Novomyrhorod pluton is no exception [1]. Native, eluvial and placer deposits of titanium ores have been established here [1, 2]. The ore content of the sedimentary cover is mainly related to the crust of weathering of the crystalline rocks of the foundation and the products of its erosion and redeposition – the continental sediments of the Lower Cretaceous. To date, the most productive are the continental deposits (Smilyan layers), which are confined to the Lebedyn-Balakleivska paleovalley. One of the promising placers is Andriivskyi [2].

**Research materials and methods.** The methodical-methodological basis of the study of ore bearing of the weathering crust and placers of zirconium-titanium minerals is the work of the authors of the article on geological and genetic modeling of ore bearing of sedimentary formation units of Ukraine and placers of zircon and ilmenite in particular. The basis for the research was the production reports and the work of the authors of the publication. Cartographic constructions were carried out using the software Golden Software Strater, Golden Software Surfer.

**Presenting main material.** The Andriivska area is located within the Velyka Vys river valley and its slopes in the territory of the Novomyrhorod district of the Kirovohrad region (between the settlements of Ivanivka, Troyaniv, Andriivka, and Likarivka). The geological structure of the site includes (from bottom to top): rapakivi granites and their weathered crust, ilmenite-bearing continental deposits of the Lower Cretaceous (Aptian-Lower Albian) and Quaternary alluvial deposits of the Velyka Vys river valley. Continental sediments of the Lower Cretaceous lie with erosion on the weathering crust of the crystalline rocks of the basement within the Lebedyn-Balakleivska paleodepression. Deposits are represented by light gray quartz sands and redeposited kaolins.

The thickness of redeposited kaolins is 0.6–23.6 m (4.85 m on average). The largest thicknesses of redeposited kaolins are concentrated in the western (with a maximum in the northwestern) and central-eastern parts of the section (Fig. 1 *a*). Average content (kg/m<sup>3</sup>) of ilmenite – 4.0–165.4 (average value – 46.65), zircon – 0.05–2.5 (average value – 1.47), rutile – 0.01–1.5 (average value – 0.07). The distribution band of increased ilmenite content extends from the southeast to the northwest with a maximum in the southern part; the lateral distribution of the average rutile and zircon content is uniform with a local increase in the almost central and southeastern sections, respectively (see Fig. 1 *a*). A direct moderate correlation exists between the average content of ilmenite and zircon (+ 0.30) and the average content of zircon and rutile (+ 0.48); direct weak - between the average content of ilmenite and rutile (+ 0.24).

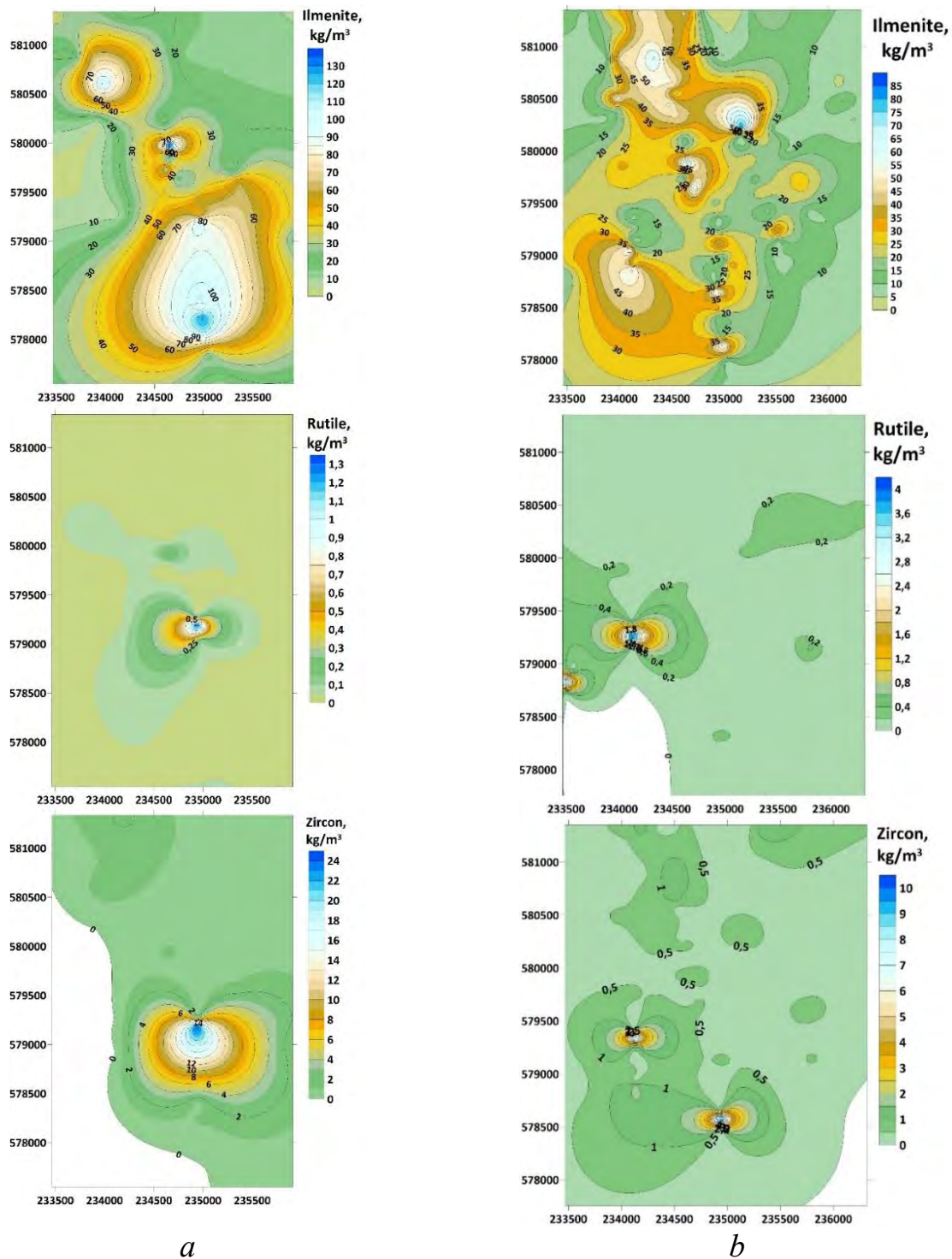


Fig. 1. The isogypsums of the average content of ilmenite, rutile, and zircon in the redeposited kaolins (*a*) and in the sands (*b*) of the Andriivska area

The thickness of Aptian-Lower Albian sands is 1.2–23.8 m (average value – 8.41 m) and increases from southeast to northwest. The average content of ilmenite in wells is 2.85–83.58 kg/m³ (average value – 22.57), zircon – 0.03–11.96 kg/m³ (average value – 0.47), rutile – 0.01–4.8 kg/m³ (average value – 0.14). The maximum content of ilmenite is 182.7 kg/m³. Halos of increased mineral content do not coincide spatially (see Fig. 1 *b*). Very weak direct correlations exist between the content of ilmenite and

zircon (+ 0.12) and the content of zircon and rutile (+ 0.1); there is no correlation between the content of ilmenite and rutile.

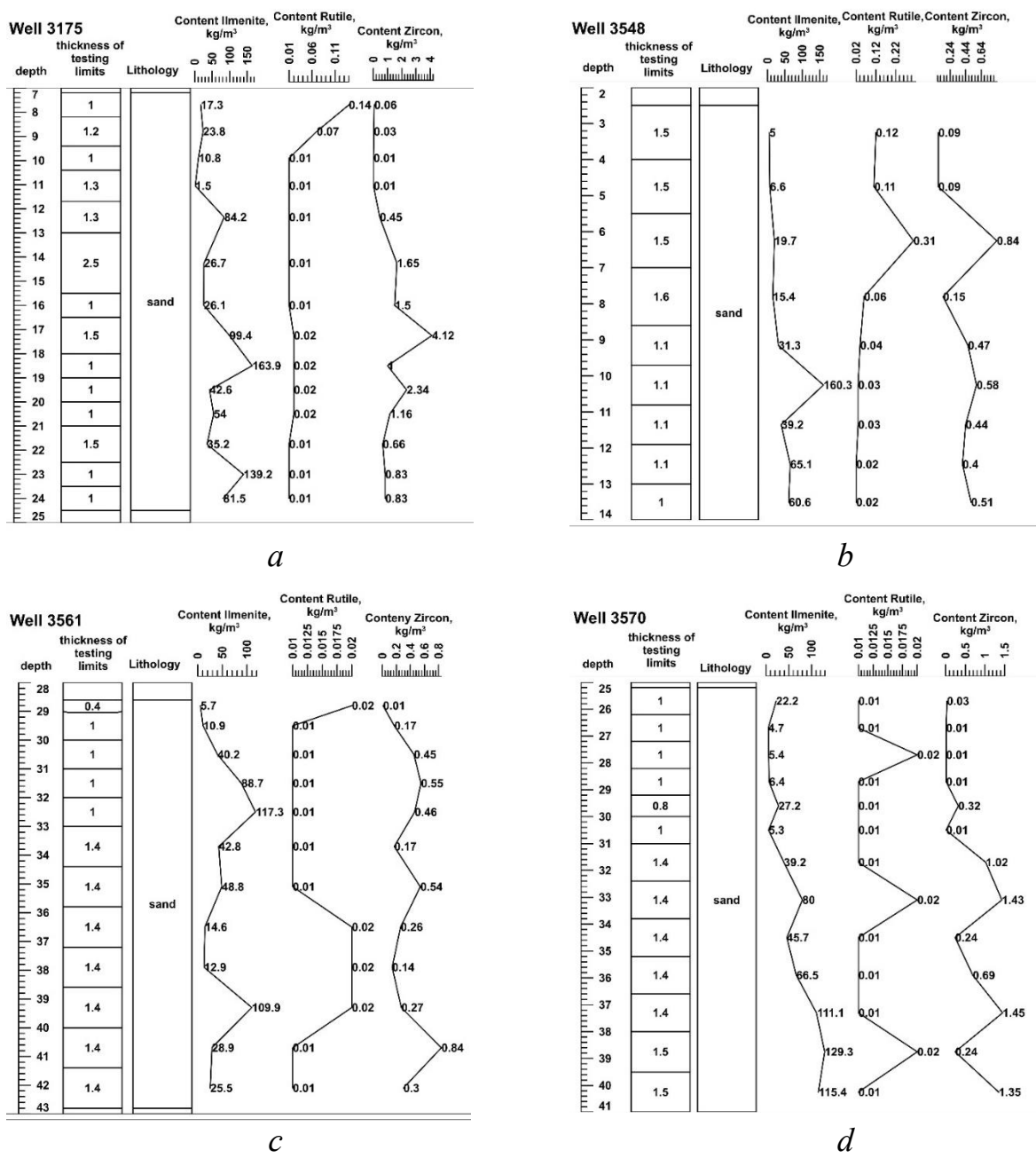


Fig. 2. Distribution of the content of ilmenite, rutile, and zircon in the vertical cross section of the wells of the Andriivskyi placer

Correlation analysis investigated the directionality and strength of correlations between the content of ilmenite, zircon, and rutile in the vertical section of wells. It was found that correlations between mineral content in different wells can have different directionality and strength (fig. 2). In particular, between the content of ilmenite and rutile, the correlations have the following direction and strength: inverse



very weak (– 0.18), inverse weak (– 0.25), inverse moderate (– 0.41), direct weak (+ 0.26). Correlations between the content of ilmenite and zircon have the following direction and strength: direct moderate (from + 0.30 to +0.43), direct average (+ 0.69). Correlations between zircon and rutile content have the following direction and strength: inverse weak (– 0.27), inverse medium (– 0.56), direct moderate (+ 0.34), sometimes the correlation may be absent.

### **Conclusions.**

The halos of distribution of the highest average content of ilmenite in redeposited kaolins and sands spatially mostly coincide with and follow the direction of extension of the paleovalley. Halos of increased average rutile and zircon content in redeposited kaolins and sands do not coincide spatially. In general, the Andriivskiy placer is promising and, together with the Byrzulivske and Likarivske deposits, forms one ore field, which is characterized by spatial proximity and a similar geological structure.

The obtained results are the factual basis for the scientific support of mining operations.

### **REFERENCES**

1. Gurskyi D.S., Esipchuk, K.E., Kalinin, V.I. etc. (2005). *Metallic and non-metallic minerals of Ukraine. Metallic minerals*. Kyiv-Lviv: Center of Europe. Vol. 1. P. 785 [in Ukrainian].
2. Kroshko Yu.V. (2016). Digital structural and lithological models of Lower Cretaceous continental ilmenite placers of the upper paleocurrent of the Lebedyn-Balakleivska paleovalley (central part of the Ukrainian shield). *Geoinformatics*. Vol. 3(59). pp. 49-57 [in Ukrainian].

## **МОНІТОРИНГ ЗА БУРІННЯМ ПОШУКОВИХ СВЕРДЛОВИН НА ВУГЛЕВОДНІ В БАСЕЙНІ САВОРА BASSA НА ПІВНОЧІ ЗІМБАБВЕ**

**І. М. Корчагін**

*доктор фізико-математичних наук*  
Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ, Київ

**М. А. Якимчук**

*доктор фізико-математичних наук*  
Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

Наведені результати додаткових інструментальних вимірювань на ділянках буріння свердловин на півночі Зімбабве з метою апробації прямопошукових методів та вдосконалення методичних прийомів їх застосування в геологорозвідувальному процесі на нафту, газ та водень. Інформативність матеріалів обстеження ліцензійного блоку та локальних ділянок в басейні Cabora Bassa підтверджена результатами буріння сухої свердловини.

*Ключові слова:* нафта, газ, прямопошукові методи, басейн Cabora Bassa, свердловина.

## **MONITORING OF EXPLORATION WELLS FOR HYDROCARBONS DRILLING WITHIN CABORA BASSA BASIN IN NORTHERN ZIMBABWE**

**I.M. Korchagin**

*Doctor of physical and mathematical sciences*  
Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv, Ukraine

**M.A. Yakymchuk**

*Doctor of physical and mathematical sciences*  
Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv

The results of additional instrumental measurements at well drilling sites in the north of Zimbabwe conducted with the aim of additional testing of direct-prospecting methods and improvement of techniques for their application in the geological prospecting process for oil, gas and hydrogen are given. The informativeness of the survey materials of the license block and local areas in the Cabora Bassa basin is confirmed by the results of drilling a dry well.

*Key words:* oil, gas, direct search methods, Cabora Bassa basin, well.

**Вступ.** Мобільна прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки та декодування супутникових і фото знімків [2] в 2019-2023 роках проходить масштабну апробацію з метою демонстрації її ефективності, інформативності та доцільності практичного застосування на локальних ділянках, де бурились (перебували в процесі буріння або готувалися до буріння) пошукові та розвідувальні свердловини на вуглеводні. В 2022-2023 рр. проводиться

апробація прямопошукових методів на ділянках буріння свердловин в межах ліцензійного блоку в басейні Sabora Vassa на півночі Зімбабве [6, 7].

**Методи досліджень.** Експериментальні дослідження в межах великих блоків та локальних ділянок проводяться з використанням методів частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків та фотознімків, вертикального сканування (зондування) розрізу з метою визначення (оцінки) глибин залягання та товщин різних комплексів порід та шуканих корисних копалин, а також методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудноносності, водоносності) площ обстеження. Особливості використаних мобільних прямопошукових методів, а також результати їх апробації та практичного застосування охарактеризовані в [1, 2].

**Результати рекогносцирувальних досліджень.** Рифтовий басейн на суші Африки – Sabora Vassa – розміщений на півночі Зімбабве. Геолого-геофізичні дослідження в басейні з метою пошуків родовищ вуглеводнів (ВВ) проводить австралійська нафтогазова компанія Invictus Energy Ltd. (Компанія).

Результати проведених геолого-геофізичних робіт та буріння першої свердловини Мукуу-1 в межах ліцензійного блоку (рис. 1) охарактеризовані в презентації Компанії за вересень 2023 р. [3].

На жаль для Компанії в пробуреній в 2022 р. свердловині Мукуу-1 зразків рідких вуглеводнів з основного та паралельного стовбурів (рис. 2) для підтвердження нафтогазоносності структури не отримано!

В вересні 2023 р. на структурному піднятті Мукуу розпочалось буріння другої розвідувальної свердловини Мукуу-2. В інформаційному повідомленні Компанії від 25 жовтня 2023 р. свердловина пробурена до глибини 3296 м.

На ділянці буріння свердловини Мукуу-2 (рис. 3, 4) проведені додаткові експериментальні дослідження.

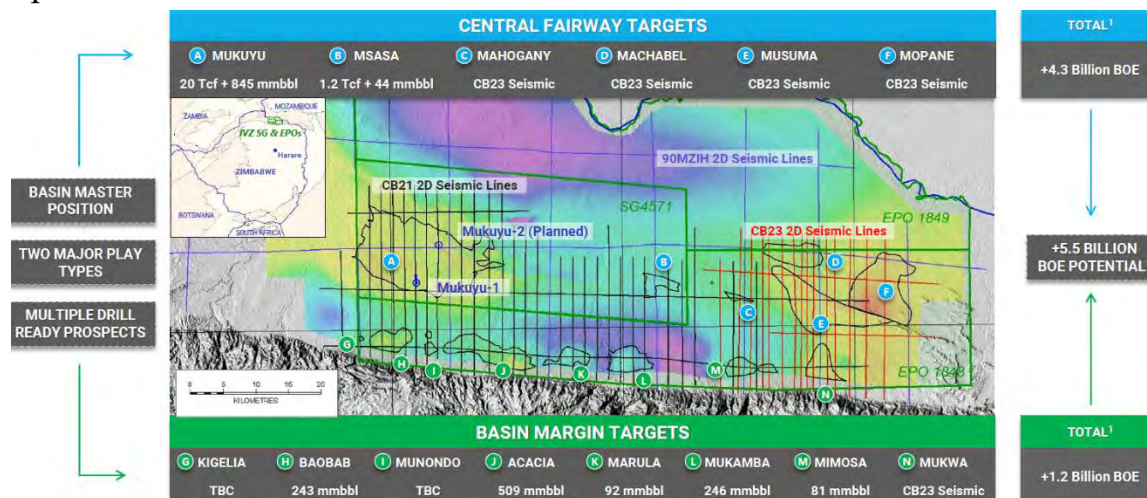
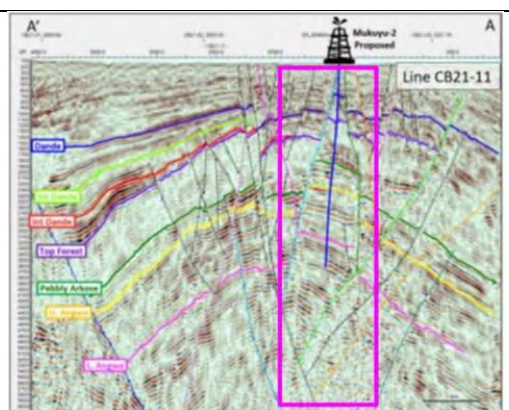
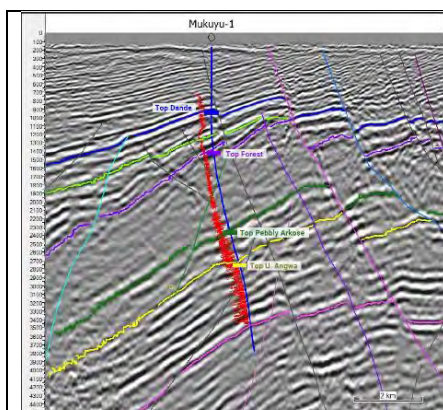


Рис. 1. Карта-схема сейсмічних профілів та перспективних структур в межах ліцензійного блоку в басейні Sabora Vassa на півночі Зімбабве [3].

Ділянка буріння свердловини Мукуу-2 (рис. 3) [4]. При частотно-резонансній обробці фотознімка ділянки з поверхні реєструвалися сигнали на частотах 9-ї (мергелі) групи осадових порід, а також 11-ї (кімберліти і лампроїти) групи магматичних порід. Сигнали на частотах нафти не реєструвалися протягом 5 хвилин інструментальних вимірювань, а на частотах алмазів почали реєструватися з 36 секунди.

Спільний сигнал на частотах алмазів і кімберлітів в межах ділянки буріння (рис. 3) реєструвався у вигляді прошарку в діапазоні глибин 860-1029 м. За межами ділянки глибини фіксації спільних сигналів можуть бути іншими.

Сейсмічний розріз через свердловину Мукуу-2 (рис. 4) [4]. При частотно-резонансній обробці всього фотознімка сейсмічного розрізу через свердловину (рис. 4) відгуки на частотах алмазів реєструвалися на 20-ій секунді інструментальних вимірювань, а на частотах газу вони не реєструвалися протягом 5 хвилин вимірювань. Сигнали на частотах мергелів і кімберлітів почали реєструвати з 3-ої с вимірювань.



**Рис. 2.** Траєкторія свердловини Мукуу-1 на структурі на сейсмічному розрізі [4].

**Рис. 3.** Фотографія ділянки буріння свердловини Мукуу-2 [4].

**Рис. 4.** Траєкторія свердловини Мукуу-2 на структурі на сейсмічному розрізі [4].

При обробці всього фотознімка розрізу без фрагмента в прямокутному контурі, відгуки на частотах кімберлітів зафіксовані з 7-ої с інструментальних вимірювань, а на частотах мергелів не реєструвалися протягом 90 с вимірювань.

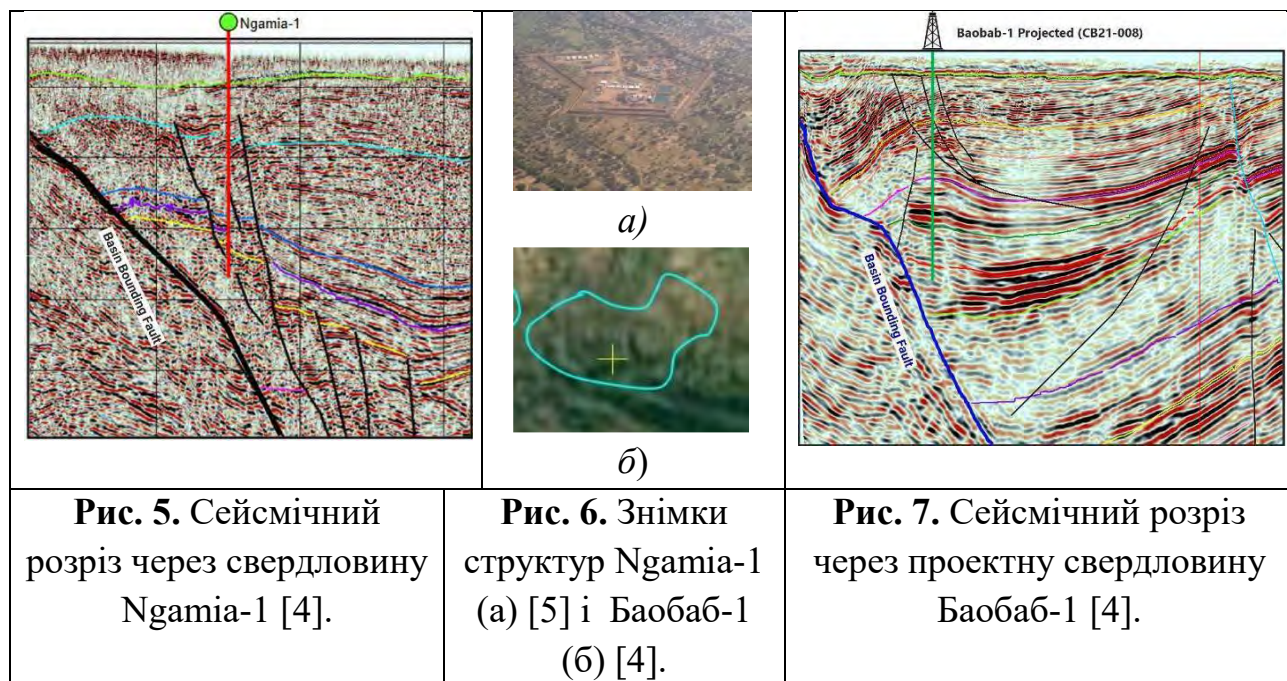
При обробці невеликого фрагмента фотознімка сейсмічного розрізу тільки в прямокутному контурі відгуки на частотах кімберлітів почали реєструватися з 34-ої с інструментальних вимірювань, а на частотах мергелів – з 3 с вимірювань.

**Проектна свердловина Баобаб-1 (рис. 6б, 7) [4].** Зіставлення сейсмічних розрізів через продуктивну свердловину Ngamia-1 (рис. 5) [4] та проектну



Баобаб-1 (рис. 7) дало можливість спеціалістам Компанії констатувати, що в межах структури Баобаб можуть бути відкриті поклади нафти та газу. Результати обробки знімків та сейсмічних розрізів цих структур зводяться до наступного.

*Сейсмічний розріз через свердловину Ngamia-1 (рис. 5) [4].* Під час частотно-резонансної обробки фотознімка на рис. 5 зафіксовано сигнали нафти, газоконденсату, газу, жовтого фосфору, а також вапняків.



*Ділянка буріння свердловини Ngamia-1 (рис. 6а) [5].* При частотно-резонансній обробці фотознімка ділянки зафіксовані сигнали на частотах нафти, газоконденсату, газу, метаноокислюючих бактерій, жовтого фосфору, а також 7-ї (вапняки) групи осадових порід.

*Структурне підняття Баобаб-1.* При частотно-резонансній обробці супутникового знімка місцевості із структурою Баобаб-1 (рис. 6б) за 90 с інструментальних вимірювань не зафіксовано сигналів на частотах нафти, газоконденсату та газу. За 60 с вимірювань відгуки на частотах метаноокислюючих бактерій не реєструвалися.

З поверхні зафіксовано сигнали від 10-ї групи осадових (кременистих) порід. Скануванням розрізу відгуки кременистих порід зафіксовані з інтервалів 70-1587 м і 1660-5200 м, а з інтервалу 1590-1658 м – від доломітів.

*Сейсмічний розріз через проектну свердловину Баобаб-1 (рис. 7) [4].* При частотно-резонансній обробці фотографії сейсмічного розрізу через структурне підняття Баобаб сигнали на частотах нафти, газоконденсату та газу не

зареєстровані. Відгуки 8-ї (доломіти) та 10-ї (кременисті) груп осадових порід зареєстровані на 40 с та 5 с інструментальних вимірювань відповідно.

### **Висновок.**

Пробурені свердловини на структурі Баобаб-1 будуть сухими!

**Основні результати.** Додаткові експериментальні дослідження в межах ліцензійного блоку в басейні Cabora Bassa в цілому підтверджують зроблені раніше висновки [6, 7]: ймовірність виявлення в пробурених свердловинах покладів з промисловими об'ємами нафти і газу близька до нуля. Підтверджена також доцільність проведення детальних робіт в межах блоку з метою пошуку кімберлітових вулканічних структур з алмазним зруденінням [7].

Коректно побудовані та представлені сейсмічні розрізи через перспективні структури є інформативними для частотно-резонансної обробки та можуть бути використані для додаткового підтвердження результатів обробки супутникових знімків та фотознімків ділянок обстеження.

### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Нові свідчення на користь абіогенного генезису вуглеводнів за результатами апробації прямопошукових методів в різних регіонах світу. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2020. № 9. С. 55—62. <https://doi.org/10.15407/dopovidi2020.09.055>
2. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків: результати додаткових досліджень з метою пошуків скупчень природного водню. *Геоінформатика.* 2022. № 1-2. С. 3-43.
3. Good Oil & Gas Conference. September, 2023: presentation. <https://www.invictusenergy.com/>
4. Invictus Energy Ltd (ASX: IVZ). <https://www.invictusenergy.com/>
5. Ngamia-1 oil discovery in Kenya Rift Basin. <https://www.kenyaengineer.co.ke/kenya-oil-update/ngamia-1-oil-discovery-in-kenya-rift-basin-2/>
6. Yakymchuk M. A., Korchagin I. M. Results of survey by direct-prospecting methods of two exploratory wells drilling sites in Cabora Bassa basin (Zimbabwe). *Modern research in world science*. Proceedings of the 8th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Lviv, Ukraine. 2022. Pp. 494-501. <https://sci-conf.com.ua/viii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-research-in-world-science-29-31-10-2022-lviv-ukrayina-arhiv/>
7. Yakymchuk M. A., Korchagin I. M. About prospects of kimberlite volcanoes with diamonds discovery in Cabora Bassa basin (Zimbabwe). *Modern research in world science*. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Lviv, Ukraine. 2022. Pp. 699-707. URL: <https://sci-conf.com.ua/ix-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-research-in-world-science-28-30-11-2022-lviv-ukrayina-arhiv/>

## **ОСОБЛИВОСТІ ГЛИБИННОЇ БУДОВИ ЛОКАЛЬНИХ ДІЛЯНОК З КРУГАМИ НА ПОЛЯХ В АНГЛІЇ**

**І.М. Корчагін**

*доктор фізико-математичних наук*  
Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ, Київ

**М.А. Якимчук**

*доктор фізико-математичних наук*  
Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, Київ

Наведено результати апробації частотно-резонансних методів обробки супутникових і фото знімків на ділянках з кругами на полях в Англії. Сигнали на частотах водню зареєстровані на всіх кругах, а інструментальними вимірюваннями встановлено факти міграції водню в атмосферу. При пошуках скупчень природного водню доцільно звертати увагу на зони і області кругами на полях в різних регіонах земної кулі..

*Ключові слова:* Англія, круги на полях, базальти, водень, прямопошукові методи.

## **DEEP STRUCTURE PECULIARITIES OF LOCAL SITES WITH CROP CIRCLES IN ENGLAND**

**I.M. Korchagin**

*Doctor of physical and mathematical sciences*  
Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science, Kyiv

**M.A. Yakymchuk**

*Doctor of physical and mathematical sciences*  
Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Kyiv

The results of the approbation of frequency-resonance methods of satellite and photo images processing on areas with crop circles in England are given. Signals at hydrogen frequencies were registered in all circles, and instrumental measurements established the facts of hydrogen migration into the atmosphere. When searching for natural hydrogen accumulations, it is advisable to pay attention to zones and regions with crop circles in different regions of the globe.

*Key words:* England, crop circles, basalts, hydrogen, direct-prospecting methods.

**Вступ.** Останнім часом мобільна технологія частотно-резонансної обробки та декодування супутникових і фото знімків [1] пройшла широку апробацію на крупних блоках і локальних ділянках з метою вивчення особливостей глибинної будови структурних елементів Землі різних типів і пошуку рудних і горючих копалин, а також води. Експериментальні дослідження проводились також на локальних ділянках з екзотичними об'єктами, з кругами на полях в тому числі. В

тезах представлені результати обстеження ділянок з кругами, виявлених у 2019 р. на полях в Англії [2].

**Методи досліджень.** Експериментальні дослідження рекогносцирувального та детального характеру проводяться з використанням мобільної прямопошукової технології, що включає модифіковані методи частотно-резонансної обробки та декодування супутникових і фото знімків, вертикального електрорезонансного сканування розрізу та методики інтегральної оцінки перспектив нафтогазоносності (рудоносності) великих пошукових блоків та локальних ділянок [1]. Окремі компоненти технології розроблені на принципах «речовинної» парадигми геофізичних досліджень, сутність якої полягає в пошуку конкретної (шуканої в кожному випадку) речовини. В основі розроблених методів лежать виявлені Ніколою Тесла у 1899 р. стоячі електричні хвилі у глибинних горизонтах Землі. В модифікованих версіях методів частотно-резонансної обробки фотозображень, а також вертикального зондування розрізу використовуються існуючі бази (набори, колекції) осадових, метаморфічних та магматичних порід, мінералів та хімічних елементів. Особливості та можливості використаних методів, а також методика проведення вимірювань описані детальніше в [1].

**Круги на полях в Англії.** Причини появи кругів на полях цікавлять багатьох дослідників. У зв'язку з цим виникло бажання опрацювати фотографії таких кругів (рис. 1), знайдених на полях в Англії у 2019 р. [2], щоб отримати уявлення про глибинну будову в локальних зонах їх розміщення. Результати проведених досліджень виявилися дещо несподіваними.

Так, з поверхні в межах усіх обстежених кругів на рис. 1 зафіксовано сигнали на частотах базальтів і водню. Шляхом фіксації відгуків на різних глибинах (470, 70, 97, 94, 95) встановлено корені всіх базальтових вулканічних комплексів в інтервалі глибин до 99 км. Верхня межа базальтів у всіх вулканах зафіксована в діапазоні глибин 5-6 м. При скануванні розрізу з кроком 5 мм сигнали на частотах базальтів починали реєструватися з 5.55 м.

На поверхні 5.56 м з верхньої частини розрізу сигнали від базальтів не реєструвалися (для всіх кругів), а на поверхні 5.60 м відгуки були зареєстровані (також для всіх кругів).

На поверхні 0 м з верхньої частини розрізу для всіх кругів зафіксовано відгуки від водню та фосфору, що свідчить про міграцію цих елементів в атмосферу в районах розташування кругів.

Фотографії розташування першого та останнього кругів на рис. 1 були додатково оброблені з використанням процедури фіксації відгуків на частотах різних хімічних елементів.





**Рис. 1.** Фотографії кіл на полях в Англії [2].

У першому крузі (виявленому 24.08.2019) встановлено наявність або відсутність (ні) сигналів від таких хімічних елементів: залізо, кобальт, літій, берилій (інтенсивний), скандій, хром (ні), ванадій (ні), германій (ні), селен, ітрій, ніобій, молібден (ні), технецій, рутеній, родій, паладій (ні), індій (ні), сурма,

лантан (ні), церій (ні), празеодим, прометій (ні), неодим, телур (ні), тербій (ні), гадоліній, диспрозій, гольмій, тулій, ербій, ітербій, лютецій, гафній, реній (ні), осмій (ні), іридій (ні), золото, ртуть, полоній (ні), радій (ні), актиній (ні), торій (ні), уран, протактиній, нептуній (ні).

На ділянці останнього круга (за 02.07.2019) перевірено наявність відгуків від наступного набору хімічних елементів: залізо, кобальт, літій, берилій (ні), скандій, хром, ванадій, германій (ні), селен (ні), ітрій, ніобій (ні), молібден (ні), технецій (ні), рутеній, родій (ні), паладій (ні), індій (ні), сурма, лантан (ні), церій (ні), празеодим, прометій (ні), неодим (ні), телур (ні), тербій, гадоліній, диспрозій, гольмій, тулій, ербій, ітербій, лютецій, гафній (ні), реній (ні), осмій (ні), іридій, золото, ртуть, полоній, радій, актиній, торій (ні), уран, протактиній (ні), нептуній (ні). Фотографії розташування решти кіл не оброблялися для фіксації відгуків від хімічних елементів.

**Коментарі та висновок.** Під час частотно-резонансної обробки зображень усіх обстежених локальних ділянок з кругами було виконано обмежений набір вимірювальних процедур – проведено рекогносцирувальні дослідження. Відзначимо також, що зацікавленість авторів у проведенні такого роду експериментальних робіт пов'язана з інформацією на багатьох сайтах про те, що такі круги на полях створюють інопланетяни. З урахуванням цієї інформації було цілеспрямовано проведено деяку кількість вимірювальних процедур, результати яких могли підтвердити або спростувати ці припущення.

Результати обробки фотознімків на початковому етапі робіт одразу виявилися несподіваними. Виявилось, що всі обстежені ділянки розташовані над базальтовими вулканічними комплексами, верхні межі базальтів зафіксовані на невеликій глибині, отримані відгуки на частотах водню, а факти міграції водню в атмосферу підтверджені вимірюваннями.

Проведені експериментальні дослідження дозволяють зробити висновок, що при пошуках скупчень природного водню доцільно звертати увагу на зони і райони розташування кругів в різних регіонах Великобританії! Слід зазначити, що веб-сайт [2] містить архів супутникових знімків і фотографій кругів на полях, які були знайдені у Великобританії в 1994-2022 роках. На цьому ж сайті є також посилання, за якими можна ознайомитися з додатковими матеріалами по проблемі кругів на полях. На сайтах в Інтернеті також можна знайти інформацію про круги на полях у різних країнах світу.

Зазначимо також, що аналіз отриманих результатів дозволяє звернути увагу на факти, які свідчать на користь припущення про те, що круги на обстежених ділянках є «творінням» нелюдських рук. Коментарі авторів з цієї точки зору (аспекту) наведені в тезах нижче.

**Додаткові коментарі з позиції: кола на полях – це витвір «нелюдських» рук.** Доцільність публікації коментарів зумовлена необхідністю активізації науково-технічних досліджень, спрямованих на пошуки, видобуток та практичне використання природного водню в енергетичному секторі світової економіки!

1. Усі обстежені ділянки з кругами розташовані над майже однаковими структурними елементами розрізу – базальтовими вулканічними комплексами (вулканами, базальтовими колонами) з верхньою кромкою в інтервалі 5-6 м і з коренями на глибині 99 км.

2. Сигнали на частотах водню зареєстровані на всіх кругах, а також встановлено його міграцію в атмосферу.

3. Зазначені вище особливості глибинної структури ділянок з кругами в різних регіонах Англії дозволяють стверджувати, що на даний момент Людина на Землі (Людство) не володіє технологіями, які дозволяють швидко визначити положення локальної ділянки на поверхні Землі із заданими параметрами розрізу. Отже, круги на полях – це «витвори» нелюдських рук!

Результати застосування на двох ділянках з кругами процедур обробки для реєстрації відгуків на частотах хімічних елементів в цілому підтверджують (підсилюють) попередні висновки (припущення).

Не викликає заперечень твердження, що такий широкий спектр (набір) хімічних елементів (включаючи рідкоземельні) не використовується в технічних пристроях, створених Людиною на Землі.

Подальші роздуми і припущення можна (і потрібно) вести в наступному напрямку. Зараз людство на Землі планує (розробляє) та реалізує проекти переходу на безвуглецеву енергетику – використання водню як палива в тому числі. Відомо, що водень є найпоширенішим хімічним елементом у Всесвіті. І тут можна сміливо зробити висновок, що більш розвинені цивілізації у Всесвіті вже давно використовують водень як паливо.

Отже, результати досліджень, проведених на ділянках кругами на полях, дозволяють припустити, що такий характер «зображень» на полях формується неземними літальними апаратами під час (в процесі) їх дозаправки (зарядки) паливом майбутнього на Землі – воднем!

І тут спадають на думку такі міркування (застереження)! На жаль, зараз на Землі акцент (ставки) робиться не на пошук, видобуток і використання природного водню (найпоширенішого хімічного елемента у Всесвіті), а на його виробництво! Парадокс!

Кола на полях утворюються (цілеспрямовано, швидше за все) в процесі (під час) дозаправки неземних літальних апаратів воднем – екологічно чистим паливом майбутнього на Землі.

Процес виявлення скупчень природного водню в надрах (розрізі) Землі, його вилучення і дозаправка літальних апаратів неземного походження здійснюється досить швидко і ефективно.

Технологічному та гірничодобувному секторам світової економіки доцільно робити ставку на пошуки, видобуток і використання природного водню (найпоширенішого хімічного елемента у Всесвіті), а не на його виробництво.

Акцентуємо також увагу на тому, що мобільна прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки та декодування супутникових знімків і фотознімків може зробити вагомий внесок у вирішення проблеми забезпечення людства екологічно чистим паливом майбутнього – природним воднем!

### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Прямопошукова технологія частотно-резонансної обробки супутникових знімків і фотознімків: результати додаткових досліджень з метою пошуків скупчень природного водню. *Геоінформатика*. 2022. № 1-2. С. 3-43.
2. The 2019 Crop Circles. <https://temporarytemples.co.uk/crop-circles/2019-crop-circles>

## МІНЕРАЛОГІЯ МІОЦЕНОВОЇ СКАМ'ЯНІЛОЇ ДЕРЕВИНИ РОЗТОЧЧЯ (УКРАЇНА)

**Я. М. Тузяк**

*кандидат геологічних наук*

Львівський національний університет імені Івана Франка,  
75000, м. Львів, вул. М. Грушевського, 4

У викопному стані зустрічаються породи деревини різного мінерального складу. Вони можуть бути заміщені карбонатом чи фосфатом кальцію, різними мінералами заліза та міді, оксидом марганцю, флюоритом, баритом, натролітом і смектитовою глиною. Однак найвідомішими, найпоширенішими і найбільш вивченими є зразки скам'янілої деревини мінералізовані поліморфними відмінами кремнезему – опалу, халцедону і кварцу. Незалежно від складу, процеси мінералізації відбуваються за участі однакових чинників: наявності розчинених елементів, рН, Eh і температури поховання. Також не менш важливими при мінералізації є проникність деревини та анатомічні особливості. Коли процеси осадження відбуваються у декілька етапів, викопна деревина може мати складну мінералогію.

**Ключові слова:** міоцен, скам'яніла деревина, Розточчя, силіцифікація.

## MINERALOGY OF MIOCENE FOSSILIZED WOOD ROZTOCZE (UKRAINE)

**Ya. M. Tuzyak**

*Candydat of Geological Sciences*

Ivan Franko National University of Lviv

In the fossil state, wood species of various mineral compositions are found. They may be substituted by calcium carbonate or phosphate, various iron and copper minerals, manganese oxide, fluorite, barite, natrolite, and smectite clay. However, the most famous, most common and most studied are samples of fossilized wood mineralized by polymorphic differences in silica – opal, chalcedony and quartz. Regardless of the composition, mineralization processes occur with the participation of the same factors: the presence of dissolved elements, pH, Eh and burial temperature. Also equally important in mineralization are the permeability of wood and anatomical features. When deposition processes occur in several steps, fossil wood can have complex mineralogy.

**Key words:** Miocene, fossil wood, Roztocze, silicified.

Розточчя унікальний і цінний природний об'єкт, який приваблює своїми мальовничими й естетичними краєвидами та містить широкий спектр пам'яток природи – ландшафтних, біологічних, геологічних. Серед геологічних – геоморфологічні, гідрологічні, тектонічні, стратиграфічні, палеонтологічні. Серед палеонтологічних особливої уваги заслуговують палеоботанічні представлені викопною деревиною середньоміоценового віку. Це все сприяло

створенню ланцюга заповідних територій в межах Розточчя як України так і Польщі, а у 2019 р. Всесвітня організація ЮНЕСКО включила Розточчя (України і Польщі) до Всесвітньої мережі Біосферних Заповідників у рамках проектів «Людина та біосфера».

Мінерально заміщена деревина значно поширена в осадовому чохлі і зустрічається на всіх континентах, починаючи з пізнього палеозою (середній-пізній девон), з часу появи перших деревних рослин і перших лісів. Завдяки природним (геологічним) процесам, які сприяли скам'янінню деревини, отриманий неоціненний науковий, археологічний і комерційний матеріал. Різноманітний мінеральний склад зумовив використання викопної деревини у різних сферах людської діяльності.

На сучасному етапі виявлені петрифікації або ксилоліти, заміщені карбонатом чи фосфатом кальцію, різними мінералами заліза та міді, оксидом марганцю, флюоритом, баритом, натролітом і смектитовою глиною [5], а також найпоширенішими є метасоматичні заміщення деревини поліморфними відмінами кремнезему – опалу, халцедону і кварцу [2–4, 6]. Так ці рештки дерев стали об'єктом дослідження різних галузей геологічних наук та викликали зацікавлення серед палеонтологів, які прагнуть зрозуміти еволюцію рослинних спільнот, інтерпретувати палеосередовища та оцінити кліматичні особливості давніх геологічних епох, мінералогів і петрографів – процеси метасоматозу і геохімія середовища поховання.

Хоча скам'яніла деревина відома з часів давніх цивілізацій інтерес до неї не втрачений. Так, наприклад, населення центральної частини Вашингтону використовували викопну деревину для виготовлення наконечників для стріл [4], у Давньому Єгипті із скам'янілої деревини виготовляли амулети та обереги. Трохи згодом ці фосилії почали використовувати в архітектурі й будівництві як матеріал для декорування, оздоблення та ін. У 1975 р. законодавчий орган штату Вашингтон прийняв скам'янілу деревину як офіційний державний коштовний камінь [4].

Скам'яніле дерево – це унікальний самоцвіт, який цікавий не тільки своїми декоративними властивостями, але і своїм походженням. Такі палеоботанічні знахідки на глобальному рівні рідкісні, потребують специфічних умов поховання, приваблюють своєю незвичністю та загадковістю і мають науково-дослідне, культурно-освітнє і комерційне значення. Ці фітофосилії, як і будь-які палеонтологічні рештки, неоціненні. Вони створюють уявлення та розуміння про таксономічний склад порід дерев, які проростали в далекому минулому, палеокліматичні умови середовища, палеоекологічні та палеогеографічні особливості регіонів, в яких вони виявлені. Окремої уваги заслуговують

мінеральні заміщення органічної складової викопної деревини, які на сьогодні не мають однозначного погляду серед науковців, залежать від комплексу чинників, мають багатостадійну природу і потребують детального вивчення.

Так, більшість фрагментів скам'янілої деревини міоцену Розточчя заміщені поліморфними відмінами кремнезему. Інколи в одному зразку можна бачити усі три фази – опал, халцедон, мікрокристалічний кварц. Крім того, трапляються обвуглені рештки, а також фрагменти заміщені оксидами заліза та мангану. Такий мінеральний склад може свідчити про діагенетичні перетворення та зміну геохімічних умов середовища.

Попередні дослідження, проведені в межах Українського Розточчя, дали можливість виявити поховання стовбурів дерев у двох типах відкладів – вугільних пластах (с. Нова Скварява, с. Заглина) і теригенно-карбонатних відкладах (с. Нова Скварява, с. Глинське, гора Вовковиця). Відповідно ці фосилії відрізняються за кольором, мінеральним складом та умовами поховання. Зразки вилучені з вугільних пластів сіруватого й чорного забарвлення, місцями або цілком обвуглені з фрагментами силіцифікації. Поховання відбувалося в аеробних умовах. Зразки вилучені з теригенно-карбонатних прошарків – заміщені кремнеземом, в окремих випадках з фрагментами озалізнення, жовтуватого, рожевуватого, кремового забарвлення. Вивчення зразків під мікроскопом МБС–10 дали можливість визначити, що міжсудинний простір вповнений опалом, судини – халцедоном, а тріщини й місця пошкодження (порожнини) – мікрокристалічним кварцом, де він утворює жеоди. Поховання відбувалося в анаеробних умовах.

Процес силіцифікації рослин надзвичайно складний і до кінця науково не вивчений. Зазначено, що найчастіше скременінню піддаються хвойні породи дерев. Це можна пояснити з позиції наявності смоли, більш твердішої деревини у порівнянні з покритонасінними породами дерев і збагаченні деревини кремнеземом. Хоча і зустрічається скам'яніла деревина листяних дерев (дуб, бук, береза, вільха, в'яз, лавр, гінкго та ін.).

За уявленнями американських дослідників Mitzutani S., Mustoe G. і Dillhoff Th. [2, 4 та ін.] процес петрифікації або силіцифікації є складним і залежить від комплексу чинників та параметрів середовища. Так, наприклад, від порід дерев, геохімії водного басейну та клімату.

У живих дерев деревина служить двом головним цілям: структурна підтримка крони листя та транспортування вгору рідин, що містять поживні речовини. Проникність рідини зберігається в похованих стовбурах дерев, що не дивно, беручи до уваги, що в живому дереві більша частина внутрішньої тканини мертва. Мінералізація відбувається, коли мінерали, розчинені в ґрунтових водах,

поглинаються похованою деревиною. Початкове відкладення кремнезему зазвичай починається на поверхнях клітинних стінок через «органічну будову». Мінералізація міжклітинних просторів, судин, тріщин і осередків гнилі може відбуватися під час пізніших епізодів, коли геохімічне середовище змінилося. Наприклад, високий рівень розчиненого кремнезему сприяє швидкому випаданню опала. Нижчий рівень кремнезему сприяє уповільненню швидкості осадження.

Наприклад, проникність також може бути різною в різних частинах в межах однієї колоди. У деяких лісах у внутрішніх областях «серцевини» є клітини, частково заповнені целюлозною тканиною (тилозом), яка зменшує проникність. Проникність також може відрізнятися серед сусідніх клітин. Це явище пояснює шкоду, яку рослини можуть зазнати під час засухи. Якщо в окремій трахеїді або судині утворюється повітряний проміжок, ця клітина втрачає здатність проводити рідини. Імовірно, це висихання може відбуватися у давніх колодах, які піддавалися впливу атмосферних умов перед похованням. Поглинання і внутрішні перенесення мінералізованих підземних вод, також можуть бути пов'язані з наявністю тріщин або гнилих ділянок.

Як ці параметри впливають на силіцифікацію? На мінеральні осадження впливає хімічний склад підземних вод, який може змінюватися з часом. На мінералізацію також впливають температура, Eh і рН, які також є змінними чинниками. У результаті клітини з високою проникністю можуть мінералізуватися інакше, ніж клітини з меншою проникністю. З огляду на це, клітини у зовнішній зоні колоди можуть бути несхожими на петрифікацію внутрішніх областей. Деревина, яка містить тріщини або порожнисті області, може мати мінералогію, що відрізняється від цілісних колод.

Наприклад, більшість дерев, які містять змішані угруповання кремнезему (опал, халцедон, кварц), можливо, є результатом послідовних стадій мінералізації за різних геохімічних умов. Ці докази не спростовують можливість трансформації кремнеземних мінералів під час тривалого захоронення, і пошук мінералогічних «відсутніх ланок» залишається метою майбутніх досліджень.

### **Висновок.**

На сучасному етапі проблема міоценової скам'янілої деревини потребує детальних досліджень. З одного боку, це важливий палеонтологічний матеріал, який міститься у відкладах, в яких відсутні палеоорганізми, з іншого – це об'єкти, які поєднують у собі інформацію про середовище, в якому вони зростали, і процеси діагенетичних перетворень, які мали місце десятки мільйонів років тому.

## **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**



1. Сергєєва М.С. Археологічна деревина як джерело для реконструкції господарчої діяльності давньоруського населення Середнього Подніпров'я. *Археологія і давня історія України*. 2017. Вип. 1 (22). С. 302-309.
2. Mitzutani S. Silica minerals in the early stages of diagenesis. *Sedimentology*. 15. 1970. P. 419-436.
3. Mustoe G.E. Late Tertiary petrified wood from Nevada, USA: Evidence of multiple silicification pathways. *Geosciences*. 2015. 5. P. 286-309.
4. Mustoe G.E., Dillhoff Th.A. Mineralogy of Miocene Petrified Wood from Central Washington State, USA. *Minerals*. 2022. 12(2). P. 1-31.
5. Mustoe G.E. Mineralogy of Non-Silicified Fossil Wood. *Geosciences*. 2018. 8. 85. P. 1-32. doi:10.3390/geosciences8030085
6. Viney M., Dietrich D., Mustoe G.E., Link P., Lampke T., Götze J., Rößler R. Multi-stage silicification of Pliocene wood: Re-examination of a 1985 discovery from Idaho, USA. *Geosciences*. 2016. 6. P. 1-21.

**ЕКОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ  
ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНІВ**

**ENVIRONMENTAL AND LEGAL PROBLEMS OF OF  
TECHNOGENICALLY LOADED REGIONS**

## СТІЙКІСТЬ ГАЛУЗІ ГЕОЛОГІЇ ТА НАДР УКРАЇНИ

***М. В. Жикаляк***

*доктор економічних наук, кандидат геологічних наук*

Державне регіональне геологічне підприємство «Донецькгеологія». тимчасова адреса:

м. Київ, 02088, пров. Геофізиків, 10, Україна

[dongeo@ukr.net](mailto:dongeo@ukr.net)

Ефективний розвиток вітчизняної мінерально-сировинної бази в складних умовах сьогодення неможливий без оцінки стійкості галузі геології та надр в цілому. Автором проаналізовано стан реалізації державної політики в галузі геологічного вивчення та раціонального використання надр і обґрунтовані першочергові заходи з метою підвищення стійкості галузі геології та надр України на середньо-довгострокову перспективу.

*Ключові слова:*

## SUSTAINABILITY OF THE INDUSTRY OF GEOLOGY AND SUBSOIL OF UKRAINE

***M. V. Zhikalyak***

*Doctor of Economics, Candidate of Geological Sciences*

*State Regional Geological Enterprise "Donetsk Geology", temporary address:*

*Kyiv, 02088, 10 Geofizykykiv ave., Ukraine, [dongeo@ukr.net](mailto:dongeo@ukr.net)*

Effective development of the domestic mineral and raw material base in today's difficult conditions is impossible without an assessment of the stability of the field of geology and subsoil as a whole. The author analyzed the state of implementation of the state policy in the field of geological study and rational use of subsoil and justified priority measures aimed at increasing the stability of the field of geology and subsoil of Ukraine in the medium-long term.

**Вступ.** Стійкість характеризує вплив будь яких поточних заходів, рішень і системних викликів на виживання, можливість подолання кризових явищ і сталий розвиток підприємств, компаній, базових галузей промисловості, соціальної сфери та держави в складних соціально-економічних умовах. Важливим аспектом оцінки стійкості є комплексний аналіз стану і своєчасність прийняття коригуючих чи реформуючих заходів для стабілізації їх функціонування та удосконалення управління соціально-економічними системами в цілому [4].

Під час воєнного стану, необхідності стабілізації економічного спаду та важливості підвищення ефективності національної економіки особливого

значення набуває проблема оцінки реальної кон'юнктури вітчизняної мінерально-сировинної бази та актуалізація її суттєвого удосконалення з метою інноваційно-інвестиційного розвитку мінерально-сировинного комплексу України.

### **Стан реалізації державної політики в галузі геологічного вивчення та раціонального використання надр.**

В умовах переважаючого олігархічно-політичного, чиновницько-бюрократичного, напівтіньового або рейдерського регулювання та реформування надрокористування в Україні протягом останніх 15 років держава випустила із рук стратегічне управління та економічно збалансоване державне регулювання вітчизняним мінерально-сировинним комплексом. Це обумовило розбалансування та деградацію національного природно-ресурсного потенціалу на шкоду енергетичній, економічній та екологічній безпеці держави і призвело до значного незаконного або неконтрольованого видобування корисних копалин загальнодержавного значення, катастрофічного незабезпечення компенсаційного прирощення мінеральної сировини у надрах та розвалу сформованої на протязі століття вітчизняної Державної геологічної служби в цілому.

Виживання, функціонування та розвиток галузі геології та надр України, геологорозвідувальних підприємств, компаній та фірм у складних умовах сьогодення більше залежить від їх докризового стану, а не від того, що робиться під час широко масштабної збройної агресії російської федерації (рф) проти України або, що буде зроблено після закінчення воєнного стану для ефективного відновлення вітчизняного мінерально-сировинного комплексу та неоіндустріалізації промислового потенціалу держави.

Невисокий рівень конкурентоспроможності нерозподіленого фонду надр і незадовільний стан вітчизняної мінерально-сировинної бази щодо цільового геологічного вивчення за міжнародними стандартами та адаптованими до ринкових умов оціночними параметрами дефіцитних, критичних і стратегічних корисних копалин не забезпечують надійне функціонування базових галузей промисловості та інноваційно-інвестиційний розвиток національної економіки. Експерти Єврогеослужби та Геологічних служб Канади і США у 2016 році дійшли висновку, що наявна структура Державної служби геології та надр України (Держгеонадр) не функціонує згідно з затвердженим «Положенням...», є фрагментарною, не чіткою та занадто складною. Має згубний вплив на економіку і розвиток видобувних галузей та нездатна забезпечити пріоритетні потреби держави в мінеральних ресурсах [3].

Державна служба геології та надр України має право утворювати, ліквідувати чи реорганізувати підприємства, установи та організації, затверджуючи відповідні статuti або положення та призначити в установленому порядку і звільняти їх керівників тощо. Це означає, що усі господарюючі суб'єкти, що належать до сфери управління Держгеонадр, знаходяться під цілковитим контролем керівництва Державної служби геології та надр України [3]. При цьому Голова Держгеонадр Роман Опімах з 2020 року використовує це право на свій розсуд, а не для забезпечення державної політики в галузі геологічного вивчення та раціонального використання надр. Зокрема, було проігнороване, затверджене Президентом України, рішення Ради національної безпеки і оборони (РНБО) України від 23.07.2021 № 306/2021 та ліквідовані два казенні геологічні підприємства і єдиний в галузі Український державний геологорозвідувальний інститут (УкрДГРІ).

Після початку широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України Голова Держгеонадр відзначився появою на роботі скасуванням бюджетного фінансування геологорозвідувальних робіт на перехідних об'єктах держзамовлення на 2022 рік згідно з наказом Міндовкілля України від 28.03.2022 № 162. Однак органом управління підприємствами та організаціями галузі не були визначені місця та не організована завчасна евакуація рухомого майна, геологічних фондів і музею, зокрема, ДРГП «Донецькгеологія», із зони бойових дій згідно з системою Цивільного захисту Міністерства охорони довкілля та природних ресурсів України на особливий період. Хоча свого часу – 17 листопада 2014 року була підписана цільова постанова Кабінету Міністрів України про переміщення підприємств і організацій із зони ризику Донецької та Луганської областей в більш безпечні регіони України, яка була чинною до вересня 2015 року. Вирішити проблему евакуації ДРГП «Донецькгеологія» в умовах припинення господарської діяльності та відсутності власних обігових коштів підприємство не мало змоги. Крім того, на протязі всього 2022 року керівництво Державної служби геології та надр України ігнорувало формажорні обставини непоборної сили на території Донецької, Луганської та Харківської областей, які до їх офіційного закінчення є надзвичайними, невідворотними та об'єктивними для суб'єктів господарської діяльності згідно з листом Торгово-промислової палати України від 28.02.2022 № 2024/02.0-7.1. Ігнорувалася та залишалася без належного реагування також інформація про постійні бомбардування й обстріли об'єктів єдиних майнових комплексів державних підприємств у зонах бойових дій, а в жовтні 2022 року та в січні 2023 року з порушенням норм Положення про порядок передачі об'єктів права державної власності, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від

21.09.1998 № 1482, керівництвом Держгеонадра була ініційована передача трьох підприємств галузі у Фонд державного майна (ФДМ) України. При цьому підготовку немотивованих розпоряджень Кабінету Міністрів України від 14.10.2022 №910-р і від 10.01.2023 № 37-р можна розцінювати як намагання зняти відповідальність з органу управління та уряду щодо не забезпечення їх своєчасної евакуації та як посібництво тимчасовій окупації територій діяльності цих підприємств в інтересах буферних ЛДНР або задекларованої російськими окупантами, так званої, Новоросії.

Тим паче, що місця їх розташування та території діяльності на той час не були окупованими і зараз повністю (КП «Південукргеологія») або частково (ДРГП «Донецькгеологія») знаходяться на неокупованій території та під контролем України. Все вищевикладене могли ініціювати та здійснювати лише масковані «кроти» ФСБ і агенти впливу країни-агресора.

Вцілому більшість заходів керівництва Держгеонадра в умовах воєнного стану є упередженими і необґрунтованими та спрямовані на короткостроковий (тимчасовий) рентоорієнтований період, не забезпечують реалізацію державної політики у галузі геологічного вивчення та використання надр згідно з чинним законодавством і тому суттєво зменшують ефективність та стійкість галузі на середньо-довгострокову перспективу. Запровадження відкритих аукціонів з видачі спецдозволів на користування надрами є надзвичайно важливим, але не достатнім заходом щодо забезпечення прозорості та відкритості усіх тендерно-аукціонних процедур, особливо на початковому та підготовчому до аукціонів етапах, коли у посадових осіб є можливість впливати на початкову ціну спецдозволів, вартість геологічної інформації та умови надрокористування під виглядом показової дерегуляції та лібералізації. При цьому, діяльність центру геолого-економічних досліджень та експертиз, з використанням економічно не обґрунтованої та належним чином не затвердженої в якості нормативно-регуляторного документа, Методики визначення початкової ціни вартості спецдозволів на користування надрами є яскравим прикладом рентоорієнтованої поведінки чиновників від геології та надр. Зокрема, при розрахунках початкової ціни спецдозволів повинна використовуватися тільки видобувна цінність затверджених ДКЗ України запасів корисних копалин без урахування будь-якої частки прогнозних ресурсів і не повинна використовуватися ціна продажу мінерально-сировинної продукції, її експорту або імпорту, оскільки вона стосується підприємницької, а не гірничої ренти.

Безумовно, удосконалення чинних нормативно-правових актів у сфері користування надрами, перш за все, стосовно запровадження цифрових технологій на всіх процедурних етапах з функціонуванням Електронного

кабінету надрокористувача (Е-кабінету) надзвичайно важливо в сучасних умовах [2], однак тісна співпраця при їх створенні ДНВП «Геоінформ України» з уповноваженою видавати спецдозволи від імені держави юридичною особою (Держгеонадра) може вказувати на наявність конфлікту інтересів. При цьому керівництво Держгеонадр підміняє функцію видавати від імені держави спецдозволи сервісною послугою, що не відповідає базовим економіко-правовим чинникам, оскільки сервіс- це роботи та послуги геологічного характеру, а право видачі спецдозволів на користування надрами від імені держави – функція. Вона не повинна бути пов'язана з роботами та послугами суб'єктів господарювання. В цьому й полягає конфлікт інтересів і можливість посадовими особами Держгеонадр приймати рішення на свій розсуд. Крім того, продаж спецдозволів на користування надрами – не головна мета раціонального надрокористування. Перш за все, за рахунок освоєння запасів корисних копалин необхідно забезпечити потреби вітчизняної промисловості, збільшити ВВП, податкові надходження до бюджету та отримати додану вартість від видобування, переробки та використання мінеральної сировини надр тощо.

Вичерпність та невідтворюваність мінеральних ресурсів у надрах передбачає не тільки комплексне освоєння корисних копалин для забезпечення потреб вітчизняної промисловості, а обумовлює необхідність перманентного та пропорційного їх прирощення у надрах за рахунок цільових геологорозвідувальних робіт для сталого функціонування мінерально-сировинного комплексу та врахування інтересів майбутніх поколінь. І якщо нинішні чиновники від геології та надр дане базове поняття раціонального надрокористування ігнорують, значить вони займаються хижацьким розпродажем створеної п'ятьма поколіннями вітчизняних геологорозвідників мінерально-сировинної скарбниці держави на шкоду нинішнім і майбутнім національним інтересам України.

### **Першочергові заходи та рекомендації щодо підвищення стійкості галузі геології та надр України.**

З метою недопущення знищення галузі геології та надр України, становлення та розвиток якої тісно пов'язаний з державою та загальнодержавними національними інтересами, а також для запобігання штучного перетворення (підміни) державної геологічної служби офісною конторою з видачі спецдозволів на користування надрами, перш за все, необхідно реформувати Держгеонадра в Державне агентство мінерально-сировинних ресурсів (ДАМСР) України та Сервісну геологічну службу (СГС) України. При цьому Державну комісію по запасам (ДКЗ) України, доцільно передати в ДАМСР, а ДНВП «Геоінформ України», Департамент державного

геологічного контролю, центр геолого-економічних досліджень та експертиз і підвідомчі геологічні підприємства та компанії – підпорядкувати СГС України.

Більш ніж півстолітній досвід європейських країн з усталеною економікою переконливо доказує, що найбільш ефективною системою державного управління розвитком мінерально-сировинної бази держави та державного регулювання гірничої діяльності є система рентного надкористування. Однак, на думку провідних вчених-економістів в Україні вона ніколи не використовувалася та не могла бути використаною у зв'язку з тим, що суперечить запровадженим в країні усталеним принципам директивного регулювання національною економікою та інституційним особливостям надкористування в державі. Тому заходи щодо удосконалення розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази в реальних соціально-економічних умовах та врахуванням необхідності значного збільшення власного видобутку паливно-енергетичних ресурсів і підготовки до промислового освоєння рентабельних родовищ дефіцитної, критичної та стратегічної мінеральної сировини повинні базуватися на інвестиційно-орієнтованій техніко-економічній переоцінці нерозподіленого і резервного фонду надр за загальноєвропейськими стандартами та адаптованими до ринкових умов оціночними параметрами, визначенням високоліквідних і рентабельних видів мінеральної сировини та конкретних об'єктів і обґрунтуванням перспектив їх освоєння на середньо-довгострокову перспективу. При цьому, з метою прогнозування інноваційно-інвестиційних напрямів діяльності гірничовидобувних підприємств і для суттєвого уточнення Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року, необхідно врахувати результати техніко-економічного аналізу особливостей адаптації гірничовидобувної промисловості перших 10 східноєвропейських країн після їх вступу в Європейський Союз [1].

Формування конкурентоспроможної мінерально-сировинної бази та достовірної інтерактивної інформації про родовища і перспективні прояви корисних копалин, які б відповідали сучасним вимогам інвесторів, неможливе без експертної переоцінки, вилучення із Державного балансу та переведення у Галузевий баланс неліквідних об'єктів нерозподіленого фонду надр за кон'юнктурними, техніко-економічними, природоохоронними, інфраструктурними та екологічними чинниками.

Сучасна надроресурсна геоінформаційна система Державної служби геології та надр України повинна базуватися на комплексних інтерактивних геологічних картах мінерально-сировинних територій та площ, а не на штучній капіталізації застарілих звітів і даних нерозподіленого фонду надр, які не



відповідають сучасним вимогам та адаптованим до ринкових умов оціночним параметрам. Однак для підготовки сучасних інтерактивних геологічних карт потрібні геологи геологічних підприємств, а не копіювальники ДНВП «Геоінформ України» з досвідом векторизації наявних картопобудов та дублювання даних геологічних звітів минулих років. При цьому як правило, порушується авторське право на ці геологічні звіти та виключне майнове право на геологічні звіти, які створені не за бюджетні кошти. Вірогідно, авральна підготовка ерзац – баз даних нерозподіленого фонду надр здійснюється не тільки для фейкового збільшення продажу спецдозволів на користування надрами, але й з метою отримання набутих надрокористувачами пільгових кредитів та заволодіння земельними ділянками за спрощеною процедурою тощо. До відома, внутрішній валовий продукт (ВВП) Канади у 2013 році було збільшено на 1% за рахунок побудови комплексних інтернет-доступних інтерактивних геологічних карт тільки по провінції Альбарта. Тому обґрунтування інноваційно-інвестиційного потенціалу родовищ і запасів корисних копалин нерозподіленого фонду надр можна забезпечити лише на основі побудови комплексних інтерактивних геологічних карт, аналізу кон'юнктурних чинників, кількісних і якісних показників та оціночних параметрів вітчизняних об'єктів надр у відповідності з європейськими або світовими аналогами.

В умовах воєнного стану, коли наявний мінерально-сировинний потенціал збільшення внутрішнього валового продукту України практично вичерпано, стабілізація економічного спаду та поетапне покращення базових показників національної економіки неможливі без ефективного екологічного ощадливого надрокористування на основі новітньої технологічної реконструкції, підвищення стійкості галузі та переходу від експортно-сировинної до ресурсно-інноваційної стратегії сталого розвитку вітчизняного мінерально-сировинного комплексу [1, 4].

Ефективному розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази та збільшенню власного видобутку енергетичних, дефіцитних, критичних і стратегічних корисних копалин сприятимуть удосконалення державного регулювання рентних відносин у гірничій промисловості України із запровадженням ініціативи прозорості видобувних галузей (ІПВГ), більш чітка специфікація прав власності на мінеральні ресурси у надрах, спрощення, скорочення термінів розгляду та детальна регламентація всіх бюрократичних процедур, пов'язаних з отриманням спецдозволів на користування надрами і оцінкою впливу на довкілля (ОВД) розробки родовищ корисних копалин. Необхідно також удосконалити методику оподаткування використання надр для видобутку корисних копалин із залученням в якості бази оподаткування вартості

видобутих корисних копалин без урахування їх постачання споживачу, а не вартості видобування мінеральної сировини як це справляється зараз [1,4]. Крім того, потрібно забезпечити прозорість адміністрування ПДВ, публікуючи принаймні щомісячну деталізовану статистику реєстрації податкових накладних і відновити публічний доступ до реєстру відшкодувань ПДВ [4], а також законодавчо унеможливити використання не оплачених дебіторам податкових накладних для завчасного зменшення кредитором бази оподаткування ПДВ і використання схем аналогічних «Дюссельдорф+» та «Роттердам+».

### **Висновки.**

Вітчизняна мінерально-сировинна база повинна стати матеріальною і енергетичною основою стабілізації та відновлення промислового потенціалу України і гарантом соціально-економічного зростання добробуту українського народу, а не обслуговувати напівтіньову, бюрократично-політичну чи олігархічну економіку та не бути джерелом опортунізму, рентоорієнтованої поведінки і корупції.

Реформування Державної служби геології та надр України в Державне агентство мінерально-сировинних ресурсів і Сервісу геологічну службу сприятиме підвищенню інноваційно-інвестиційної ефективності галузі, а інвестиції в стійкість мінерально-сировинної бази держави стануть конкурентною перевагою сталого функціонування мінерально-сировинного комплексу для забезпечення неоіндустріального розвитку вітчизняної промисловості на середньо-довгострокову перспективу.

### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Амоша О., Жикаляк М., Квілінський О. Концептуальні напрями удосконалення механізму реформування геологічного сектору та використання корисних копалин в Україні/моногр.: Інноваційне промислове підприємство у формуванні сталого розвитку/ред. еол. О.І. Амоша, Х.Джвігол, Р.Мішкєвіч, НАН України, Ін-т економіки пром-ті. Київ. 2018. С. 7-32.
2. *Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування»/ДКЗ України. Львів. 2023. С. 33-34.*
3. Незалежна оцінка Державної служби геології та надр України. *EuroGeoSurveys*. Брюссель, 2016. 26 с.
4. Стійкість України: уроки 2022 року. Центр економічної стратегії /Міжнародний фонд «Відродження». Київ, грудень 2022. 46 с.

## ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ТА ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ В УКРАЇНІ

**Д.П.Гуня**

*кандидат технічних наук*

ВП «Володарське», ПАТ «Шахта імені О.Ф.Засядька»,  
61145, м. Харків, вул. Космічна, 21, оф. 905.

Розглядаються та аналізуються доповіді відповідальних наукових співробітників, в яких питання поводження з промисловими та господарськими відходами не є самоціль, а проблеми екологічної небезпеки, збереження навколишнього середовища та здоров'я людини. Підняте питання про необхідність паспортизації відвалів з вказанням в паспортах всебічної інформації.

*Ключові слова:* парникові гази, Кіотський протокол, Паризька угода, поводження з відходами, екологічна криза.

## ECOLOGICAL PROBLEMS AND DECARBONIZATION IN UKRAINE

**D.P. Gunia**

*PhD in Engineering Sciences*

SD" Volodarske", PJSC "Mine named after A.F. Zasyadko",  
61145, Kharkiv, str. Kosmichna, 21, of. 905

The problems of waste management in Ukraine in particular in Vinnytsia region and other issues that were raised at the National Forums and at the Scientific Conference held in Ukraine were considered. Waste management is considered as a public program that must comply with European rules and standards. The article with the reports of responsible researchers, in which the issues of industrial and household waste management are not an end in itself but the problems of environmental safety, environmental conservation and human health.

*Key words:* GHG, Kyoto Protocol, Paris Agreement, ettle manipulation, ecological crisis.

Розглянуті проблеми поводження з відходами в Україні та зокрема в Вінницькій області, та інші питання, які були підняті на Національних Форумах та на Науковій конференції, які проводилися в Україні. Поводження з відходами розглядається як суспільна програма, що повинна відповідати Європейським правилам та стандартам.

В статті розглядаються доповіді відповідальних наукових співробітників, в яких питання поводження з промисловими та господарськими відходами не є самоціль, а проблеми екологічної небезпеки, збереження навколишнього середовища та здоров'я людини.

Підняте питання про необхідність паспортизації відвалів з вказанням в паспортах всебічної інформації.

Розглядається питання про систему державного управління розвитку мінерально-сировинної бази країни.

В зв'язку з прийняттям в Європі концепції декарбонізації енергетики, розглядаються питання зміни клімату [1].

В зв'язку з прийняттям в Європі концепції декарбонізації енергетики, було вказано на необхідність приділяти увагу отриманню, тобто видобуванню водню [2, 3]. Перша в історії знахідка природного водню, була зроблена Д.І.Менделєєвим в 1888 році при дослідженні газу вугільних шахт Донбасу, де в одній із шахт, розташованій біля Макіївки, було знайдено природній водень.

Водень до цієї пори залишається маловивченим природним газом. Це пов'язане з тим, що свердловини в більшості своїй споруджувались в осадових породах, де відповідно до битуючого уявлення, залягають вуглеводні. Водень в силу своєї дифузійної здібності, не затримується і не накопичується в осадовій товщі [5].

В Україні водень в значних концентраціях було знайдено в залізородних родовищах Кривого Рогу. Також високе значення дебіту водню із свердловини в 100 000 м<sup>3</sup> на добу, було зареєстроване при бурінні свердловини в кимберлітовій трубці «Удачна». Всі ці факти поки, що не викликали належної уваги та реакції наукового суспільства, що зовсім не відповідає вимогам сьогодення. Поки тільки визначено, що фонові концентрації водню пов'язані з тектонікою зон, що вивчаються і чим молодша тектонічна активність зони, тим більша концентрація водню. Всі відомі факти знахідок природного водню і всі прийняті протоколи та угоди, давно вже вказують на те, що необхідно почати пошуки родовищ водню в Україні та використовувати його як енергоносія. Свердловина, пробурена в республіці Малі в 2012 році, дає майже чистий водень, який до цього часу використовують для виробництва електроенергії, також говорить про це [3].

Використовуючи технології частотно – резонансного зондування та обробки даних дистанційного зондування Землі при проведенні профільних геоелектричних та сейсмічних досліджень [4] на території Вінницької області в Україні на сейсмопрофілі «Добре» отримані сигнали від водню та алмазів з магматичних порід. На сейсмопрофілі TESZ-2021, також зафіксовані відклики водню [4, 5].

На Міжнародній конференції велику увагу також було приділено об'єктам побутових відходів, утворенню геохімії фільтрату, локалізації побутових відходів, оцінки впливу їх на довкілля, та безпеку життєдіяльності. Було розглянуто хімічний аналіз води одного з артезіанських водоносних горизонтів

Волино – Поділля [7]. До першорядної проблеми сьогодення, не менше вагової ніж забезпечення промисловості України паливно – енергетичною сировиною, що не впливає на погіршення екології, належить виявлення і збільшення водних ресурсів, насамперед прісної, придатної для вживання води, як визначальної умови життя й здоров'я людини та збереження довкілля. Ця проблема торкається і Західного регіону. В свій час було виконано дослідження водоносного горизонту Волинсько – Подільського артезіанського басейну, який приурочений до мергельно- крейдових відкладів сенон – турону верхньої крейди. Орографічно район відноситься до Волинсько – Подільської височини в межах рік Західний Буг, Полтва, Солотвина, Рокитна. Водоносний горизонт має повсюдне поширення з глибиною залягання від 15 до 100 м. Водоносні породи – тріщинуваті вапняки і мергелі верхньої крейди. Воду цього горизонту використовують для централізованого господарсько – питного водопостачання смт. Олесько, м. Буськ та м. Львів. Хімічний аналіз води, взятої з свердловини у м. Буськ з глибини 35 м, показує що вода гідрокарбонатна кальцієва з мінералізацією 705 мг/дм<sup>3</sup>, жорстка. Вода за мінералізацією належить до прісних вод з підвищеною мінералізацією. Вміст заліза загального в воді становить 2,4мг/дм<sup>3</sup>, загальна лужність -- 5,4 ммоль/дм<sup>3</sup>, вміст кальцію -- 148,3 мг/дм<sup>3</sup>. Органолептичні показники та показник вмісту заліза перевищують допустимі норми, отже вода є непридатною для пиття.

В матеріалах проведеної Міжнародної наукової конференції, немає відомостей щодо робіт по підготовці цієї води перш ніж подати її до мережі водопостачання.

18.10.2023 року в інтерв'ю Українському Радіо заступник міністра захисту довкілля і природних ресурсів Вікторія Кіреєва сказала, що для вирішення проблеми сміття, було схвалено рамковий Закон «Про управління відходами». Закон «Про управління відходами» набув чинності від 09.07.2023 року [6]. Цей Закон спрямований на введення нормативно-правового регулювання в галузі управління відходами. Головна його мета – поліпшення стану навколишнього середовища та створення необхідної інфраструктури для управління відходами. Закон чітко визначає, що переробляти, а що захоронювати. Необхідно посилювати відповідальність виробників, необхідно вводити екологічний податок на захоронення відходів. Виробник повинен збирати і переробляти певну кількість своєї продукції, а якщо ні, то сплачувати великі штрафи. Зараз як Уряд, так і органи місцевого самоуправління, повинні впроваджувати правила поводження з відходами. Потрібно зробити так, щоб захоронення відходів було не вигідне виробнику і їх утворювачу. Такий підхід до цього питання вже є в багатьох країнах світу і ми до цього повинні прийти і в першу чергу змінити

дозвільну систему для таких суб'єктів. Взагалі всі відходи потрібно сортувати, а це не простий процес і він вже працює в Європі. Відповідно до цього Закону потрібно розробити національний план поводження з відходами і план для регіонів, який повинен пройти громадське обговорення і кожна область повинна прийняти регіональний план поводження з відходами, а після цього прийняти місцеві плани і плани для кожного підприємства. Порядок розроблення та затвердження регіональних планів управління відходами затверджено Постановою КМУ №667 від 30.06.2023 року. Урядом також були прийняті відповідні проекти законів, постанови та накази Мінекології. Поскільки Вінницька область в свій час розробила регіональний план по управлінню відходами, то його потрібно переглянути у відповідності Постанові КМУ.

### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гуня Д.П. Можливі причини зміни клімату та необхідність декарбонізації енергетики. *Гірнична геологія та геоecологія*. № 2(3) 2021.
2. Матеріали Національного Форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» 8-10 жовтня 2020 року.
3. Шестопалов В.М., Лукин А.Е., Згонник В.А., Макаренко А.Н., Ларин Н.В., Богуславский А.С. «Очерки дегазації Землі». Київ 2018. 632с.
4. Якимчук М.А., Корчагін І.М. Про перспективи використання технології частотно – резонансної обробки даних ДЗЗ при проведенні геоелектричних та сейсмічних досліджень. *Геоінформатика*. №3-4 2021. С18-50.
5. Бокий Б.В., Гуня Д.П., Пимоненко Л.И., Балалаев А.К., Вергельская Н.В. «Миграция и накопление глубинного газа, как один из факторов возникновения аварийных ситуаций.» *Тектоника и стратиграфия*. №40. 2013. С. 49-58.
6. Матеріали Національного Форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» 24-25 листопада 2022 року.
7. Сучасні проблеми гірничої геології та геоecології: збірник матеріалів III Міжнародної наукової конференції (Київ. 29-30 листопада 2022 р.).ДУ «НЦ ГГГРІ НАН України»,2022. 194с.

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ КАОЛІНУ НА ДОВКІЛЛЯ ТА АЛГОРИТМ ВДОСКОНАЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТУ НАДРОКОРИСТУВАННЯ**

**М. С. Ковальчук**

*доктор геологічних наук*

Інститут геологічних наук НАН України, 01601, м. Київ, вул. О. Гончара, 55б

Подано загальні відомості про родовища каоліну в Україні. Коротко охарактеризовано загальний вплив розробки родовищ каоліну кар'єрним способом на довкілля. Презентовано алгоритм характеристики родовищ каоліну, який рекомендовано надавати при проведенні аукціону (електронних торгів) з продажу спеціального дозволу на користування надрами та в інших документах, що характеризують об'єкт надрокористування.

**Ключові слова:** Україна, каолінові родовища, вплив на довкілля, алгоритм характеристики родовищ каоліну.

## **ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE DEVELOPMENT OF KAOLIN DEPOSITS ON THE ENVIRONMENT AND THE ALGORITHM FOR IMPROVING THE CHARACTERISTICS OF THE OBJECT OF SURFACE USE**

**M.S. Kovalchuk**

*Doctor of Sciences (Geology)*

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine,  
55b, Olesia Honchara St., Kyiv, Ukraine, 01601

General information about kaolin deposits in Ukraine is provided. The general impact of the development of kaolin deposits by the quarry method on the environment is briefly described. The algorithm for characterizing kaolin deposits is presented, which is recommended to be provided during an auction (electronic bidding) for the sale of a special permit for the use of subsoil, as well as in other documents characterizing the object of subsoil use.

**Key words:** Ukraine, kaolin deposits, impact on the environment, algorithm for characterizing kaolin deposits.

**Вступ.** Каоліни відіграють важливу роль у промисловості та економічному зростанні України. Каоліни використовують для виробництва тонкої, господарчої, санітарної кераміки, електрокераміки, радіокераміки, вогнетривких виробів, силуміну, скла, ультрамарину і солей алюмінію, а також у якості наповнювача при виробництві паперу, гумотехнічних, кабельних, пластмасових, парфумних виробів та інше [2]. Вимоги промисловості до каоліну для різних

напрянків використання регламентуються діючими державними і галузевими стандартами та технічними умовами на каоліни та сировину окремих родовищ. Діючі стандарти визначають якість збагачених каоліну та розробляються для окремих галузей промисловості регламентуючи лише характеристики, що мають вирішальне значення для даної галузі застосування каоліну [2]. Кожне родовище має притаманні лише йому особливості умов залягання, геологічної будови та просторового поширення якісних характеристик каолінів. Тому, стисла і об'ємна інформація про об'єкт надрокористування має важливе значення для оцінки його інвестиційної привабливості, вибору технологічних схем і напрямків розробки родовища, оцінки впливу на довкілля розробки родовища.

**Виклад основного матеріалу.** Україна займає провідне місце в світі за кількістю розвіданих та попередньо оцінених запасів каоліну. Основу мінерально-сировинної бази каоліну України складають поклади каоліну в межах Українського щита, які утворюють каолінову провінцію цієї геологічної структури. У межах каолінової провінції Українського щита виокремлено п'ять субпровінцій: Волинську, Подільську, Центральну, Придніпровську та Приазовську [4]. Промислові родовища каоліну (або їхні ділянки), що забезпечують потреби ринку, поділяються елювіальні, гідротермальнометасоматичні та перевідкладені типи [2]. Каоліни перших двох типів родовищ належать до первинних. За умовами залягання, речовинним і мінеральним складом каоліни поділяються на залишкові (елювіальні, гідротермальнометасоматичні) та перевідкладені. Серед елювіальних каолінів виокремлюють каоліни нормальні (безлужні) та каоліни лужні. Уміст  $K_2O$  в нормальних каолінах не перевищує 0,3–0,5 %, натомість у лужних він становить 2,0–6,0% [2]. Лужні каоліни відрізняються від нормальних каолінів величиною калієвого модуля  $K_2O:Na_2O$ , який у лужних каолінів вище в 15–20 разів у порівнянні з нормальними каолінами [2]. Перевідкладені каоліни утворюються в результаті розмиву і перевідкладання елювіальних каолінів. Як правило, вони приурочені до давніх тектонічно-ерозійних палеодолин. Поклади каолінів мають пласто- і лінзоподібну форму; лужні каоліни складають окремі поклади та підзони серед нормальних каолінів. Товщина покладів досягає декількох десятків метрів. Поклади каолінів розташовані здебільшого на вододільних плато давніх пенепленізованих поверхонь, які приурочені до каолінової зони кори вивітрювання, і просторово-парагенетично пов'язані з кристалічними породами фундаменту за рахунок гіпергенного розкладу яких вони утворилися поступовими переходами. Різні структурно-геологічна позиція, палеогеографічні умови утворення родовищ каолінів обумовили різні структурно-речовинні характеристики їх покладів та якісні параметри корисної



копалини, які були ускладнені постгенетичними перетвореннями родовища та його частковим розмивом в ході геологічної історії розвитку території.

Каолінові пласти залягають на незначній глибині від поверхні, тому розробляються кар'єрним способом. Розроблення каолінових родовищ ведеться відкритим способом, що спричинює негативний вплив на довкілля. Видобуток корисних копалин кар'єрним способом, їх переробка, збагачення на місці, на площі більше 25 га на підставі статті 3 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» є обов'язковими для оцінки впливу на довкілля. При отриманні спеціального дозволу щодо використання надр, згідно угоди про умови використання надр із Державною службою геології, надрокористувач має обов'язково провести оцінку впливу на довкілля діяльності з розробки та рекультивації родовища, що відповідає вимогам Закону України «Про оцінку впливу на довкілля». Оцінка впливу на довкілля відбувається відповідно до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» та Постанов Кабінету Міністрів України «Про затвердження порядку проведення громадських слухань у процесі оцінки впливу на довкілля», «Про затвердження критеріїв визначення планованої діяльності, яка не підлягає оцінці впливу на довкілля, та критеріїв визначення розширень і змін діяльності та об'єктів, які не підлягають оцінці впливу на довкілля», «Про затвердження Порядку передачі документації для надання висновку з оцінки впливу на довкілля та фінансування оцінки впливу на довкілля та Порядку ведення Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля», та іншими нормативними документами [1]. Процедура оцінки впливу на довкілля дає право та можливість громадськості для участі в ній.

Розробка родовищ каоліну відкритим (кар'єрним) способом має негативний вплив на довкілля, а саме на: атмосферне повітря (кар'єрна техніка, розвантажувально-навантажувальні роботи, автотранспорт, розкривні та видобувні роботи); ландшафт (його зміна на гірничо-промисловий); водні ресурси (використання та забруднення водойм під час видобування, скидання кар'єрних вод у водні об'єкти, створення технічних водойм); земельні ресурси (безповоротна втрата ґрунтового покриву в результаті вилучення та відведення під кар'єри, відвали, технічні водойми, деградація ґрунтів, які знаходяться близько до кар'єрного поля тощо); флору (прямі впливи: фізичний та ландшафтоформуючий) та фауну (порушення ареалів проживання тваринного світу, харчових ланцюгів). До вищезазначених чинників слід додати світловий, шумовий та вібраційний вплив на довкілля. До позитивних аспектів впливу на навколишнє середовище внаслідок видобування каолінів кар'єрним способом є заходи з рекультивації порушених територій, в результаті проведення яких у відпрацьованому просторі кар'єрів зазвичай передбачається облаштування

водойми, виположені відкоси будуть рекультивувати під лісові насадження, тобто посів багаторічних трав і посадки дерев.

Наявність репрезентативної, стислої детальної інформації про родовище є важливою запорукою його ймовірної привабливості для вітчизняних і зарубіжних капіталовкладень. Аналіз Додатку 1 до Угоди про умови користування надрами з метою видобування корисних копалин [3] дозволив зробити висновок про недостатність інформації у ній про родовища на які надано Спеціальні дозволи на користування надрами.

Надання інформації для каолінових родовищ нами пропонується за таким алгоритмом:

1. Назва родовища.
2. Фізико-географічне розташування родовища.
3. Належність до геоблоку Українського щита.
4. Географічні координати родовища.
5. Юридичний власник.
6. Стан експлуатації (експлуатується, не експлуатується, дата введення в експлуатацію, дата виведення з експлуатації).
7. Фотографії родовища (натурні та космоснімки).
8. Характеристика родовища (геологічна будова, глибина залягання, товщина і літологічний склад порід розкриву, зональність і речовинний склад кори вивітрювання, рельєф підошви і покрівлі продуктивного пласта каоліну, товщина пласта каоліну тощо).
9. Складність геологічної будови родовища та гідрогеологічні, гірничотехнічні умови його розробки.
9. Стисла характеристика корисної копалини (якісні показники каоліну (білизна, вогнетривкість, шкідливі домішки та їх вміст), вертикальний і латеральний розподіл показника білизни і вмісту шкідливих домішок у товщі каоліну, відповідність сировини вимогам ДСТУ та ТУ України для застосування у виробництві).
10. Запаси каоліну (для родовищ, розробка яких вже здійснюється, доцільно використовувати величину залишкових видобувних запасів категорій А+В+С<sub>1</sub>).
11. Галузі використання продукції.
12. Контури та площа кар'єру.
13. Обмежуючі та обтяжуючі чинники у використанні земельної ділянки гірничого відводу при розробці родовища.

14. Оцінка впливу розробки родовища на довкілля (коротка характеристика основних чинників впливу на довкілля без детальної їх характеристики).

15. Загальний екологічний стан території гірничого землевідведення.

16. Посилання на паспорт родовища і відповідні звіти про нього.

### **Висновки.**

Хоча розробка родовищ каоліну вважається однією з найбільш екологічно безпечних, аналіз звітів з оцінки впливу на довкілля дозволив виокремити найбільш суттєві чинники впливу й їх наслідки.

Презентований алгоритм характеристики родовищ каоліну рекомендується надавати при проведенні аукціону (електронних торгів) з продажу спеціального дозволу на користування надрами, а також у Додатку 1 до Угоди про умови користування надрами з метою видобування корисних копалин, до «Інвестиційний атлас надрокористувача», який є елементом загальної урядової політики відкритих дверей, що спрямована на залучення інвесторів, у тому числі й іноземних, для розвитку ресурсного потенціалу України.

Стисла та інформативна характеристика об'єкту надрокористування значно підвищить його інвестиційну привабливість.

## **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» (в редакції від 09.08.2023). Верховна рада України. Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/T172059>
2. Про затвердження Інструкції із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ каолінів. Державна комісія України по запасах корисних копалин при Міністерстві охорони навколишнього природного середовища України. 2006. Режим доступу : [https://ips.ligazakon.net/document/view/re13283?ed=2006\\_12\\_20](https://ips.ligazakon.net/document/view/re13283?ed=2006_12_20).
3. Про затвердження примірних угод про умови користування надрами. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (Наказ від 28.03.2023, № 176). Режим доступу : <https://ips.ligazakon.net/document/fn076886?an=21&ed=&dtm=&le=>
4. Рудько Г.І., Озерко В.М., Шепель І.В. Геологія і геолого-економічна оцінка родовищ каоліну України: Рудько Г.І. (ред.). Чернівці: Букрек, 2015. 336 с.

## **THE ORE-BEARING POTENTIAL OF THE ZHOVTOVODSKA AREA IS AN ATTRACTIVE OBJECT FOR FOREIGN INVESTMENT**

**Yu.V. Kroshko**

*PhD (Geology)*

Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine,  
55b, Olesia Honchara St., Kyiv, Ukraine, 01601

Amber, lithium, titanium and gold have always been promising for investment by both local and foreign investors. The materials describe an investment-attractive geological object that was put up for auction. The history of exploration and geological structure are considered, and a description of the mineral is provided.

**Key words:** Investments, Yellow Waters, quartzite, gold.

## **РУДОНОСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЖОВТОВОДСЬКОЇ ДІЛЯНКИ - ПРИВАБЛИВИЙ ОБ'ЄКТ ДЛЯ ІНОЗЕМНИХ ІНВЕСТИЦІЙ**

**Ю.В. Крошко**

*кандидат геологічних наук*

Інститут геологічних наук НАН України, вул. О. Гончара, 55б, м. Київ, Україна, 01601

Бурштин, літій, титан та золото завжди були перспективними для капіталовкладень, як місцевих так і зарубіжних інвесторів. В матеріалах розглянуто інвестиційно привабливий геологічний об'єкт який було виставлено на торги. Розглянуто історію вивчення та геологічну будову, подано опис корисної копалини.

**Ключові слова:** Інвестиції, Жовті води, кварцити, золото.

### **Introduction**

Ukraine is rich in natural resources, its subsoil contains world-class wealth, and even the war has not stopped investors from being interested in objects for future development. Unfortunately, the long-standing subsoil use rules need to be changed and improved in line with the current state of economic development and cooperation with foreign partners.

The rules governing the use of subsoil in Ukraine have long been in need of modernization and changes that would facilitate the development of the industry and its investment attractiveness. The subsoil use reform has been in the works for quite a long time and, in fact, was adopted under martial law. Nevertheless, we have achieved dramatic changes, which are due to the joint efforts of industry experts, government officials, business representatives and leading non-governmental organizations. After all, when Ukraine gained independence, our economy had not yet been formed as a

market economy and, accordingly, the extractive industry was oriented to the Soviet model of economy. As a result of this influence, the subsoil use rules that were the basis of the legislation until recently, unfortunately, became a prototype of the Soviet model. They did not meet the challenges and needs of business and the time in which the global market was developing, let alone international standards [1]

### **General characteristics of the object.**

The Zhovtovodske gold deposit is located in Pyatikhatsky district of Dnipropetrovska oblast, 8 km north of Zhovti Vody, along the southeastern outskirts of Zhovtove village in a submeridional direction.

The Zhovtovodske area consists of three sections: Northern, Central and Zhovtianska. Geomorphologically, the territory is located within the Prydniprovska Upland and is characterized by moderate relief fragmentation. The most significant element of the relief is the valley of the Yellow River, on the left slope of which Zhovtovodska area is located. . There is a system of gullies mainly of the north-eastern direction. The maximum absolute elevations of the relief are +160, +170 m, and the minimum elevations are +120, +130 m.

The geological structure of the Zhovtovodske area consists of Precambrian crystalline formations overlain by Cenozoic sediments. Among the rock associations of the crystalline basement of the Kryvyi Rih-Kremenchuk zone, which were uncovered by wells within the Zhovtovodske area (from east to west), three main complexes are distinguished: - plagiogranitoids of the Dnipropetrovs'k complex (AR2dp); - metamorphic and metamorphosed rocks of the Kryvyi Rih series (PR1kz); - granitoids of the Kirovohrad complex (PR1kg). The plagiogranitoids of the Dnipropetrovs'k complex limit the Kryvyi Rih-Kremenchuk deep fault zone to the east and are composed mainly of plagioclase granites and migmatites with biotite, and in leucocratic varieties with muscovite.

The metamorphic and metamorphosed rocks of the Kryvyi Rih series (PR1kz) include the Saksahansk and Gdantsivska Suites. The Saksahansk Formation (PR1sx) is represented by ferruginous (mostly magnetite) quartzites with shale interbedded, sometimes amphibolites. The quartzites are represented by amphibole-magnetite varieties; less often by amphibole-hematite-magnetite and magnetite varieties. Shale layers are represented by garnet-amphibole varieties with a small amount of biotite. The degree of regional metamorphism of these rocks corresponds to the epidote-amphibolite facies. Chloritization is the most common superimposed process; in some intervals, chlorite replaces garnet and amphibole by 70-90%. The Gdansk Suite (PR1qd) is represented by graphite-bearing schists - biotite, sericite-biotite and garnet-sericite-biotite - which are interconnected by gradual transitions and often change each other in section and along strike. Their distinctive feature is the presence of free carbon

(graphite, graphite) and disseminated syngenetic sulfides. The contacts between the Saksagansk and Gdansk rocks are exclusively tectonic. Metasomatic processes are intensively manifested in the contact zone with a thickness of 20-50 m.

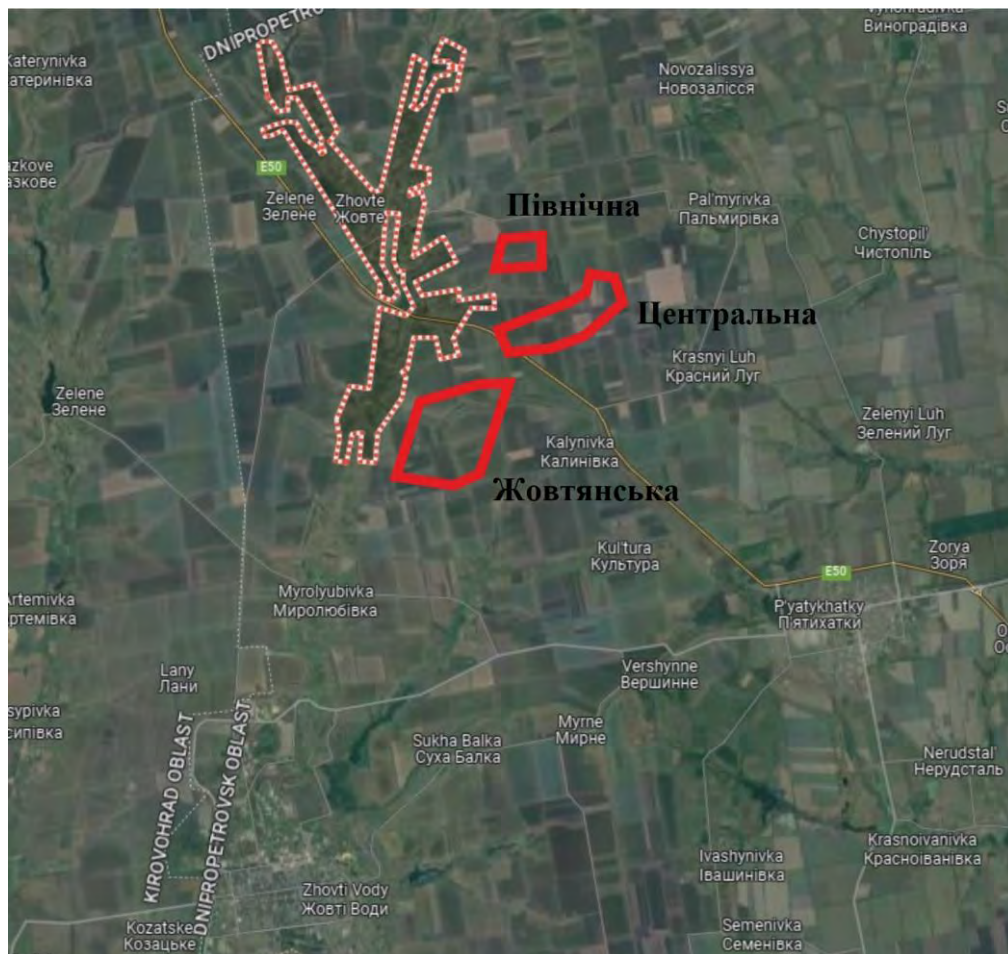


Fig. 1. Map of parts of the Zhovtovodske area on the Google Earth map

It should be noted that virtually all gold mineralization found within the Zhovtovodskoye area is spatially confined to this tectonic contact zone. Thus, the rocks of the Gdantsivska and Saksaganska Suite in the zone of their tectonic contact and the development of superimposed hydrothermal and metasomatic transformations can be considered as a single ore-bearing complex. [2]

Cenozoic formations are represented by Neogene and Quaternary sediments. The surface relief of the crystalline basement played an important role in their distribution. The Neogene sediments, together with the Quaternary sediments, form a continuous cover that overlies the rocks that lie below the section. The lower part of the section is represented by sands of coastal and shallow water facies - very fine-grained and fine-grained, rarely medium- and coarse-grained. The sands are light gray, greenish gray and yellowish gray in color, often with pale pink and crimson-red spots and stains. The thickness of the sands is 10-15 meters.

Above, there are layers of greenish and yellowish-gray sandy clays with crystals and drusy gypsum intergrowths, with manganese films along the cracks. The clays are 1.8-12 meters thick. The sandy clays are overlain by a thickness of red-brown clays, very dense, viscous, plastic. The red-brown clay layer is widespread throughout the site and is absent only in places of its modern erosion; clay thickness is 3-8 m.

Quaternary sediments are represented by yellow-brown loess-like loams. They are lighter in color and do not contain flint-carbonate beds. Their thickness is 1-5 m.

In tectonic terms, the Zhovtovodske area is a fragment of the central part of the Kryvyi Rih-Kremenchuk fault zone, which is the eastern boundary of the West Ingulets interblock (suture) zone that separates the Kirovohrad and Prydniprovya megablocks of the Ukrainian Shield. The Kryvyi Rih-Kremenchuk fault has several convergent subparallel faults, which in turn are accompanied by numerous smaller (local) faults. The latter are located subparallel to the main faults or are combined with them at an acute angle, usually cut folded structures and have a short length. Such local discontinuities are fixed by bodies of aplite-pegmatoid composition, zones of cataclastic rocks, often together with low-temperature metasomatism (quartzing, chloritization), without significant displacement of the blocks relative to each other. They greatly complicate the geological structure of the area, making it scaly. Other discontinuous faults include diagonal and latitudinal and sublatitudinal faults. The diagonal faults are oriented at an acute angle to the main strike of the structure, have a predominantly northwestern strike and are accompanied by quenching and sulphidization zones. Latitudinal and sublatitudinal faults are classified as shear and thrust faults by the nature of rock block movement. Latitudinal and sublatitudinal faults are the most recent in time, they displace not only the submeridional and diagonal tectonic fault zones, but are also recorded in the granite frame of the Kryvor zone.

In 1988, the Kryvyi Rih Geological Research Institute started exploration and appraisal works at the Popilnistivske iron quartzite deposit, which included its southern extension, the Zhovtovodske extension, within which the Zhovtovodske area is located. The main goal was geological and industrial assessment of ferruginous quartzite and the presence of other minerals.

According to the spectro-gold analysis, the gold content in metasomatically altered rocks ranged from 0.1 to 1.0 g/t. In order to determine the spatial parameters of gold mineralization and estimate its parameters within the Central-Zholtovodskoye area within an area of 100x800 m, 9 holes with a total volume of 2078.5 m were drilled in 1989-1994, 641 spectroscopic analyses were performed, based on the results of which 240 samples were selected for sampling analysis, which were analyzed at the Central Research Institute of Geology (Tula, Russia) and the Novomoskovsk Geological Research Institute laboratory. The work carried out has identified gold

mineralization with gold grades ranging from 0.1 to 4.4 g/t at an exposed thickness of 3.1 to 12.5 m.

The main mineral resource of the Zhovtovodske area is ferruginous quartzite, which has been discovered by wells within the Kryvyi Rih-Kremenchuk deep fault zone, as well as to the west of it, where a number of deposits known as Right Bank Magnetic Anomalies are located. Within the area, ferruginous quartzites are traced along the entire strike of the structure. The average mineral composition of unoxidized ferruginous quartzites is as follows: quartz - 39-51.6%, magnetite 20-45.1%, hematite - up to 9%, carbonates - 1.5-16.1%, silicates - 5.2-24.2%. According to chemical analysis, the content of total iron is 24.3-35.6%, and the content of iron associated with magnetite is 10.2-28.16%. According to preliminary studies, the reserves of unoxidized ferruginous quartzite in the C2 category amount to 54.1 million tons (Feag. - 30.7, FeMg. - 20.5%); inferred resources - 67.0 million tons.

Zircon mineralization is present among ferruginous quartzites in the areas of alkaline metasomatism. The main zircon-bearing mineral is malacon. The largest occurrences of zircon are found in the northern part of the Gannivske ferruginous quartzite deposit, where its content reaches 0.2%. Drilling operations carried out in 1998-2005 confirmed the presence of gold mineralization and outlined the dip and strike of the ore bodies. The latter are complexly constructed formations in the form of elongated lenses, seam-like bodies of unstable thickness, and interlayers; they are oriented sub-concordant with the general direction of the Kryvyi Rih-Kremenchuk deep fault.[3]

Geological prospecting and a set of mineralogical and geochemical studies of gold mineralization at the Zhovtovodske area resulted in the discovery of two types of gold mineralization - gold-sulfide-quartz type, the maximum distribution of which is recorded within the southern part of the site. Gold mineralization of this type is characterized by the development of quartz-sulfide and carbonate-quartz-sulfide mineral aggregations, which cement the brecciation zones and manifestations of near-ore metasomatic quartzing and sulfidization of host rocks (mainly ferruginous and silicate quartzites). The argillite-secondary quartzite type is most common within the central part of the site. It is characterized by a significant distribution of light and dark brown clay formations with quartzite fragments, often with scattered inclusions of fine-grained pyrite. The clay aggregates consist mainly of kaolinite with variable amounts of quartz, disseminated pyrite (up to 3-10%) or (in case of hypergene oxidation of the latter) iron hydroxides. Gold is free and easy to concentrate. Most of the gold grains are 0.1 mm in size; the sample is about 700.

Typical geochemical associations are represented by abnormally high contents of titanium, niobium, and yttrium. Based on the results of prospecting works (Butyrin



V.K. 2001-2006), the Company estimated inferred and indicated resources for each of the three parts of the Zhovtovodskoye area and for the area as a whole. Prospective and inferred gold resources were estimated to a depth of 0-300 meters and to a depth of 0-500 meters.

In addition, the results of the work carried out have shown that, in addition to gold mineralization, niobium mineralization may be of practical interest within the Zhovtovodskoye area. Increased grades of up to 20 g/t and moderate anomalies (up to 30-50 g/t) of niobium were found in certain intervals of geological sections uncovered by drilling within all prospective parts of the site. However, the maximum concentrations of niobium (at this level of exploration) were found within the central part. Inferred resources (P3) of associated niobium within the blocks of gold mineralization were calculated. Zhovtovodske area, located in Pyatikhatsky district of Dnipropetrovska oblast, is proposed for geological exploration, including pilot development of the main minerals - gold ores and associated minerals - niobium ores.

In 2020, the State Service of Geology and Subsoil of Ukraine held an electronic auction for the sale of 13 special permits with deposits of gold, groundwater, amber and manganese ores. The gold mining lot - Zhovtovodske area - was purchased for a period of 5 years by Spys Ukraine LLC, which paid UAH 5.73 million for the lot at a starting price of UAH 4.4 million. However, the won special permit has not yet been obtained amid an ongoing court dispute over claims filed by landowners within the subsoil use area. In addition, amid emotional protests from local residents, the company is actively developing the Zhovtovodske gold deposit. Therefore, the issues of settling procedural and legal issues of subsoil use are more relevant than ever. [4]

### **Conclusions.**

Thus, a significant range of minerals within the Zhovtovodske area allows for its integrated development, namely, the extraction of ferruginous quartzite with the concomitant extraction of gold, zirconium and niobium. The complex nature of ore deposits makes the Zhovtovodske area an attractive target for foreign investment.

### **REFERENCES**

1. <https://ukraine-oss.com/yak-zabezpechyty-stale-nadrokorystuvannya-z-dovgoterminovymy-investyziyamy-kejs-vid-geologichnoyi-investyziynoyi-grupy/>
2. Zakharov V.V., State Geological Map of Ukraine. Scale 1:200000. Central Ukrainian series. Sheets M-36-XXXIV (Zhovti Vody); L-36-IV (Kryvyi Rih)" (KGP KP Pivdenukrgeologiya, Kyiv, 2002. P. 325.
3. Butyrin V.K. Prospecting for gold mineralization within the Zhovtovodske area. Report on geological exploration of subsoil (2001-2006). Pyatikhatskyi district, Dnipropetrovska oblast" Kryvyi Rih, Kryvyi Rih KGP SE "Southukrgeologiya, 2007. P. 287.
4. <https://www.epravda.com.ua/news/2020/12/24/669505/>

## ВПЛИВ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ПЛАНУВАЛЬНУ СТРУКТУРУ КИЄВА

**О. Ю. Лизун**

*магістр*

Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, 01601,  
м. Київ, вул. Пирогова 9

Здійснено короткий аналіз загального впливу рельєфу, геологічної будови та гідрогеологічних умов на планувальну структуру окремих територій Києва. Наведено відомості про основні чинники антропогенного впливу на геологічне середовище Києва.

**Ключові слова:** Київ, геологічна будова, рельєф, гідрогеологічні умови, планувальна структура, геологічне середовище, антропогенний вплив.

## ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF KYIV

**O.Y. Lyzun**

*master*

Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University

A brief analysis of the general influence of the relief, geological structure and hydrogeological conditions on the planning structure of individual territories of Kyiv was carried out. Information on the main factors of anthropogenic influence on the geological environment of Kyiv is given.

**Key words:** Kyiv, geological structure, relief, hydrogeological conditions, planning structure, geological environment, anthropogenic influence.

Значний вплив на планувальну структуру міста має геологічна будова території у взаємозв'язку з антропогенним навантаженням. Територія Києва має складну геологічну будову. Це пов'язано з тим, що місто розташоване на стику двох несхожих геологічних структур – Українського щита та Дніпровсько-Донецької западини. Поширеними гірськими породами території Києва є лесоподібні суглинки, піски та глини. Завдяки цьому, в часи заснування Києва почало розвиватися та процвітало гончарство. Також на території міста є товща мергелів у якій прокладено тунелі метрополітену, та прошарки бурого вугілля в еоценових відкладах. На лівобережжі поширені піщані породи, суглинки та торф. Більшість території Києва розташована на Київському плато, яке розташоване на правому березі річки Дніпро. Специфіка рельєфу цієї частини міста полягає в тому, що вона активно порізана густою сіткою ярів, які

розділяють територію на окремі геоморфологічні одиниці, такі як Печерські пагорби, гора Щекавиця, Хоревиця, Батисєва гора та інші. Ці пагорби та височини відіграють важливу роль у формуванні мікроклімату, дренажу та ландшафтному дизайні міста. Саме через таку конфігурацію рельєфу ділянки, такі як Липки, Печерськ, стали центром престижної забудови. Пагорбистий рельєф надає ділянкам чудові панорамні види на місто та річку, що робить їх особливо цінними для житлової та комерційної забудови. Тим часом, такі природні об'єкти як яри стали місцем розташування парків та зон відпочинку, як, наприклад, парк «Печерський ландшафтний парк». На лівому березі Дніпра рельєф менш горбистий і в основному плоский. Це відповідає Придніпровській та Поліській низовинам. Тут переважають плоскі території. Невеликий нахил рельєфу робить їх ідеальними для будівництва, а також для створення великих зелених зон і парків для відпочинку городян.

Значна геоморфологічна розчленованість міста в поєднанні з гідрогеологічними умовами спричинює зсуви ґрунту, обвали, пливунні явища і руйнування інженерних споруд та комунікацій. Ці процеси можуть бути спричинені і посилені відбраційним впливом транспортних магістралей на геологічне середовище. Території покриті ярами і балками частково використовується під лісо-паркові зони. Врахування геоморфологічних умов необхідне при плануванні забудови, транспортних сполучень, організації стоку зливових вод і каналізації. Зважаючи на це здійснюється вертикальне планування рельєфу, яке б забезпечило сприятливі інженерно-геологічні умови будівництва.

Тепловий вплив на геологічне середовище спричинює інтенсивність хімічних реакцій, зміну міцнісних характеристик порід, ерозію і біокорозію інженерних комунікацій і споруд, що знаходяться під поверхнею. Найбільш поширеними джерелами теплового забруднення геологічного середовища Києва є магістральні теплопроводи і мережі гарячого водопостачання.

Під впливом антропогенних чинників територія міста змінюються, що призводить до зміни ландшафту, літогенної основи, рослинного покриву. Окрім природних ґрунтів, які здебільшого поширені в парках і скверах формуються урбанізовані ґрунти. Такі ґрунти пов'язані з інженерно-будівельною і господарською діяльністю людини.

У різних частинах Києва, зокрема у Печерському районі, виявлено карстові порожнини, що можуть спричинювати обвали, тому будівництво в таких районах вимагає додаткових інженерно-геологічних вишукувань та особливих інженерних рішень. Наприклад, у Печерському районі, де розташовано численні історичні та культурні пам'ятки, існують обмеження на нові забудови через складність інженерно-геологічних умов території.

Для розміщення об'єктів транспортної та інженерної інфраструктури, торгівлі й побутового обслуговування, об'єктів промисловості часто використовується підповерхневий простір. Використання підповерхневого простору використовувалося ще у сиву давнину для культових цілей, таємних переходів, сховищ. Наочним прикладом є печери Києво-Печерської Лаври та ін. Значні підповерхневі простори використовуються під метрополітен та каналізаційну систему. Будівництво та експлуатація підповерхневих споруд спричинює деформацію поверхні, формування тріщин, обвали, провали обводнення гірських порід та утворення пливунів тощо.

У надрах Києва присутні четвертинний, бучацький, сеноманський і юрський водоносні горизонти. Особливістю гідрогеологічних умов Києва є неглибоке залягання ґрунтових вод (глибини 0,5-4,0 м від поверхні). Вони є зручними в плані доступу до водних ресурсів, але не для будівництва будівель. Вода верхніх водоносних горизонтів має промислове або господарсько-побутове призначення. Водоносні горизонти більш давніх утворень є більш захищеними від забруднення і містять придатну для пиття воду [3, 4]. Найбільш придатною для цього є вода з юрського водоносного горизонту. Наявність в надрах Києва придатних для вживання населенням вод спричинило інтенсивне будівництво бюветів, які користуються широким попитом у населення. По можливості бювети облаштовуються в рекреаційних зонах Києва (парках), або ж навколо бювету облаштовують зону рекреації.

Постійне зростання населення та розширення міського простору призводить до значних навантажень на підповерхневі води, що спричинює пошук методів оптимізації використання підповерхневих вод, альтернативних джерел водопостачання. Яскравим прикладом того як ґрунтові води можуть впливати на планування та забудову місцевості є район Оболоні (особливо в зоні Оболонської набережної). Тут, через гідрогеологічні особливості, при будівництві нових житлових комплексів не часто споруджують підповерхневі гаражі. У багатьох нових будівлях підвали відсутні, або мають обмежену глибину. Це змушує архітекторів шукати альтернативні рішення для паркування автомобілів, найчастіше – наземних або в невеликих одноповерхових підповерхневих паркінгах. Труханів острів – ще один цікавий приклад, який показує взаємодію гідрогеологічних умов з міським плануванням. Труханів острів – це місце для відпочинку з пляжами, велосипедними доріжками та іншою інфраструктурою для активного дозвілля. Такий підхід не лише забезпечує безпеку мешканців, але й зберігає природні ландшафти міста.

Не слід забувати, що Київ розташований в зоні, де сейсмічна небезпека може досягати 6 балів [2]. Тому перед плануванням будівництва будь-яких

інженерно-технічних споруд необхідно провести інженерно-геологічну розвідку [3].

Таким чином, геологічні та гідрогеологічні умови відіграють ключову роль у функціональному зонуванні Києва. Визначення геологічних характеристик має важливе значення для розташування виробничих зон, транспортної інфраструктури, громадської забудови; допомагає розробляти стратегії планування та розвитку міста, забезпечуючи стійкість будівництва та зберігаючи гармонійне існування у взаємодії із природним середовищем.

### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Довідник. Геологічна карта : веб-сайт. URL: <https://caves.in.ua/reference/geo.php>
2. Кендзера О. В., Семенова Ю. В. Спектральне підсилення сейсмічних коливань ґрунтами на території Києва : веб-сайт. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/180406/09Kendzera.pdf?sequence=1>
3. Особлива геологія Києва : веб-сайт. URL: [https://geotop.com.ua/blog-geologiya-skvazhin-kiyva\\_ua.php](https://geotop.com.ua/blog-geologiya-skvazhin-kiyva_ua.php)
4. Підземні води Київської області. Інститут геології : веб-сайт. URL: <https://insgeo.com.ua/pidzemni-vody-kyuivs'koyi-oblasti>

## З ІСТОРІЇ НАФТОВОГО ПРОМИСЛУ БОРИСЛАВА

**М. В. Семенюк**

*кандидат мистецтвознавства*

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,  
м. Львів, вул. Наукова 3а

У ХІХ ст. нафтовий промисел бориславського басейну частково складався з місцевого капіталу – українського, польського та єврейського. Акційні товариства виникали завдяки влиттю австрійських, німецьких, болгарських і чехословацьких фінансувань. Борислав називали містом “малої нафти”, містом великого людського горя і тяжкої праці. Робітничий рух у Бориславі розпочався наприкінці ХІХ ст.

**Ключові слова:** Передкарпаття, нафтовий промисел Борислава, нафтові свердловини, умови, Центральний державний історичний архів (м. Львів).

## ON THE HISTORY OF THE BORYSLAV OIL INDUSTRY

**M. Semenjuk**

*PhD in Arts studies*

Institute of Geology & Geochemistry of Combustible Minerals of NAS Ukraine,  
3-a, Naukova St., Lviv 79060, Ukraine

In XIX century, the oil fields of the Boryslav basin partly (13%) consisted of local investments Ukrainian, Polish, Jewish. Joint-stock companies occurred due to receipts from Austrian, German, Bulgarian and Czech finances. In funds of the Central Historical Archives of Ukraine (city of Lviv) are preserved the facts confirming that the first in oil wells in the world were laid in Boryslav, Halychyna. Hard work ensured this branch of industry and contributed to the development of Pre-Carpathia, and workers lived in heavy conditions.

**Key words:** Pre-Carpathia, Boryslav oil industry, oil wells, conditions, Central Historical Archives of Ukraine (city of Lviv).

З другої половини 1850-х рр. у Галичині, а особливо в околицях Борислава, вирував дійсний нафтовий “бум”. Селяни не мали відповідних коштів і знань, щоб цим зайнятися, отже, винаймали чи продавали земельні паї. Але і більшість підприємців мали лиш обмежені грошові засоби, тому могли експлуатувати тільки мінімальні виробничі площі. Часто нафтові шахти були віддалені одна від одної всього на декілька метрів, а під землею, бувало, перетиналися, що призводило до конфліктів. 1865 р. у Бориславі і поблиській Волиці було зареєстровано 2694 шахт, а 1879 р. – аж 4280. Зрозуміло, що згодом ця “реміснича” діяльність мусила занепасти. Оскільки багато шахт, особливо неглибоких, вичерпалися, виживали лише більші підприємства: 1880 р. шахт і

свердловин зменшилося до 2832, 1895 р. – до 449, а 1900 р. – їх залишилося всього 75 [3].

У нафтовому промислі бориславського басейну 13,5 % становив місцевий капітал – український, польський, єврейський. Австрійський, німецький, болгарський, чехословацький сформувався акційними товариствами. Українських підприємців-нафтовиків репрезентували брати Терлецькі, попи Лещинський і Єднакій, а також митрополит Шептицький, сім'ї Турових, Сасиків, Іванчуків.

У фондах Центрального історичного архіву України (м. Львів) збережено факти, які підтверджують, що перші у світі нафтові свердловини, т.зв. “шиби”, було закладено на Галичині в Бориславі 1856 р., на п'ять років раніше, ніж свердловина Дрейка у Титусвілі (Америка)<sup>1</sup>. І аж до Першої світової війни нафта Західної України займала важливе місце у світовій продукції (ЦДІАУ, м. Львів). Тоді це були примітивні студні. Щоб вберегтися від обвалу стінок, їх обкладали плетінками з лози або дошками. Робітники спускалися під землю шнурами чи в діжках з допомогою коловерта, а далі повзли. Часто були випадки отруєння газами, які виділялися з землі (метан!), тому, щоб його “знешкодити”, у студню кидали запалену соломку. Перша правдива свердловина була проведена лише 1862 р. Робертом Донсом.

З розвитком видобутку нафти зростала і кількість гірників. Це було зумовлено тим, що в квітні 1864 р. австрійський уряд прийняв рескрипт (припис), згідно з яким дозволив кожному бажаючому проводити пошуки нафтової ропи. Мало того, з метою сприяння її видобутку дозволено примусовий викуп відповідних земельних ділянок промисловцями від їх власників. До прикладу, один тільки Лукасевич в Бібрці (район Ясла) проклав тоді 35 шахт. Лише в 1860 році уряд відніс “скельний олій” до застережених копалин (т. зв. регалій), для видобутку яких треба було одержати відповідний дозвіл. Однак внаслідок протесту великих землевласників в 1862 р. це розпорядження було скасовано. Мало того – траплялись випадки, що після відкриття орендатором-підприємцем покладів нафти, власник продавав ділянку іншому за вищу ціну.

Тільки 1886 року діючі шахти були поставлені під контроль гірничих урядів, створені окружні уряди у Станіславові, Дрогобичі та Яслі, де приймали скарги робітників на працедавців. Також впроваджено урядове обмеження часу праці – початково до 13 – 14 год. влітку і 7 – 8 год. взимку, а далі введено т.зв. “шихти” по 12 год. і з зміною в полудні і опівночі. Вже в 1864 р. в Галичині при

---

<sup>1</sup> Зокрема, знайдено поліцейські доноси про страйки робітників на нафтових копальнях та звіт, що свідчить про шкідливі умови праці (1863 р.). (ЦДІАУ, м. Львів, ф. 146, оп. 55, спр. 16).

видобутку нафти працювало майже 12 тис. робітників, тільки в самім Бориславі – біля 9 тис. Щоб дати працю українським робітникам, свої “нерентабельні” підприємства лише для того тримали великі патріоти. Але понад 70 % капіталу належала французам і американцям. Іноземні та місцеві капіталісти-власники фірм “Марс”, “Нафта” (13.865,000 кг 21.597.000 м<sup>3</sup>), “Фанто” (9.882.000 кг, 11824000 м<sup>3</sup>), “Перкінс”, “Галичина” (3.180.000 кг, 840.000 м<sup>3</sup>), “Société française des Peholes de Potok” (5.100.000 кг, 865.000 м<sup>3</sup>) т. інші не були зацікавлені у розвитку техніки і поліпшенні роботи нафтовиків [1].

Важка праця забезпечувала цю галузь промисловості та сприяла розвитку Передкарпаття, в нелегких умовах жили і працювали робітники. Видобуток нафти відбувався “ремісничими” способами з природних її витоків з неглибоких студень-копанок у жахливих умовах [2]. Нафта ішла лише на одержання мастил (“шміру”), її збирали з поверхні води віниками чи кінськими хвостами, які далі викручували вручну. Працівники, так звані “либаки”, та їх одяг, були повністю покриті нафтою. Небагато покращав спосіб видобутку і тоді, коли нафтову ропу почали використовувати для освітлювання: криниці-копанки мали діаметр всього біля 1 метра, при глибинах 40 – 50 м, тому вони часто обвалювались, при чому гинули чи калічилися робітники. Ситуацію погіршувало масове буріння шибів, подібно як перед тим копанок, в безпосередньому сусідстві один до одного.

Прийнятий в 1884 р. “краєвий нафтовий закон” зобов’язав підприємців до загального встановлення подібних братських кас, а з 1888 р. впроваджено обов’язкове страхування робітників [4]. Безробіття... Страйки, маївки, серед організаторів страйків варто згадати Івана Щепаника. Страйк, в якому брало участь близько 4 тис. робітників, тривав майже місяць і під натиском галицького намісництва (краєвого уряду) підприємці мусили погодитись на виконання усіх вимог за винятку скорочення часу праці. Зокрема, в 1904 р. у Бориславі відбулись робітничі виступи з вимогою восьмигодинного дня праці і створення кращих умов побуту робітників, в тому числі створення лазень, дешевих їдалень і крамниць, будови водопроводів в місті і друге.

Робітничий рух у Бориславі розпочався наприкінці XIX ст. У 1902 р. Борислав святкував Міжнародний день робітників, а в липні 1904 р. вибухнув грандіозний загальний страйк, який, незважаючи на шалений терор австрійської влади, закінчився перемогою робітників. Для боротьби з усе зростаючим робітничим рухом, якого поліційні репресії не могли паралізувати, підприємці без різниці національностей створили свою організацію – т.зв. “Палату підприємців”. Капіталісти масово звільняли з роботи організованих місцевих робітників і на їх місце спроваджували бідноту з польських сіл, яких місцеві



робітники називали “барабами”. “Бараби” загалом не покидали назавжди своїх сіл, де мали хату і кусок городу, а лише приїздили на заробітки. Але це були надзвичайно відсталі люди, тому організувати їх було дуже важко. Досить серйозною перешкодою в боротьбі за інтернаціональну єдність робітничого руху було те, що “конкурентам” місцевого українського пролетаріату була не українська, а польська сільська біднота.

Початок боротьби за українську державу поклато Дрогобицьке повстання в квітні 1919 року, в якому брали активну участь і бориславські робітники. В умовах панської Польщі українське робітництво опинилося в ще гіршому стані, ніж досі. Якщо підприємці і приймали місцевих робітників, то лише на чорну роботу. Адміністрація підприємств іноземних капіталістів була в руках польських націоналістів, які намагалися полонізувати українських робітників, обіцяючи кращу зарплату тим, які стануть ренегатами своєї нації.

Про умови праці в Бориславі при капіталізмі красномовно говорить розписка, яку брали з робітників перед спуском в шахти: “Від свого імені і від імені своїх рідних зобов’язуюсь не пред’являти ніяких претензій як до компанії “Борислав і К<sup>о</sup>” так і до її відповідальних осіб у випадку нещастя або моєї смерті в шахті”.

Статистика показує, що така “пересторога” з боку підприємців була далеко не зайвою. З 1 січня по 9 вересня 1939 р. на шахтах Борислава трапилося 657 нещасних випадків. Про будь-яку охорону життя і здоров’я робітника ніхто й не думав. На зміну убитому чи покаліченому на шахті, промисловець-хазяїн міг знайти десятки інших готових на будь-які умови за плату в кілька грошів, - у Бориславі ніколи не припинялося безробіття. В квітні 1936 р. за офіційними і, звичайно, дуже зменшеними даними 11 тис. чоловік шукало роботи і хліба.

Поступово відбувалося вдосконалення нафтового промислу у Бориславі. Робітників не влаштовував спосіб видобутку нафти, що існував досі. У заснованій 1939 р. та основаній на базі Укрнафтокомбінату конторі “Укрнафта” було сконструйовано інженером Володимиром Петришиним верстат ударного буріння, змонтований на автомашині. Цей верстат використовувався на заглибленій свердловині. Прославився також і директор товарної контори об’єднання Михайло Лісишин – далеко не єдиний раціоналізатор на бориславських промислах. Зокрема, одна з його раціональних пропозицій – апарат-конденсатор для уловлювання легких фракцій – щороку давав лише в Бориславі біля 1,5 млн. карб. економії державних коштів.

Завдяки раціональним пропозиціям Володимира Петришина вдалося із успіхом ввести в дію свердловину “Б-19”. Із-за проривів в трубі і шлангів під землею, Петришин сконструював спеціальну трубо ловку для витягування труб

з-під землі, а також оправку труб. Одним із найважливіших нововведень у Бориславі був рух за багато свердловинне обслуговування, ініціатором якого став бориславський робочий Іван Іванович Мехлик.

Ініціатором руху за високу культуру нафтовидобутку став Дмитро Ніконов. З напарником Йосифом Вагелем робітники здійснили повернення “занедбаних” свердловин (наприклад “Городища-3”, “Гвідо-І”), головними інженерами об’єднання “Укрнафта” у ті часи були Стукалов та Уткін.

В українському “Баку” таких новаторів понад 300 чоловік. Коло 1 млн 300 тис карб економії дали державі 182 раціоналізаторські пропозиції, запроваджені тільки у 1949 р. [1].

Борислав називали містом “малої нафти”, містом великого людського горя і тяжкої праці. Примітивними засобами видобували тут колись т.зв. “кип’ячку” - нафту. Дрогобич, Борислав – це сьогодні великі міста, але 200 років тому це були лише незначні оселі, про які мало хто чув. Свій зріст вони завдячують появі та розвитку нафтової промисловості – адже тоді в королівстві Галичини і Льодомерії було лише три значних міста – Львів, Краків і ... Броди.

#### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Усиченко Юра Борислав сьогодні. *Радянський Львів*. 1950. № 6. С. 55-62.
2. Hecker J. Das Bergoel in Galizien. *Naphta*. 1900. Bd. 8. P. 240 – 242.
3. Krantz Fr. Einiges über die galizische Erdölindustrie. Sonderabdruck aus der “Berg- und Hüttenmännischen Rundschau”. Kattowitz. 1912. 28 p.
4. Orlewski J. Kariera nafty. Książka i wiedza, Warszawa. 1965. 280 s.

## ВІДНОВЛЕННЯ ЛАНДШАФТІВ У ВУГЛЕВИДОБУВНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

**С. М. Озирська, В. В. Вергельська, А. О. Нікітіна,  
Д. М. Головченко, Є. І. Скопиченко**

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН  
України»

Вуглевидобувні райони, які розташовані у західній, східній та центральній частині України, є природно-антропогенною системами, які активно впливають на навколишнє середовище, наповнюючи його хімічними елементами із териконів. Водночас природний та антропогенний ландшафт над виробленим простором шахт, крім териконів, покривається водою чи створює «шагрєневу шкіру» що порушує природні умови регіону.

**Ключові слова:** екологія вугледобувних регіонів, відновлення доквілля, Донбас, Львівсько-Волинський басейн.

## RESTORATION OF LANDSCAPES IN THE COAL MINING REGIONS OF UKRAINE

**S. M. Ozirska, V. V. Vergelska, A. O. Nikitina,  
D. M. Golovchenko, E.I. Skopychenko,**

State Institution «Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and infrastructure development  
of National Academy of sciences of Ukraine», Kyiv, blvd. Ac. Vernadskyi 34 b

Coal-mining areas, which are located in the western, eastern and central parts of Ukraine, are natural and anthropogenic systems that actively affect the environment, filling it with chemical elements from terricone. At the same time, the natural and anthropogenic landscape above the developed space of the mines, except for tericons, is covered with water or creates a "brown skin" that violates the natural conditions of the region.

**Key words:** ecology of coal-mining regions, environmental restoration, Donbas, Lviv-Volyn Basin.

### **Вступ**

Особливої уваги на сучасному етапі розвитку суспільства набули проблеми, пов'язані з надмірним використанням природних ресурсів, що зумовлене порушенням у розміщенні продуктивних сил і виробничих потужностей протягом тривалого часу на окремих територіях, в тому числі у вуглевидобувних регіонах.

Максимальне антропогенне навантаження внаслідок високого розвитку гірничодобувної промисловості та формування техногенних ландшафтів спостерігається в межах Донецького та Львівсько-Волинського кам'яновугільних басейнів та Дніпровського буровугільного басейну. Вуглевидобувні райони, які розташовані у західній, східній та центральній частині України, є природно-антропогенною системами, які активно впливають на навколишнє середовище, наповнюючи його хімічними елементами із териконів. Водночас природний та антропогенний ландшафт над виробленим простором шахт, крім териконів, покривається водою чи створює «шагрєневу шкіру» що порушує природні умови регіону.

#### **Матеріали та методи дослідження.**

На основі польових досліджень у Донецькому басейні проведених у 2019-2021 рр. та у Львівсько-Волинському басейні проведених у 2022 р.

#### **Результати дослідження.**

Розвиток вуглевидобувної промисловості який розпочався понад 250 років (Донбас) та понад 70 років (Львівсько-Волинський басейн) досяг максимуму на початку вісімдесятих років, після чого пішов поступовий спад. Найбільший вплив на геологічне середовище справляють антропогенні процеси, що виникли внаслідок видобутку вугілля, вуглезбагачення або пов'язані з діяльністю цього комплексу: забруднення атмосфери, зміни характеру та інтенсивності геохімічних процесів у ґрунтах, зміни гідрогеологічного режиму які пов'язані з відкачуванням шахтних вод, скиданням їх у поверхневі водотоки та забрудненням поверхневих і частково підземних вод, вилучення з обігу значних земельних ресурсів під відходи виробництва (терикони) та промислові вуглевидобувні комплекси, зміна ландшафтів, порушення природних екзогенних процесів та поява нових (осідання, підтоплення), які природно не характерні для даної місцевості.

У Львівсько-Волинському басейні екзогенні процеси у межах району включають просідання в еолових лесових суглинках і карст у крейдових відкладах. Заболочування – це широко поширений природний процес, який негативно впливає на геологічне середовище та шкодить розвитку сільського господарства та будівництва. Встановлюється нове інтенсивне зволоження, а на раніше зволених ділянках спостерігається значне заболочення. Подекуди утворилися інтенсивно затоплені або заповнені водою округлі або овальні западини - озера розміром до 100-150 м, деякі до 500-700 м в діаметрі. Інтенсивність просідання на більшості шахт Червоноградського району досягала 100 мм/рік. Максимальна амплітуда осідання (станом на кінець 1993 р.) зафіксована в районі Великомоствівських шахт № 3, 5, 8 і досягала 4 м, на площі 4 км<sup>2</sup>. Мінімальне осідання зафіксовано в районі Великомоствівської шахти №9

[1]. Зокрема, вісім населених пунктів і понад 2 тис. га сільськогосподарських угідь (Червоноградський район) знаходяться у зоні просідання та затоплення. Для зменшення тиску на поверхню висота відвалів має два рівні. Останніми роками підтоплені території поблизу міст і шахт засипані териконами, утворені садові ділянки [1, 2].

В результаті лісовідновлення териконів сформувалися ландшафти змішаних лісів з трав'яним підліском і розвитком грибного царства (рис. 1, 2). Спостерігається й самовідновлення породних відвалів, що вказує на відповідний попередній вибір біоценозів для регіону.



Рис. 1. Терикон шахта «Лісова»



Рис. 2. Терикон шахта «Червоноградська 3»

На териконах у Донецькому басейні можливо спостерігати процеси руйнування порід піднятих на денну поверхню та їх перенесення на суміжні території. Висоти териконів, в окремих випадках, сягають понад 50 – 70 м.

В той же час більшість териконів у Донецькому басейні не мають рослинності, лише окремі, біля підніжжя терикона мають кущово-деревний покрив із акації та чорноклену (рис. 3, 4). На териконах можна побачити поодинокі абрикоси. У місцях зволоження на териконах чи біля них росте очерет. Швидше за все, для покращення екологічного стану даного регіону, варто при залісненні териконів розробити біоценози із зазначених вище рослин.





Рис. 3. Терикон шахти Добропільська



Рис. 4. Терикон шахти Родинська

### **Висновки.**

Параметри антропогенного впливу на геологічне середовище та його компоненти можна розглядати на таких рівнях:

- Регіональний рівень техногенезу, що визначається загальними фоновими параметрами антропогенного впливу на геологічне середовище;
- Особливий рівень впливу, що характеризує антропогенне навантаження на геологічне середовище в межах вуглевидобувних регіонів;
- Локальний рівень антропогенного впливу на геологічне середовище, зумовлений конкретними антропогенними об'єктами та їх впливом на навколишнє середовище.

Проведення робіт з відновлення навколишнього середовища техногенно навантажених регіонів є актуальною та знижує негативний вплив вуглевидобувної промисловості.

### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Лівенцева Г.А., Вергельська В.В., Мельник В.В. Еколого-гідрогеологічні проблеми вугледобувних регіонів України. *Тектоніка і стратиграфія*. 2019. Вип. 46. С. 133–140.
2. Скопиченко Є.І., Вергельська В.В., Вергельська Н.В., Головченко Д.М., Озінська С.М. Моніторинг впливу вугільних техногенних ландшафтів на атмосферу вугледобувних регіонів. *Гірнична геологія та геоecологія*. 2022. №2(5). С. 39-49. DOI:[https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.2\(5\).276082](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.2(5).276082)

## ЗМІСТ

### ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМЕХАНІКА

<i>Васильєва І.В.</i> ГАЗОНОСНІСТЬ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ І ВМІЩУЮЧИХ ПОРІД	3
<i>Вергельська Н.В., Скопиченко І.М.</i> ПОШИРЕННЯ НЕНАСИЧЕНИХ ВУГЛЕВОДНІВ – ОДИН ІЗ МЕТОДІВ ВИВЧЕННЯ МАСОПЕРЕНОСУ ФЛЮЇДІВ У ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВАХ ДОНБАСУ	8
<i>Дубей Н.В., Самойлов В.В., Прокоп'юк Н.В.</i> ПРОМИСЛОВО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИ КОНТРОЛІ ЗА РОЗРОБКОЮ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ РОДОВИЩ	13
<i>Ішков В.В., Козій Є.С., Чернобук О.І.</i> ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ТА ЗВ'ЯЗКУ ГЕРМАНІЮ ТА КОБАЛЬТУ У ВУГІЛЬНОМУ ПЛАСТІ С <sub>1</sub> ШАХТИ «БЛАГОДАТНА»	18
<i>Михайлів І.Р., Бойко А.П.</i> ПЕРЕДУМОВИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ВІДКЛАДІВ МЕЗОЗОЮ ЗОВНІШНЬОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ	23

### СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

<i>Безручко К.А., Пимоненко Л.І., Бурчак О.В., Балалаєв О.К., Барановський В.І.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ВУГІЛЬНОЇ РЕЧОВИНИ ПЛАСТІВ ШАХТ «ЮВІЛЕЙНА» ТА «БЛАГОДАТНА» (ЗАХІДНИЙ ДОНБАС)	29
<i>Бучинська І.В., Матрофайло М.М.</i> СВІТОВИЙ ТА ВІТЧИЗНЯНИЙ ДОСВІД ВИДОБУТКУ МЕТАНУ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ	34
<i>Голуб О.Г., Сіра Н.В., Мельник В.Т., Ковтунович А.М.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОХІМІЧНИХ ІНДИКАТОРІВ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВИБОРУ СПОСОБУ РОЗРОБКИ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПОКЛАДІВ	40
<i>Ішков В.В., Козій Є.С., Баранник К.С., Владик Д.В.</i> ДЕЯКІ СТРУКТУРНІ ТА МІНЕРАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЕЛИКИХ УРОЛІТІВ МЕШКАНЦІВ МІСТА ПАВЛОГРАД	45
<i>Михальченко І.І.</i> ПОЗИЦІЯ РУДНИХ АЛЬБІТИТІВ НОВОКОСТЯНТИНІВСЬКОГО УРАНОВОГО РОДОВИЩА В СИСТЕМІ РОЗЛОМІВ НОВОКОСТЯНТИНІВСЬКОГО РУДНОГО ПОЛЯ	50
<i>Міхеєва Т.Л., Дрогицька Г.М., Лапіна О.П.</i> РЕЗУЛЬТАТИ ГРАВІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАД РУДНИМИ ГАБРОЇДАМИ КОРСУНЬ-НОВОМИРГОРОДСЬКОГО ПЛУТОНУ	55
<i>Охоліна Т.В., Кузьманенко Г.О., Мережко М.Д.</i>	

ВИЗНАЧЕННЯ ПРІОРИТЕТНИХ ДІЛЯНОК СЕЛИЩАНСЬКОГО РОЗСИПУ З ВИКОРИСТАННЯМ ARC GIS	60
<i>Якимчук М.А., Корчагін І.М.</i>	
ПРО ПЕРСПЕКТИВИ ВИЯВЛЕННЯ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ ТА ПРИРОДНОГО ВОДНЮ В ГЛИБИННИХ ГОРИЗОНТАХ ВУГІЛЬНИХ БАСЕЙНІВ	65
<i>Якимчук М.А., Корчагін І.М.</i>	
ПРО ПЕРСПЕКТИВИ ВИЯВЛЕННЯ ПРЯМОПОШУКОВИМИ МЕТОДАМИ СКУПЧЕНЬ ВУГЛЕВОДНІВ В ГЛИБИННИХ ГОРИЗОНТАХ РОЗРІЗУ СЛАНЦЕВИХ БАСЕЙНІВ	70
<i>Якимчук М.А., Корчагін І.М., Джавадова А.</i>	
ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ СУПУТНИКОВИХ ТА ФОТО ЗНІМКІВ: РЕЗУЛЬТАТИ АПРОБАЦІЇ НА ДІЛЯНКАХ ІЗ ВОДОНОСНИМИ СВЕРДЛОВИНАМИ	75
<i>Соловійов В.Д., Якимчук М.А., Корчагін І.М.</i>	
НОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЧР МЕТОДІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ЗВ'ЯЗКУ ПРИПОВЕРХНІХ СТРУКТУР З ГЛИБИННИМИ ГЕОФЛЮЇДАМИ ЧОРНОГО МОРЯ	80

## НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗЕМЛІ

<i>Азімов О.Т., Столяр О.О.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІЩЕНЬ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ МЕТОДАМИ СУПУТНИКОВОЇ ІНТЕРФЕРОМЕТРІЇ	86
<i>Вергельська В.В., Д'яченко Н.О.</i>	
РЕЗУЛЬТАТИ КОРЕЛЯЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПІДЗЕМНИХ ВОД (ШАХТА КРАСНОЛИМАНСЬКА)	91
<i>Гуня Д.П.</i>	
МАБУТЬ ЦЕ НЕМИНУЧЕ	98
<i>Ковальчук М.С., Крошко Ю.В.</i>	
ЛАТЕРАЛЬНИЙ І ВЕРТИКАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ІЛЬМЕНІТУ, РУТИЛУ, ЦИРКОНУ В НИЖНЬОКРЕЙДОВИХ ПІЩАНИХ ВІДКЛАДАХ АНДРІЇВСЬКОГО РОЗСИПУ (ПІВДЕННО-ЗАХІДНА ЧАСТИНА НОВОМИРГОРОДСЬКОГО МАСИВУ)	100
<i>Корчагін І.М., Якимчук М.А.</i>	
МОНІТОРИНГ ЗА БУРІННЯМ ПОШУКОВИХ СВЕРДЛОВИН НА ВУГЛЕВОДНІ В БАСЕЙНІ САВОРА BASSA НА ПІВНОЧІ ЗІМБАБВЕ	105
<i>Корчагін І.М., Якимчук М.А.</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ГЛИБИННОЇ БУДОВИ ЛОКАЛЬНИХ ДІЛЯНОК З КРУГАМИ НА ПОЛЯХ В АНГЛІЇ	110
<i>Тузяк Я.М.</i>	
МІНЕРАЛОГІЯ МІОЦЕНОВОЇ СКАМ'ЯНІЛОЇ ДЕРЕВИНИ РОЗТОЧЧЯ (УКРАЇНА)	116



## ЕКОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ ПРОБЛЕМИ ТЕХНОГЕННО- НАВАНТАЖЕНИХ РЕГІОНІВ

<i>Жикаляк М.В.</i> СТІЙКІСТЬ ГАЛУЗІ ГЕОЛОГІЇ ТА НАДР УКРАЇНИ	122
<i>Гуня Д.П.</i> ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ТА ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ В УКРАЇНІ	130
<i>Ковальчук М. С.</i> АНАЛІЗ ВПЛИВУ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ КАОЛІНУ НА ДОВКІЛЛЯ ТА АЛГОРИТМ ВДОСКОНАЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБ'ЄКТУ НАДРОКОРИСТУВАННЯ	134
<i>Крошко Ю.В.</i> РУДОНОСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЖОВТОВОДСЬКОЇ ДІЛЯНКИ - ПРИВАБЛИВИЙ ОБ'ЄКТ ДЛЯ ІНОЗЕМНИХ ІНВЕСТИЦІЙ	139
<i>Лизун О.Ю.</i> ВПЛИВ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ПЛАНУВАЛЬНУ СТРУКТУРУ КИЄВА	145
<i>Семенюк М.В.</i> З ІСТОРІЇ НАФТОВОГО ПРОМИСЛУ БОРИСЛАВА	149
<i>Озірська С.М., Вергельська В.В., Нікітіна А.О., Головченко Д.М., Скопиченко Є. І.</i> ВІДНОВЛЕННЯ ЛАНДШАФТІВ У ВУГЛЕВИДОБУВНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ	154



*Терикон шахта «Лісова» ДП Львіввугілля*

