

ЗМІСТ



- 5 *Звернення до читачів*
ПЕРЕВІРЕНІ ЧАСОМ, ЙДЕМО В МАЙБУТНЕ!

NADRA GROUP – 30 РОКІВ!

- 6 *ЗАГОРОДНЮК Павло, ЗАГОРОДНЮК Андрій*
ВІД NADRA GROUP ДО GEO HUB

ПРИРОДНІ РЕСУРСИ У ХХІ СТОЛІТТІ

- 34 *ТИСС Гюнтер, СОКОЛОВА Ірина, КЛОЧКОВ Сергій*
**ЕФЕКТИВНА МІНЕРАЛЬНА ПОЛІТИКА
ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР СТАЛОЇ ЕКОНОМІКИ**



- 41 *МОСПАН Анатолій, ТИМЧЕНКО Тетяна*
**ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОЇ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ
(публікується англійською мовою)**

- 45 *КАСЬЯН Антоніна*
**ПОТУЖНА ГЕОФІЗИЧНА ГАЛУЗЬ –
ФУНДАМЕНТ ДЛЯ ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ**

- 51 *ГЕЙЧЕНКО Михайло, КОЗАР Микола, МЕНАСОВА Анжеліна*
ДО ПИТАННЯ АПРОБАЦІЇ ЗАПАСІВ

- 56 *ВЕРГЕЛЬСЬКА Наталія, ЛІВЕНЦЕВА Ганна*
ВУГЛЕВИДОБУВНІ РЕГІОНИ – ТЕХНОГЕННО-НАВАНТАЖЕНІ РАЙОНИ УКРАЇНИ

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИВЧЕННІ НАДР

- 61 *ЛЕЛИК Богдан, СТЕЛЬМАХ Валерій*
**НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ СВЕРДЛОВИН –
КЛЮЧ ДО КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЄННЯ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ**



- 71 *ГРИЩУК Павло*
**ІНВЕРСІЯ ГРАВІТАЦІЙНИХ ДАНИХ
ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ**

- 78 *ГАФИЧ Іван, СОЛОДКИЙ Євгеній, ЯРЕЩЕНКО Сергій, РЕНКАС Юрій*
**НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ СЕЙСМОРОЗВІДКИ В УКРАЇНІ
Апробація та пілотний проект практичної реалізації
безкабельної сейсморозвідки на Хорошівській площі**

- 84 *ДАНИЛІВ Сергій, КАРМАЗЕНКО Володимир, СТАСІВ Олег, БОНДАРЕНКО Максим, КУЛИК Володимир*
**АПАРАТУРНО-МЕТОДИЧНІ КОМПЛЕКСИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕТРОФІЗИЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ НАФТОГАЗОВИХ КОЛЕКТОРІВ У ПРОЦЕСІ БУРІННЯ
ТА В ОБСАДЖЕНИХ СВЕРДЛОВИНАХ**



- 93 *ВДОВИЧЕНКО Анатолій*
**БУРІННЯ З ГІДРОТРАНСПОРТОМ КЕРНУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ТА ЯКОСТІ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ**

ГЕОЛОГ УКРАЇНИ

Заснований у січні 2003 року
Виходить один раз на три місяці

ЗАСНОВНИК

ГО «СПІЛКА ГЕОЛОГІВ УКРАЇНИ»

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

Загороднюк П.О.

Заступник

головного редактора

Лівенцева Г.А.

Безвинний В.П.

Бобров О.Б.

Вергельська Н.В.

Вижва С.А.

Грищук П.І. –

Гулій В.М. –

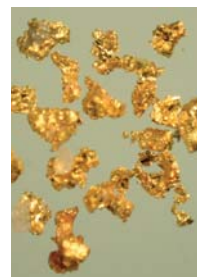
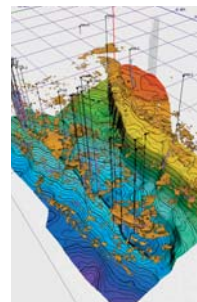
Деревська К.І. –

Загороднюк П.О.

Кичка О.А.

ЗМІСТ

- 99 *ВИЖВА Сергій, СОЛОВЙОВ Ігор, МИХАЛЕВИЧ Ігор, КРУГЛИК Вікторія, ЛІСНИЙ Георгій*
**ВИКОРИСТАННЯ ПРЯМИХ ІНДИКАТОРІВ ВУГЛЕВОДНІВ
ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАФТОГАЗОВИХ ПОКЛАДІВ
У ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКІЙ ЗАПАДИНІ**
- 109 *ОГАР Віктор, НЕСІНА Наталія, ОЛІЙНИК Олена*
**РОМЕНСЬКА СОЛЯНОКУПОЛНА СТРУКТУРА (ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКА
ЗАПАДИНА): ГЕОЛОГІЧНА ІСТОРІЯ ТА НАФТОГАЗОНОСНІСТЬ**
ПЕТРОЛОГІЯ, МІНЕРАЛОГІЯ, СТРАТИГРАФІЯ
- 118 *БОБРОВ Олександр, КЛОЧКОВ Сергій, КАКАРАНЗА Сергій, КАКАРАНЗА Олександр,
ФЕДОРИШИН Юрій, ЯСЬКЕВИЧ Тетяна*
**ВІДКРИТТЯ НОВИХ КІМБЕРІТОВИХ ПОЛІВ
НА ПІВДЕННОМУ СХИЛІ ЛЕОНО-ЛІБЕРІЙСЬКОГО ЩИТА (СЬЕРРА-ЛЕОНЕ)**
- 127 *БОРИСЕНКО Тамара*
**КОРЕЛЯЦІЯ РОЗРІЗУ СИЛУРІЙСЬКИХ ВІДКЛАДІВ
У СТРУКТУРНІЙ СВЕРДЛОВИНІ 25-КОТЮЖИНИ З ДНІСТЕРСЬКИМ
ОПОРНИМ РОЗРІЗОМ СИЛУРУ ВОЛИНО-ПОДІЛЬСЬКОЇ ПЛИТИ**
- 135 *КОВАЛЬЧУК Мирон, СУКАЧ Віталій*
**ТИПОМОРФНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗОЛОТА З КІР ВИВІТРЮВАННЯ РУДОНОСНИХ ПОРІД
СУРСЬКОЇ ЗЕЛЕНОКАМ'ЯНОЇ СТРУКТУРИ (СЕРЕДНЄ ПРИДНІСТРОВ'Я)**
ГЕОЛОГІЧНІ НАУКА І ОСВІТА
- 144 *ЛІВЕНЦЕВА Ганна, ІВАНОВА Олена, ДЕМЧУК Юлія*
**ВНЕСОК СПІЛКИ ГЕОЛОГІВ УКРАЇНИ В ІННОВАЦІЙНУ ТРАНСФОРМАЦІЮ
ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ: ДОСВІД УЧАСТІ У ГРАНТОВИХ ПРОГРАМАХ**
- 158 *КРОЧАК Марина*
СПОГАДИ ПРО НАВЧАЛЬНУ ПРАКТИКУ З ГЕОЛОГІЧНОЇ ЗЙОМКИ
- 161 *ДЕРЕВСЬКА Катерина, РУДЕНКО Ксенія*
**ІСТОРІЯ ДЕКАДИ ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ ГЕОЛОГІЧНИХ ЗНАЇНЬ
ГРОМАДСЬКОЮ ОРГАНІЗАЦІЄЮ «СПІЛКА ГЕОЛОГІВ УКРАЇНИ»**
- 172 *ЛІВЕНЦЕВА Ганна, ГРИЩУК Павло*
ВНЕСОК NADRA GROUP У РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ ГЕОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ
ЦІКАВА ГЕОЛОГІЯ
- 183 *МЕРЩІЙ Віктор*
МАГІЯ АГАТУ
- 199 *ЗАГОРОДНЮК Василь*
ЛІРИКА
ВИМОГИ ДО РУКОПІСУ



Ковальчук М. С.

Курило М. М.

Лісний Г. Д.

Нестеровський В.А.

Огар В.В.

Пономаренко О.М.

Чернієнко Н.М.

Літературне редагування

Пасльон А.Ф., Степанюк О.Б.

Дизайн**та комп'ютерна верстка:**

Дейнека М.О.

Адреса редакції:

04114, м. Київ, вул. Дубровицька, 28

т./факс: +38 044 426 97 97

e-mail: office@geologists.org.ua

ЛіцензіяCreative Commons Attribution License
International CL-BYЖурнал видається за інформаційної
та фінансової підтримки GEO HubПередрукування дозволяється лише за згодою
редакції. Відповідальність за добір і викладення
фактів несуть автори. Редакція не завжди
поділяє позицію авторів публікацій.

CONTENT



5

*To our readers***TIME TESTED. WE GO INTO THE FUTURE**

6

ZAGORODNYUK Pavlo, ZAGORODNYUK Andriy
FROM NADRA GROUP TO GEO HUB**NATURAL RESOURCES IN THE XXI CENTURY**

34

TIESS Günter, SOKOLOVA Irina, KLOCHKOV Sergii
EFFECTIVE MINERAL POLICY AS A KEY FACTOR FOR SUSTAINABLE ECONOMY

41

MOSPAN Anatoliy, TIMCHENKO Tetiana
PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF THE NATIONAL PETROLEUM INDUSTRY

45

KASIAN Antonina
POWERFUL GEOPHYSICAL INDUSTRY AS THE BASIS OF ENERGY INDEPENDENCE OF UKRAINE

51

HEICHENKO Mykhailo, KOZAR Mykola, MIENASOVA Anzhelina
TO ISSUE OF APPROBATION OF RESERVES

56

VERGELSKA Nataliia, LIVENTSEVA Hanna
COAL MINING REGIONS AS TECHNOGENICALLY LOADED AREAS IN UKRAINE**NEW TECHNOLOGIES TO STUDY THE SUBSOIL**

61

LELYK Bogdan, STELMAKH Valerii
NEW WELL RESEARCH TECHNOLOGY IS THE KEY TO THE INTEGRATED DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS

71

GRYSHCHUK Pavlo
INVERSION OF GRAVITY DATA USING A GENETIC ALGORITHM

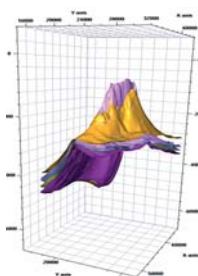
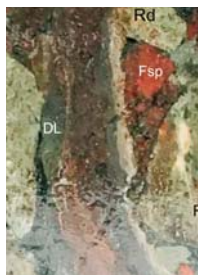
78

GAFYCH Ivan, SOLODKYI Ievgenii, IARESHCHENKO Sergii, RENKAS Yurii
NEW TECHNOLOGIES OF SEISMIC EXPLORATION IN UKRAINE. Approbation and implementation of the wireless seismic acquisition pilot project in the Khoroshevskia area

84

DANYLIV Serhiy, KARMAZENKO Volodymyr, STASIV Oleg, BONDARENKO Maksym, KULYK Volodymyr
APPARATUS-METHODICAL COMPLEXES TO DETERMINE PETROPHYSICAL PARAMETERS OF HYDROCARBON RESERVOIRS WHILE DRILLING AND IN CASED BOREHOLES

93

VDOVYCHENKO Anatolii
DRILLING OF COMPLEXES WITH HYDRAULIC TRANSPORT OF A CORE FOR INCREASE OF EFFICIENCY OF GEOLOGICAL EXPLORATION WORKS

UKRAINIAN GEOLOGIST

Journal was founded in January, 2003
Ukrainian Geologist is published quarterly

FOUNDER

PUBLIC ORGANISATION
«UKRAINIAN ASSOCIATION OF GEOLOGISTS»
© Ukrainian Association of Geologists, 2021

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief
Zagorodnyuk P.O.

Deputy editor
Liventseva H.A.

Bezvynnyi V.P.
Bobrov O.B.
Vergelska N.V.
Vyzhva S.A.
Gryshchuk P.I.
Guliy D.M.
Derevska R.I.
Zagorodnyuk P.O.
Kitchka O. A.
Kovalchuk M.S.

CONTENT

- 99 *VYZHVA Sergiy, SOLOVYOV Ihor, MYKHALEVYCH Ihor, KRUHLYK Viktoriia, LISNY Georgiy*
APPLICATION OF DIRECT HYDROCARBON INDICATORS FOR OIL AND GAS PROSPECTING IN THE DNIPRO-DONETS DEPRESSION
- 109 *OHAR Viktor, NESINA Nataliya, OLIYNYK Olena*
ROMNY SALT DOME STRUCTURE (DNIPRO-DONETS BASIN): GEOLOGICAL HISTORY AND HYDROCARBON POTENTIAL
- PETROLOGY, MINERALOGY, STRATIGRAPHY**
- 118 *BOBROV Oleksandr, KLOCHKOV Sergii, KAKARANZA Serhiy, KAKARANZA Oleksandr, FEDORISHIN Yuri, IASKEVYCH Tetyana*
DISCOVERY OF NEW KIMBERLITE FIELDS ON THE SOUTHERN SLOPE OF THE LEONE- LIBERIAN SHIELD (SIERRA LEONE)
- 127 *BORISENKO Tamara*
CORRELATION OF THE SILURIAN SEQUENCE OF THE 25-KOTYUZHNY STRUCTURAL WELL WITH THE DNIESTER REFERENCE SECTION OF THE SILURIAN IN THE VOLYN-PODILLYA PLATE
- 135 *KOVALCHUK Myron, SUKACH Vitaliy*
TYPOMORPHIC FEATURES OF GOLD FROM OF THE SURSK GREENSTONE STRUCTURE WEATHERING CRUST
- GEOLOGICAL SCIENCE AND EDUCATION**
- 144 *LIVENTSEVA Hanna, IVANOVA Olena, DEMCHUK Yuliia*
THE CONTRIBUTION OF UKRAINIAN ASSOCIATION OF GEOLOGISTS TO INNOVATIVE TRANSFORMATION OF THE EUROPEAN UNION: THE EXPERIENCE OF PARTICIPATION IN THE GRANT PROGRAMS
- 158 *KROCHAK Maryna*
MEMORIES ON THE FIELD COURSE IN GEOLOGICAL MAPPING
- 161 *DEREVSKA Kateryna, RUDENKO Kseniia*
HISTORY OF THE DECADE OF GEOLOGICAL KNOWLEDGE POPULARIZATION BY THE PUBLIC ORGANIZATION "UKRAINIAN ASSOCIATION OF GEOLOGISTS"
- 172 *LIVENTSEVA Hanna, GRYSCHUK Pavlo*
CONTRIBUTION OF THE NADRA GROUP TO THE DEVELOPMENT OF MODERN GEOLOGICAL EDUCATION
- INTERESTING GEOLOGY**
- 183 *MERSHCHIY Victor*
THE MAGIC OF AGATE
- 199 *ZAGORODNYUK Vasyly*
LYRICS
- REQUIREMENTS FOR A MANUSCRIPT**



Kurylo M.M.
Lisny G.D.
Nesterovskiy V.A.
Ohar V.V.
Ponomarenko O.M.
Cherniyenko N.M.

Literary editor

Paslion Alina,
Stepanenko Olha

Design and computer typesetting:
Deineka M.O.

Editorial office address:
28 Dubrovitska Street,
Kyiv 04114,
Ukraine
ph./fax: +38 044 426 97 97
e-mail: office@geologists.org.ua

License

Creative Commons Attribution License
International CL-BY

The journal is published with financial and informational support of GEO Hub

Reprinting is allowed only with the consent of the editors. The authors are responsible for the selection and presentation of facts. The editors do not always share the position of the authors of publications. The advertiser is responsible for the content and accuracy of the advertisement.

ПЕРЕВІРЕНІ ЧАСОМ, ЙДЕМО В МАЙБУТНЄ!



**Ганна
ЛІВЕНЦЕВА**

голова правління
ГО «Спілка геологів
України»

Шановні колеги! Раді сповістити, що виходить друком новий номер журналу «Геолог України»! Це усім вам добре відоме видання, що об'єднує українську геологічну спільноту, незалежно від місця та досвіду роботи, напрямку спеціалізації та сфери діяльності!

З часу його застосування вийшло друком 43 випуски журналу, видання пройшло випробування часом та стало нашим спільним надбанням.

Виважена редакційна політика дає можливість публікувати дискусійні статті, результати актуальних наукових досліджень, унікальні матеріали з геологічної спадщини України, адже її різноманітність є неоціненним ресурсом для всіх сфер діяльності людства. Особливу увагу приділено геологічній розвідці та видобутку корисних копалин, тенденціям розвитку інформаційних технологій у галузі розвідки та розроблення родовищ нафти й газу, результатам сейсмічних 3D досліджень та геолого-геофізичному моделюванню, комп'ютерним моделям родовищ. Важливими для висвітлення питання досягнення енергонезалежності України стали три спеціальні випуски журналу, присвячені розробленню нетрадиційних джерел вуглеводнів.

На сторінках «Геолога України» опубліковано оригінальні наукові статті багатьох провідних вітчизняних фахівців: В. Гулія, Л. Галецького, П. Гожики, В. Іванишина, В. Квасниці, М. Лебеда, О. Лукіна, О. Лукієнка, С. Мачуліної, В. Міщенко, І. Орищенко, В. Павлишина, Б. Панова, Є. Паталахи, А. Радзівілла, Г. Рудька, В. Трегубенка, В. Шестопалова, С. Шехунової, В. Шумлянського та багатьох інших. Також репрезентовано результати наукових досліджень закордонних колег.

Історію Спілки геологів України висвітлено в інформаційних матеріалах видання. Звіти про з'їзди, наукові конференції та геологічні екскурсії, освітню діяльність завжди цікаві й пізнавальні та розраховані на широке коло читачів. У нашому журналі значне місце відведено науково-популярним статтям, що стосуються геологічних пам'яток України, розповідям відомих учених про участь в експедиціях та подорожах, історіям про захопливий світ мінералів.

Засновником «Геолога України» є громадська організація «Спілка геологів України», тому важливим завданням оновленого

часопису є розкриття тем, що відповідають розумінню місця і ролі геології майбутнього, її значенню для сучасного суспільства, усвідомленню, як жити на нашій планеті гармонійно. Довкілля зазнає змін, у процесі його збереження та захисту зростає роль геології, яка покликана відповісти на виклики, що постали перед сучасним суспільством, та бути спрямованою на забезпечення довгострокових потреб людства та його сталого майбутнього.

Редакційний портфель містить матеріали, що формують новий контент журналу і відповідають сучасному розумінню геології: основні засади успішності бізнесу з використання природних ресурсів у XXI столітті, енергонезалежність України та проблеми розвитку вітчизняної нафтогазової галузі, питання техногенного навантаження на довкілля, проблеми законодавства у сфері надрокористування.

Протягом багатьох років видання журналу було б неможливе без інформаційної та фінансової підтримки NADRA Group. Цього року NADRA Group святкує 30-річний ювілей. У тематичній добірці матеріалів журналу «Геолога України» – історія компанії, статті, авторами яких є її співробітники різних років.

Спілка геологів є учасником міжнародних геологічних організацій і бере активну участь у грантових європейських проєктах, головне спрямування яких: ефективне управління мінеральною, насамперед критичною, сировиною; використання відновлювальних джерел енергії, зокрема геотермальних; розширення просвітницької діяльності поміж учнівської молоді; подолання гендерних стереотипів, що панують у геології.

Незмінним є гармонійне поєднання змістовності матеріалів та якісного їхнього оформлення.

Для нас важливо, щоб, читаючи черговий номер журналу, ви знаходили цікаві статті, які відповідають професійним інтересам, бачили фотографії знайомих людей та дізнавались про їхні досягнення, були поінформовані про все нове і цікаве, що відбувається в геології.

Дякую, що ми разом!

ВІД NADRA GROUP ДО GEO HUB

УДК 658.5:550.8: 502.5

Павло
ЗАГОРОДНЮК

кандидат геолого-
мінералогічних наук,
президент
ГО «Спілка геологів
України»

Андрій
ЗАГОРОДНЮК

засновник та керівник
«Діскавері бурове
обладнання»
(в період 2005–2019)

NADRA Group була заснована у 1991 році українськими геологами. З часом NADRA Group трансформувалась у міжнародну групу афілійованих сервісних компаній, яка надавала високотехнологічні послуги видобувним підприємствам.

NADRA Group забезпечила роботою понад півтори тисячі працівників, а далі на її основі було створено міжнародний хаб природних ресурсів, який об'єднав сотні підприємств-партнерів, що зумовило перехід від лінійного до мережевого бізнесу й значно розширило напрями діяльності.

Згодом активність NADRA Group поширилась на увесь природний капітал та подолання екологічних і соціальних викликів XXI сторіччя.

Значне розширення предмета діяльності компанії зумовило перехід до бізнесу платформ і ребрендинг компанії в GEO Hub.

Усі 30 років діяльності компанія працювала в стресових умовах переходу від планової до ринкової економіки, зумівши вчасно мобілізуватися й системно продемонструвати нові можливості, концентруючись на новому й досягаючи того, що досі вважалося неможливим.

Ключові слова: NADRA Group; GEO Hub; геолого-геофізичний сервіс; польова сейсморозвідка; оброблення та інтерпретація геолого-геофізичних даних.

ВСТУП

Створення NADRA Group було закономірним, а не випадковим явищем з огляду на роль і місце геології у державі. Фактично компанія успадкувала і розвинула величезний потенціал геологічної галузі України, що формувався протягом століть. Без знання історії галузі неможливо усвідомити, на чому ґрунтувалась успішна діяльність NADRA Group.

Територія сучасної України на рубежі XIX і XX століть входила до складу Російської та Австро-Угорської імперій. Її західна частина, що перебувала в складі Австро-Угорщини, стала центром зародження нафтової промисловості світу. Саме тут, у Львові, 1853 року вперше було винайдено спосіб перегонки нафти та сконструйовано першу газову лампу (розробники –

Ян Зег та Ігнатій Лукасевич, виконав майстер – Адам Братковський). Ці винаходи зініціювали справжню «побутову революцію», замінивши свічки й олійні світильники газовим освітленням помешкань, і одночасно виявили світову потребу у потужній нафтовій промисловості. Пізніше поблизу Борислава розпочалося видобування нафти в промислових масштабах та виникли численні нафтопромисли. 1877 року у Львові за ініціативою І. Лукасевича відбувся I Всесвітній нафтовий конгрес. А у 1882 році також у Львові вийшов друком перший у світі фаховий журнал з проблем нафтової промисловості – «Гірник» (http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/40286/5/Book_2019_Biletskyi_Istoriia_ta_perspektyvy.pdf)



Рисунок 1.
Магістр фармації Ян (Йоган) Зег (1817–1897) та Ігнатій Лукасевич (1822–1882)
 (https://uk.wikipedia.org/wiki/Ян_Зег, https://uk.wikipedia.org/wiki/Ігнатій_Лукасевич
<http://library.nung.edu.ua/sites/default/files/files/borislav2.pdf>)



Рисунок 2.
Нафтові вишки та геологічна станція у Бориславі на поштівці 1930 р.
 (<https://photo-lviv.in.ua/tajemnytsi-halytskykh-nadr-naftovydobuvannya-u-chasy-zunr-ta-mizhvojenyj-period/>)

Водночас у східній та південній частинах України, які входили до складу Російської імперії, промисловий розвиток відбувався переважно на природних ресурсах Криворіжжя та Донбасу. Розвивалися сировинні вугільна, залізорудна, а також металургійна й машинобудівна галузі, було збудовано мережу залізниць. Алегоричним образом промислової революції, що відбувалася в цей період, та підземних багатств Донбасу стали дві версії картини відомого художника В.М. Васнецова «Три царівни підземного царства».

Три царівни – Золота, Мідна та Вугільна – ототожнювалися з корисними копалинами Донбасу. Царівни відрізняються за віком: найстарша – Мідна, середня – Золота, наймолодша – Вугільна. Саме в такому порядку людство освоювало природні багатства (https://uk.wikipedia.org/wiki/Три_царівни_підземного_царства).

Перша світова війна призвела до розпаду Австро-Угорської та Російської імперій, а Україна отримала можливість для самостійного розвитку. 1916 року було засновано Харківське геологічне товариство, правонаступником якого є ГО «Спілка геологів України» (Спілка, СГУ), а у 1918 році організовано Український геологічний комітет (перший директор – В.І. Лучицький). Створення Геологічного комітету стало точкою відліку для формування незалежної української геологічної служби. Однак незабаром Україна була трансформована в Українську РСР та увійшла до складу створеного СРСР. Після цього впродовж тривалого часу українська геологічна галузь, видобувні та промислові підприємства були інтегровані в єдиний господарський комплекс Радянського Союзу. В Українській РСР видобувні та геологічні підприємства, хоч і мали певну автономність, підпорядковувались республіканським міністерствам і відомствам, проте фактично були керовані з Москви, де розроблялися та затверджувалися семирічні та п'ятирічні плани розвитку народного господарства, формувалися державні бюджети Радянського Союзу та союзних республік. Деякі підприємства, що займалися стратегічними для СРСР напрямками (родовища радіоактивних елементів), підпорядковувалися безпосередньо Москві (об'єднання «Кіровгеологія»). Геологічна наука зосереджувалася в державних галузевих науководослідних інститутах, інститутах Академії наук УРСР, вищих навчальних закладах. Усі підприємства, установи й заклади перебували виключно в державній власності, а їхнє фінансування в умовах так званої планової економіки відбувалося централізовано.

Така структура мала певні переваги у вивченні надр, оскільки передбачала суворе дотримання етапності й стадійності у проведенні геологорозвідувальних робіт. Завдяки цьому на всій території Української РСР було проведено поаркушне геологічне знімання масштабу 1:200 000, а в межах Українського щита, Донецького басейну, Карпат і Гірського Криму – масштабу 1:50 000–1:25 000; проведено пошукові й геологорозвідувальні роботи, відкрито та розвідано велику кількість родовищ різноманітних корисних копалин, чий запаси внесено у державний баланс.



Рисунок 3.
Картина В. М. Васнецова «Три царівни підземного царства» (1884 р.) у Київській національній картинній галереї

Важливим результатом геологічного вивчення стало виявлення нафтогазоносності Дніпровсько-Донецької западини 1936 року (Ф.О. Лисенко), яке стало початком відкриття великих родовищ нафти й газу після Другої світової війни. 1950 року тут було відкрито одне з найбільших у Європі Шебелинське газоконденсатне родовище (початкові запаси газу – 650 млрд куб. м). Після введення в розроблення цього та інших родовищ у 1975 році річне видобування досягло історичного максимуму – 68 млрд куб. м. Будівництво великих нафтогазотранспортних мереж, що проходили українською територією, нафтопроводу «Дружба», газопроводів «Союз», «Прогрес», «Уренгой – Помари – Ужгород», системи підземних сховищ газу (ПСГ) зробило Україну великою транзитною державою, зумовило створення газопроводів місцевого значення та здійснення подальшої масштабної газифікації країни. Ці події були унікальними та епохальними не тільки для України, а й для всього колишнього Радянського Союзу та Європи. Саме з території України були здійснені перші у світі міждержавне постачання природного газу: у 1945 році розпочато постачання з Дашавського та Опарського газових родовищ до Польщі (https://www.naftogaz.com/files/Oil_Gas_Industry_Ukraine.pdf).

На кінець ХХ сторіччя в Україні було відкрито понад вісім тисяч родовищ дев'яноста семи видів корисних копалин. Це сприяло появі державних геологорозвідувальних підприємств, заводів із виробництва приладів й обладнання, наукових та науково-дослідних інститутів, вищих та середніх навчальних закладів. Тисячі українських фахівців працювали в країнах Африки, Азії, Латинської Америки.

Натомість планова економіка, що базувалася на державній формі власності, виявилася економічно неефективною та негативно впливала на довкілля. Гонитва за виконанням планових показників призводила до зниження якості й ефективності геологорозвідувальних робіт, невиправданих витрат. Варто згадати, що під час виконання буріння основну увагу було зосереджено не на його якості та геологічних результатах, а на кількості

пробурених погонних метрів, які мали відповідати плановим показникам. Це також стосувалося інших видів геологорозвідувальних робіт, наприклад, сейсморозвідки.

Екологічні наслідки, що виникали під час проведення геологорозвідувальних робіт та експлуатації родовищ корисних копалин, радянське керівництво не брало до уваги або майже повністю ігнорувало. Варто згадати про підземні ядерні вибухи, які було застосовано під час ліквідації відкритого фонтану на Західно-Хрещищенському газоконденсатному родовищі в Харківській області 1972 року та для попередження викидів метану на вугільній шахті «Юнком» у Донецькому басейні 1979 року (Донецька область). До важких екологічних наслідків призвело видобування сірки методом підземного виплавлення на Роздольському родовищі в Прикарпатті. Відбувалося неконтрольоване забруднення ґрунтів і ґрунтових вод нафтопродуктами в районах розміщення військових об'єктів (міста Біла Церква, Узин, Прилуки, Полтава, Миколаїв) аж до формування техногенних родовищ. Гігантські відвали кар'єрів, терикони Донецького та Львівсько-Волинського кам'яновугільних басейнів залишилися своєрідними пам'ятниками радянській добі та плановій економіці.

Неефективність планової економіки Радянського Союзу та союзних республік змусила союзне керівництво розпочати економічні реформи, проте це було зроблено запізно й половинчато. До того ж 1986 року сталася Чорнобильська катастрофа, яка засвідчила нежиттєздатність централізованої системи господарювання. Невдала спроба «перебудови» призвела до економічного колапсу, що стало поштовхом до розпаду Радянського Союзу й відновлення самостійних держав, у тому числі України. В молодій українській державі почався болісний перехід від планової до ринкової економіки. Бюджетне фінансування було різко скорочено, зупинялися підприємства геологорозвідки, а заводи, що виготовляли устаткування для галузі, втрачали замовлення, без роботи залишилися десятки тисяч висококваліфікованих спеціалістів.

Найзагрозливішою тенденцією став розпад виробничих колективів, руйнація потужних виробничих та наукових шкіл. Внаслідок скорочення геологорозвідувальних робіт знизилася власне видобування корисних копалин, більш очевидною стала енергетична залежність України. Застарілі основні фонди та конструкторські розробки, висока енергозатратність промислових підприємств та низька якість продукції, що не мала попиту на закордонних ринках, – усе це призвело до того, що значна кількість промислових підприємств опинилася на грані банкрутства. Єдиним виходом із цієї ситуації стала приватизація колишніх державних підприємств та створення підприємств із недержавною формою власності.

Однак саме початок 1990-х років був, очевидно, найсприятливішим моментом, щоб започаткувати новітню справу. Підхопивши загальний дух перемін на самому його злеті, було створено NADRA Group, яка спочатку мала виконувати науково-прикладні завдання геологічної галузі.

ІСТОРИЯ NADRA GROUP

І. ЛІНІЙНИЙ БІЗНЕС АФІЛІЙОВАНИХ КОМПАНІЙ З РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

NADRA Group була заснована 22 квітня 1991 року. Згодом компанія вже володіла більш ніж десятима афілійованими компаніями, управляла їхніми активами, за необхідності створювала нові компанії за конкретними напрямками діяльності, на зароблені гроші викупувала контрольні пакети акцій колишніх державних геологічних підприємств під час їхньої приватизації.



Рисунок 4.

Емблема NADRA Group символізує погляд у надра Землі

Зазначені компанії практикували лінійний бізнес, який складався із лінійного ланцюга постачання: комплектування – створення готової продукції/послуг – реалізація споживачам. Своєю чергою, компанії NADRA Group володіли власними активами, самостійно залучали необхідні трудові та матеріальні ресурси.

Місце й завдання NADRA Group на українському ринку були доволі чіткі: залучення найсучасніших технологій геологічної розвідки й видобування в нафтогазову та мінерально-сировинну галузі України.

Реалізація цього вкрай важливого завдання відбувалася за кількома напрямками, які створювалися не одночасно, а з'являючись, співіснуючи та трансформуючись на різних етапах розвитку компанії. Це було зумовлено як загальносвітовими тенденціями, так і реакцією на виклики, які виникали в Україні на різних етапах її становлення та економічного зростання (Загороднюк, 2000 а-в; Загороднюк, 2005 г).

1. Наукова діяльність та консалтинг

Майже одразу після заснування, 1992 року на замовлення Уряду України компанія розробила першу Концепцію енергетичної безпеки України (нафта й газ). Паралельно розвивалися інші напрями, поміж яких консалтинг та наукова діяльність розглядалися як пріоритетні та принципово важливі для подальшого зростання компанії. Надання науково обґрунтованих консультаційних послуг, проведення науково-дослідних

робіт з вивчення та освоєння родовищ широкого спектра енергетичних і мінеральних ресурсів та ресурсів підземних вод відбувалось на замовлення українських та закордонних підприємств.

Реалізація проектів із використанням природних ресурсів є складним завданням, вирішення якого завжди потребує спеціальних знань, умінь та досвіду. Окрім об'єктивних труднощів/перепон (геологічні ризики, потреба в значних капітальних вкладеннях, тривалі терміни до початку повернення інвестицій) на успішність проекту впливають раптові зміни попиту та коливання цін на сировинну продукцію, зростання занепокоєння мешканців територіальних громад станом середовища проживання й посилення вимог урядових органів щодо впливу проекту на довкілля та соціальну сферу.

Тому в NADRA Group було створено центри розроблення та реалізації інформаційних проектів геолого-геофізичного спрямування (*Загороднюк, Гафич, 2006*). Для НАК «Нафтогаз України» та Державної геологічної служби України NADRA Group виконала роботи з оцінювання перспективних площ в Україні, зокрема в перехідних зонах акваторії внутрішніх морів – території, на якій зазвичай зупиняється, з одного боку, суходутна, а з іншого – морська розвідувальна техніка. Виконано українсько-румунський проект спільної розвідки та розроблення родовищ в акваторії Чорного моря й на суходолі в межах спільного проекту з найбільшою румунською нафтогазовою компанією Petrom.

NADRA Group уклала договір з Державним науково-виробничим підприємством (ДНВП) «Державний інформаційний геологічний фонд України» (Геоінформ) та як замовник робіт профінансувала збирання та систематизацію даних з усіх родовищ нафти й газу в Україні. Над цим проектом працювали як співробітники NADRA Group, так і Геоінформу, а також залучені провідні фахівці профільних науково-дослідних інститутів України.

У 1998 році фахівці, що працювали над цим проектом, оприлюднили результати робіт у фундаментальному шеститомному виданні довідкового спрямування «Атлас родовищ нафти й газу України». Атлас містить докладну інформацію про всі нафтогазоносні регіони України та родовища нафти, газу і конденсату. Таким чином, NADRA Group значною мірою профінансувала цей грандіозний проект! 2004 року NADRA Group була складена, підготовлена до друку та видана Карта нафтогазового комплексу України масштабу 1:500 000. На карті зображено: родовища вуглеводнів з розподілом за типом та розміром; нафто-, газо-, продуктопроводи та споруди на них; пункти наливання на залізничний транспорт та нафтоперевальні комплекси; нафто- і газопереробні заводи. Карту, корисну для геологів, фахівців з видобування і транспортування вуглеводневої сировини та необхідну для стратегічного планування розвитку енергетичного комплексу, було створено за оновленими даними з використанням нових технологій. Карта не втратила актуальності й сьогодні широко використовується операторами/учасниками ринку.

2003 року NADRA Group на замовлення НАК «Нафтогаз України» виконувала роботи з пошуку потенційних

інвестиційних об'єктів, ліцензійних блоків і нафтогазо-перспективних об'єктів за кордоном, у країнах колишнього СРСР (Російській Федерації та Казахстані) і головним чином на Близькому Сході та в Північній Африці. Вперше на замовлення НАК «Нафтогаз України» було розпочато системну роботу в Україні, фахівці NADRA Group першими стали відвідувати міжнародні ліцензійні раунди, брати участь у тендерах, підбирати та вивчати відповідні матеріали, робити геолого-економічне оцінювання та готувати бізнес-плани, проекти угод про розподіл продукції тощо. Таку роботу NADRA Group було проведено в Алжирі, пізніше наші фахівці відібрали перспективні блоки для НАК «Нафтогаз України» в Лівії та інших нафтових країнах. У Єгипті на одному із рекомендованих NADRA Group для НАК «Нафтогаз України» об'єкті сьогодні здійснюється видобування нафти.

У 2005 році відбувся вихід NADRA Group на ринок Центральноафриканської Республіки (робота на замовлення RSM Production Corporation) та Чаду (на замовлення OPIC Africa Chad Branch) з метою обрання нафтогазоперспективних площ та оцінювання потенціалу енергетичних ресурсів на досліджених територіях.



Рисунок 5.
Участь NADRA Group у Міжнародній виставці в Індії (2007)

У 2009–2010 роках вперше в Україні проведено комплексний аналіз транзитних зон Кримського узбережжя з метою визначення перспектив їхньої нафтогазоносності, розроблено методологічні засади їхнього вивчення із застосуванням сучасних світових практик. Прогнозування та оцінювання перспектив нафтогазоносності суходутних територій та акваторій Чорного й Азовського морів, а також розроблення програм геологічного вивчення, пошукових і розвідувальних робіт на ліцензійних ділянках надр України виконувалися на замовлення компаній RAG Austria AG (Австрія), Marathon Oil Company (США), Total S.A. (Франція), Shell (Нідерланди), Chevron (США).

Для виконання консалтингових проектів для західних компаній, що працювали або мали наміри брати участь у нафтогазовидобувних проектах в Україні, спеціалістами NADRA Group було освоєно західні нафтові стандарти й технології оцінювання перспективних об'єктів і територій. Придбано спеціалізоване програмне

забезпечення лідера цього напрямку робіт – компанії IHS Energy (США).

Досвід робіт за цим напрямком: обрання, геолого-економічне оцінювання та інвестиційний аналіз ліцензійних блоків у 12 країнах Північної Африки та Близького Сходу на замовлення НАК «Нафтогаз України»; аналіз та паспортизація 126 нафтогазових родовищ України для проведення Міжнародного аудиту запасів нафти та газу. У процесі виробничої діяльності та виконання низки науково-дослідних робіт для Державної служби геології та надр України, НАК «Нафтогаз України» сформовано бази даних про геологію, ресурсний потенціал та нафтогазоносність усіх регіонів України.

NADRA Group було успішно реалізовано понад 50 проєктів у 20 країнах світу з надання консалтингових послуг, пошуків, розвідки й освоєння родовищ вуглеводневої сировини, рудних і нерудних корисних копалин, постачання геологорозвідувальної техніки, геофізичних приладів та бурового обладнання. Замовниками послуг NADRA Group були державні та приватні сервісні й видобувні компанії Азербайджану, Білорусі, Казахстану, Російської Федерації, Туркменістану, України. Репутацію NADRA Group підтверджено наданням послуг таким компаніям, як British Petroleum (BP, Велика Британія), Cadogan Petroleum (Велика Британія), Gaz de France (GDF, Франція), Indusmin Energy Corporation (Канада), Marathon Oil Company (США), Moravsky Naftovy Doly (MND, Чехія), Polish Petroleum Company (Польща), RAG (Австрія), Regal Petroleum (Велика Британія), Shell Exploration and Production International BV (Нідерланди), Sonatrach (Алжир), Total S.A. (Франція), Transeuroenergy (Канада), Vanco Energy Company (США) та багатьох інших.

Науковий напрям діяльності NADRA Group супроводжувався організацією відповідних конференцій. Загалом проведено понад 90 конференцій з широким спектром наукової тематики, що охоплює проблеми літології й стратиграфії осадових басейнів, рудоносності й нафтогазоносності, включаючи нетрадиційні вуглеводні, питання рудоносності докембрію та фанерозою, екології та збереження геологічної спадщини, демонстрації нових технологій геолого-геофізичних досліджень та видобування енергетичних і мінеральних ресурсів тощо.

Яскравою подією і новим етапом співпраці з міжнародною геологічною спільнотою стало проведення разом з Американською асоціацією нафтових геологів Регіональної конференції AAPG «Пошуково-розвідувальні роботи на нафту й газ у Чорноморсько-Каспійському регіоні: поточні досягнення та перспективні плани». Захід відбувся завдяки організаційній та фінансовій підтримці NADRA Group. Конференція пройшла в Києві в Українському домі 17–19 жовтня 2010 року, в ній взяли участь понад 500 делегатів із 26 країн. Заходу передувала геологічна екскурсія «Геологія Кримських гір у контексті наукових досліджень на Чорному морі», яка відбулася 15–16 жовтня 2010 року. Завдяки міжнародному науковому заходу найвищого експертного рівня та найширшого регіонального представництва було успішно досягнуто головну мету – привернути увагу провідних нафтових компаній світу до перспектив Чорноморсько-Каспійського регіону, а таким чином і до ресурсного потенціалу Азово-Чорноморської нафтогазоносною провінції України.

2. Розвідка і видобування енергетичних, мінеральних та водних ресурсів

2.1. Енергетичні ресурси

2.1.1. Польова сейсморозвідка. У сфері геологічного та геофізичного сервісу NADRA Group першою в Україні 1998 року придбала та застосувала багатоканальне телеметричне сейсморозвідувальне обладнання та важкі вібраційні джерела сейсмічних хвиль (Загороднюк, Лісний, 1998). Це дало можливість перейти до виконання робіт за методикою тривимірної сейсморозвідки, яка дає коректні та достовірні результати навіть у найскладніших сейсмогеологічних умовах. Личківсько-Новоселівська площа Дніпровсько-Донецької западини стала першою в Україні, де було виконано сейсморозвідку за методикою 3D із застосуванням реєструвального обладнання компанії Input-Output (США) та чотирьох тридцятидвотонних вібраторів. Упродовж 15 років із використанням цього обладнання було проведено сейсморозвідку на 39 родовищах та площах переважно в Дніпровсько-Донецькій западині та північних окраїнах Донбасу.



Рисунок 6.

NADRA Group першою в Україні впровадила у виробництво багатоканальне телеметричне сейсморозвідувальне обладнання та важкі вібраційні джерела сейсмічних хвиль (2008)

Обсяги сейсморозвідувальних робіт значно розширилися після придбання та впровадження другої багатоканальної сейсмічної станції Scorpion (Input-Output, США) 2008 року та п'яти нових тридцятичотиритонних вібраторів. Протягом 2008–2016 років із застосуванням цієї станції сейсморозвідувальні роботи було виконано на 25 площах та родовищах у модифікаціях 2D і 3D-версіях на території Дніпровсько-Донецької западини, північних окраїн Донбасу, Передкарпатського та Закарпатського прогинів. Для побудови геологічних моделей родовищ та їхнього моніторингу було застосовано сучасні технології та програми провідних компаній світу, зокрема Schlumberger, Paradigm тощо. Гідродинамічне моделювання родовищ і покладів нафти та газу виконували програмні комплекси ECLIPSE компанії Schlumberger та NEXUS компанії Halliburton Company. Польові сейсморозвідувальні роботи супроводжувалися впровадженням міжнародних стандартів ISO 9001, ISO 14001 та OHSAS 18001.

Приклади виконаних проектів

- Личківсько-Новоселівська площа – перший об'єкт, досліджений геофізичними підрозділами NADRA Group за методикою 3D-сейсморозвідки у 1998 році. Вперше в Україні оброблення сейсмічної інформації було реалізовано з використанням новітніх технологій, зокрема престокової глибинної міграції з формуванням об'ємної глибинно-швидкісної моделі. Проведені роботи надали можливість побудувати геологічну модель Личківсько-Новоселівської площі для продуктивних горизонтів серпуховського й візейського ярусів нижнього карбону, а також верхнього девону у вигляді структурних карт і карт сейсмічних параметрів.
- Завданням сейсморозвідувальних досліджень на Більській площі (2000 р.) було уточнення структурного плану та пошук нових пасток вуглеводнів у межах верхньовізейського продуктивного комплексу. Горизонти відбиття тут характеризуються значною невтриманістю по латералі, обумовленою впливом сольового тектогенезу. У межах Більського родовища цільові структурні поверхні ускладнені великою кількістю розривних порушень з амплітудами від 30 до 350 м, що суттєво ускладнювало структурні побудови. Основним результатом робіт на цій площі стало створення нової структурно-тектонічної моделі, на основі якої вперше, попри кілька попередніх десятиріч розвідки родовища, локалізовано палеосклепіння Більської брахіантиклінали.
- Основним геологічним завданням на Західно-вільшансько-Решетняківській площі (2000 р.) було уточнення структурного плану приштокових зон у відкладах башкирського та серпуховського ярусів. Отримані в результаті оброблення та інтерпретації даних нові структурні побудови дали можливість уточнити зони поширення продуктивних горизонтів у відкладах юри, а також башкирського та серпуховського ярусів. Було докорінно змінено уявлення про тектоніку приштокової зони, особливо в північній

частині Старо-Санжарського штоку, в якій виділено нові тектонічно екрановані пастки й виконано прогноз перспективних ресурсів цієї зони.

- У підсумку проведення сейсморозвідувальних робіт 3D на Кобзівському газоконденсатному родовищі (2006 р.) вперше в Україні отримано такі результати:
 - на основі багатофакторного аналізу атрибутів сейсмічного хвильового поля виконано прогноз фільтраційно-ємнісних властивостей (ФЄВ) покладів вуглеводнів;
 - за даними кількісного прогнозування складено кубі та прогнозні карти параметрів ФЄВ: відносної глинистості, піщаності, пористості, газонасиченості та лінійних запасів з метою уточнення розподілу колекторів у продуктивних пластах Кобзівського газоконденсатного родовища.



Рисунок 7.

Польовий геофізичний табір NADRA Group (2000)

2009 року в Східному регіоні України (Юзівський блок) за світовими стандартами якості та HSE проведено сейсморозвідувальні роботи 2D на замовлення Shell Ukraine Exploration and Production International B.V. Виконання сейсморозвідувальних робіт на замовлення світового лідера в нафтогазовидобувній галузі дало змогу отримати досвід міжнародної співпраці за найвищими стандартами охорони праці, промислової безпеки та захисту довкілля, неоціненний для подальшого розвитку компанії.

Завдяки цьому NADRA Group стала єдиною компанією в Україні, яка впровадила такі стандарти, що відкрили можливість працювати на міжнародному ринку, виконуючи замовлення провідних видобувних компаній світу.

Наведені приклади отримання принципово нової геолого-геофізичної інформації для українських нафтогазовидобувних підприємств засвідчили прорив у ефективності розвідки нових родовищ нафти й газу.

Загалом NADRA Group виконала близько 7400 погонних км сейсморозвідувальних робіт за технологією 2D, 5000 кв. км польових сейсморозвідувальних досліджень за технологією 3D.

2.1.2. Свердловинна сейсморозвідка. Вертикальне сейсмічне профілювання (ВСП). 2008 року, після організації спеціального підрозділу ВСП, NADRA Group стає лідером українського ринку з таких досліджень. З цього часу метод ВСП став невіддільною частиною комплексу сейсморозвідувальних робіт. Метод дав можливість вивчати геологічну будову й фізичні властивості присвердловинних зон із використанням хвиль різних типів – поздовжніх, поперечних, обмінних, на основі аналізу характеристик цих хвиль, швидкостей їхнього поширення, загасання, просторової поляризації, характеру анізотропії гірських порід. ВСП ґрунтується на реєстрації усього спектра хвильового поля (багатохвильова сейсморозвідка). 2009 року цей метод було також впроваджено в офшорних дослідженнях свердловини Субботіна-1 із застосуванням пневмогармат.

Сейсмічні дослідження у свердловинах надали нові можливості оброблення та інтерпретації даних просторової сейсморозвідки, що сприяло отриманню уточнених відомостей для створення об'ємних моделей родовищ.

Загалом NADRA Group виконала 35 проєктів свердловинної сейсморозвідки.

2.1.3. Граві- та магніторозвідка. 2011 року NADRA Group впровадила методи потенціальних полів, які доповнили комплекс геофізичних досліджень нафтогазоносності території України. Комплексування об'ємної сейсморозвідки та магнітометричних і гравіметричних досліджень потребувало організації партії з граві- та магніторозвідки, зокрема, на основі придбання й впровадження сучасного обладнання фірми Scintrex – гравіметра CG-5 AutoGrav (Канада), завдяки чому здійснено високоточні гравіметричні дослідження кількох площ Східного регіону України.



Рисунок 8.
Гравіметричні спостереження (2011)

Разом із сейсмічними дослідженнями роботи методами потенціальних полів давали більш повну інформацію щодо геологічної будови родовищ нафти і газу.

Загалом NADRA Group виконала понад 1000 кв. км граві- й магніторозвідки.

2.1.4. Оброблення та інтерпретація геологічної, геофізичної і промислової інформації. Обсяги польових спостережень, які постійно зростали, потребували засобів для їхнього узагальнення, оброблення та інтерпретації. Тому NADRA Group було створено потужний Центр обробки та інтерпретації геолого-геофізичної інформації (Центр), професійність роботи якого та вміння вирішувати найскладніші геологічні завдання схвально оцінені замовниками, поміж яких провідні світові компанії. Центр вирішував складні завдання з пошуків та розвідки нафти й газу завдяки придбанням потужних обчислювальних станцій та застосуванню найкращого програмного забезпечення провідних світових компаній Schlumberger, Paradigm та інших, а також програмних продуктів власного розроблення.

Так, 2001 року було впроваджено передове ліцензійне програмне забезпечення для оброблення та інтерпретації сейсмічних даних Focus (Paradigm, США), 2005 року – програмне забезпечення для геолого-економічного концептуального аналізу, оптимізації та детального оцінювання витрат під час розвідки та видобування нафти й газу – Asset (IHS Energy, США), 2007 року – програмне забезпечення для інтерпретації сейсморозвідувальних даних – Petrel (Schlumberger), а 2012 року – програмне забезпечення з гідродинамічного моделювання родовищ – Eclipse (Schlumberger). Крім того, розроблено та запатентовано власне програмне забезпечення для оброблення сейсмічних даних на відеокартах (GPU).

У підсумку базовими пакетами для оброблення сейсморозвідувальної інформації стали Focus, GeoDepth, Prestack Depth Migration, а базовими пакетами для інтерпретації даних – Petrel, SeisX, VoxelGeo. Моделювання сейсморозвідувальних даних виконувалося з використанням програми Tesseral.



Рисунок 9.
Робота Центру обробки та інтерпретації геолого-геофізичної інформації (2011)



Рисунок 10.

Колектив Центру обробки та інтерпретації геолого-геофізичної інформації (2011)

Важливим кроком уперед стали застосування методу об'ємної престокової глибинної міграції сейсмічних даних та побудова якісних геологічних моделей для вивчення зон складної тектонічної будови, ділянок розвитку солянокупольної тектоніки, наявності значно викривлених відбивальних меж та значної кількості дифрагуючих об'єктів.

Таким чином, уперше в Україні було побудовано об'ємні цифрові геологічні моделі родовищ вуглеводнів, суттєво уточнено наявні структурні побудови та отримано принципово нові геологічні результати. Діяльність Центру реалізовувалася за регламентами системи управління якістю, розробленої на основі міжнародного стандарту ISO 9001:2000.

Підтвердженням високого професіоналізму компанії стала організація 2015 року філії Центру обробки та інтерпретації геолого-геофізичних даних в Індії (м. Делі) із залученням індійських спеціалістів.

Як підсумок, завдяки діяльності Центру було ефективно вирішено завдання інформаційного та параметричного забезпечення оброблення та інтерпретації даних сейсмозрозвідки, підрахунку запасів вуглеводнів, здійснено роботи з вивчення складно побудованих розрізів свердловин, а саме: карбонатних утворень, порід кристалічного фундаменту, тонкошарових теригенних відкладів. Кінцевим результатом роботи Центру стала побудова достовірних геологічних моделей резервуарів вуглеводнів, які забезпечили успішне буріння свердловин і максимальне збільшення запасів вуглеводнів на ліцензійних ділянках нафтових компаній. NADRA Group набула великого досвіду зі створення постійнодіючих геолого-геофізичних моделей і проведення моніторингу родовищ.

Загалом NADRA Group складено й захищено понад 350 звітів про геологічне вивчення, підрахунок й аудит запасів із побудовою детальних фільтраційно-ємнісних моделей родовищ нафти й газу; створено 5 постійнодіючих гідродинамічних моделей родовищ нафти й газу.

Головний здобуток NADRA Group в Україні – відкриття 83 нових родовищ та покладів нафти й газу.

2.1.5. Робота та дослідження у свердловинах. NADRA Group виконувала повний комплекс промислово-геофізичних досліджень і робіт у всіх видах свердловин із кількісним оцінюванням виявлених нафтогазоносних пластів та наданням висновків про можливість отримання з них промислового припливу. Вона мала у своєму розпорядженні геофізичні прилади й обладнання для проведення досліджень у рудних, вугільних та інших свердловинах малого діаметра.



Рисунок 11.

Вимірювання діаметра свердловини (2005)

NADRA Group була першим в Україні виконавцем нових, унікальних методів досліджень: пластової нахилометрії, багатозондової та компенсованої акустики, нейтронного зондування. Партію геотехнологічних досліджень було оснащено цифровими станціями з геологічними кабінами для оперативного оцінювання нафтогазоносності розрізу в процесі буріння. В компанії було створено окремий структурний підрозділ – відділ гідрогазодинамічних досліджень, де розробляли та впроваджували у виробництво нові методики оцінювання дренажних запасів вуглеводнів пласта й визначення основних геолого-промислових параметрів розроблення покладів нафти й газу. Підприємство проводило багатоциклове випробування пластів за однопакерною та двопакерною схемами з відбиранням проб за збереження пластових умов.



Рисунок 12.
Каротажна техніка NADRA Group на свердловині (2011)

2006 року було запроваджено новий вид робіт: контроль за процесом інтенсифікації припливів вуглеводнів із моніторингом всіх операцій, проведених у свердловині, та динамікою зміни робочих характеристик пласта в процесі інтенсифікації.

Старіння наявного фонду експлуатаційних свердловин потребувало сучасних, точних і якісних приладів для діагностики та планування їхнього капітального ремонту для подальшої експлуатації (Загороднюк, Кашуба, 2011). NADRA Group – єдина з українських компаній, що володіла комплексом приладів контролю за технічним станом свердловин виробництва фірми Sondex (Велика Британія), які використовують провідні світові компанії (Halliburton Company, Schlumberger, Weatherford та ін.).

Контроль за технічним станом обсадних колон і насосно-компресорних труб у свердловинах за тиску до 138 МПа і температури 175°C здійснювався комплексом приладів фірми Sondex (Велика Британія), до складу якого входять: 40-важільний трубний мікропрофіліметр (MIT), електромагнітний дефектоскоп-товщиномір з 12 сегментованими датчиками (МТТ), 8-канальний радіальний акустичний цементомір (RBT). Усі прилади з'єднувалися в збірку та обладнувалися додатковими модулями гамма-каротажу (ГК),

локаторами муфт (ЛМ), термометром та інклінометром. Робота в збірці давала змогу проводити повний комплекс досліджень технічного стану свердловини за одне спускання/підймання.

Контролювання робочих інтервалів та виявлення аномальних перетоків флюїдів проводилися комплексними приладами, які здійснювали одночасний запис дев'яти параметрів: високочутливої термометрії, термодобітометрії, резистивіметрії, вологометрії, манометрії, шумометрії (три діапазони), ЛМ та ГК для точної прив'язки до геологічного розрізу. Комплекс названих методів міг застосовуватися з використанням апаратури PLT-9, КСАТ-7.

Свідчення досвіду та професіоналізму у виконанні перфораційних робіт – промисловий приплив газу, отриманий після повторного проведення прострі-



Рисунок 13.
Підйомник каротажний самохідний на базі NADRA Group (2011)

лочно-вибухових робіт (ПВР) у свердловині № 101 Степова (4849–4855 м, 4876–4879 м). Ці інтервали були неодноразово перфоровані зарубіжними виконавцями, але припливу вуглеводнів у результаті їхньої роботи не було отримано.

Приклади вирішення складних геологічних завдань

1. Обґрунтування можливості отримання припливів з ущільнених колекторів, виділення їх у розрізах свердловин і кількісне оцінювання параметрів та характеру насичення. Такі роботи проведено на Муратівському, Крутогорівському, Кобзівському, Вишневському родовищах, Зах.-Шебелинській площі.

2. Виявлення зон розущільнення порід та характеру їхнього насичення у кристалічних породах докембрію. Результати таких оцінювань уперше використано під час підрахунку запасів Юліївського родовища.

3. Виділення у розрізах свердловини низькоомних продуктивних колекторів. Приклад: виділений низькоомний горизонт Б-11 у свердловині № 14 Ульяновська (2002–2014 м), з якого отримано промисловий приплив вуглеводнів.

4. Виявлення нафтогазоносних об'єктів за умов низької мінералізації пластових вод із застосуванням технологій, розроблених NADRA Group для випадків, коли

традиційні методи оцінювання характеру насичення колектора низькоєфективні (акустичне та нейтронне зондування).

5. Результати перегляду та переінтерпретації фахівцями NADRA Group матеріалів ГДС старого фонду свердловин «Укрбургаз», ПАТ «Укрнафта» та інших видобувних компаній, призвели до відкриття шести родовищ нафти та газу (Пн.-Коробочкинське, Аксютівське, Оливинівське, Денисівське, Борове, Крутогорівське) та виявлення низки нових покладів (Пд.-Шевченківське, Максальське, Сахалінське та Пн.-Волвенківське родовища).

6. На Селюхівському родовищі проведено переінтерпретацію наявних геолого-геофізичних матеріалів та виявлено у візейській карбонатній «плиті» інтервали нафтонасичених порід. Із цих інтервалів у результаті випробувань отримано промислові припливи нафти. Під час виконання аналогічних робіт відкрито Денисівське родовище.

Загалом NADRA Group здійснено геофізичні дослідження і роботи у понад 260 свердловинах із відкритим стовбуром та у понад 130 облаштованих свердловинах. Отримано досвід роботи на морських платформах у межах української частини акваторій Чорного та Азовського морів.

2.1.6. Облаштування свердловин і їхнє підключення до нафтогазопроводів. Хоч основний акцент у роботі NADRA Group зосереджувався на комплексних послугах широкого спектра з розвідки родовищ нафти й газу, до структури NADRA Group увійшли кілька компаній, що займалися видобуванням природного газу (відповідні ліцензії NADRA Group отримала в середині 1990-х років) – ТОВ «Магнік», ЗАТ «Тисагаз», основними напрямками діяльності яких був пошук та розвідка родовищ газу, їхнє розроблення. Розвідка та облаштування родовищ важковидобувних запасів природного газу здійснювалася в Західному нафтогазоносному регіоні України (Закарпаття), видобувні роботи велися на Станівському та Русько-Комарівському родовищах.

NADRA Group видобувала газ на найвідомішому з потенційних газових родовищ Закарпаття – Русько-Комарівському – протягом 2002–2011 років. Однією з особливостей газоносності його покладів є хімічний склад природних газів, який характеризується значною часткою азоту і вуглекислого газу.

Загалом NADRA Group з цього родовища було видобуто близько 100 млн м³ природного газу. На Станівському родовищі 2004 року відбулось обводнення свердловини, і видобування припинили.

NADRA Group набула досвіду розроблення родовищ, зокрема, облаштування свердловин, їхнього підключення до газопроводів, супроводження видобування природного газу, виконання відповідних регламентних робіт у свердловинах.

Таким чином, напрям діяльності NADRA Group в нафтогазовій галузі охоплював увесь апстрім (Upstream – повний цикл розробки родовищ): від планування, пошуку і розвідки родовищ нафти і газу до введення в експлуатацію свердловин і супроводження видобутку.

2.2. Мінеральні ресурси

Загалом діяльність NADRA Group охоплювала не тільки основні ланки пошуково-розвідувального циклу робіт із видобування нафти й газу, а зосереджувалася також на дослідженні твердих корисних копалин і підземних вод: починаючи з прогнозно-металогенічного вивчення й оцінювання ресурсної бази територій, великомасштабного картування та пошукових робіт і завершуючи експлуатаційною розвідкою, дослідженням свердловин та їхнім обслуговуванням.

NADRA Group брала участь у геологічній та експлуатаційній розвідці кількох родовищ мінеральних ресурсів України, займалась розвідкою та дослідно-промисловою експлуатацією родовищ. Зокрема, у Вінницькій області реалізовано два самостійні проекти щодо розвідки та видобування мінеральних ресурсів: БАТ «Іванівський спецкар'єр» та ТОВ «Жежелівський каолін».

Іванівське родовище гранітів розроблялось відкритим способом з 1963 року як джерело отримання будівельних матеріалів. Державне підприємство, засноване 1960-х роках, було приватизоване на початку 1990-х років і у 2001 році перейшло під повний контроль NADRA Group.

NADRA Group реалізовувала проєкт як видобування природних абразивних гранатів, а не лише щебеню. З метою оцінювання якості ресурсів родовища, починаючи з 1997 року Центр тестування корисних копалин (Centre de Recherche Minerale, Квебек, Канада) виконав дослідження технології збагачення руд з представницької проби: об'єм гранату, отриманого шляхом магнітного розділу, становив 21,77% об'єму початкової сировини. У 2000 році на заводі компанії Bohler Hochdrucktechnik GmbH (Австрія) виконано тестування абразивного гранату Іванівського родовища для гідрорізання нержавійної сталі та алюмінію під час виготовлення деталей літаків корпорації «Боїнг». Якість різання не поступалась гранату BARTON-Garnet (США). NADRA Group було розроблено проєктну документацію та бізнес-план виробництва гранатового концентрату на Іванівському родовищі гранітів і абразивного гранату.

Після насичення світового ринку розсипними гранатами з низькою собівартістю з США, Індії та Австралії, ціни на гранат упали, а його видобування з кристалічних порід, зокрема, і в Україні, стало малоприбутковим. Внаслідок цього у березні 2019 року NADRA Group вийшла із проєкту і продала акції БАТ «Іванівський спецкар'єр».

ТОВ «Жежелівський каолін» здійснював видобування, перероблення (подрібнення) та продаж каоліну. Каолін – інертна речовина, яка не справляє шкідливого впливу на довкілля, тому видобування каоліну здійснювалось способом відкритих гірничих робіт.

Спектр послуг поширювався на значну кількість мінеральних ресурсів в Україні та за кордоном. Фахівці компанії надавали консультативні послуги з оцінювання перспективності золоторудних об'єктів у Монголії, Гані, Малі, Танзанії. Реалізовано проєкти з розвідки та видобування каоліну в Африці. Для залучення іноземних інвестицій у мінерально-сировинний сектор економіки України підготовлені та презентовані потенційним інвесторам

матеріали з геолого-економічного оцінювання родовищ і проявів руд літію, міді, кобальту, титану, золота, рідкісно-земельних металів. Складено програму вивчення покладів зернистих фосфоритів Варської площі (Чернігівська область) і розроблено технологію їхнього свердловинного гідровидобування.

2.3. Водні ресурси

NADRA Group почала свою діяльність із природоохоронного руху. Саме тому екологічний підхід застосовувався впродовж усієї діяльності компанії. Зокрема, реалізуючи проекти з пошуку, розвідки та видобування нафти й газу, фахівці NADRA Group велику увагу приділяли збереженню водних ресурсів на етапах буріння свердловин та експлуатації родовищ, що супроводжувалися низкою заходів з охорони поверхневих та підземних вод.

Під час побудови 3D моделей родовищ на основі всього комплексу сейсмічних та інших геофізичних даних залучались експерти-гідрогеологи для консультацій щодо наявності та місця розташування водоносних горизонтів і комплексів. У процесі планування закладання свердловин обов'язково передбачались заходи зі збереження підземних, ґрунтових та поверхневих вод з метою запобігання їхньому забрудненню. На етапі експлуатації родовищ і виконання робіт та досліджень у свердловинах оцінювався технічний стан свердловин найсучаснішим обладнанням фірми Sondex (Велика Британія), зокрема, в інтервалах розташування водоносних горизонтів, і надавались рекомендації щодо проведення ремонтів свердловин, які унеможлилювали потрапляння у поверхневі й підземні води питного водопостачання кислот, лугів, поверхнево-активних речовин, полімерних розчинів та інших хімічних реагентів, що використовують під час видобування нафти й газу.

Було реалізовано низку консалтингових проектів, пов'язаних з підземними водами України, для іноземних та українських компаній. Бурова компанія у складі NADRA Group виконувала буріння термальних та водяних свердловин; здійснювала пошук і розвідку питних та геотермальних вод, картування підземних горизонтів та водних потоків, виконала низку проектів з розвідки та подальшого видобування термальних вод для санаторно-курортних організацій Закарпаття.

Протягом 2015–2018 років фахівці NADRA Group на запрошення ГО «Спілка геологів України» (СГУ) брали участь у виконанні проекту Рамкової програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій «Горизонт 2020» KINDRA (Knowledge Inventory for Hydrogeology Research / Інвентаризація знань з гідрогеологічних досліджень), який оцінює наявні на території ЄС практичні та наукові дослідження стосовно підземних вод на основі нової Системи класифікації гідрогеологічних досліджень (HRC-SYS). Класифікація дає можливість систематизувати роботу, документи, проекти, звіти, бази даних тощо для полегшення майбутніх пошуків та аналізів; сприяє створенню мережі та розширенню спільноти геологів і зацікавлених осіб, що займаються вивченням підземних вод.

3. Виробництво приладів і обладнання для розвідки і видобування енергетичних, мінеральних та водних ресурсів

Усередині 1990-х років NADRA Group, займаючись наданням геологічних та геофізичних послуг нафтогазовидобувним компаніям України та Російської Федерації, отримала змогу викупити контрольні пакети акцій стрийського заводу «Металіст», київського заводу «Геофізприлад» та роменського заводу «Геотехніка». Під час приватизації зазначених підприємств визначено мету – розроблення власних передових технологій, які забезпечували б необхідними приладами і обладнанням сервісні компанії NADRA Group.

Саме такий підхід демонструють лідери світового сервісного ринку Schlumberger, Halliburton Company, Baker Hughes, Weatherford та інші.

На час придбання підприємства перебували в надзвичайно скрутному стані: колосальні виробничі потужності та величезні площі, що потребували неабияких експлуатаційних витрат, застаріле устаткування, величезна заборгованість за податками та виплаті зарплат співробітникам, відсутність замовлень та, фактично, брак нових ідей. Значні інвестиції дали змогу зберегти трудові колективи заводів у період перебудови, ліквідувати борги з заробітної плати та перед бюджетом, відновити та модернізувати виробничі потужності, здійснити їхнє технічне й технологічне переоснащення, розширити асортимент і ринки збуту продукції.

3.1. Верстати для буріння та ремонту свердловин: «Діскавері бурове обладнання» (Discovery Drilling Equipment LTD)

ТОВ «Діскавері бурове обладнання (Україна)» – підприємство з розроблення та виготовлення бурових верстатів. Виробництво компанії в Україні організоване на потужностях Стрийського заводу «Металіст», тут було налагоджене виробництво найсучасніших бурових верстатів компанії Discovery Drilling Equipment.

1885-й – рік заснування перших виробництв Стрийського заводу громадянами Великої Британії Перкінсоном та Макінтошем для випуску бурового обладнання на Галичині, в одному з основних на той час нафтогазовидобувних регіонів Європи й світу.

У 1946 році на заводі працював 61 співробітник, а у 1979-му площа будівель заводу займала 28 тис. кв. м. У 1986 році відбувається повна реконструкція, і завод стає провідним підприємством Міністерства геології СРСР, виробником бурової техніки та обладнання.

Повної трансформації завод зазнав у середині 1990-х років уже в складі NADRA Group. Розвиток заводу був зумовлений зростаючими вимогами до створення в країні мінерально-сировинної бази, забезпечення геологорозвідників сучасними технічними засобами для буріння глибоких свердловин. Номенклатура виробленої заводом продукції постійно оновлювалась, розширювалась і налічувала десятки найменувань.

У цей період фахівці опанували нові види продукції та технологічні процеси, підвищили їхні техніко-економічні показники. Випускається багато нової продукції:

гідравлічний автокран АКС-12,5 на шасі УРАЛ-5557, агрегат для освоєння та ремонту свердловин АОРС-60, тягові мости до автонавантажувачів: 1,6 т, 3 т, 5 т, кранова установка «Надра», вежа бурова ВБ-53, ланцюг 2АН-50,8, шків до кронблоку і талевої системи. З 1997 року підприємство займалося виготовленням і постачанням замовникам бурових верстатів та верстатів для ремонту свердловин. На заводі здійснено серійне виробництво агрегатів АОРС-40, АОРС-60, АОРС-80 для ремонту нафтових і газових свердловин, а також виготовлення на базі АОРС-60 бурового агрегата УБ-60. В цей період продукція заводу мала попит не тільки в Україні, але й у країнах колишнього Радянського Союзу.

У 2006 році внаслідок реструктуризації NADRA Group, виробництво бурових верстатів було виділено в окремий напрям бізнесу і Discovery Drilling Equipment LTD почав працювати під власною торговою маркою.

На підприємстві створюється потужне конструкторське бюро (КБ) з розроблення нового покоління сучасних бурових верстатів вантажопідймальністю від 125 до 1000 тонн, верстатів для ремонту свердловин та відповідного бурового обладнання.

На роботу до КБ були запрошені фахівці найвищої кваліфікації, зокрема, із США, Канади, Великої Британії та інших країн.

В результаті роботи КБ було розроблено технічну документацію світового рівня. В 2007 році компанія була сертифікована та отримала монограми API (American Petroleum Institute), що дало можливість Discovery Drilling Equipment LTD вийти на глобальний ринок.

Особливістю бурових верстатів та верстатів для ремонту свердловин було використання найкращих комплектуючих, переважно виробництва США та Європейських країн, довершена простота конструкції та надзвичайна надійність в експлуатації.

Обладнання Discovery Drilling Equipment LTD нічим не поступалося продукції найкращих світових виробників, але було значно дешевшим.

Виготовлено і здійснено постачання у Польщу стаціонарного бурового верстата вантажопідймальністю 450 тонн для компанії Nafta Pila (PGNiG Group), а до Нігерії – установку вантажопідймальністю 600 тонн на замовлення компанії KCA Deutag, стаціонарного бурового верстата до Казахстану. Також у цей час було виготовлено три бурові верстати вантажопідймальністю 350 тонн у полярному виконанні та дві установки 600 тонн для роботи в пустелі для компанії Weatherford.

У 2011 році виготовлено і здійснено постачання у Німеччину обладнання для очищення бурового розчину на замовлення компанії Max Streicher, а до Індонезії – комплектуювальні частини до бурового верстата вантажопідймальністю 1000 тонн на морській платформі.

Пізніше було спроектовано і виготовлено дві мобільні бурові установки вантажопідймальністю 125 тонн та одну на 136 тонн для українських приватних компаній, а згодом два повні комплекти стаціонарних бурових установок вантажопідймальністю 500 і 650 тонн також для української бурової компанії «Укрбурсервіс», одна з яких пробурила свердловину глибиною 6620 м. До цього



Рисунок 14.

**Мачта, крон-блок та талевий блок вантажопідймальністю 1000 т.
Бурова морська баржа.
Індонезія, 2011 рік
Замовник: Mega Drill**



Рисунок 15.

**Мобільна бурова установка СА600D-M-W150T
(вантажопідймальність 125 м.т.)
Україна, 2012 рік
Власник: «Спецмехсервіс»**



Рисунок 16.
Бурова установка SL 2500T-AC-50H-3P-650T
 (вантажопідіймальність 590 м.т.)
 Казахстан 2015 рік
 Спільний проект з компанією «Жигермунайсервіс». Кінцевий замовник: «КазПетроДріллінг»



Рисунок 18.
Бурова установка SL 2000T-AC-50H-3P-500T
 (вантажопідіймальність 454 м.т.)
 Полтава, 2019 рік
 Власник: «БК Укрбурсервіс»



Рисунок 17.
Система переміщення бурової установки SL 2500T-AC-50H-3P-650T.
 Кувейт, 2017 рік.
 Проект для компанії Везерфорд (WDI). Кінцевий замовник «Кувейтська нафтова компанія» (КОС)



Рисунок 19.
 Візит п'ятого Президента України Петра Порошенка на підприємство Discovery Drilling Equipment Ltd .
 На фото: Петро Порошенко та Андрій Загороднюк

стаціонарні бурові установки компанії відправляли тільки на експорт.

Загалом виготовлено 60 верстатів для капітального ремонту свердловин.

Сьогодні ТОВ «Діскавері бурове обладнання (Україна)» – компанія, сферою діяльності якої є розроблення та виробництво повнокомплектних бурових установок

та вузлів до них для буріння та обслуговування нафтогазових свердловин. Bazуючись на власних інженерних розробках, маючи багатонаціональну команду досвідчених спеціалістів, а також власне виробництво на території України, компанія випускає мобільні та стаціонарні бурові установки світового рівня і широкою номенклатури.

Бурові верстати й установки для капітального ремонту свердловин та окреме устаткування до них постачалися до Великої Британії, Індонезії, Казахстану, Колумбії, Нігерії, Оману, Польщі, Саудівської Аравії, Туркменістану. Виготовлення сучасних бурових верстатів здійснювалося на замовлення провідних компаній світу: Star Energy Ltd (Велика Британія), Oil & Gas Drilling Company «NAFTA» (Польща), Weatherford Drilling International Ltd (Кувейт, Колумбія), Max Streicher (Німеччина) та ін. продукція підприємства використовується для надання послуг таким промисловим гігантам як BP, Shell, Chevron та іншим.

3.2. Прилади для дослідження свердловин: Київський завод «Геофізприлад»

Датою заснування заводу «Геофізприлад» є травень 1945 року. З 1988 року завод знаходився у прямому підпорядкуванні Міністерства геології України. 18 червня 1996 року рішенням Фонду держмайна України відбулось перетворення державного підприємства «Київський дослідно-експериментальний завод „Геофізприлад“» у Відкрите акціонерне товариство «Київський завод «Геофізприлад».

За радянських часів підприємство використовувало розробки, що надходили централізовано з РФ.

2000 року NADRA Group створює власне українське конструкторське бюро, головним завданням якого стає розроблення нового покоління приладів світового рівня для підрозділів NADRA Group та широкого кола сервісних геофізичних компаній.

2005 року завершено етап комплексного технологічного переоснащення геофізичного приладобудування. Модернізовано цехи металооброблення та складальне виробництво з випробувальними лабораторіями та тестовими свердловинами. Плани конструювання нової техніки й розроблення технологій було переорієнтовано на отримання продукції, що відповідає кращим світовим стандартам галузі. Впроваджено в практику конструювання програмно-апаратні комплекси 3D-модельювання та технологічне проектування Parametric Technology Corporation (PTC).



Рисунок 20.
Виготовлення каротажних приладів (2011)

Було завершено створення повноциклового виробництва, до якого належали також метрологічний центр, лабораторія з сертифікації геофізичної техніки та сервісний центр. NADRA Group була розробником нової для України (але вже прийнятої у світі) техніки для промислової геофізики. Це і гіроскопічні інклінометри, що широко використовуються для горизонтального буріння та забурювання бічних стовбурів, і спеціальні акустичні прилади, які давали можливість збирати такі геологічні параметри про середовище, які раніше неможливо було отримати, або ж забезпечували значно вищу точність вимірювань і правдивість величин цих параметрів. Також це були нові прилади для нейтронних методів, пластової нахилометрії, що давали змогу вивчати геологічну будову підземних об'єктів, зокрема покладів нафти й газу.

Завод опанував та налагодив промислове виробництво понад 200 видів свердловинної геофізичної апаратури, найвідоміші з яких: термобаростійка апаратура для надглибоких свердловин серії «Агат», прилади хвильового акустичного каротажу АКВ-1, електричного та індукційного каротажу ЕК-1 і АИК-5М, профілеміри СКПД-3, апаратура радіоактивного каротажу СРК, а також КУРА-2м для рудного каротажу та багато інших, у тому числі й унікальних.

Основними замовниками свердловинних геофізичних приладів і геологорозвідувального обладнання були провідні геофізичні компанії Азербайджану, Білорусі, Казахстану, Російської Федерації, Туркменістану, Узбекистану й України, поміж яких: «Газпромгеофізика», «Оренбургнафтогазгеофізика», «Тюменська нафтова компанія», «Сургутнафтогазгеофізика», «Юганська нафтогазгеофізика», Держконцерн «Туркменгаз», Держконцерн «Туркменнафта», «Узбекнафтогазгеофізика», «Казпромгеофізика», «Казахойлпромгеофізика», Державна нафтова компанія Азербайджану (SOCAR), «Білорусьнафта», «Білгеологія» та ін.

Досвід робіт: виготовлення і постачання компаніям Азербайджану, Білорусі, Казахстану, Росії, Туркменістану, України та інших країн понад 2 000 геофізичних свердловинних приладів. Також розроблено, виготовлено і здійснено постачання замовникам модульних цифрових геофізичних приладів, багатозондових програмно-апаратних комплексів широкохвильового акустичного дослідження для контролю за проведенням гідророзриву пластів, цифрових інклінометричних приладів – гіроскопів.

3.3. Устаткування для роботи в свердловинах, інфраструктури польових партій: ВАТ «Геотехніка» (Ромни)

У 30-ті роки минулого століття відбулися великі геологічні події, до яких належить відкриття нафти на території Лівобережної України, а саме – на Роменському соляному куполі. Це ознаменувало початок розвідки й експлуатації однієї з найбільших в Україні нафтових провінцій – Дніпровсько-Донецької западини і, відповідно, роменської нафти.

Перед початком Другої світової війни, з 1938 року, на території ВАТ «Геотехніка» були розташовані ремонтні

майстерні, що обслуговували Роменську нафторозвідку та нафтопромисли в районі с. Герасимівки.

Під час Другої світової війни підприємство було практично знищене; відразу після війни почали відновлювати цехові приміщення, процес відбудови тривав упродовж 1945–1950 рр. А суттєве технічне переоснащення і розширення виробничих потужностей відбулося у 1978 р.

Обсяги виробництва підприємства, яке було вже в структурі NADRA Group, починаючи з 1997 р., постійно збільшуються, розширюється асортимент виробів без зміни основного напрямку виробництва. У 2001 р. завод перейменовано на ВАТ «Геотехніка».

Увійшовши у склад NADRA Group, завод спеціалізувався на виготовленні мобільних вагон-будинків різних модифікацій та розмірів, модульних об'єктів, створенням та облаштуванням інфраструктури польових партій, геологорозвідувального й бурового обладнання та запчастин, а також забезпеченням спеціалізованим обладнанням видобувних компаній.

Отже, завод вважався одним із провідних виробників мобільних вагон-будинків каркасного та контейнерного (на базі нових 20- і 40-футового контейнерів) типу в Україні.

2005 року було завершено розроблення технічної документації та впровадження у виробництво модульних житлових конструкцій (вагон-будинків) за міжнародними стандартами HSE (health, safety and environment).

Отже, після того, як власником заводів стала NADRA Group, одночасно було реалізовано два завдання: підприємства відновили виробничі потужності та переорієнтувались на світові стандарти та нові ринки.

4. Захист і збереження довкілля

З огляду на впровадження вимог міжнародних сертифікатів у діяльність компанії NADRA Group особливу увагу приділяла HSE, зокрема, було здійснено відповідну сертифікацію виробництва за трьома напрямками: якість робіт, техніка безпеки та охорона довкілля.

За роки продуктивної роботи в компанії сформовано команду професіоналів, об'єднаних сучасною корпоративною культурою, що глибоко розуміють як виробничі процеси замовників, так і необхідність відповідності світовим стандартам якості роботи, безпеки, охорони довкілля (*Загороднюк, 2005а–в*). Система екологічного менеджменту ISO 14001:2004 є частиною системи корпоративного управління та важливим елементом керування, забезпечує єдиний підхід до управління охороною довкілля у компаніях – виконавця проекту, що позитивно впливає на його конкурентність та інвестиційну привабливість.

2000 року NADRA Group стає генеральним інформаційним та фінансовим партнером Громадської організації (ГО) із захисту довкілля «Чиста хвиля». ГО «Чиста хвиля», що об'єднала фахівців з екології, геології, біології, медицини, освіти, мала регіональні осередки в більшості областей України, а також спільноти за професійним спрямуванням.

2001 року представники організації взяли участь в експедиції до Антарктиди та проведенні екологічних досліджень на цьому континенті.

2005 року ГО «Чиста хвиля» спільно з Київською міською держадміністрацією провела науково-практичну конференцію «Київ та Київське море: проблеми співіснування».

ГО «Чиста хвиля» вела активну суспільну діяльність. Керівник організації – Антоніна Єришева обіймала



Рисунок 21.
Мобільний вагон-будинок (2008)



Рисунок 22.
ГО «Чиста хвиля» – організатор всеукраїнської конференції до Дня довкілля (2005)



Рисунок 23.
NADRA Group – партнер ГО «Чиста хвиля» (м. Севастополь, 2007)



Рисунок 24.
Участь у заходах зі збереження довкілля співробітників NADRA Group (11.04.2009)

посаду голови громадської ради Міністерства екології та природних ресурсів України, була членом громадських рад Київського міського управління екології й охорони природних ресурсів та Державного агентства екології, а також учасником Координаційної ради з екологічного маркування.

2007 року ГО «Чиста хвиля» разом із NADRA Group в м. Севастополі презентували проєкт «Проведення заходів щодо комплексного очищення Азово-Чорноморських акваторій з їхньою наступною екологічною паспортизацією». До роботи були залучені провідні фахівці севастопольських та інших кримських наукових та освітніх закладів (Загороднюк та ін., 2007).

Протягом 2000–2015 років підтримувались змагання дружнього до довкілля вітрильного спорту («Весняний Київ», «День Києва», «Вітрила Оболоні», «Міжнародна Київська регата», «Травневі вітрила» та «Добрий спомин»).

2016 року було організовано спільне з Danish Geology and Ecology (DGE) Group (Данія) підприємство для виконання проєктів, які демонструють нові можливості позитивного впливу на стан довкілля та протидії змінам клімату.

Отже, NADRA Group завжди надавала пріоритетне значення захисту довкілля, її кваліфікований персонал з екологічного управління здійснює відповідне оцінювання проєктів та має позитивний досвід супроводу міжнародних проєктів (Загороднюк, 2015 а–в).

5. Освітня і просвітницька діяльність у сфері наук про Землю є органічною складовою роботи NADRA Group на всіх етапах її розвитку.

1996 року засновано Інститут Тутковського. Поштовхом до створення закладу освіти стали нові реалії, в яких працювала NADRA Group, організовуючи навчання для замовників робіт, що звикли працювати з паперовими документами, системно та послідовно спрямовуючи їх на використання електронних носіїв інформації. У 2005 році інститут отримав ліцензії Міністерства освіти й науки України на надання освітніх послуг з напрямів «Геологія» та «Гірництво», згодом – зі спеціальності «Екологічна



Рисунок 25.
Візит до України голови Американської асоціації нафтових геологів (AAPG) Роберти Гріс – вперше серед країн СНД відбулася презентація AAPG (2001)



Рисунок 26.
Інститут Тутковського – курси підвищення кваліфікації у ДКЗ (2009)



Рисунок 27.
П.О. Загороднюк відкриває європейську регіональну конференцію AAPG у Києві (18.10.2010)



Рисунок 28.
Курс лекцій «Пошук, розвідка та розробка сланцевого газу, газу в ущільнених породах, метану вугільних пластів».
Лектор – технічний директор Shell Ukraine Exploration and Production Дітмар Нойхаус (12.05.2011)

безпека». Навчальний процес забезпечували чотири кафедри інституту: геології, геофізики, корисних копалин і раціонального природокористування, екологічної та промислової безпеки.

З 2009 року Інститут разом із ГО «Спілка геологів України» успішно реалізовували програму «Підвищення кваліфікації фахівців нафтогазової галузі України для міжнародного співробітництва та роботи в західних компаніях». Програму здійснено коштом NADRA Group за партнерської підтримки компаній Shell, Halliburton Company, Regal Petroleum, Discovery Drilling Equipment і профільних міжнародних громадських організацій: Американської асоціації нафтових геологів (AAPG), Європейської асоціації інженерів-геологів і геофізиків (EAGE), Товариства геофізиків-розвідників (SEG), Європейської федерації геологів (EFG).

Відбулося 30 лекційних курсів і семінарів, проведено 36 двотижневих курсів із підвищення кваліфікації у

сфері ефективного й збалансованого використання природних ресурсів. Дипломи державного зразка отримали 454 слухачі. З 2012 року тематика заходів і список учасників розширюються у зв'язку з початком реалізації ініційованої СГУ та NADRA Group Програми працевлаштування та адаптації до умов ринкової економіки фахівців геологорозвідувальної галузі з метою збереження кадрового та інтелектуального потенціалу української геології, затвердженої на V з'їзді геологів України. Освітня і просвітницька діяльність сприяє підготовці українських геологів до виконання вимог, які ставлять перед ними сучасні роботодавці.

Упродовж 2017–2018 років успішно проводилися курси підвищення кваліфікації «Геофізичні дослідження свердловин шляхом використання сучасних технологій» для фахівців УкрНДІгаз – найпотужнішого наукового центру газової промисловості України, лектори – фахівці-геофізики, відомі вчені та практики А.О. Касьян, О.М. Карпенко, А.В. Старостін. У липні 2018 року була реалізована програма навчання за темою «Геофізичні дослідження свердловин – сучасний погляд», лектор – А.В. Старостін. У вересні 2019 року відбулася лекція Імре Сілагі (університет Лоранда Етвеша Будапешта, AAPG) «Practices of Exploration Project Economic Evaluations / Практика економічного оцінювання розвідувальних проектів».

Основні навчальні курси здійснювалися за напрямками: HSE, геологія, геофізика, промислова геофізика, буріння, освоєння свердловин, видобування, економіка і право, фахова англійська мова.

Підготовка в Інституті професіоналів нової генерації, що володіють найсучаснішими геологорозвідувальними технологіями, спрямована на якнайшвидшу інтеграцію України в Європейське та світове товариство. У програмах підвищення кваліфікації та семінарах Інституту Тутковського, організованих за спонсорської підтримки NADRA Group, взяли участь як фахівці компанії, так і понад 2000 представників 100 сервісних і видобувних компаній країн СНД. За час діяльності NADRA Group її фахівці опублікували 700 наукових статей, 11 монографій, було запатентовано 35 авторських



Рисунок 29.
Члени редакційної колегії журналу «Геолог України» (2004)



Рисунок 30.
Лекційний курс президента AAPG професора Пола Веймера на геологічному факультеті Київського університету (16.03.2012)

винаходів. За спонсорської підтримки NADRA Group видано 45 кварталних випусків наукового журналу «Геолог України» та три «Збірники наукових праць Інституту Тутковського».

NADRA Group стала ініціатором створення у 2000 році громадської організації «Співка геологів України» (СГУ, Співка), фінансовим та інформаційним партнером Співки та її друкованого органу – журналу «Геолог України».

Співка об'єднує геологів, геофізиків, інженерів і вчених геологічної галузі України та є наступником і продовжувачем традицій Харківського геологічного товариства, заснованого в Україні 1916 року (*Загороднюк, Бушак, 2011*).

Співка активно співпрацює з міжнародними геологічними організаціями, такими як AAPG, EAGE, SEG, EFG. Президенти цих організацій відвідували СГУ, проводили лекції та обмінювалися досвідом. Співка – постійний учасник міжнародних геологічних конференцій і семінарів, що проводяться за кордоном.

З часу заснування СГУ провела шість з'їздів геологів



Рисунок 31.
Пленарне засідання VI З'їзду геологів України (7–8 грудня 2017 р., Київ)



Рисунок 32.
Нагородження переможців «Техно Україна» у КПІ ім. Ігоря Сикорського

України. Знаковим є VI з'їзд, проведений 2017 року, на якому було презентовано Міжнародну платформу «Впровадження положень Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом щодо ефективного та збалансованого використання природних ресурсів». NADRA Group всебічно підтримує діяльність Співки в реалізації просвітницьких проектів для молоді та юнацтва, в роботі з ветеранами праці, підтримці геологічних музеїв і заходів з охорони геологічних пам'яток, організації науково-практичних конференцій (вітчизняних і міжнародних), видавничій справі. Так, до 20-річчя NADRA Group, у 2011 році, започатковано просвітницький проект для учнівської молоді «Надра земні, надра духовні», у межах якого вже відбулося понад 100 заходів для учнів: квести, фестивалі, вікторини, наукові конференції та конкурси, екскурсії на профільні підприємства та в музеї, польові олімпіади тощо.

II. МЕРЕЖЕВИЙ БІЗНЕС З УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ОБ'ЄДНАНЬ НЕЗАЛЕЖНИХ ПАРТНЕРІВ З РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

Паралельно з лінійним бізнесом афілійованих компаній NADRA Group започаткувала мережевий бізнес і стала операційним центром широкої мережі підприємств-партнерів, які взаємодіють для забезпечення інтересів постачальників послуг і продукції та їхніх споживачів – інвесторів, виробничих компаній і урядів, під час реалізації проектів і програм з раціонального використання природних ресурсів у різних країнах світу.

NADRA Group здійснювала управління проектами з раціонального використання природних ресурсів, забезпечувала такі проекти повним комплексом послуг, необхідними матеріалами й обладнанням, організовувала збут виробленої продукції. Спеціально розроблені NADRA Group операційні цифрові моделі на всі види послуг давали змогу здійснювати тотальну оптимізацію витрат і всього комплексу робіт під час виконання проектів їхнього бізнесу.

Надаючи послуги трьом групам споживачів – інвесторам, виробничим компаніям та урядам, усвідомлюючи потреби кожного з них, їхню взаємопов'язаність, необхідність кооперації та гармонізації інтересів під час виконання проєктів, NADRA Group реалізовувала нову модель збалансованого і високоефективного бізнесу з ефективного та раціонального використання природних ресурсів.

Місія NADRA Group полягала в наданні інтегрованих високотехнологічних рішень з ефективного, збалансованого та інвестиційно привабливого використання природних ресурсів, які у відповідь на виклики XXI сторіччя змінюють світ на краще.

У зв'язку з розширенням сфери діяльності на широке коло природних ресурсів: енергетичних (нафта, газ, тверді горючі копалини, відновлювальні джерела енергії), мінеральних (рудні, нерудні та відходи виробництва) та водних (підземні й поверхневі води), і враховуючи світові тенденції щодо ефективного та раціонального використання природних ресурсів, NADRA Group 2015 року почала працювати як міжнародний хаб природних ресурсів.

Організація бізнесу у форматі міжнародного хабу дала можливість NADRA Group налагодити системну мережеву кооперацію для інтеграції досвіду й виробничих потужностей окремих підприємств з метою використання їхньої високотехнологічної продукції та послуг під час створення проєктних консорціумів для забезпечення потреб споживачів. Партнери NADRA Group є екологічно та соціально відповідальними компаніями, які поділяють ідеї корпоративного громадянства і сталого розвитку.

NADRA Group залучала найкращих постачальників спеціалізованих послуг, матеріалів і обладнання, повністю відповідаючи перед клієнтом за результати кожного етапу та кінцевий результат, дотримуючись при цьому високих стандартів виробничої безпеки й захисту довкілля.

Компетенції NADRA Group під час забезпечення роботи міжнародного хабу природних ресурсів ґрунтуються на досвіді, набутому на попередніх етапах розвитку компанії, й досвіді та можливостях підприємств-партнерів. Формат міжнародного хабу зумовлює можливість надавати клієнтам весь необхідний в таких роботах комплекс геологічних, технологічних, технічних послуг, найкращих обладнання та матеріалів.

1. NADRA Group як акціонер Української зовнішньоекономічної нафтогазової корпорації (УЗНГК) «Укрзарубіжнафтогаз»

Першим проєктом мережевого бізнесу NADRA Group стає участь у роботі Української зовнішньоекономічної нафтогазової корпорації «Укрзарубіжнафтогаз».

УЗНГК «Укрзарубіжнафтогаз» була створена 1992 року як добровільне об'єднання підприємств нафтогазового комплексу України.

Корпорація об'єднувала 37 підприємств: нафтогазовидобувні та сервісні геологорозвідувальні компанії;

заводи з випуску приладо-, машинобудівної та трубної продукції, необхідної для потреб нафтогазової галузі; проєктні та науково-дослідні установи. Засновниками корпорації з найбільшими розмірами паїв у статутному фонді були: НАК «Нафтогаз України» (31,25%), ВАТ «Укрнафта» (25,0%); ДВП «Чорноморнафтогаз» (8,75%). З профільних сервісних компаній – NADRA Group з часткою 2,5%. Центральний офіс корпорації був розташований у Києві, філії – у Харкові, Ужгороді, Сімферополі, Одесі, Вінниці, Чернівцях, Івано-Франківську.

Місією корпорації «Укрзарубіжнафтогаз» було здійснення експорту товарів та технічних послуг українських підприємств нафтогазового комплексу. Корпорація вела активний пошук нових ринків для українських товарів та послуг.

«Укрзарубіжнафтогаз» працювала за дорученням Уряду України та укладала бартерні договори з нафтогазовидобувними підприємствами РФ та здійснювала експорт продукції та послуг українських підприємств (Харцизький трубний завод, Дрогобицький долотний завод, Стрийський завод «Металіст», Кременчуцький автозавод, ВАТ «Карпатнафтомаш», ВАТ «Київський завод „Геофізприлад“») та багатьох інших.

В обмін на українську продукцію та послуги надходила сира нафта, що транспортувалась із Західного Сибіру системою магістральних нафтопроводів і доставлялась на два на той час дієвих нафтопереробні заводи: Лисичанський та Кременчуцький. Отримані із заводів нафтопродукти транспортувались залізницею і реалізовувались виключно українським споживачам. Мазут постачався переважно на цукрові заводи, а також на теплові електростанції та металургійні комбінати. Світлі нафтопродукти реалізовувались за грошові кошти, зокрема, виробникам сільгосппродукції.

Відповідно до державних програм Корпорація здійснювала постачання продукції й послуг 98 підприємств нафтогазового комплексу України нафтогазовидобувним підприємствам Тюменського регіону Російської Федерації в обмін на зустрічне постачання нафти в Україну (постанови Кабінету Міністрів України «Про заходи щодо забезпечення в 1993 році поставок нафти в Україну та участі українських підприємств і організацій в розвитку Західно-Сибірського нафтогазового комплексу» від 27 лютого 1993 року № 139 та «Про заходи щодо забезпечення в поточному році поставок нафти в Україну в рахунок виконання робіт у нафтогазовидобувних регіонах Російської Федерації й поставок до них матеріально-технічних і родовольчих ресурсів та товарів народного споживання» від 28 квітня 1994 року № 265) та ПАТ «Газпром» і його дочірнім підприємствам у рахунок погашення боргів АТ «Укргазпром» за використаний російський природний газ (постанова Кабінету Міністрів України «Про поставки продукції російським підприємствам в рахунок боргів за природний газ та нафту» від 5 березня 1994 року № 152). Отже, корпорація здійснювала бартерні операції щодо оплати нафти й газу, які постачалися в Україну з Російської Федерації (РФ), продукцією та послугами українських підприємств.

За домовленостями з урядом Туркменістану та туркменськими нафтогазовими компаніями здійснювалося постачання промислово-геофізичного, бурового та іншого обладнання українського виробництва, будівництво газопроводів і компресорних станцій, науково-технічне співробітництво в нафтогазовій галузі. Були підписані й виконувалися контракти на постачання обладнання в Азербайджан та Казахстан.

Для виконання завдання виходу українських нафтогазових підприємств на ринки далекого закордоння, зокрема Південно-Східної Азії, було організовано представництво у вільній економічній зоні м. Чанчжоу (КНР). Проведено підготовчу роботу для участі в тендерах з ремонту газових свердловин у Єгипті, буріння нафтогазових свердловин у Судані та Ємені, гідрогеологічного буріння в Йорданії.

Робота корпорації завершилась 1997 року, коли Україна та РФ перейшли на грошові розрахунки.

Як один із акціонерів корпорації, NADRA Group брала активну участь у її проектах, організовуючи виконання наукових досліджень та проектних робіт, надання геолого-геофізичних послуг українськими сервісними компаніями, а також як постачальник геологічного, геофізичного, бурового та нафтогазового обладнання. Завдяки роботі NADRA Group десятки українських підприємств геологорозвідувальної та нафтогазової галузей змогли продовжувати діяльність, оскільки отримували оплату за свої роботи національними грошовими коштами від реалізації УЗНГК «Укрзарубіжнафтогаз» російської нафти і газу на внутрішньому ринку України.

За дорученням УЗНГК «Укрзарубіжнафтогаз» NADRA Group виконувала маркетингові дослідження ринків іноземних країн та здійснювала рекламу продукції й послуг українських підприємств на міжнародних нафтогазових виставках і конференціях: в Алмати (Казахстан), Ашгабаті (Туркменія), Києві (Україна), Москві (РФ), Пекіні (Китай), Стамбулі (Туреччина) та ін.

За час співпраці з корпорацією «Укрзарубіжнафтогаз» NADRA Group довела власну спроможність здійснювати масштабні проекти, консолідуючи при цьому наукові й технічні можливості українських підприємств, завдяки чому значна частина українських виробників товарів і послуг отримала можливість розвивати й модернізувати свою матеріально-технічну базу, освоювати нові ринки.

Знання та компетенції, отримані NADRA Group під час участі в проектах корпорації, дали можливість компанії надалі розвивати мережевий бізнес. Поступово співробітники NADRA Group набували більшого досвіду і робота з управління проектами мережі партнерів стала для компанії основною.

NADRA Group стала міжнародною компанією, основним напрямом бізнесу якої було не стільки надання послуг, виготовлення приладів і обладнання силами власних афілійованих сервісних і виробничих підприємств, скільки організація виконання проектів із залученням широкого кола українських і закордонних підприємств-партнерів. NADRA Group стала операційним центром – генеральним підрядником у виконанні

різноманітних проектів силами розгалуженої мережі підприємств-партнерів.

За час роботи NADRA Group стало зрозуміло, що доступ українських підприємств на сервісні ринки країн із великими запасами нафти й газу практично неможливий. На таких ринках впродовж багатьох років працюють великі світові компанії (Schlumberger, Halliburton Company, Baker Hughes, Weatherford, SGG VERITAS та інші) і конкуренція з ними – важкий і не завжди результативний процес. Ринки країн з невеликим обсягом послуг, до яких належить Україна, менш цікаві для великих компаній та відкриті для українських та закордонних малих і середніх високотехнологічних сервісних компаній. Стало зрозуміло, що за невеликих обсягів сервісного ринку в таких країнах недоцільно закуповувати обладнання і створювати локальні сервісні компанії, тому що обсяг замовлень часто не дає змоги навіть окупити вартість обладнання.

Саме тому NADRA Group виступала локальним партнером таких компаній в Україні, проводила маркетингові дослідження, супроводжувала укладання комерційних угод, займалась логістикою та їхнім забезпеченням необхідними ресурсами.

Мережа підприємств-партнерів стрімко розширювалась, відкриваючи можливість формувати нові напрями бізнесу NADRA Group.

2. Не конкуренція, а співробітництво

Одним із прикладів роботи з партнерами може слугувати співпраця NADRA Group і провідної світової нафтогазової компанії Halliburton Company (США).

Співпраця між NADRA Group та Halliburton Company розпочалась 2000 року. NADRA Group представила перспективи розвитку нафтогазової галузі України в головному офісі компанії Halliburton Company. Співробітники NADRA Group відвідали виробничі потужності Halliburton Company у Х'юстоні. Представники Halliburton Company побували на виробництві свердловинних приладів NADRA Group у Києві. Вивчались перспективи спільного виробництва свердловинного обладнання. У 2008 році Halliburton Company було відкрито дочірню компанію в Україні та відбувся вихід на український ринок. Цього ж року з NADRA Group було підписано відповідну угоду про співпрацю в проектах.

Співпраця NADRA Group з Halliburton Company – це об'єднання ресурсів під час участі у численних тендерах, оголошених АТ «Укргазвидобування»; надання послуг на нафтових родовищах із застосуванням передових технологій Halliburton Company, зокрема, послуг з перфорації за допомогою перфораційних систем та кумулятивних зарядів Millennium виробництва компанії Halliburton Company; спільна організація та проведення міжнародних науково-технічних конференцій: «Видобуток та використання газу-метану: залучення інвестицій» (м. Донецьк, 2009) та «Оцінка, видобуток та використання нетрадиційних видів газу: залучення інвестицій» (м. Донецьк, 2011, 2013).

У 2011 році відбулась організована NADRA Group презентація нових перфораційних систем Millennium фірми



Рисунок 33.
Сканування каротажних діаграм (11.12.2018)

Halliburton Company. Присутні: СП «Полтавська газонафтова компанія», Cadogan Petroleum, ТОВ «Крим Петролеум Компані», ГПУ «Полтавагазвидобування», ЗАТ «Нафтогазвидобування», Regal Petroleum, Нафтогазекологія, ЗАТ «Укрнафтогазгеологія», а також співробітники служби геологорозвідки та поверхневої дегазації ОП «Шахта ім. О.Ф. Засядька».

У 2013 році у приміщенні готелю «Інтерконтиненталь» NADRA Group та компанія Halliburton Company провели спільний Технологічний день для українських виробничих і видобувних компаній за темою «День новітніх технологій розвідки і видобування». Цим заходом були об'єднані постачальники та замовники/споживачі профільних послуг і продукції.

У 2016 році NADRA Group організувала презентацію Halliburton Company «Інтегровані послуги в обсаджених свердловинах» в межах Технологічного дня українських виробничих і видобувних компаній у Міжнародному виставковому центрі в Києві за участю представників усіх найбільших державних та приватних нафтогазових компаній України.

У 2018 році NADRA Group організовано серію презентацій, пов'язаних із послугами Halliburton Company з перфорації на трубах НКТ в офісах NADRA Group для представників клієнтів компанії, у центральному офісі НАК «Нафтогаз України» та у дочірній компанії АТ «Укргазвидобування».

У 2020 році NADRA Group як субпідрядник Halliburton Company (генеральна угода між Halliburton Company та АТ «Укргазвидобування») здійснила сканування, заціфрування та петрофізичне оцінювання розрізів газоконденсатних родовищ (загальна кількість свердловин для оцінювання – понад 800).

3. Криза нафтогазової галузі і перехід від greenfield до brownfield

З усвідомленням необхідності адаптації до низьковоглецевого майбутнього, з одного боку, та вимушеної оптимізації витрат нафтогазовидобувних компаній світу, з іншого, відбувається скорочення або припинення

інвестицій у пошуки та розвідку нових родовищ нафти й газу (greenfield – ділянки «грінфілд» – земельні ділянки, вільні від будь-яких забудов/споруд, ґрунт на яких ніколи не розроблявся) з огляду на тривалість їхньої окупності. Наслідком цього, відповідно, стало зменшення обсягу сейсморозвідувальних робіт, буріння свердловин, проведення геофізичних досліджень у відкритому стовбурі.

Капітальні вкладення в світову геологорозвідку нафтових і газових родовищ у період 2014–2016 рр. знизились на 44% (джерело: Rystad Energy). В Україні основною причиною зниження видобування нафти й газу є природне виснаження наявних родовищ, велика частина яких розробляється не один десяток років. Проблема зниження видобування з експлуатаційних свердловин вже постала (або постане найближчим часом) перед більшістю державних та приватних нафтогазовидобувних компаній в Україні та інших країнах.

За падіння цін на нафту і подальшого скорочення інвестицій в освоєння нових родовищ розроблення об'єктів, що знаходяться на пізній стадії експлуатації, набуває дедалі більшого розвитку, оскільки саме такі родовища (brownfield – ділянки «браунфілд» – земельні ділянки, що раніше використовувались для промислових цілей) можуть підтримати темпи видобування на попередньому рівні без значних капітальних витрат. Стимулювання та інтенсифікація видобутку із виснажених родовищ дають можливість досягти цієї мети. Переважна їхня більшість експлуатувалася за відсутності сучасних високих технологій, тому коефіцієнт вилучення нафти й газу був вкрай низьким. Фонд таких свердловин і залишкові запаси старих родовищ величезні. Ці запаси можуть бути вилучені з наявних свердловин завдяки застосуванню новітніх технологій видобування.

Для збереження або навіть збільшення коефіцієнту вилучення вуглеводнів, на противагу витратним роботам з геологічного вивчення нових площ, насамперед сейсморозвідки та буріння нових свердловин, ключовими напрямками діяльності NADRA Group та її партнерів стають ґрунтове вивчення експлуатаційних свердловин, повернення до вторинного фонду виснажених низькодебітних або законсервованих свердловин з метою виявлення нових покладів вуглеводнів, проведення перфорації у перспективних зонах свердловин, роботи з інтенсифікації видобування вуглеводнів різними методами тощо. Родовища нафти й газу України мають значний потенціал для нарощення видобування шляхом застосування сучасних технологій розроблення, спрямованих на збільшення кінцевого коефіцієнта вилучення залишкових розвіданих запасів вуглеводнів.

Упродовж 2018–2020 років у межах співробітництва з ПАТ «Укрнафта» та приватним компаніям NADRA Group проводила роботи зі створення типового інвестиційного проєкту з відновлення видобування зі свердловин, які перебувають в дієвому або бездієвому фонді без фізичної ліквідації, а також ліквідованих свердловин. Для зацікавлення інвесторів та успішного

старту інвестиційних проєктів були відібрані насамперед свердловини, які перебувають в дієвому або бездієвому фондї без фізичної ліквідації, та свердловини, для відновлення яких необхідно провести мінімальний комплекс робіт. Із застосуванням системного підходу проаналізовано, зокрема, справи сотень свердловин, оцінено їхній технічний стан та перспективи відновлення. За результатами аналізу промислово-геофізичних досліджень свердловин та промислової інформації (за необхідності і переінтерпретації) уточнено горизонти для відновлення, визначено перспективні горизонти (що раніше не експлуатувались). Оцінено обсяги видобутих вуглеводнів та наявність перспективних ресурсів у районі розміщення свердловин на родовищі.

З урахуванням світового та українського досвіду вирішення проблем відновлення покладів вуглеводнів, можливої/реальної практики їхньої повторної експлуатації співробітники NADRA Group розробили рекомендації щодо технологій відновлення й видобування для підготовки інвестиційних проєктів. Робота зі старим фондом свердловин була основним напрямом діяльності останніх років партнерської мережі NADRA Group у сфері енергетичних ресурсів.

4. Міжнародна платформа «Впровадження положень Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом щодо ефективного та збалансованого використання природних ресурсів»

Оскільки на всій території України відчутний негативний для довкілля ефект від великої кількості пробурених свердловин, глибина яких сягає кількох кілометрів; розливів нафти, спричинених саме видобуванням; котлованів від видобутих корисних копалин та затоплених кар'єрів, площа яких може сягати десятків квадратних кілометрів, а глибина – сотень метрів; хвостосховищ та небезпечних озер-накопичувачів, що отруюють поверхневі води та ґрунти; покинутих і законсервованих шахт, усунення наслідків техногенного впливу на довкілля завжди було важливим напрямом діяльності NADRA Group.

У 2017 році NADRA Group стала операційним центром Міжнародної платформи «Впровадження положень Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом щодо ефективного та збалансованого використання природних ресурсів», затвердженої VI з'їздом геологів України й разом з СГУ працювала над проєктами ЄС: INFAC – розроблення інноваційних, неінвазивних та цілком безпечних для довкілля й людини геологорозвідувальних технологій, KINDRA – інвентаризація знань з гідрогеологічних досліджень, INTRAW – міжнародна обсерваторія сировини, SHPM2030 – комбіноване вилучення тепла, енергії й металу, UNEXMIN – підводні дослідження затоплених шахт, CROWD THERMAL – системи розвитку геотермальної енергетики на базі громад, REFLECT – переоцінювання властивостей геотермальних флюїдів у екстремальних умовах для оптимізації майбутнього видобування геотермальної енергії.

Члени партнерської мережі NADRA Group упродовж 2016–2019 років вели роботу в проєкті Рамкової програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій «Горизонт 2020» UNEXMIN – підводні дослідження затоплених шахт. Значну кількість закритих підземних шахт Європи затоплено, а останню інформацію щодо їхнього статусу отримано понад 100 років тому. Оскільки проведення зйомки за допомогою звичайного або дистанційно керованого обладнання неможливе через складне планування, топологію та геометрію найглибших шахт, UNEXMIN розроблено нове рішення цієї проблеми, застосовуючи безконтактні методи повторної розвідки глибоко розташованих затоплених шахт. Розроблена UNEXMIN технологія дає можливість країнам Європи здійснити переоцінювання мінерального потенціалу покинутих шахт, зменшити витрати на розвідку та збільшити надходження інвестицій для майбутніх видобувних робіт.

На території України є три вуглевидобувні басейни та чотири вуглевидобувні площі, які займають майже третину території країни. NADRA Group разом з членами партнерської мережі займалась окремими питаннями вуглевидобування, зокрема, запропоновано ефективний метод дегазації вугільних пластів (*Zagorodnyuk, Lelyk, 2010*). Проте у сучасних реаліях перед нами постають масштабніші виклики. Вуглевидобування в Україні відбувається понад 250 років, внаслідок чого значний обсяг площ змінено, частину техногенних ландшафтів рекультивовано. Останніми роками суттєво прискорився процес закриття гірничовидобувних підприємств, і негативний вплив на довкілля зростає. З огляду на це актуальним є визначення напрямів використання створених техногенних (гірничопромислових) ландшафтів вуглевидобувних підприємств. Техногенні ландшафти, які сформувалися в Україні, мають складну внутрішню структуру. Їхні особливості залежать від способу розроблення, технології видобування сировини, рельєфу, гідрологічного режиму і ґрунтів відпрацьованих ділянок, характеру навколишніх ландшафтів. Експерти вже у різний спосіб складають рейтинги териконів країни за їхньою масштабністю, радіоактивністю, занедбаністю, екологічною безпекою.

NADRA Group співпрацює з членами партнерської мережі щодо вирішення цих питань.

У напрямі «зеленої енергетики» 2020 року співробітники NADRA Group надали Інформаційний звіт з уточнення геологічної будови й стану екзогенних геологічних процесів на локальних ділянках розміщення об'єктів вітроелектростанцій (ВЕС) в Яворівському районі Львівської області України на замовлення Товариства з обмеженою відповідальністю «Скатек Солар Солушнз Юкрейн».

Основний об'єкт цих досліджень – територія запланованого будівництва вітроелектростанцій (ВЕС) «Залужжя» і «Терновиця» (на 6 вітрогенераторів (ВЕГ) кожна) в Яворівському районі Львівської області. Було надано рекомендації щодо оптимальних методів додаткових геофізичних досліджень з метою визначення

наявності процесів тріщинуватості й карстоутворення у верхній частині геологічного розрізу (до глибини 50–70 м).

2020 року співробітники NADRA Group на запрошення СГУ розпочали роботу в міжнародних проєктах з відновлювальної/альтернативної енергетики: CROWD THERMAL та REFLECT. Проєкт CROWD THERMAL спрямований на надання можливості європейській громадськості безпосередньо брати участь у розробленні геотермальних проєктів за допомогою альтернативних схем фінансування (краудфандинг) та інструментів соціального залучення. Проєкт REFLECT спрямований на створення спільного та загальнодоступного Атласу флюїдів/рідин, який надасть інформацію про властивості геотермальної рідини у всій Європі. Він буде публічним і доступним для всіх геотермальних операторів та зацікавлених сторін.

У межах «зеленої трансформації», активації співпраці та побудови стратегічного партнерства між Україною та ЄС у сфері критичної сировини партнер NADRA Group Спілка геологів України 23 грудня 2020 року офіційно приєдналась до Європейського альянсу критичної сировини (ERMA – European Raw Materials Alliance, www.erma.eu).

Альянс прагне зробити Європу більш стійкою з економічної точки зору шляхом диверсифікації ланцюжків постачання, створення робочих місць, залучення інвестицій в ланцюжок створення вартості сировини, сприяння інноваціям, навчання молодих талантів і сприяння створенню найкращих сприятливих умов для сировинних ресурсів і циркулярної економіки в усьому світі. До 2030 року діяльність ERMA збільшить виробництво сировини й сучасних матеріалів і вирішить проблему економіки замкнутого циклу шляхом прискорення відновлення і перероблення критично важливої сировини (www.erma.eu).

Фахівці NADRA Group були залучені до європейського проєкту INTRAW (міжнародна обсерваторія сировини), що означає розвиток нових можливостей співпраці в освоєнні сировинної бази критичних для Європи видів мінеральної сировини з Австралією, Канадою, Південною Африкою та Сполученими Штатами Америки. Результати обміну досвідом використані як базу для створення і впровадження Міжнародного пункту нагляду (Observatory) за станом сировинної бази Європейського Союзу.

Під впливом подій Паризької конференції ООН із питань клімату, що відбулася 29 листопада – 12 грудня 2015 року, NADRA Group ухвалила важливе рішення щодо поступового та поетапного виходу з нафтогазового бізнесу. Розуміючи, що видобування нафти й газу конче необхідно для задоволення нагальних потреб промисловості та комунального господарства, NADRA Group за останні п'ять років переформувувалася з компанії, що займалась головним чином пошуком та розробленням покладів викопного палива, на фірму, що досліджує та ліквідує наслідки нафто-, газо- та вуглевидобування. Епоха викопного палива завершується, і на зміну їй приходить епоха енергетичної трансформації та переходу до

використання відновлювальних/екологічно чистих джерел енергії.

Стає зрозумілим, що використання природних ресурсів у глобальному масштабі, конкурування за їхній розподіл, техногенні загрози, що супроводжують процес видобування й експлуатації, впливають на економічний розвиток країни, якість життя населення та стан природного середовища. А здатність швидко реагувати на виклики часу – ознака життєспроможності сталої та стійкої компанії.

Мережа незалежних партнерів NADRA Group розширюється, а їхня діяльність починає охоплювати не тільки підземні ресурси (енергетичні, мінеральні та водні). Предметом діяльності партнерської мережі NADRA Group стають всі види природних ресурсів – частини природного капіталу планети, які людство використовує для своїх потреб.

5. Подальший розвиток NADRA Group, набуті досвід і компетенції: перехід до бізнесу платформ

NADRA Group стала найбільшою приватною сервісною компанією України (у якій в окремі періоди працювало до 1500 осіб), що надавала інтегровані послуги від геологічного оцінювання територій пошуку родовищ до управління їхнім розробленням, послуги з проєктування й облаштування об'єктів експлуатації, оптимізації та інтенсифікації видобувних свердловин та інформаційного супроводу і консалтингу.

Паралельно з лінійним бізнесом NADRA Group займалася мережевим бізнесом – формувала партнерську мережу компаній, яка насичувала невеликі локальні ринки високотехнологічними послугами та обладнанням. До інтегрованих проєктів були залучені як афілійовані компанії NADRA Group, так і українські й закордонні неафілійовані компанії.

При цьому, основними напрямками діяльності NADRA Group були розвідка і пошуки нових родовищ тафти і газу. Тільки в Україні компанією було відкрито 83 нових покладів та родовищ нафти і газу.

Обвал цін на нафту, починаючи з 2014 року, обумовив світове падіння майже на половину інвестицій в розвідку нових родовищ. Для NADRA Group – це були справжні «чорні лебеді» за влучним визначенням відомого економіста, доктора філософії Нассіма Ніколаса Талеба. Але «чорні лебеді» формують феноменальні наслідки для бізнесу: «Той, хто зазнав втрат від деяких подій, стає краще себе попереднього» («Антикрихкість»).

Саме тому, основним напрямом діяльності NADRA Group стало управління проєктами мережі партнерів, що дало можливість значно розширити предмет діяльності NADRA Group і займатись усіма видами природних ресурсів.

XXI сторіччя стало справжнім викликом для всіх країн світу, зокрема і для України. Стрімкий науково-технічний прогрес призвів до суттєвих технологічних змін у всіх сферах життєдіяльності суспільства. Внаслідок цього людство увійшло в епоху Четвертої промислової революції. Беззаперечним є факт, що науково-технічна

революція загострила проблеми, які існували, й породила нові глобальні виклики.

Людство зіштовхнулось з глобальними проблемами, головними з яких є якість повітря й води, енергетичні та матеріальні потреби, стихійні лиха, виникнення нових захворювань, зміни клімату, міграція населення, що формують складну мережу пов'язаної взаємозалежності між навколишнім середовищем, суспільством й економікою. Населення планети стрімко зростає, що спричиняє додатковий тиск на вже напружений ланцюг «вода – енергія – їжа».

Усвідомлення загроз подальшого існування людства сформувало загальний заклик до дій, який знайшов свій відбиток у Цілях сталого розвитку ООН, спрямованих на подолання бідності, збереження планети та забезпечення миру і процвітання для всіх людей у світі. Кліматична політика регулюється Рамковою конвенцією ООН про зміни клімату, а також іншими укладеними міжнародними угодами, а саме – Кіотським протоколом та Паризькою угодою.

21–24 січня 2020 року, під знаком виконання Паризьких домовленостей щодо клімату та досягнення цілей сталого розвитку пройшов ювілейний 50-й Всесвітній економічний форум у Давосі, на якому схвалено «Європейський зелений курс», прийнятий 11 грудня 2019 року.

Фахівці ООН розробили концепцію сталого розвитку людства, яка спонукає до змін традиційних бізнес-моделей та передбачає два підходи: 1) стратегію «тотального очищення», що пов'язує стійкий розвиток людства з екологічно чистою енергетикою, безвідходною технологією, замкненими циклами виробництва тощо; 2) стратегію обмеженого споживання.

Для подолання багатьох із зазначених викликів геологічні знання є життєво важливими, але недостатніми, тому мають бути інтегровані з іншими знаннями про природні умови й ресурси Землі як системи, де літосфера перебуває у нерозривному зв'язку і взаємодії з гідросферою, біосферою, атмосферою і дедалі більшою мірою – антропосферою.

Усвідомлення необхідності інтеграції знань і досліджень всієї сукупності природного капіталу та, зокрема, природних ресурсів, які використовує людство для власних потреб, зумовило напрями подальшої трансформації бізнесу NADRA Group. NADRA Group має досвід, безперечно доведений великою кількістю успішно реалізованих масштабних проєктів.

Подальший розвиток NADRA Group стає можливим завдяки досвіду управління лінійним та мережевим бізнесом.

Досвід, компетенції та потенціал групи компаній, сформовані за понад 30-річну успішну історію, роблять можливим перехід на новий рівень до бізнесу платформ.

Вихід NADRA Group на нові рівні бізнесу продемонстрував очевидну невідповідність назви компанії (торгової марки) і змісту її діяльності. Слово NADRA українською мовою означає простір під землею, де містяться підземні енергетичні, мінеральні та водні ресурси. Але на новому етапі компанія почала займатися всіма

видами природного капіталу, сучасними екологічними та соціальними викликами.

Наявність слова Group у назві компанії свідчить про створення групи афілійованих компаній. Оскільки основним бізнесом NADRA Group став мережевий бізнес, то розпочався процес продажу афілійованих компаній третім сторонам для запобігання конфлікту інтересів між учасниками партнерської мережі.

III. РЕБРЕНДИНГ В GEO HUB. ОРГАНІЗАЦІЯ КОМУНІКАЦІЙ І СПІВРОБІТНИЦТВА СТЕЙКХОЛДЕРІВ ЩОДО РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНОГО КАПІТАЛУ ПЛАНЕТИ

22 квітня 2021 року відбувався ребрендинг компанії – NADRA Group перетворилась в GEO Hub.

Новий бренд GEO Hub складається із двох слів GEO і Hub. Слово GEO від грецького – ge – земля. Перша частина бренду GEO вказує на те, що предметом діяльності компанії є Земля. Друга частина бренду – слово Hub від англійського hub – вузол, характеризує організаційну структуру компанії. GEO Hub є операційною компанією (фактично – «вузлом») мережі підприємств-партнерів, які беруть участь у його проєктах.

За 30 років діяльності навколо GEO Hub сформувалась мережа стратегічних партнерів, серед яких: органи влади, державні та приватні фінансові установи та інші. При цьому GEO Hub здійснює управління зазначеними проєктами і несе всю повноту відповідальності за їх реалізацію. GEO Hub продовжує роботу над проєктом «Міжнародна платформа «Впровадження в Україні положень Угоди про асоціацію між Україною і Європейським Союзом щодо ефективного та збалансованого використання природних ресурсів», прийнятої на VI з'їзді геологів України 7-8 грудня 2017 року. Партнером зазначеної платформи є Громадська Організація «Спілка геологів України».

За понад 4 роки діяльності Міжнародної платформи до її проєктів долучилися численні українські та європейські галузеві партнери.

GEO Hub розпочав створення цифрових платформ, які організовують комунікації і співробітництва учасників ринку – стейкхолдерів щодо раціонального використання природного капіталу, подолання екологічних та соціальних викликів XXI сторіччя.

Усвідомлюючи, що геологія відіграє визначну роль у реалізації майже всіх Цілей сталого розвитку ООН, в колі інтересів GEO Hub – усі мегатенденції, що стосуються геології та комунікації й кооперації учасників ринку у цій сфері.

GEO Hub сьогодні розглядає цифрові платформи як найперспективнішу модель галузевої взаємодії учасників ринку – стейкхолдерів платформ. У цій моделі немає територіальних кордонів, політики, бюрократії, ранжування та домінування. Платформа – саморегульоване середовище, що потребує ненав'язливої технічної підтримки. Модель платформи дає стейкхолдерам рівні незалежні можливості для формування



Рисунок 34.
Участь ГО «Спілка геологів України» та GEO Hub у круглому столі «Екологічна стратегія трансформації вуглевидобувних регіонів» з нагоди 30-річчя незалежності України (02.06.2021)

індивідуального і колективного інформаційного поля і, як наслідок, надзвичайно потужні синергетичні ефекти, що здійснюються емерджентною системою. Лише платформи дають можливість ефективно взаємодіяти величезній кількості учасників ринку та виключають посередництво, безпосередньо не створюють великі обсяги цінностей, що споживаються, а стимулюють обмін ними.

Переваги платформ очевидні: можливість реалізації діалогу з іншими стейкхолдерами в режимі 24/7 (обмін досвідом, інформацією, координація спільних дій, ініціювання співробітництва, пошук партнерів, експертів тощо); інтеграція зусиль стейкхолдерів у відповідь на глобальні виклики XXI сторіччя та синергетичний

ефект розвитку в результаті взаємодії в єдиному інформаційному середовищі; підвищення/посилення обізнаності громадянського суспільства про діяльність стейкхолдерів, зокрема, в частині зміни клімату, стихійних лих, безпеки щодо геологічних загроз, захисту і збереження довкілля, проблем ресурсів, геології поверхонь, підземних вод тощо.

Метою діяльності GEO Hub в межах платформ є створення позитивної, цілісної, перспективної концепції, завдяки якій люди можуть взяти участь у перетвореннях, сприяти взаємодії держави та приватного сектора з питань, що пов'язані з Четвертою промисловою революцією, брати участь у всеосяжних технологічних новаціях, змінювати соціальну парадигму та скористатися її багатосторонніми надбаннями.

Охоплюючи широкий спектр діяльності, GEO Hub постійно доповнює мережу стейкхолдерів. У такому форматі компанія набуває нової якості й глобального масштабу.

Розуміння світових тенденцій має важливе значення для швидкого реагування і прийняття рішень з метою збереження майбутнього наступних поколінь. Мірою того, як країни переймають принципи сталого розвитку і громадськість стає дедалі більш інформованою про екологічні проблеми, на арену виходить інтеграція розроблення ресурсів і раціонального використання навколишнього середовища. Вирішення нових проблем потребує міжнародної й міждисциплінарної співпраці.

Залучення до виконання проєктів стейкхолдерів будь-якої спеціалізації та локації в межах цифрових платформ GEO Hub відкриває широкі можливості для втілення в життя найамбіційніших проєктів з ефективного та збалансованого використання природного капіталу планети.

**СПИСОК
ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- Загороднюк П. Административная реформа дает шанс возродиться украинской геологии. Зеркало недели. 2000 б. № 6 (279). С. 8–9.
- Загороднюк П. Проблеми і перспективи ліцензування геологічного вивчення і розробки родовищ корисних копалин в Україні. *Геолог України*. 2005. № 3. С. 34–38.
- Загороднюк П. Як краще розпорядитися надрами. *Урядовий кур'єр*. 2000 в. № 43. С. 7.
- Загороднюк П.А. Шанс для відродження української геології. *Нефть і газ*. 2000 а. № 1 (19). С. 36–37.
- Загороднюк П.О. Взаємозв'язок екологічної й економічної безпеки та їх вплив на економічне зростання України. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2005 в. № 6 (30). С. 9–14.
- Загороднюк П.О. Екологічна безпека як важлива складова національної безпеки України. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2005 б. № 4 (28). С. 5–12.
- Загороднюк П.О. Екологічний рух в Україні: аналіз діяльності та перспективи розвитку. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2005 а. № 3 (27). С. 5–13.
- Загороднюк П., Бушак С. Чому на логотипі «Спілка геологів України» з'явився 1916 рік: великі об'єднавчі документи в історії вітчизняної геології. *Геолог України*. 2011. № 1 (33). С. 3–13.
- Загороднюк П., Гафич О. Аналіз тенденцій розвитку інформаційних технологій у галузі розвідки і розробки родовищ нафти й газу та перспективи їх застосування в Україні. *Геолог України*. 2006. № 1. С. 30–38.
- Загороднюк П., Лісний Г. І землю проймає дроз... *Газ & Нафта. Енергетичний бюлетень*. 1998. № 12 (36). С. 2–3.
- Загороднюк П.А., Артеменко В.М., Мельник І.В., Омелянская О.С. Мероприяття по екологічній очистці акваторій як елемент підвищення екологічної безпеки регіону. *Чорноморська безпека*. 2007. № 2 (6). С. 93–99.
- Загороднюк П.А., Иванова Е.Н., Ливенцева А.А. Технологические платформы в области наук о Земле – ответ на вызовы XXI в. *Геофизический журнал*. 2018. № 2 (40). С. 3–11.
- Загороднюк П.А., Кашуба Г.А. Перспективи нарощування ресурсної бази углеводородного сировини на діючих родовищах нафти й газу. *Нефть. Газ. Новациї*. 2011. № 4. С. 70–72.
- Zagorodnyuk P., Lelyk B. Use of gravity decompaction of coal-bearing rock to increase the efficiency of pre-degassing. *Геолог України*. 2010. № 4 (32). P. 63–68.

REFERENCES

- Zagorodnyuk P., Lelyk B. Use of gravity decompaction of coal-bearing rock to increase the efficiency of pre-degassing. *Geology of Ukraine*. 2010. No 4 (32). P. 63–68 (in English).
- Zagorodnyuk P. Administrativna reforma daet shans vrozdit'sja ukrainskoi geologii [Administrative reform gives a chance to revive Ukrainian geology]. *Zerkalo nedeli*. 2000 b. No 6 (279). P. 8–9 (in Russian).
- Zagorodnyuk P. Problemy i perspektivy litsenzuvannya heolohichnoho vyvchennia i rozrobky rodovyshch korisnykh kopalyn v Ukraini [Problems and prospects of licensing of geological study and development of mineral deposits in Ukraine]. *Geology of Ukraine*. 2005 h. No 3. P. 34–38 (in Ukrainian).
- Zagorodnyuk P. Yak krashche rozporiadytysia nadramy [How best to dispose of the subsoil]. *Uriadovyi kurier*. 2000 v. No 43. P. 7 (in Ukrainian).
- Zagorodnyuk P.A. Shans dlja vrozozhdenija ukrainskoi geologii [A chance for the revival of Ukrainian geology]. *Neft' i gaz*. 2000 a. No 1 (19). P. 36–37 (in Russian).
- Zagorodnyuk P.O. Ekolohichna bezpeka yak vazhlyva skladova natsionalnoi bezpeky Ukrainy [Environmental security as an important component of Ukraine's national security]. *Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiedialnosti*. 2005 b. No 4 (28). P. 5–12 (in Ukrainian).
- Zagorodnyuk P.O. Ekolohichniy ruh v Ukraini: analiz diialnosti ta perspektivy rozvytku [Ecological movement in Ukraine: analysis of activity and prospects of development]. *Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiedialnosti*. 2005 a. No 3 (27). P. 5–13 (in Ukrainian).
- Zagorodnyuk P.O. Vzaiemozv'язok ekolohichnoi y ekonomichnoi bezpeky ta yikh vplyv na ekonomichne zrostannia Ukrainy [Relationship between environmental and economic security and their impact on Ukraine's economic growth]. *Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiedialnosti*. 2005 v. No 6 (30). P. 9–14 (in Ukrainian).
- Zagorodnyuk P., Bushak S. Chomu na lohotypi «Spilka heolohiv Ukrainy» z'явились 1916 rik: velyki obiednavchi dokumenty v istorii vitchyznianoї heolohii [Why the logo of the «Union of Geologists of Ukraine» appeared in 1916: major unifying documents in the history of national geology]. *Geology of Ukraine*. 2011. No 1 (33). P. 3–13 (in Ukrainian).

Zagorodnyuk P., Hafych O. Analiz tendentsii rozvytku informatsiinykh tekhnolohii u haluzi rozvidky i rozrobky rodovyshch nafty y hazu ta perspektyvy yikh zastosuvannia v Ukraini [Analysis of trends in the development of information technology in the field of exploration and development of oil and gas fields and prospects for their application in Ukraine]. *Heoloh Ukrainy*. 2006. No 1. P. 30–38 (in Ukrainian).

Zagorodnyuk P., Lisnyi H. I zemliu proimaie drozh... [I armhole the earth trembling...] *Haz & Nafta*. Enerhetychnyi biuletен. 1998. No 12 (36). P. 2–3 (in Ukrainian).

Zagorodnyuk P.A., Artemenko V.M., Mel'nik I.V., Omeljanskaja O.S. Meroprijatija po jekologicheskoy ochistke akvatorij kak jelement povyshenija jekologicheskoy bezopasnosti regiona [Measures for the ecological cleaning of water areas as an element of increasing the ecological safety of the region]. *Chornomorska bezpeka*. 2007. No 2 (6). P. 93–99 (in Russian).

Zagorodnyuk P.A., Ivanova E.N., Livenceva A.A. Tehnologicheskie platformy v oblasti nauk o Zemle – otvet na vyzovy XXI v. [Technology platforms in the field of earth sciences – a response to the challenges of the 21st century]. *Geofizicheskij zhurnal*. 2018. No 2 (40). P. 3–11 (in Russian).

Zagorodnyuk P.A., Kashuba G.A. Perspektivy narashhivaniya resursnoj bazy uglevodorodnogo syr'ja na dejstvujushhijh mestorozhdenijah nefti i gaza [Prospects for increasing the resource base of hydrocarbon raw materials in the existing oil and gas fields]. *Neft'. Gaz. Novacii*. 2011. No 4. P. 70–72 (in Russian).

FROM NADRA GROUP TO GEO HUB

**Pavlo
ZAGORODNYUK**

Candidate of Geological
& Mineralogical
Sciences,
President of the
Association of Ukrainian
Geologists

**Andriy
ZAGORODNYUK**

Founder and CEO
of Discovery Drilling
Equipment (2005-2019)

NADRA Group was founded in 1991 by Ukrainian geologists. Over time, NADRA Group has transformed into an international group of affiliated service companies that provided high-tech services to production companies.

NADRA Group has employed more than one and a half thousand employees, and then the International Hub for natural resources was established on its basis, which brought together hundreds of partner companies, which led to the transition from linear to network business and significantly expanded the activities.

Subsequently, the activity of NADRA Group has spread to all natural capital and overcoming environmental and social challenges of the XXI century.

Significant expansion of the company's business has led to the transition to the platform business and re-branding of the company into GEO Hub.

Throughout its 30 years of operation, the company has worked in the stressful conditions of the transition from a planned to a market economy, being able to mobilize in time and systematically demonstrate new opportunities, concentrating on the new and achieving what was previously considered impossible.

Keywords: *NADRA Group; GEO Hub; geological and geophysical service; field seismic acquisition; processing and interpretation of geological and geophysical data.*

EFFECTIVE MINERAL POLICY AS A KEY FACTOR FOR SUSTAINABLE ECONOMY

UDC 338.2 / 327.7: 553.04

Guenther
TIESS

Doctor of Geological
Science, Associate
Professor of Technical
University of Ostrava,
managing director
of MinPol GmbH

Iryna
SOKOLOVA

executive director
of MinPol GmbH,
member of the UAG

Serhii
KLOCHKOV

geological survey
advisor of MinPol
GmbH, member
of the UAG

The paper analyzes the changes in commodity market distortions, competing land use types, raw material demand for development, and rapid diffusion of key enabling technologies meeting the requirements of constant, dynamic development of major European industries. The author gives the relationship between the dynamics for mineral resources consumption growth, and changes in the conditions of production of these resources. Contains a critical review of methods for predicting the mineral resources dependency, including an estimated forecasting method based on guidelines for the evaluation of needs for natural resources and their substitutes.

One of the principles is comprehensive and integrated resource recovery. In a nutshell, this new approach argues that any operation should disturb a mine site only once and extract all useful materials using an optimised integrated flowsheet. This principle also requires that all by-products and residues are (re)used and that by-products and tailings at the end of life to be 'future-proofed', i.e. they should retain their ability to continue to be of value into the distant future where technology/economy may make feasible their use.

It is noted that access to and affordability of mineral raw materials are crucial for the sound functioning of the EU's economy. A new 2020 list of critical mineral raw materials is presented and ways to compensate for the CRM deficit are described in detail.

Separately noted that the mineral policy is needed to be meticulously treated to facilitate company investment security, streamline permitting and access to minerals in a line with the European Green Deal, the Circular Economy Action Plan, the Bioeconomy Strategy and the European Industrial Strategy. Concerning, the latest steps towards Europe economically resilient by a framework for raw materials and the Circular Economy – creation of European Raw Materials Alliance recognized as particularly effective.

Global Industry Standard on Tailings Management represented as a robust, fit-for-purpose international standard for the safer management of tailings storage facilities.

The argument is given that since the land issue is one of the most delicate in a densely populated areas heavily dependent on agriculture, housing, infrastructure or other non-mineral development, a fair and equitable distribution of land is important for a mineral perspective.

There is also the need for strategic and open network between political, industrial and local communities through the exchange of information to enhance knowledge, experience and skills between stakeholders. Social acceptance of that idea is a fundamental element that must be addressed to develop a conflict-free area for mineral development activities.

The conclusions indicate that we would like to emphasize that the main task of today is to create an effective system for monitoring the movement of raw materials along the entire added-value chain. The ability to quickly identify and respond to challenges in mineral policy will provide leadership in EU strategic technologies and industries. This process has already started with the creation of the European Raw Materials Alliance ERMA. State institutions, businesses, scientific institutions, and civil society in the close dialogue are able to ensure sustainable development and security of civilization as a whole.

Keywords: *mineral policy; critical raw materials; natural resources; circular economy; strategic sectors; strategic technologies; ERMA; price trend.*

ABSTRACT

As we move on in the 21st century, it is becoming more evident that current business processes are leading the planet towards irreversible climate change, accelerating the loss of biodiversity, pushing society towards unheard inequality levels and boosting social conflicts over access to resources (food, water, land, energy, minerals). The transformative 2030 Agenda for Sustainable Development has inaugurated a new narrative, expressed in a new business process language, of pursuing ‘economic, social and environmental’ gains in equal measure, with a commitment to meeting the needs of two key beneficiaries, ‘people’ and ‘planet’, through the common goal of sustainable ‘prosperity’ for all. The 17 Goals (fig. 1) were adopted by all UN Member States in 2015, as part of the 2030 Agenda for Sustainable Development which set out a 15-year plan to achieve the Goals. To achieve and share this prosperity equitably, the way natural resources are discovered, produced, consumed, recovered and re-consumed will define, more than any other activity, the attainment of the Sustainable Development Goals. Against this background, it is critical to support European enterprises in the adoption of new practices and transition to enhanced business models. A published paper by the United Nations in 2015 emphasises the need of innovation as a key pathway to achieving the objectives in the 2030 Agenda for Sustainable Development and makes an urgent call for new business models in the mineral extraction industry.

The mineral extraction industry underpins the value chain of critical business sectors in the EU, such as defense, automotive, aerospace and medicine. And despite increases in resource efficiency, primary mineral resources are necessary to nourish the development of modern societies for the coming decades. For this reason, securing reliable, sustainable and undistorted access to mineral raw materials is a growing concern within the EU and the motive why the European Commission has defined a list of critical raw materials (CRM) for the EU economy.

One of the principles is comprehensive and integrated resource recovery. In a nutshell, this new approach argues that any operation should disturb a mine site only once and extract all useful materials using an optimised integrated flowsheet. This principle also requires that all by-products and residues are (re)used (closed system, available for successive life-cycles) and that by-products and tailings at the end of life to be ‘future-proofed’, i.e. they should retain their ability to continue to be of value into the distant future where technology/economy may make feasible their use. This is a big difference with the conventional logic as, while it may represent higher economic costs to a mining company, it provides a more comprehensive societal benefit, may help to gain social acceptance and reduces the risks of environmental pollution (waste streams are inexistent or highly reduced). The implementation of ‘comprehensive and integrated resource recovery’ advocated by UN requires a fundamental shift in traditional business models, because the extraction and maximisation of the value of all existing materials in a mineral deposit increases the number of interactions in downstream industries. This does not mean, necessarily, higher complexity of industrial processes. But it requires more sophisticated analysis and operational integration of many different value streams. And to make this transition efficient, it is critical the support of an innovative cluster approach where dialogues across industrial sectors maximise resource efficiency and boost the design of new flowsheets.

CRITICAL RAW MATERIALS PROBLEM

Mineral policies and strategies and need to be regularly revised and updated. An important point, which is extremely critical, is the fact that parts and/or the whole value-chain of several CRMs are moving to China and South-East Asia. For CRMs that are found in the EU or can be recovered, an industrial chain needs to be identified, developed and protected.

Sustainable Development Goals



Figure 1. Sustainable Development Goals

Antimony	Coking coal	Indium	Phosphorus	Titanium
Baryte	Fluorspar	Magnesium	Scandium	Bauxite
Beryllium	Gallium	Natural graphite	Silicon metal	Strontium
Bismuth	Germanium	Natural rubber	Tantalum	PGMs
Borate	Hafnium	Niobium	Tungsten	HREEs
Cobalt	Lithium	Phosphate rock	Vanadium	LREEs

Figure 2.
CRM list vs Ukrainian subsoil CRM, by light green – deposits, by dark green – prospects

Raw materials are essential for the sustainable functioning of modern societies. Access to and affordability of mineral raw materials are crucial for the sound functioning of the EU's economy. The increasing demand in raw materials raises growing concerns regarding the mineral resources and especially metals availability. Furthermore, many metals, metalloids or rare earth elements which had no application in the past are now used for the manufacture of high added value products especially in the domain of new and green technologies. Many of them are by-products of base metals production and their reserves are very limited. Therefore, a new list of critical raw materials was established by the European Commission in 2020.

The list of CRM has been extended to 30 from 27 in 2020, excluding Helium. Four new metals were added: Strontium, Titanium, Bauxite, Lithium. Bauxite – the main alumina ore. Titanium – aerospace industry. Strontium – medicine industry. Lithium – a valuable component of high energy-density rechargeable lithium-ion batteries. Ukraine can play a crucial role in ensuring economic security and strategic stability of the European industry by becoming an integral part of pan-European clusters, raw materials and production alliances at all stages of creating added value for raw materials. 23 from 30 CRMs are identified by MinPol in 2018 and expanded according to the 2020 list (fig. 2).

For the first time, the high CRM potential of Ukraine was revealed by the MinPol on December 11, 2018 before the high tribune of the European Commission within the SCRREEN project. Presently, the European Commission welcomes diplomatic actions with Ukraine to support the possibility of integrating Ukrainian potential into the EU's strategic industries and technologies taking. Ukraine is one of the leading mineral, and raw materials producing countries of the world. More than 5% of world mineral reserves are contained in the subsoil of Ukraine. At the same time, Ukraine occupies only 28th place in the world for the extraction of mineral raw materials. This testifies to the huge undiscovered mining potential. Ukraine possesses industrial capacities and technologies to produce high-purity rare-earth metals and their compounds and alloys of widely use with focus to capture added-value is inherently competitive. The key priority issue is reforms of the regulatory framework

are simplification and harmonization of the regulations. If such is achieved, Ukraine clearly will hold promising potential as a future source for Critical Raw Materials (CRMs) and the EU-UA stand to gain from developing a strong co-operation.

ACTUAL TRENDS OF MINERAL POLICIES

Ukraine development is a pillar policy aiming to improve the well-being of people, economic growth. A phenomenon of national market productivity will make Ukraine the leader among advanced countries. Many steps have yet to be taken in this direction by Ukrainian society. We believe that there will be enough political will to implement all the initiatives initiated by MinPoL to achieve close integration of the pan-European strategic industries. The main task of the current moment, we see forcing the state of raw materials independence of the EU industry, creating new value chains with short logistics and optimal capital and operating costs. The current situation is unacceptable, namely: the dominance of China controlling rare earth needed for electronics, magnesium for car seats, laptops, wind turbine, including Germanium – 65%, Brasilia – Niobium for jet engines and other strategic technologies. Cobalt – comes from the Democratic Republic of Congo (DRC) for batteries, there is a lack of elements for battery production, renewable energy in the condition of Covid 19 that results in serious transport disruption and pressure between traders and consumers.

There is an urgent need for the EU vital market to follow a strategy of the US and Australia that have conducted strategic raw materials audit in order to make a safety caution for smooth mineral supply-chain to critical industries. Europe's dependency problems could be solved by facilitating cooperation between neighbor countries, where Ukraine has huge potential to become the major partner to close it lacks their abundant mineral deposits.

It is vital to promote recycling of critical elements and, to start using the EU's Copernicus earth observation satellite in order to identify and manage new and existing and sources.

The list of critical raw materials is economically and strategically important for the Europe an economy, having a high-risk associated with their supply. In the scenario, 'mitigating actions' need to be developed to reduce criticalities.

Therefore, the goal is to telegraph a degree of a CRM (critical raw materials) value that could potentially result in increased profitability for the EU strategic technology and industrial sectors (fig. 3). The mineral policy is needed to be meticulously treated (paradigm change) to facilitate company investment security, streamline permitting and access to minerals in a line with the European Green Deal, the Circular Economy Action Plan, the Bioeconomy Strategy and the European Industrial Strategy.

The aim of the European Commission is to provide a powerful and transparent analysis tool to develop future strategies in order to support mineral policy decisions.

There are also needs to include provisions which open a window for boost in sustainable mining practices through a more effective policy and to bring better regulation

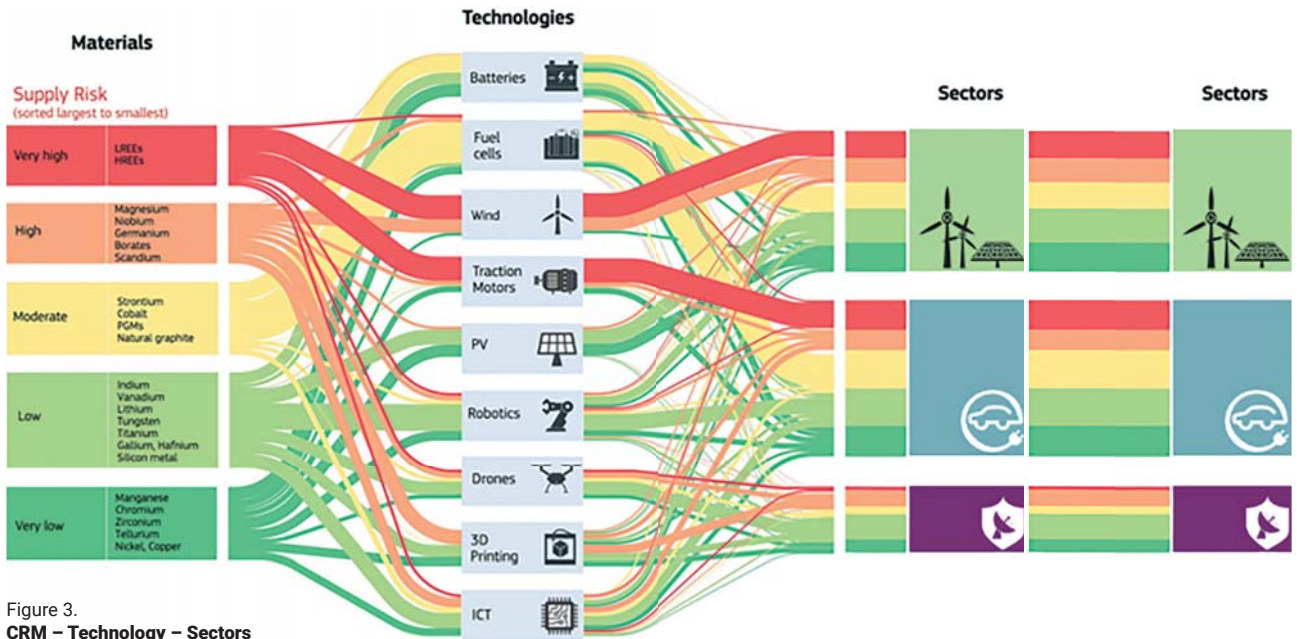


Figure 3.
CRM – Technology – Sectors

and enforcement as well as to underpin growth-oriented balanced social and economic aspects.

The latest steps towards Europe economically resilient by a framework for raw materials and the Circular Economy– creation of ERMA’s (European Raw Materials Alliance). The activities will increase the production of raw and advanced materials and address Circular Economy by boosting the recovery and recycling of Critical Raw Materials by 2030, taking the lead also in the creation of pan-European standards for the characterization of the properties of secondary CRM waste (WEEE, EoL batteries, etc.). All organizations involved in promoting R&I for substitution in the EU would certainly welcome a specific substitution strategy for Europe.

Mineral Resources are the key to a growing economy. One of our key messages are to promote National Mineral Policy Frameworks which are based on the value chain. If we have a look more deeper, the value chain starts in the

moment when minerals (as a part of the earth crust) becomes an objective of economic interest. So first, there should be a demand for specific raw material which is determined by society needs, economic development and technological progress. Such process is, thus, very dynamic (CHANGES IN TIME). The ongoing monitoring of the European mineral needs, a dedicated database of critical raw materials, other minerals and market prices are setting up an overview assessment of the theoretical maximum value of the mineral economy

Contributions from all sectors of technical study could bring added value in the main pillars of Land Use Planning.

The protection of natural resources as a path to sustainable development of Human Life could not be forgotten. This concept concerns to any natural resources: water, forests, soil, land, while minerals should be treated more carefully. Take it into account that energy and non-energy mineral recourses are non-renewable. In that context,

EUROPEAN
RAW MATERIALS
ALLIANCE | ERMA

The official launch of the
EUROPEAN RAW MATERIALS ALLIANCE

erma.eu

29 September 2020



EIT RawMaterials is supported by the EIT, a body of the European Union

Figure 4.
Start of ERMA (erma.eu source)

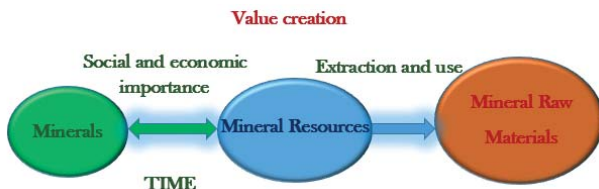


Figure 5.
Principal scheme of raw material maturity

the concept of a recycling economy, including agriculture and industrial production, can also help to conserve land and natural resources, significantly reducing waste and pollution.

MINING SECURITY ISSUES

Mining waste management takes a special position in environmental protection. Vale's Corrego do Feijão mine accident in Brumadinho, Brazil, on 25 January 2019 triggered an urgent revision of the Principles on mining infrastructure. This reflected the Global Industry Standard on Tailings Management represented by Dr. Bruno Oberle August 5, 2020. Co-convened by the International Council on Mining and Metals (ICMM), United Nations Environment Programme (UNEP) and Principles for Responsible Investment (PRI), the Global Tailings Review has established a robust, fit-for-purpose international standard for the safer management of tailings storage facilities, wherever they are and whoever operates them.



Figure 6.
Major principles of the Global Industry Standard on Tailings Management

Strengthening current practices in the mining industry by integrating social, environmental, local economic and technical considerations, the Standard covers the entire tailings facility lifecycle – from site selection, design and construction, through management and monitoring, to closure and post-closure.

With an ambition of zero harm to people and the environment, the Standard significantly raises the bar for the industry to achieve strong social, environmental and technical outcomes. It elevates accountability to the highest organisational levels and adds new requirements

for independent oversight. The Standard also establishes clear expectations around global transparency and disclosure requirements, helping to improve understanding by interested stakeholders.

The Standard was developed through an independent process – the Global Tailings Review (GTR) – which was co-convened in March 2019 by the United Nations Environment Programme (UNEP), Principles for Responsible Investment (PRI) and International Council on Mining and Metals (ICMM) following the tragic tailings facility collapse at Brumadinho, Brazil, on 25 January 2019.

The co-conveners have each endorsed it and call for its broad and effective implementation across the industry:

UNEP will support governments that wish to incorporate and build upon this Standard into their national or state legislation and policies.

PRI, representing USD 103.4 trillion in assets under management, will be developing investor expectations to support all mining companies in implementing the Standard.

ICMM member companies will implement the Standard as a commitment of membership, which includes robust site-level validation and third-party assessments.

RISKS OF STERILIZATION OF MINERAL RESOURCES

Since the land issue is one of the most delicate in a densely populated areas heavily dependent on agriculture, housing, infrastructure or other non-mineral development, a fair and equitable distribution of land is important for a mineral perspective. This argument is supported by the worldwide evidence suggesting that a more egalitarian distribution of land would generate significant productivity gains, avoiding a risk of STERILIZATION OF MINERAL RESOURCES.

Hence, currently policies and programs affecting the allocation of land, minerals and water among competing uses that have a profound impact on generation and distribution of economic benefits. The establishment of the rational system of urban and rural development as an instrument for equal competition over mineral and other natural resources is a basic mechanism.

There is the need for strategic and open network between political, industrial and local communities through the exchange of information to enhance knowledge, experience and skills between stakeholders. Social acceptance of that idea is a fundamental element that must be addressed to develop a conflict-free area for mineral development activities.

The policy should be built upon linkages between demand and supply, upstream and downstream industries, society needs and economy, etc. The access to land for mineral-based industry is the corner stone of this process and should become one of the policy priorities.

The connection between sustainable development goals and minerals extraction could play role in land use decision-making also at local level – especial in the economic sense. What is sometimes overlooked is that the extraction and use of mineral resources enables the knowledge growth and innovation for their more effective use.

The common ground:

- Treating mineral resources in parity with other natural resources based on understanding its;
- The value of mineral resources should be closely linked to their potential use (application of value chain approach);
- The sustainability of mineral land use should be represented by all dimensions: economic, environmental, social, not forgetting the knowledge growth and innovation potential;
- The relations between stakeholders should be at partnership level and in this way they should cooperate.

Supporting national framework is based on the 5C:

- Capacity (personal, technical, financial to work efficiently);
- Competence (the decisions on technical aspects is made by a person with an appropriate expertise);
- Cooperation (the authorities-industry-communities should work as partners in finding optimal solutions for all stakeholders);
- Compatibility (possibility to combine different functions and land uses which are not incompatible);
- Coherence (avoid or minimize the existence of conflicting policies);
- Finally – we should respect that other values and society needs might have priority in a specific situations;
- In addition to general principles just presented, we have identified three basic pillars which shape our approach:
 - Information and transparency – the support of knowledge base growth, the availability of information to relevant stakeholders, communication in the way they could be understood also to non-specialists;
 - Balancing of interests – the different stakeholders has different interests, these interests should be objectively valued to set balanced priorities; the partnership between authorities, industry and communities should be strengthened;
 - Permitting and legal framework – sustainable solutions for mineral-based economic activities could only work if the framework conditions including permitting are viable for the industry (not deteriorating), this includes the sufficient competence in decision-making.

CONCLUSION

Summing up, we would like to emphasize that the main task of today is to create an effective system for monitoring the movement of raw materials along the entire added-value chain. The ability to quickly identify and respond to challenges in mineral policy will provide leadership in EU strategic technologies and industries. This process has already started with the creation of the European Raw Materials Alliance ERMA. State institutions, businesses, scientific institutions, and civil society in the close dialogue are able to ensure sustainable development and security of civilization as a whole.

Based on the foregoing, an effective CRM policy is a major challenge for maintaining a stable EU economy today. New sources shall appear in the nearest future. The aim is to start working with sleeper prospective mining objects, consisting of CRM across the EU and associated countries. The community has already paid particular attention to the secondary enrichment of mining and tailing waste, as well as the secondary processing of WEEE.

Sleeper mining objects should get a second life primarily through a social license. Local communities and the general public can change the negative perception of mining activity into a potentially positive one through broad sociological projects to increase knowledge among civil society about modern mining and enrichment technologies. Small objects suitable for compact green mining technologies have the main prospect.

Prospective objects in associated countries are of interest as new sources of CRM for strategic technologies and industries. The focus will be primarily on the countries of the Balkan region and Ukraine.

In this direction, attention should be focused on harmonizing the legislation of these regions with the best European and world practices of subsoil use and the policy of mineral raw materials. The first steps have already been taken by the European Commission on the MinPol initiative presented in the SCRREEN report (screen.eu) in 2020.

The secondary enrichment of mining wastes will allow solving two main tasks - reducing the man-made load on the environment and creating new CRM sources for strategic technologies and industries. The main benefit of secondary mining is the reduction in CAPEX&OPEX – since the ore is already at the surface and the mining infrastructure is in place. The same factors apply to the recycling of finished products that have completed their life cycle.

REFERENCES

- Circular Economy Action Plan, European Commission, 2020
<https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf> (accessed: 01.03.2021) (in English).
- Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU: a foresight study. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020 (in English).
- Global Industry Standard On Tailings Management, ICMM+UN+PRI. London, 2020 (in English).
- Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations, 2015
<<https://sdgs.un.org/2030agenda>> (accessed: 01.03.2021) (in English).
- World Mining Data 2019. Vienna, 2019
<<https://www.world-mining-data.info/wmd/downloads/PDF/WMD2019.pdf>> (accessed: 01.03.2021) (in English).

ЕФЕКТИВНА МІНЕРАЛЬНА ПОЛІТИКА ЯК КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР СТАЛОЇ ЕКОНОМІКИ

Гюнтер
ТІСС

доктор геологічних
наук, доцент
Технічного
університету Острави,
керівний директор
MinPol GmbH

Ірина
СОКОЛОВА

виконавчий директор
MinPol GmbH, член
Спілки геологів
України

Сергій
КЛОЧКОВ

радник з геологічної
розвідки MinPol GmbH,
член Спілки геологів
України

У статті проаналізовано зміни в попиті на сировину для розвитку і швидкого поширення ключових технологій, що відповідають вимогам постійного, динамічного розвитку основних європейських галузей промисловості. Розглянуто взаємозв'язок між динамікою зростання споживання мінеральних ресурсів і зміною умов видобутку цих ресурсів. Здійснено критичний огляд методів прогнозування залежності від мінеральної сировини, зокрема, оцінний метод прогнозування, заснований на рекомендаціях з оцінювання потреб у природних ресурсах та їхніх заміників.

Представлений новий підхід демонструє, що будь-яка операція повинна бути проведена під час видобутку тільки один раз і привести до вилучення всіх корисних компонентів з використанням оптимізованої інтегрованої технологічної схеми.

Цей принцип також передбачає, щоб всі побічні продукти й залишки використовувалися повторно і щоб побічні продукти в кінці життєвого циклу були «орієнтовані на майбутнє».

Вказано, що доступ до мінеральної сировини має вирішальне значення для нормального функціонування економіки ЄС. Представлено новий список критичної мінеральної сировини (CRM) 2020 року і докладно обґрунтовано способи компенсації дефіциту CRM.

Окремо наголошено, що до політики в галузі мінеральної сировини необхідно ставитися відповідально, щоб забезпечити безпеку інвестицій. Що стосується останніх кроків в напрямі економічної стійкості Європи, то створення Європейського сировинного альянсу (ERMA) визнано особливо ефективним. Глобальний галузевий стандарт з управління хвостосховищами представлено як надійний універсальний міжнародний інструмент з безпечного управління відходами видобування.

Наведено аргумент, що, оскільки земельне питання є одним найбільш делікатних в густонаселених районах, то егалітарний (справедливий) розподіл землі є запорукою уникнення ризиків стерилізації мінеральних ресурсів.

Зазначено, що є нагальна потреба у функціонуванні стратегічної та відкритої мережі між політичними, промисловими й місцевими громадами шляхом обміну інформацією для розширення знань, досвіду і навичок між зацікавленими сторонами. Прийняття цієї ідеї суспільством є фундаментальним завданням, яке необхідно виконати для створення безконфліктного простору освоєння мінеральних ресурсів.

Висновки свідчать, що головне завдання на сьогодні – це створення ефективної системи моніторингу руху сировини ланцюжком створення доданої вартості. Здатність швидко виявляти проблеми мінеральної політики та реагувати на них забезпечить лідерство ЄС в стратегічних технологіях і галузях. Цей процес вже почався зі створення ERMA. Державні інститути, бізнес, наукові установи й громадянське суспільство в тісному діалозі здатні забезпечити сталий розвиток і безпеку цивілізації загалом.

Ключові слова: мінеральна політика; критична сировина; природні ресурси; циркулярна економіка; стратегічні сектори; стратегічні технології; ERMA; цінові тенденції.

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОЇ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ

УДК 550.8 (477)

Анатолій
МОСПАН

директор
ТОВ «Надра Сервіси»,
член Співки геологів
України

Тетяна
ТІМЧЕНКО

головний геолог
ТОВ «Надра Сервіси»,
член Співки геологів
України

Розвиток економіки країни, промислової та господарської інфраструктури неможливий без застосування нафти та газу, а також продуктів їхнього перероблення. Україна не задовольняє в повному обсязі власні потреби в паливно-енергетичних ресурсах. Важливу роль у вирішенні цього питання відведено геофізичним методам дослідження, узгодженому комплексу та видам геолого-геофізичних досліджень. Матеріали геофізичних методів досліджень у багатьох випадках є основними у геологічній документації свердловин, що буряться для пошуку та розвідки продуктивних колекторів. Вітчизняні компанії нафтогазового сервісу потребують державної підтримки в напрямі підвищення рівня геолого-геофізичних послуг, оновлення парку апаратури та наземного обладнання, впровадження сучасних технологій для можливості розвитку рівної конкуренції з іноземними компаніями як на внутрішньому, так і світовому ринках.

Ключові слова: геолого-геофізичні дослідження; каротаж; технічна інструкція; замовник; технічні та технологічні фактори; вітчизняний нафтогазовий сервіс; вуглеводні; надрокористування.

ВСТУП

Нафтогазова промисловість залишається важливою складовою забезпечення енергетичної стабільності та незалежності країни. Підвищення якості геофізичних досліджень у процесі пошуку та розвідки корисних копалин є головним завданням виробничих підприємств. Адже наразі важко уявити в сучасному світі розкриття та експлуатацію продуктивних покладів без застосування геофізичних методів дослідження.

Ефективність виконання та точність інтерпретації методів геофізичних досліджень свердловин (ГДС) безпосередньо залежать від розвитку вітчизняного нафтогазового сервісу (рис. 1). В свою чергу динамічний розвиток вітчизняних виробничих підприємств неможливий без нових наукових розробок, модернізації та технічного переоснащення, підготовки фахових спеціалістів – геологів, геофізиків та ін. Тож першочерговим завданням є привернення уваги геолого-геофізичної громадськості до сучасних проблем розвитку вітчизняного нафтогазового сервісу та можливих наслідків.

Підвищення ефективності вивчення розрізів свердловин значною мірою

залежить від узгодженого комплексу та видів геолого-геофізичних досліджень, передбачених у ГТНі (геолого-технічний наряд). Матеріали ГДС у багатьох випадках є основними у геологічній документації свердловин, які бурять для пошуку та розвідки продуктивних колекторів. До складу комплексу геофізичних досліджень необхідно обов'язково долучати виконання таких: ГК (гамма-каротаж), ННК (нейтрон-нейтронний каротаж), СП (самочинна поляризація), АК (акустичний каротаж), ДС (діаметр свердловини) для оцінювання літологічного складу, пористості, проникності порід (*Техническая инструкция, 1985*). Основними методами для виділення колекторів за параметрами проникнення та визначення їхнього насичення є такі: МК (мікрокаротаж), МБК (мікробоковий каротаж), СК (стандартний каротаж), БК (боковий каротаж), БКЗ (бокове каротаже-зондування), ІК (індукційний каротаж) (*Техническая инструкция, 1985*). Для кореляції розрізу свердловини необхідно застосовувати стандартний каротаж (СК) та гамма-каротаж (*Техническая инструкция, 1985*). Виконання саме такого комплексу геофізичних методів є доволі ефективним

під час виконання зазначених вище завдань, що доведено на власному досвіді, досвіді фахівців-інтерпретаторів підприємства ТОВ «Надра Сервіси» та інших компаній.



Рисунок 1.
Виконання комплексу ГДС компанії ТОВ «Надра Сервіси» на свердловині компанії «Укргазвидобування»

Деякі замовники геофізичних послуг під час буріння свердловин замовляють скорочений комплекс ГДС, без виконання методів СК, БКЗ, МК на користь багатозондових БК, ІК, що має як переваги, так і недоліки. Однією з причин проведення аналізу інформативності того чи іншого комплексу геолого-геофізичних досліджень стали певні труднощі, що виникають під час виділення пластів-колекторів та оцінювання їхнього насичення, які інколи призводять до пропусків продуктивних горизонтів.

Скорочення комплексу ГДС визначається такими основними факторами:

- технічний – ускладнення під час буріння свердловини;
- технологічний – негативний вплив на якість запису ГДС бурових розчинів;
- проектування в ГТНі виконання обмеженого, неповного комплексу ГДС.

Впливати на технічні та технологічні фактори під час буріння свердловин складно, а інколи взагалі неможливо. Але приділити увагу, проаналізувавши інформативність того чи іншого комплексу ГДС-досліджень, варто.

Стандартний каротаж (ГЗ, ПЗ) – один із методів електрометрії, що спільно з методом ГК використовують для побудови кореляційних моделей (Дахнов, 1972).

Мікрокаротаж (МГЗ, МПЗ) – метод, який використовують для дослідження присвердловинної зони пласта –

проникної частини (рп). Важливість методу в тому, що вже на якісному рівні за результатами мікрометодів визначають колекторські характеристики пласта (рис. 2) (Дахнов, 1972).

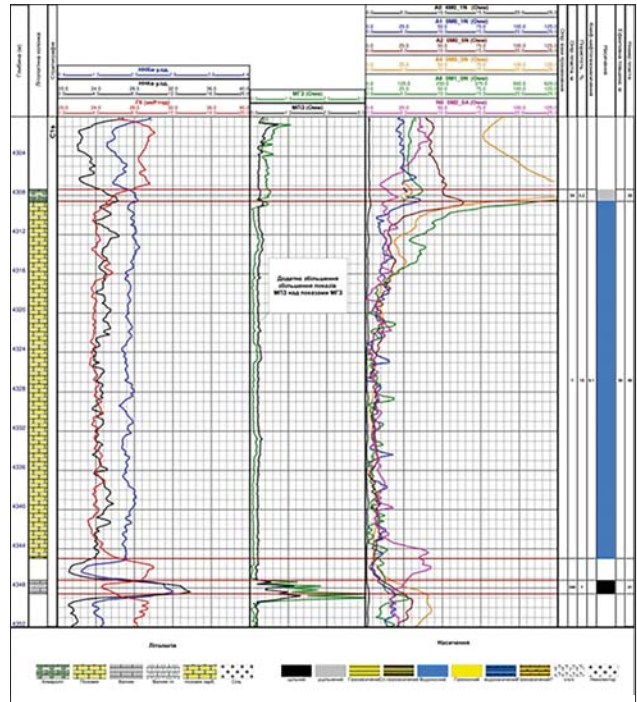


Рисунок 2.
Визначення колекторських характеристик пласта методами мікрокаротажу МГЗ, МПЗ

Бокове каротажне зондування (БКЗ) – метод електрометрії, який завдяки використанню різноглибинних зондів (глибинність 0,5 м, 1 м, 2 м, 4 м, 8 м) дає змогу визначити такі важливі параметри пластів, як питомий електричний опір пласта, опір та діаметр зони проникнення, опір промивальної рідини. На конкретному прикладі розглянуто основні підходи оброблення методом БКЗ (рис. 3) (Дахнов, 1972).

Індукційний каротаж ІК (активна та реактивна складові) – метод електрометрії, що дає можливість визначити уявний електричний опір порід. Слід зауважити, що в пластах, які мають велику зону проникнення, за допомогою методу ІК вимірюють величину опору пласта (рп). На відміну від методу індукційного каротажу, метод БК (боковий каротаж) вимірює опір, ближчий до опору зони проникнення (рзп) пластів-колекторів. Для порівняння: глибинність зондів ІК інколи вища, ніж глибинність навіть великого зонда методу БКЗ. Під час вимірювання провідності порід методом індукційного каротажу перевагою є й те, що у разі застосування полімерних та підвищеної солоності бурових розчинів отримуємо задовільні результати під час визначення електричного опору (рис. 4).

Використовуючи зонди з різними радіальними характеристиками та різними геометричними факторами,

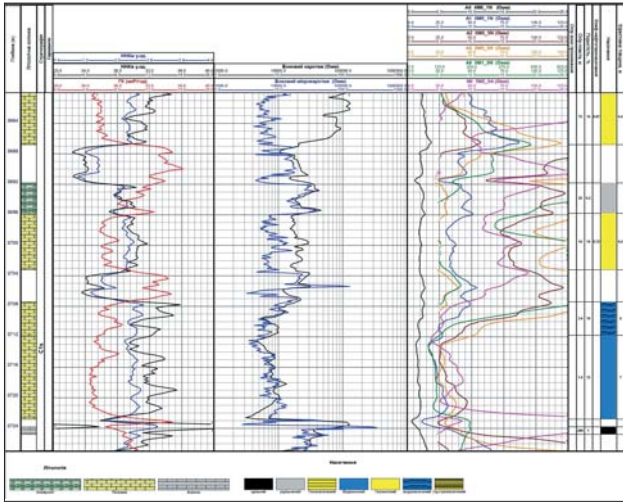


Рисунок 3.
Визначення ПЕО за даними методу БКЗ

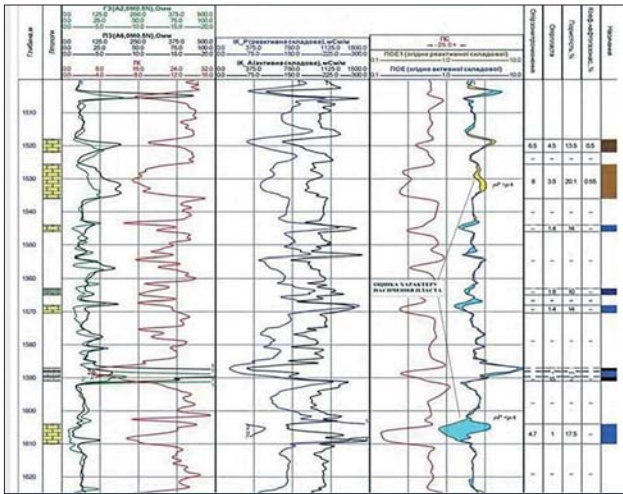


Рисунок 4.
Визначення ПЕО за даними методу ІК

маємо значно більше можливостей для вивчення розрізів свердловин.

Виконання скорочених комплексів ГДС часто обґрунтовується тим, що прилади у збірках не дають змоги реєструвати той чи інший метод. На ринку геофізичних послуг пропонують дослідження розрізів свердловин за допомогою сучасної апаратури, застосовують комплекси приладів, які дають можливість за одне спускання-підймання провести реєстрацію кількома методами одночасно. Таким чином, буде скорочено час на проведення польових робіт, у тому числі камеральних, що для замовника є, безперечно, важливим чинником. Але є і зворотний бік – недостатня інформативність таких каротажів і, як результат, недовивченість геологічного розрізу.

Підготовка фахових спеціалістів та постійне підвищення їхньої кваліфікації є важливою складовою

забезпечення ефективної роботи нафтогазової галузі. Здешевлення вартості робіт призвело до зниження кваліфікаційного рівня багатьох вітчизняних підприємств. Тобто через це звільняються фахові спеціалісти, а на їхнє місце або немає кого прийняти на роботу, або приходять молоді спеціалісти, на підготовку яких потрібен тривалий час. Згодом професія стає неперспективною. Таким чином, створюється дефіцит фахового персоналу. Деякі підприємства переходять на скорочений графік роботи та працюють із мінімальним завантаженням виробничих потужностей або й взагалі скорочують штат співробітників. Надалі недостатня увага до кадрових питань може призвести до значних втрат на шляху розвитку важливої складової енергетичної безпеки держави. Наш професійний та навіть моральний обов'язок – підтримувати та розвивати геологічну службу України.

Необхідно звернути увагу, що сьогодні немає єдиного нормативного документа в країні, аналогічного «Технической инструкции проведения геофизических исследований в скважинах» (*Техническая инструкция, 1985*), який охопив би всі питання стосовно проведення геофізичних досліджень у свердловинах, а саме: виконання типових та обов'язкових комплексів дослідження, методик проведення робіт, організації робіт, техніки безпеки, охорони навколишнього середовища.

Геолого-геофізичні підприємства мають справу з випадками отримання інформації незадовільної якості або цілковитої її відсутності, виконання промислових робіт у свердловинах за підвищеного рівня небезпеки чи в аварійному режимі, втрати геолого-геофізичного обладнання, професійно-технічних проблем. У багатьох випадках основною причиною є недостатня якість досліджень, недотримання правил проведення та виконання геолого-геофізичних робіт. Тому є нагальна потреба в розробленні сучасного керівного документа для всіх надрокористувачів, науково-дослідних і проектних інститутів. Дотримання цих правил повинно бути обов'язковим для всіх підприємств і організацій які здійснюють проектування, розвідку та промислову діяльність в Україні.

ВИСНОВКИ

Презентована практика не є новою, вона відома широкому колу фахівців геологічних підприємств. Модернізація та впровадження новітніх технологій є безперечно актуальним напрямом розвитку та підвищення конкурентоспроможності галузі України на світовому ринку.

Підвищення якості геофізичних досліджень під час пошуків та розвідки корисних копалин є головним завданням виробничих підприємств у цій сфері діяльності. Практично доведено, що наразі не можна недооцінювати ефективності, а тим більше відмовлятися від уже адаптованих так званих вітчизняних комплексів для ґрунтового вивчення розрізів свердловин із метою пошуку вуглеводнів.

**СПИСОК
ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. Москва: Недра, 1972.

Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах. Москва: Недра, 1985.

REFERENCES

Dahnov V.N. Interpretacija rezul'tatov geofizicheskikh issledovanij razrezov skvazhin [Interpretation of the results of geophysical studies of well sections]. Moskva: Nedra, 1972 (in Russian).

Tehnicheskaja instrukcija po provedeniju geofizicheskikh issledovanij v skvazhinah [Technical instructions for conducting geophysical surveys in wells]. Moskva: Nedra, 1985 (in Russian).

PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF THE NATIONAL PETROLEUM INDUSTRY

Anatolii
MOSPAN

director
of NADRA Services Ltd,
member of the UAG

Tetiana
TIMCHENKO

chief geologist
of NADRA Services Ltd,
member of the UAG

Development of the country's economy, industrial and economic infrastructure is impossible without the use of oil and gas, as well as their products. Ukraine does not fully meet its own needs for fuel and energy resources. An important role in the solving of this issue belongs to geophysical research methods, their integrated complex and the types of geological and geophysical researches. In many cases, the materials of geophysical research methods are the main ones with respect to the geological documentation of wells that were drilled for the search and exploration of productive reservoirs. Domestic oil and gas service companies need government support to increase quality of geological and geophysical services, updating the equipment fleet, and ground equipment, introducing modern technologies to enable the development of equal competition with foreign companies both in the domestic and global markets.

Keywords: *geological and geophysical researches; logging; technical instruction; customer; technical and technological factors; domestic oil and gas service; hydrocarbons; subsoil use.*

ПОТУЖНА ГЕОФІЗИЧНА ГАЛУЗЬ – ФУНДАМЕНТ ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ

УДК 550.8 (477)

Антоніна
КАСЬЯН

головний геофізик
ТОВ «Еско-Північ»,
член Спілки геологів
України

У нафтогазовій промисловості найбільш наукомістким і високотехнологічним видом діяльності є геофізика. Результати геофізичних досліджень лежать в основі пошуку, розвідки та розроблення родовищ нафти й газу, без них неможливо ефективно бурити, експлуатувати та ремонтувати свердловини. Успіхи в розвитку техніки й технології геофізики залежать від рівня академічної та галузевої науки, ефективності системи освіти, інтелектуальної підготовки персоналу.

У статті здійснено історичний екскурс ерою геофізичних досліджень з початку минулого сторіччя до наших днів. Проаналізовано сучасний стан та перспективи подальшого розвитку геофізичної галузі як основи енергонезалежності України. Вказано на основні причини негативного стану речей в українській геофізиці: втрата фаховості, відсутність якісної базової освіти, брак фінансування та недалекоглядність управлінських рішень.

Ключові слова: геофізика; геолого-геофізичні дослідження; родовище; нафта; газ; вуглеводні; свердловина.

ВСТУП

У гострій боротьбі на світовому ринку нафтогазового сервісу американські багатопрофільні корпорації Schlumberger, Halliburton, Baker Hughes і Weatherford (швейцарська, а з 2009 року – американська) («Велика четвірка») виробили технології, використання яких забезпечує їхні лідерські позиції. В авангарді багатопрофільного сервісу завжди повинна бути геофізика, тобто керувати корпорацією повинні фахівці, які добре розуміють можливості геофізичних досліджень свердловин (ГДС), необхідною умовою також є наявність у складі корпорації потужного, добре фінансованого інжинірингового центру, що створює унікальну техніку, технології, програмне забезпечення. Спираючись на конкурентну перевагу в створенні передових геофізичних технологій та їхньому інтегруванні з іншими видами сервісу, ці корпорації стали лідерами глобального сервісного ринку. «Велика четвірка» найбільших сервісних компаній

щорічно вкладає мільярди доларів у сферу R&D (Research & Development, науково-дослідних та дослідницько-конструкторських робіт). На цьому й ґрунтуються їхні сильні позиції у світі.

На жаль, в Україні практично відсутні такі чинники, бо вони потребують масштабних капіталовкладень. Але які зрештою могли б вивести українські геофізичні компанії з кризи.

Необхідність підвищення енергонезалежності України, зокрема внаслідок збільшення власного видобутку нафти й газу, не викликає жодних сумнівів.

Є кілька можливих напрямів досягнення цієї мети. З них варто обрати найнадійніші та найефективніші, адже ресурсів на одночасний розвиток усіх напрямів не вистачить. Для оцінювання можливостей виконання очікуваних складних геологічних завдань варто враховувати відмінність сучасного рівня та стану світової й вітчизняної нафтогазопромислової геофізики й геології. Обидва напрями (і геологія,

і геофізика) – перспективні, але вони потребують величезних інвестицій. Саме через це розвиток вітчизняної геофізичної галузі практично припинився. Але немає значних успіхів у цьому напрямі й у інших країнах. Проблеми «нетрадиційного газу» (сланцевого, газу щільних колекторів, вугільного метану) загальновідомі. Це і потреба нових технологій буріння й видобування, і невизначеність екологічних наслідків. Нині такі проблеми вирішені лише в США. У Польщі, яка з ентузіазмом узялася за видобування «сланцевого газу», після перших проблисків удачі запанувало затишшя. Що ж до України, то, навіть маючи фахівців дуже високого класу, вона самостійно не може займатися цією важливою проблемою, оскільки відсутнє достатнє фінансування. Практично все передано великим міжнародним компаніям, для яких наша країна не є привабливим об'єктом, тому вони й не поспішають інвестувати в розвиток її енергонезалежності. Є також інші об'єктивні причини, що гальмують розвиток цього напрямку: неповнота нормативної бази, невирішеність екологічних проблем, недостатня підготовка громадської думки.

Але доцільно розглянути тему кризи в нафтогазопромисловій геофізиці (ГДС) на теренах України як на виробництві, так і в науково-дослідному сегменті.

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ – ВТРАТА ПЕРЕДОВИХ ПОЗИЦІЙ

На початку ери геофізичних досліджень у свердловинах першість належала вітчизняним вченим. Початок геофізичних досліджень було покладено температурними вимірами, проведеними Д.В. Голубятніковим на нафтових родовищах Баку в 1906–1913 рр. Паралельно з винахідницькою діяльністю братів Шлюмберже у Франції в 1926–1928 рр. відбувалися геофізичні дослідження в Росії в 1929–1930 рр. Надалі комплекс ГДС безперервно розширювався. З 1931 р. почали застосовувати інклінометр для визначення викривлення свердловин. Перші петрофізичні зв'язки були отримані в середині 30-х років (І. Коган, С. Комаров). У 1932–35 рр. були розроблені перші стрілючі перфоратори, бічні ґрунтоноси й торпеди, які стали широко застосовуватися у нафтопромисловій практиці. У 1933 р. В.А. Соколов, І.М. Бальзамов і М.В. Абрамович запропонували газовий каротаж, а в 1934 р. В.А. Шпак, Г.В. Горшков, Л.М. Курбатов і А.Н. Граммаков – гамма-каротаж. У 1935 р. радянські геофізики С.Я. Літвінов і Г.Н. Строцької розробили метод кавернометрії свердловин. В.І. Гороян і Г.М. Мінізон – механічний каротаж, Б.М. Понтекоров – нейтронний (у 1941 р.). У 1940 р., поперед США, була розроблена широко використовувана в наш час методика визначення коефіцієнта пористості за параметром пористості та коефіцієнта нафтонасичення за параметром насичення (В.Н. Дахнов). Раніше ніж за кордоном були розроблені основи визначення глинистості й пористості за даними методу потенціалів власної поляризації (ПС) (В.Н. Кобранова, 1948 р.) і глинистості за даними радіометрії (В.В. Ларіонов, Л.С. Полак, 1953–1957 рр. (Ларіонов, 1976)). Ці роботи стали підґрунтям для становлення нафтогазової петрофізики як науки про фізичні властивості гірських порід-колекторів, їхні взаємні зв'язки і закони, які керують цими зв'язками. У 1946 р. В.М. Дахнов запропонував метод опору

екранованого заземлення (Дахнов, 1982). Аналогічна апаратура була розроблена приблизно в цей час фірмами Schlumberger і Halliburton. У 1948 р. фірма Humble Oil and Refining Co створила перший зразок апаратури акустичного методу. У 1948–1953 р. у США під керівництвом Г. Долля було розроблено низку ефективних модифікацій електричного каротажу – боковий та індукційний методи, мікрозондування, які посіли важливе місце в сучасному комплексі геофізичних досліджень свердловин.

У 60-ті роки петрофізика отримала подальший розвиток у сфері досліджень фізичних властивостей порід у пластових умовах за високих тисків і температур. Розв'язок рівнянь пружності для порід різного складу та унікальні експерименти (В.М. Добринін, Г.М. Авчан (Добринін, 2004)) випереджали аналогічні закордонні дослідження. В середині 60-х років у ВНДІ (Всесоюзний науково-дослідний інститут) геофізики розпочали роботу зі створення апаратурно-методичної бази виробничої петрофізики. До середини 70-х років вперше були розроблені теоретичні та методичні основи для визначення багатьох фізичних властивостей зразків колекторів з необхідною для виробництва точністю і продуктивністю (Е.А. Поляков). На базі цих досліджень був створений апаратно-методичний комплекс для масового вивчення фізичних і місткісних властивостей колекторів у різних термодинамічних умовах. У зв'язку з бурхливим комп'ютеризацією промисловості з кінця 80-х років відбувається як істотне переоснащення геофізичної служби. Значне поширення здобула цифрова, багатоканальна апаратура різних методів ГДС.

Настільки бурхливий розвиток нафтогазової геофізики в СРСР та, зокрема, Україні був неможливий без створення мережі інститутів для підготовки фахівців-геофізиків вищої кваліфікації. У кращих закладах вищої освіти (ЗВО) країни були відкриті геофізичні кафедри, розширені територіальні межі для опанування професії інженера-геофізика. Крім традиційних навчальних закладів Москви та Ленінграда, а також інститутів, розташованих у старих гірських районах (Урал та Україна), підготовку інженерів-геофізиків здійснювали у багатьох республіках (Узбекистані, Туркменістані, Казахстані, Грузії, Вірменії, Азербайджані). Нині майбутніх геофізиків різного профілю навчають в п'яти ЗВО нашої країни (Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, Івано-Франківському технічному університеті нафти й газу, Львівському національному університеті імені Івана Франка, Національному ТУ «Дніпровська політехніка», Національному університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»).

Свого часу відкриття найбільшого в Європі Шебелинського газового родовища спонукало фахівців з усього Радянського Союзу – як науковців, так і виробників – до нових досліджень, відкриттів, удосконалень.

СУЧАСНІ РЕАЛІЇ: ВТРАТА ФАХОВОСТІ, ВІДСУТНІСТЬ СТИМУЛУ ДО РОЗВИТКУ ТА КРИЗА ФІНАНСУВАННЯ ГАЛУЗІ

Вітчизняні державні геофізичні дослідження свердловин сьогодні проводять переважно із використанням старих комплексів й апаратури та застосуванням застарілих

методик. Про те, щоб українській нафтогазпромислової геофізиці вийти на світовий рівень, не може бути й мови, бо необхідно впроваджувати сучасні технології, розробленням яких практично ніхто не займається або роблять це формально. Способи подолання такого відставання традиційні – створення стимулів, підвищення творчої ролі спеціалістів, відродження дослідно-методичних робіт, проведення науково-практичних конференцій, доступних для фахівців з державних підприємств, тощо. Але про дослідження українських вчених у сфері промислової геофізики навіть не йдеться, бо виробничої/галузевої науки, як такої, на теренах нашої країни не існує. Так, у нас є науководослідні інститути, багато талановитих і кваліфікованих спеціалістів, але якщо копнути глибше – базові знання поверхові, за успіхи приймають вже усталені, перевірені часом і виробництвом досягнення. В наукових дисертаціях молодих кандидатів дедалі частіше виявляють ознаки плагіату. Старі забуті звіти, методики, раціоналізаторські ідеї – це все стає «надбанням» сучасних вчених. Головне – проявити кмітливість і оформити роботу на рівні сучасних технічних стандартів. Коли читаєш в новинах державної компанії: «Вперше в Україні провели гідророзрив, вперше пробурили надглибоку свердловину», – згадуєш досягнення попередніх поколінь. Так і хочеться сказати: «Вчіть історію, переймайте досвід і не винаходьте велосипед, витрачаючи на це час і державні кошти!»

Сучасне покоління спеціалістів-промисловців, тих хто «просуває» нашу геофізику, – хороші користувачі сучасних програмних продуктів. Знання англійської мови та вправне володіння чужими методиками і програмними комплексами – ось чим представлені досягнення сучасних науки і виробництва. Сьогодні застосовують два програмні вітчизняні продукти: «ГЕОПОШУК» – система оброблення та інтерпретації промислової геофізичної та суміжної геологічної, петрофізичної та сейсмічної інформації, розроблена фахівцями УкрДГРІ та Інституту кібернетики НАН України. За його основу було взято програмний комплекс «KIEV», який на той час використовували на виробництві всі державні геофізичні експедиції, та «ОРИУМ» – оперативна інтерпретація керівними модулями, також зроблена на основі відомих закордонних програм та того ж «KIEV». Обидва продукти розроблено у 2000-х роках. Далі – просто натискаємо на кнопки, воно щось там рахує, будує, інтерпретує (автоматично) – на виході результат зі зворотними ізогіпсами, газоводними контактами посеред продуктивного пласта, колекторами з глинистістю 72%, незрозумілою статистикою тощо.

Один із досвідчених американських геофізиків А.Р. Браун, аналізуючи причини помилок й невдач геофізиків, застосував навіть відомий в Україні, хоча й у іншій галузі, термін «кнопкодави» (button pusher). Але поміж провідних світових фахівців є чітке усвідомлення того, що це не повинно бути нормою, бо навіть найдосконаліші програмні комплекси не замінять людини, яка глибоко розуміє геологію та геофізику й здатна до творчого підходу та знаходження нестандартного вирішення проблем. Такий підхід традиційно був притаманний українським, як і радянським, геофізикам. Він багато років допомагав компенсувати відставання в технічних засобах. Нині це відставання значно скоротилося завдяки закупівлі імпоротної техніки

й технологій, але зменшилось і усвідомлення творчої ролі геофізика. Певним чином це проявляється на тематичних конференціях. Доповідей українських фахівців-геофізиків-промисловців, як правило, небагато. Таких, де репрезентувалися б конкретні геологічні результати, були доволі якісні, ґрунтовні, використовували сучасні комп'ютерні технології. Це не стосується доповідей, присвячених регіональному вивченню геологічної будови, тобто питанням, де ніяка комп'ютерна технологія людину не замінить. Одне з пояснень відставання української геофізики – зниження рівня фахової підготовки студентів-геофізиків (це питання потребує окремого вивчення й розгляду). Молоді спеціалісти частіше захоплюються приладами чудодійних закордонних комп'ютерних систем, ніж усвідомленням геологічної сутності геофізичних полів. У результаті з'являється багато красиво оформлених, сучасних на вигляд робіт, які неспроможні насправді сприяти виконанню сучасних геологічних завдань, що виходять за межі звичних, старих поглядів на можливості геофізики. Проблема надмірного захоплення формальною стороною сучасних технологій не є лише українською. На жаль, доводиться визнати, що ці складні технології, для успіху яких недостатньо просто натискати кнопки комп'ютера, визнаються й упроваджуються в Україні останнім часом інтенсивно. Зрозуміло, що для висококваліфікованого виробника, який завантажений поточними справами, опанування таких складних технологій є часовитратним завданням. Раніше це виконували дослідно-методичні підрозділи, самостійні групи розробників на підприємствах, які після ознайомлення з черговою новинкою упроваджували її в масове виробництво. Досвід засвідчив, що такі групи хоча й рідко, але створювали конкурентну продукцію. В минулому сторіччі в Україні ще використовували свої розробки. В об'єднанні «Укргеофізика» крім центру в Києві працювали групи програмістів у Полтаві, Львові, Новомосковську, активно здійснювали розроблення програм і нових технологій, в УкрНДГРІ (тепер УкрДГРІ), NADRA Group. У 70–80-ті роки українська нафтогазпромислова геофізика займала провідні позиції в СРСР, попри обмежені власні ресурси вуглеводнів. Сьогодні ситуація цілком змінилася і не на краще.

Власні розроблення майже припинилися, досвідчені спеціалісти цього напрямку розійшлися, а нові не прийшли. Змушені залишати науково-дослідні інститути вчені, чий роботи високо цінуються за кордоном, а в Україні не мають попиту. Здійснюється необґрунтована приватизація галузевих наукових установ та регіональних геофізичних підприємств, втрачається важлива інформація щодо старих свердловин, архіви неоціненних джерел знищуються через некомпетентність нового нефахового керівництва. Напрямок дослідно-методичних робіт зник в «Укргеофізиці» й майже не з'явився в нових геолого-геофізичних підприємствах, навіть у Науково-дослідному інституті «Науканафтогаз», який на сьогодні припинив діяльність. У результаті майже не стало спеціалістів, які могли б і хотіли вивчати та впроваджувати нові складні вітчизняні технології. У розвинутих, потужних системах оброблення й інтерпретації, які були придбані за великі кошти, залишається багато невикористаних можливостей, через що загальний рівень української геофізики відстає від світового. Для виконання завдань залучаються іноземні фахівці

з Хорватії, Казахстану та інших країн, а вітчизняні – гарні підлегли, лише виконавці чужих ідей, які ґрунтовно опанували іноземні технології – і все.

Наразі з сумом спостерігаємо за тим, як поступово зникають вітчизняні геофізичні організації, що були флагманами на родовищах України й не тільки: Ніжинська, Балаклійська, Івано-Франківська, Полтавська геофізичні організації з досліджень свердловин. Ліквідовано Державний геологорозвідувальний інститут (УкрДГРІ), зокрема його геофізична складова, хоча ця потужна й розгалужена організація могла б сприяти вирішенню багатьох проблем науково-технічного прогресу в Україні. Можна погодитися з тим, що робота УкрДГРІ не завжди була ефективною, але замість виправлення й поліпшення ситуації чомусь було обрано старий метод боротьби з головним боєм за допомогою гільйотини. Унікальний досвід спеціалістів в області ДДЗ (Дніпровсько-Донецької западини), Карпат сьогодні не потрібний, оскільки нові іноземні технології дають можливість візуалізувати неймовірно гарні зображення, навіть в 3D. Їх називають ретроградами, тими, хто не дає можливості йти вперед, але відсутність ґрунтовних знань та досвіду грає не на користь вітчизняній науці, адже фізика пласта за тривалий час не зазнала якихось суттєвих змін і її закони ніхто не скасовував. У архівах дослідних інститутів зберігається маса інформації з досліджень, проведених в радянські часи на конкретних родовищах України, які й зараз цікаві новоспеченим номінантам на кандидатський ступінь.

Заради гонитви за отриманням ліцензій звіти геолого-економічного оцінювання (ГЕО) за останній час суттєво програють в якості й професіоналізмі. Наукові статті молодих науковців – ніби під копірку. Нині практично кожний молодий спеціаліст у своєму резюме наводить таку неймовірну кількість участі в спільнотах, іноземних проєктах, що досвідчені фахівці-виробники, науковці – поруч не стояли. Формування наукової геофізичної еліти України з людей, які не знають виробництва, не мають самостійного досвіду в інтерпретації, які методиками зі старих підручників і науково-виробничих звітів видають за свої досягнення і навіть патентують (!) – місія нездійсненна для нашої галузі.

Які ж причини такого сумного стану речей? Хоча кажуть, що в поразки, на відміну від перемоги, лише один батько, у нашому разі причин і суб'єктивних, і об'єктивних можна знайти багато. Головні, що впливають на перший план: відсутність фаховості, стимулу, базової освіти та фінансування. Нащо витратити сили, нерви, час заради якогось прогресу, якого ані керівництво, ані замовники не розуміють і не очікують. Якщо все робиться, як завжди, як звикли, а будь-яка невдача пояснюється несприятливими обставинами чи іншими об'єктивними причинами. Постає запитання: хто ж має стимулювати прогрес, який від природи своєї не може завжди вести до перемоги, але завдяки дедалі більшій кількості удач врешті забезпечить зростання? Якщо не враховувати авторський ентузіазм, чий результат дуже рідко поширюється й переживає автора, вирізняються два чинники: інтерес замовника (власника) та адміністративний тиск. Перший чинник ще недавно

уявлявся безперечним і достатнім. Найімовірніше, замовникам (власникам) просто не вистачає знань про сучасні технології, про дуже швидкі, але не завжди прості й зрозумілі, зростальні можливості геофізики. Важко вимагати від надкористувачів глибокого розуміння проблем геофізики й геології, але їм мають допомогати відповідні спеціалісти інституцій. Це пов'язано з дією другого чинника – адміністративного. Сьогодні в Україні не дуже зрозуміло, хто саме має уособлювати цей чинник. Колись, коли змінювалися функції міністерств геології, енергетики, за ними залишалися три основні завдання: видавання ліцензій, регіональні дослідження та забезпечення науково-технічного прогресу. Може, щось би й змінилося, якби в керівництві геологічними та геофізичними підприємствами України були авторитетні фахівці цього напрямку, тоді б це цілком відповідало багаторазовим заявам вищого керівництва країни про значне зростання власного видобутку газу в найближчі роки. Втім, навіть за сучасних поглядів на те, що керувати галуззю мають універсальні менеджери, а не вузькі спеціалісти, справи були б кращими, якби ці менеджери користувалися знаннями й досвідом фахівців, адже проведення цілеспрямованих нарад спеціалістів різних підприємств нині не практикуються, а захисти звітів перетворилися на формальність.

Останнім часом проблемами розвитку нафтогазової геофізики України та знайомством зі світовим рівнем геофізики займаються організатори науково-технічних конференцій, таких як «Ньюфолк». Але фахівці з вітчизняних геофізичних організацій, особливо державних, не часті гості, а тим більше доповідачі на таких заходах. Можливо, це не стільки нестача часу й коштів, скільки підсвідоме ставлення до проблем розвитку вітчизняної нафтогазової геофізики як до вторинних у порівнянні з сучасними потребами. Наслідки такого керівництва галузю в Україні доволі сумні.

У світі роль петрофізики й рок-фізики в нафтогазовій галузі швидко зростає, а в Україні так само швидкими темпами цей напрям згортається. Апаратура на державних підприємствах – випуску 70–90-х років. Сучасний тренд на буріння надглибоких свердловин – цей виклик не для державних підприємств з геофізичних досліджень у свердловинах. Помітно зменшується кількість геофізиків-інтерпретаторів і висококваліфікованих спеціалістів геолого-геофізичного напрямку. Заробітна плата на державних підприємствах просто сміховинна. Щоб отримати конкурентну вітчизняну нафтогазову геофізику потрібні великі кошти, стимул (і не тільки матеріальний), і віддача могла б бути значною. Образ вітчизняного геофізика, геолога – нівельовано. Ми стали на коліна перед закордонними фахівцями, хоч мали б зберегти хоч якусь повагу до себе. Неефективна робота державних геофізичних підприємств пов'язана насамперед з некомпетентним та непрофесійним керівництвом, яке призначається у владних коридорах, на непрозорих конкурсах, а то і в обхід них. Керівниками державних підприємств стають не спеціалісти, а хто завгодно – медики, лісники, бармени та ін. Фахівців, як правило, звільняють, або вони самі йдуть через низькі зарплати. Реклама добре розвинутих сервісних компаній – з усіх щілин, то чому б не скористатися (хоч і

за великі гроші) «цукеркою у гарній обгортці». Зупиняє вік і незнання англійської мови.

Можливо, причиною цього є наївне уявлення когось із керівництва, що у разі використання комп'ютерних систем та залучення іноземних фахівців, за які заплачено величезні гроші, можна обійтися без спеціалістів «старого» зразка. Геофізики старшого покоління мають пам'ятати симптоми такої дитячої хвороби, що проявлялися років 60 тому, коли починали впроваджувати обчислювальну техніку в українській геофізиці. За ці роки життя неодноразово засвідчило, що навіть найдосконаліші машини не замінять людини, навіть не завжди можуть скоротити терміни виконання робіт, проте вони дають змогу виконати складні завдання, які стають результатом знань, інтуїції, досвіду. Саме це, а не скорочення штату, окупає дорогу техніку й програми. Хочеться думати, що ситуація в українській геофізиці не безнадійна. Деякі роботи виконують на високому рівні. Є успішні спроби досягти світового рівня, хоча і з запізненням, наприклад, розроблення дієвих цифрових гідрогеологічних моделей родовища в NADRA Group, ПрАТ «Укргазвидобування», ПАТ «Укрнафта» тощо. Але для ліквідації відставання вітчизняної наукової геофізики таких поодиноких успіхів недостатньо. Дуже важливим є стимулювання впровадження нових вітчизняних технологій. Проведений аналіз свідчить, що ринок вітчизняних геофізичних послуг має негативні тенденції до розвитку. Роз'єднаність геофізичних активів не дає можливості компаніям конкурувати з великими світовими гравцями. Відсутність взаєморозуміння між геофізичними та нафтовидобувними компаніями; відсутність законодавчої бази та колосальна конкуренція в масовому сегменті ГДС та ціновий демпінг перешкоджають розвитку вітчизняної промислової геофізики. На ринку представлена величезна кількість малих підприємств, що спеціалізуються на обмежених методах оброблення геолого-геофізичної інформації та не несуть відповідальності за виконану роботу.

ВИСНОВКИ

Завдання щодо збільшення власного видобутку вуглеводнів в Україні можна реалізувати різними шляхами, але найшвидшим, найдешевшим та надійним є збільшення видобутку в ДДЗ. Успішність таких робіт залежить від ефективності геофізичних досліджень. Сучасний світовий рівень геофізики таку ефективність забезпечує, але вітчизняна геофізика від такого рівня відстає і незабаром може просто зійти з перегонів.

Чи є перспектива розвитку української промислової геофізики – питання часу. Можливо, це станеться за умови економічної підтримки державою нафтогазовидобувної галузі. Але, зважаючи на ситуацію в країні, більш ймовірним видається, що вітчизняна геофізика – в крутому піке, з якого їй вже не вийти. Трагізм ситуації в тому, що українська влада не усвідомлює того, що вітчизняна геофізика скоріше мертва, ніж жива. Звісно, це проблема не першочергова, але коштів на розвиток сучасної науки немає, реформ ніяких не передбачається. На відповідальні фахові посади запрошують іноземних спеціалістів, які потім просто йдуть і ніякої відповідальності за свою діяльність не несуть.

Ми втратили своє місце у світовій історії розвитку геофізичної науки. Втратили через недолугу політику некваліфікованих менеджерів без фахової освіти. На внутрішній ринку були запущені корпорації «Великої четвірки», бо тільки вони сьогодні можуть відповісти на виклики з дослідження надглибоких свердловин в умовах високих температур і тисків. Оскільки нафтогазові видобувні компанії переходять до розроблення складніших геологічних пластів, то постійно зростає частка горизонтального і похило спрямованого буріння. Наслідком цього є значне ускладнення і робіт за ГДС, необхідно дороге устаткування, більше кваліфікованих фахівців, зростають інвестиційні витрати. Вартість ГДС під час видобутку на складних структурах зростає в кілька разів у порівнянні з традиційними родовищами. Відповідно, приватні й державні видобувні компанії зацікавлені в залученні великих сервісних компаній, здатних забезпечити виконання складних завдань і великих обсягів робіт.

На жаль, державні геофізичні організації, та навіть приватні, не можуть конкурувати в цьому сегменті через відсутність відповідної матеріальної бази, фінансових ресурсів, будь-якої державної підтримки, хоч саме геофізичний сервіс забезпечує видобувні компанії інформацією, що дає змогу раціонально, економічно і технологічно ефективно використовувати величезні інвестиції, які спрямовуються на пошук, розвідку, розроблення родовищ, буріння, ремонт і експлуатацію свердловин.

Чи є вихід з цієї кризи? Адже у нафтогазовій галузі геофізичний сервіс є наукомістким і належить до сфери високих інформаційних технологій. Будуть потрібні значні інвестиції та скоординовані зусилля як держави, так і нафтогазових і сервісних корпорацій. До слова, нас цілком влаштовує сформований на сьогодні рівень цін на послуги, оскільки він заважає розвиватися, працювати на сучасному обладнанні, впроваджуючи новітні технології, підтримувати гідний рівень оплати праці, особливо для висококваліфікованих фахівців, яких у нас більшість. Необхідна координація – як держави, так і видобувних компаній – щодо підтримки та розвитку своєї нафтогазової промислової геофізики, бо слід бути патріотом своєї країни, а не ставити своїх спеціалістів на рівень людей другого сорту.

Цитата з реклами однієї зі світових сервісних компаній: «Протягом майже цілого століття Schlumberger була компанією піонерів-першовідкривачів. Ми працювали на всіх континентах і створили технології для вирішення складних проблем, ефективних як для наших замовників, так і для акціонерів. Ми досягли успіху, залучаючи кращих фахівців, навчаючи їх передових методів і забезпечуючи їх найефективнішими засобами, що дають можливість їм самим стати першовідкривачами Schlumberger. На сьогодні ми займаємо унікальну позицію. Ми перебуваємо на передньому краї нафтогазової галузі; наше незаперечне лідерство ґрунтується на етнічному та культурному розмаїтті нашого персоналу, гідних технологіях, а також величезних перевагах, які дає наш масштаб і наша організація».

А ми?!

**СПИСОК
ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов. Москва: Недра, 1982. 448 с.

Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А., Африкян А.Н. Промысловая геофизика. Издание 2. Москва: Недра, 1976. 301 с.

Ларионов В.В., Резванов Р.А. Ядерная геофизика и радиометрическая разведка. Москва: Недра, 1976. 301 с.

REFERENCES

Dahnov V.N. Interpretacija rezul'tatov geofizicheskikh issledovanij razrezov [Interpretation of the results of geophysical studies of sections]. Moskva: Nedra, 1982. 448 p. (in Russian).

Dobrynin V.M., Vendel'shtejn B.Ju., Rezvanov R.A., Afrikjan A.N. Promyslovaja geofizika [Field geophysics]. Edition 2. Moskva: Nedra, 1976. 301 p. (in Russian).

Larionov V.V., Rezvanov R.A. Jadernaja geofizika i radiometricheskaja razvedka [Nuclear Geophysics and Radiometric Exploration]. Moskva: Nedra, 1976. 301 p. (in Russian).

POWERFUL GEOPHYSICAL INDUSTRY AS THE BASIS OF ENERGY INDEPENDENCE OF UKRAINE

Antonina
KASIAN

chief geophysicist
of «ESCO-PIVNICH»,
member of the UAG

In the oil and gas industry, the geophysics bears the most knowledge-intensive and high-tech activity. The results of geophysical studies underlie the search, exploration and development of oil and gas fields. It is impossible to effectively drill, operate and repair wells without it. Success in the development of technology and technology in geophysics depends on the level of academic and industrial science, the effectiveness of the education system, and the intellectual training of personnel.

The paper provides a historical insight into the era of geophysical research from the beginning of the last century to the present day. The current state and prospects of further development of the geophysical industry as the basis of Ukraine's energy independence are analyzed.

The main reasons for the negative state of affairs in Ukrainian geophysics are as follows: loss of professionalism, lack of high-quality basic education, lack of funding and short-sighted decision-making.

Key words: *geophysics; geological and geophysical research; commercial field; oil; gas; hydrocarbons; well.*

ДО ПИТАННЯ АПРОБАЦІЇ ЗАПАСІВ

Михайло
ГЕЙЧЕНКО

кандидат геологічних
наук, член Спілки
геологів України

Микола
КОЗАР

кандидат геологічних
наук, старший
науковий співробітник
Інституту геохімії,
мінералогії та
рудоутворення
ім. М.П. Семененка
НАН України, член
Спілки геологів
України

Анжеліна
МЕНАСОВА

кандидат геологічних
наук, доцент ННІ
«Інститут геології»
Київського
національного
університету імені
Тараса Шевченка,
член Спілки геологів
України

З лютого 2020 року в Україні скасовано можливість отримання спеціальних дозволів на користування надрами через процедуру апробації запасів корисних копалин. Це рішення було прийнято без широкого обговорення й урахування думки надрокористувачів. У статті розглянуто деякі негативні аспекти «монополізації» процедури аукціонів. Запропоновано обговорення можливості повернення до порядку, який застосовували до лютого 2020 року.

Ключові слова: спеціальний дозвіл;
користування надрами; апробація; корисні копалини.

ВСТУП

Стаття була написана пізніше тому, проте вона не втратила актуальності. Навпаки, додалися нові аспекти, які підтверджують правильність думки авторів. Це стосується права власності на земельні ділянки, під якими розташовані «ліцензійні» об'єкти, небажання місцевих жителів (громад) допускати власників спецдозволів до геологічних і гірничих робіт тощо.

Проблема невисоких темпів розвитку вітчизняної гірничо-геологічної галузі давно турбує небайдужих компетентних фахівців. Питання на цю тему порушувалися, зокрема, на щорічних міжнародних науково-практичних конференціях «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування», які було організовано й проведено в м. Трускавці Державною комісією України по запасах корисних копалин (ДКЗ). Сучасний стан у цій галузі, що стосується рудних корисних копалин, можна визначити як майже незадовільний. З великого переліку цього виду мінеральної сировини, який обліковується Державним балансом запасів корисних копалин, розробляють чотири-п'ять. Причин багато, їх висвітлено в матеріалах зазначених конференцій (*Надрокористування в Україні, 2018, 2019*).

На наш погляд, головні з них перебувають у сфері законодавства стосовно надрокористування, яке помітно відстає від вимог сучасності. У цій статті буде розглянуто лише один аспект, а саме – перехід до «монопольної» процедури надання спеціальних дозволів на користування

надрами з метою геологічного вивчення надр або видобування корисних копалин – через аукціони.

ОПИС ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

У чинному законодавстві України передбачено процедуру надання спеціальних дозволів на користування надрами (далі – дозволи) переможцям аукціонів з їхнього продажу та без проведення аукціонів у випадках, передбачених у пункті 8 Порядку надання спеціальних дозволів на користування надрами, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України (КМУ) від 30 травня 2011 року № 615 (*Про затвердження Порядку, 2020*) зі змінами (далі – Постанова № 615). Види користування надрами, на які видаються дозволи, визначено у Кодексі України про надра (*Кодекс України про надра, 2020*) та Постанові № 615. У переважній більшості дозволи отримуються на геологічне вивчення, в тому числі дослідно-промислово розробку (ДПР) родовищ корисних копалин; видобування корисних копалин. Найбільш популярним способом отримання дозволу на видобування без проведення аукціону до 2020 року був спосіб – через процедуру апробації запасів корисних копалин за власні кошти. Проте в останній редакції Постанови № 615 (зміни затверджено Постановою КМУ від 19 лютого 2020 року № 124) цю можливість виключено. Треба зазначити, що така норма набрала чинності з дати прийняття Постанови № 615 (2011 р.), завдяки чому на сотні об'єктів було

отримано дозволи, переважна більшість з яких розробляється, наповнюючи державний бюджет. А всього з часу відновлення Української держави (1991 р.) ДКЗ розглянула понад тисячу звітів із метою апробації запасів. Однак з лютого 2020 року для того, щоб отримати спецдозвіл на розробку родовища, необхідно отримати спочатку спецдозвіл на проведення геологічних досліджень, за їх результатами підрахувати запаси корисних копалин і затвердити ці дані в установленому порядку. Тоді на цій підставі отримати дозвіл на видобування. Тобто в будь-якому випадку надрокористувач має проходити процедуру аукціону: і на геологічне вивчення, і на видобування (якщо запаси були затверджені кимось раніше). Нам не відомо, в яких цивілізованих країнах застосовують практику надання дозволів на користування надрами через процедури апробації запасів або аукціонів. Аналіз законодавства в інших країнах – тема окремого дослідження. Достеменно відомо, що придбання права користування надрами за гроші через аукціони поширене в деяких країнах Африки та СНД, а в США (у кожному штаті своє законодавство), Канаді, Австралії, країнах ЄС та інших така процедура законодавством не передбачена.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Розглянемо позитивні та негативні аспекти обох методів (аукціонів та апробації), які донедавна паралельно були закріплені в українському законодавстві.

1. Отримання дозволів через процедуру аукціонів.

На перший погляд, цей спосіб привабливий насамперед через можливість отримати до держбюджету якісь кошти, а також через «конкуренцію» претендентів на дозвіл. Проте це не зовсім так.

1.1. Проведення геологічного вивчення родовищ корисних копалин (з ДПР чи без неї).

Якщо не розглядати ДПР як приховане видобування корисних копалин, а лише (як це й визначено законодавством) як складову частину геологічної розвідки родовища, то ПРОДАЖ права проводити геологічне вивчення ділянок надр за власні кошти виглядає дивним. Лише частина геологорозвідувальних робіт (ГРР) завершується відкриттям власне родовищ, тобто виявленням ділянки надр, яку економічно доцільно розробляти. Особливо це стосується родовищ рудних корисних копалин третьої та четвертої групи складності (а таких, за винятком розсипів, переважна більшість). Отже, користувач надр купує право проводити за власні кошти на певній території (об'єкті) геологічні дослідження, результати яких згідно з чинним законодавством стають у тому числі власністю держави. Стартова ціна лоту на аукціоні відповідно до методики визначення плати за спеціальний дозвіл на користування надрами з метою геологічного вивчення («Про затвердження Методики визначення початкової ціни...», 2020) становить 10% вартості спецдозволу на видобування корисних копалин. Постає запитання: як до початку геологорозвідувальних робіт визначити

вартість спецдозволу на користування надрами з метою видобутку, коли невідомо, чи буде взагалі промислове родовище. Можна, звісно, вигадувати для кожної корисної копалини (або навіть для кожного конкретного випадку) свій оригінальний підхід (як це зроблено, наприклад, для видобування бурштину), проте замість спрощення це неминуче призведе до перевантаження й запутаності законодавства. Також можна шляхом математичних дій переводити ресурси в промислові запаси (дуже сумнівний і далекий від точності метод). У цивілізаційному світі такий підхід (продаж права проводити ГРР за власні кошти) сприймається доволі абсурдним, особливо з урахуванням того, що в інших країнах, наприклад у Канаді, навпаки, держава частково компенсує витрати на ГРР надрокористувачу в разі отримання негативного результату. Крім того, у законодавстві не передбачено проведення ГРР на певній площі, а не на родовищі, пошукових робіт, які потім можуть переходити в наступні стадії (розвідка, видобування корисних копалин) або припинятися в разі отримання незадовільних результатів. В Україні простежується така головна мета – у будь-який спосіб негайно отримати кошти, при цьому не йдеться про досягнення мети – відкриття нових рентабельних родовищ і будівництва нових гірничовидобувних підприємств, а отже, розвитку мінерально-сировинного комплексу й підйому економіки держави.

1.2. Видобування корисних копалин.

На початку XXI століття українська держава вирішила, що для неї буде краще, якщо надра надаватимуть у користування тим, хто більше заплатить. Це, на наш погляд, хибна думка. По-перше, у порівнянні з платежами до бюджету гірничих підприємств виторг від продажу спецдозволів сприймається сміховинно малим. По-друге, якщо хтось заплатив більше за спецдозвіл, це зовсім не означає, що він буде більш ефективним надрокористувачем. Зв'язку тут немає ніякого. Радше навпаки: нерідко спецдозволи купують або для того, щоб не дати на певних родовищах працювати конкурентам, або з метою перепродажу, або для певних незаконних дій (наприклад, легалізації незаконного видобування бурштину; саме цим можна пояснити різко завищені ціни, за які купують лоти, стосовно початкової їхньої вартості, хоча за оцінками спеціалістів нерідко на цих ділянках немає такої кількості бурштину, щоб окупити навіть вартість лоту; це також стосується піщано-гравійної сировини та деяких інших видів корисних копалин). У будь-якому разі надання дозволів через аукціони не гарантує (і не сприяє) розвитку гірничо-геологічної галузі та надходження коштів до держбюджету за користування надрами. Також давно відома ситуація (з першого в історії України аукціону з продажу спецдозволів на користування надрами й донині), коли переможцем конкурсу стає учасник аукціону, який не збирається викуповувати спецдозвіл. Його участь у торгах була лише задля того, щоб підняти ціну до такого рівня, щоб не дати можливості реальному

надрокористувачеві отримати право розробляти родовище. Це стосується користування надрами як з метою видобування, так і з метою геологічного вивчення. Відомо ще кілька нечесних методів, якими відсікають реальних конкурентів. Крім того, існує багато законних і не зовсім законних способів, які дають можливість не допустити до участі в торгах «небажаних» претендентів. Інша справа, чи користуються цим державні органи.

2. Отримання дозволів через процедуру апробації запасів.

Цей спосіб дає (давав) змогу отримувати дозволу на розробку родовищ на умовах комерційного ризику після апробації запасів за результатами геологічних досліджень. При цьому надрокористувач має виконати попередню геолого-економічну оцінку (ГЕО-2), а перед тим іноді ще й початкову геолого-економічну оцінку (ГЕО-3) об'єкта (родовища). Зазвичай ГЕО проводять камеральним шляхом (фактично це тематичні роботи) за матеріалами раніше проведених ГРР. Іноді додатково виконують невеликі за обсягом польові дослідження, без буріння та інших гірничих робіт, а саме: маршрутні обстеження, опробування, пробопідготовка тощо та лабораторні роботи, які не потребують отримання спеціального дозволу на користування надрами. Результати робіт у формі звіту передають на зберігання до ДНВП «Геоінформ України» з відповідними наслідками (буде відкрито доступ до новоствореної геологічної інформації – геологічного звіту). Поки що в Україні не діє поширений у світі «заявковий принцип» отримання дозволів, тому отримання спецдозволів на видобування корисних копалин через процедуру апробації запасів корисних копалин залишається найбільш привабливим і ефективним способом. Це впливає з наступного.

- Проведення ГЕО потребує певних, хоч і незрівнянно менших, ніж у разі повноцінної геологічної розвідки, фінансових витрат. Надрокористувач, який поніс ці витрати, у разі отримання позитивного результату робіт із ГЕО, одержуватиме дозвіл на розроблення родовища для того, щоб працювати, а не «душити» конкурента.
- Звітні матеріали будуть передані державі й використовуватимуться під час планомірного геологічного вивчення територій, прогнозування об'єктів корисних копалин у цьому районі або подібного типу в інших регіонах, планування різноманітного будівництва (населені пункти, дороги, підприємства та ін.) тощо, тобто для завдань, для виконання яких функціонують державні геологічні служби в розвинутих країнах.
- Комісія, яка буде визначатися щодо надання заявнику дозволу на розробку родовища, врахуватиме, крім іншого, реальні можливості претендента, зважаючи на його досвід, можливості залучення інвестицій та ін. При цьому за надання дозволу без проведення аукціону стягується збір у розмірі, який розраховують з огляду на

початкову ціну продажу такого дозволу на аукціоні («Про затвердження Методики визначення початкової ціни...», 2020). Враховуючи той факт, що в деяких випадках в аукціонних торгах беруть участь підставні «фірми» з метою збільшення ціни від початкової не більше ніж на один-два кроки, держава в фінансовому аспекті в таких випадках практично нічого не втрачає у разі відмови від аукціонів (а з урахуванням витрат на їхню організацію та проведення, можливо, ще й виграє). Так, багато лотів продаються удвічі, а то й більше разів дорожче ніж їхня початкова вартість. Але якщо скласти всі ці прибутки, то вони не становитимуть більш-менш суттєвого внеску до держбюджету.

У випадку отримання спецдозволів на геологічне вивчення (з ДПР чи без неї) і за наявності кількох претендентів доцільно проводити щось на зразок конкурсів. Тобто Геологічна служба має готувати базову програму геологічного вивчення ділянки з визначенням методів, обсягів і термінів його проведення. Конкурс полягатиме у визначенні оптимальних програм на основі базової. Такий самий підхід можна застосовувати й у разі надання спецдозволів на видобування в тих випадках, коли апробацію запасів надрокористувач не провів або за наявності кількох претендентів.

Наступне питання – анулювання спецдозволів на користування надрами. На наш погляд, це має залишитися в минулому. Зумовлено це наступним. По-перше, позбавлення надрокористувачів дозволів відлякує (у прямому розумінні цього слова) іноземних (передусім) і вітчизняних інвесторів. По-друге, не потрібно буде витрачати кошти на численні перевірки інспекцій геологічного контролю, метою яких нерідко є або тиск на надрокористувача за негласною командою зверху, або пошук дріб'язкових невідповідностей з метою доведення необхідності власного функціонування на державні кошти. По-третє, буде спрощено бюрократичні процедури, пов'язані з програмами робіт (створення їх і внесення змін до них, звітність, яку використовують лише в Департаменті державного геологічного контролю і тільки з метою планування перевірок надрокористувачів) та інших документів. Замість цього має бути обґрунтовано визначення реальних термінів введення в експлуатацію й виходу на проектну потужність гірничого підприємства, і з того часу, незалежно, чи ведеться видобування, чи ні, стягуватимуться передбачені законодавством платежі. Це стимулюватиме надрокористувача або прискорювати введення в експлуатацію родовища й отримувати прибуток, коштом якого здійснюватимуться платежі, або добровільно відмовлятися від спецдозволу. Всі порушення (екологічні, охорони праці тощо) повинні каратися штрафами в таких розмірах, щоб надрокористувачеві було не вигідно їх допускати.

ВИСНОВКИ

Цю статтю варто розглядати лише як обґрунтування внесення деяких змін до чинних законодавчих актів, насамперед Постанови № 615. На нашу думку, рішення про «монополізацію» аукціонів є поспішним і невваженим. Як мінімум, це питання потребує обговорення з громадськістю. Цілком ймовірно, що навіть повна відмова від аукціонів із продажу спецдозволів на користування надрами не зможе одразу на порядок збільшити наповнення бюджетів – державного й місцевих. Але це правильний напрям. Особливої уваги заслуговує питання неможливості позбавлення надрокористувача спецдозволу

(анулювання), навіть через суди, рішення яких іноді виглядають просто абсурдними. Цьому питанню буде присвячено окрему працю. У статті не розглянуто інших проблем надрокористування: погодження земельних відносин, процедури оцінювання впливу на довкілля; наявності, отримання й використання геологічної інформації (насамперед, первинної) та інших, а також змісту програм робіт, які є невіддільною частиною угод про умови користування надрами. Внесення змін до законодавчих документів з урахуванням думки користувачів надр і міжнародного досвіду безперечно покращить інвестиційний клімат у вітчизняній гірничо-геологічній галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Кодекс України про надра: Закон України від 27.07.1994 № 133/94-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94>

Надрокористування в Україні. *Перспективи інвестування*: матеріали V міжнар. наук.-практ. конф.: у 2 т. Київ: ДКЗ, 2018. Т. 1. 407 с. Т. 2. 330 с.

Надрокористування в Україні. *Перспективи інвестування*: матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф.: у 2 т. Київ: ДКЗ, 2019. Т. 1. 467 с. Т. 2. 394 с.

Про затвердження Методики визначення початкової ціни продажу на аукціоні спеціального дозволу на право користування надрами: постанова Кабінету Міністрів України від 15.10.2004 № 1374. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1374-2004>

Про затвердження Порядку надання спеціальних дозволів на користування надрами: постанова Кабінету Міністрів України від 30.05.2011 № 615. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/615-2011>

REFERENCES

Kodeks Ukrainy pro nadra [Subsoil Code of Ukraine]: Zakon Ukrainy [Law of Ukraine] vid 27.07.1994 № 133/94-VR. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94> (accessed: 01.03.2021) (in Ukrainian).

Nadrokorystuvannia v Ukraini [Subsoil use in Ukraine]. Perspektyvy investuvannia [Prospects for investment]: materialy V mizhnar. nauk.-prakt. konf. [materials of V International scientific-practical conference]: u 2 t. Kyiv: DKZ, 2018. T. 1. 407 p. T. 2. 330 p. (in Ukrainian).

Nadrokorystuvannia v Ukraini [Subsoil use in Ukraine]. Perspektyvy investuvannia [Prospects for investment]: materialy VI mizhnar. nauk.-prakt. konf. [materials of VI International scientific-practical conference]: u 2 t. Kyiv: DKZ, 2019. T. 1. 467 p. T. 2. 394 p. (in Ukrainian).

Pro zatverdzhennia Metodyky vyznachennia pochatkovoї tsyny prodazhu na auktsioni spetsialnogo dozvolu na pravo korystuvannia nadramy [About the statement of the Methodology of definition of the initial sale price at auction of the special permission for the right of subsoil use]: postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy [resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine] vid 15.10.2004 № 1374. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1374-2004-%D0%BF#Text> (accessed: 01.03.2021) (in Ukrainian).

Pro zatverdzhennia Poriadku nadannia spetsialnykh dozvoliv na korystuvannia nadramy [On approval of the Procedure for granting special permits for subsoil use]: postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy [resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine] vid 30.05.2011 № 615. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/615-2011-%D0%BF#Text> (accessed: 01.03.2021) (in Ukrainian).

Mykhailo
HEICHENKO

Candidate of Geological
Sciences of Geology,
member
of the UAG

Mykola
KOZAR

Candidate of
Geological Sciences,
senior researcher,
Institute geochemistry,
mineralogy and ore
formation National
Science Academy
of Ukraine, member
of the UAG

Anzhelina
MIENASOVA

Candidate of Geological
Sciences of Geology,
Associate Professor,
Taras Shevchenko
National University
of Kyiv, member
of the UAG

TO ISSUE OF APPROBATION OF RESERVES

The possibility of obtaining special permits for the use of subsoil (after approbation of mineral reserves) has been canceled from February, 2020. This decision was made without much discussion. The opinions of subsoil users were also not taken into account. The “monopolization” of the auction procedure has some negative aspects. They are discussed in the article. It is proposed to consider the possibility of returning to the order that was in effect before February 2020.

Keywords: *special permission; use of subsoil; approbation; minerals.*

УДК 504.054:622.012(477.6)

ВУГЛЕВИДОБУВНІ РАЙОНИ – ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНІ РЕГІОНИ УКРАЇНИ

Наталя
ВЕРГЕЛЬСЬКА

доктор геологічних наук, завідувач відділу гірничої геології ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН України», член правління Спілки геологів України

Ганна
ЛІВЕНЦЕВА

кандидат геологічних наук, голова правління ГО «Спілка геологів України»

Експлуатація вугільних шахт в Україні зумовила суттєве й багатопланове техногенне навантаження на довкілля. Фізична ліквідація гірничих виробок призводить до розвитку взаємопов'язаного комплексу нових негативних явищ і процесів впливу на довкілля, що супроводжується зміною його екологічних параметрів:

- геохімічних: збільшується рухливість хімічних сполук та елементів у зонах затоплення, підтоплення, стійкого зволоження техногенно забруднених ґрунтів, звалищ, териконів, а отже, значно прискорюється міграція забруднювачів до поверхневих вод та водоборів;
- гідрогеологічних: під час видобутку вугілля ґрунтові води наближаються до земної поверхні, у зоні ненасиченої фільтрації знижуються параметри стійкості порід та ґрунтів;

- інженерно-геологічних: унаслідок переисичення вологою великих пластів гірських порід знижується їхня міцність, утворюються просідання та зрушення, відбувається деформація земної поверхні.

Значно змінилися ландшафтні характеристики, що відображають характер прояву екзогенних геологічних процесів та гідрологічного режиму: змінилася й земна поверхня внаслідок безпосереднього техногенного навантаження – громадського та промислового будівництва, залізниць, автошляхів, териконів та ставів-накопичувачів вод, шламів, інших гідротехнічних споруд, будівель сільськогосподарського виробництва; формується техногенний рельєф.

Ключові слова: вуглевидобувні райони; техногенно навантажені райони; техногенний вплив; відпрацьовані виробки

ВСТУП

На території України є три вуглевидобувні басейни (Донецький та Львівсько-Волинський кам'яновугільні басейни, Дніпровський буровугільний) та чотири вуглевидобувні площі (Прикарпатська, Закарпатська, Придністровська та Дніпровсько-Донецька).

Вуглевидобування в Донецькому кам'яновугільному басейні триває понад 250 років, у Львівсько-Волинському кам'яновугільному басейні та Дніпровському буровугільному басейні – понад 80 років, а видобування вугілля на вугленосних площах припинено після 1961–1963 рр. через нерентабельність запасів.

Площі вуглевидобування охоплюють близько третини території України, із них третя частина падає під активний вплив процесу й зайнята вуглевидобувними кар'єрами та териконами, близько половини становлять підземні виробки, які на поверхні

проявляються як «шагренева шкіра». Значні площі змінені внаслідок вуглевидобування, і лише частину техногенно навантажених територій рекультивовано. Останнім часом відбувається стрімке закриття гірничовидобувних підприємств, а їхній негативний вплив на довкілля зростає (Вергельська, 2015а; Вергельская, 2020; Лівенцева, 2020).

Значний внесок у дослідження впливу вуглевидобувних підприємств на прилеглі території здійснили А.Я. Радзівілл, В.В. Лукінов, Л.І. Пимоненко, В.Ф. Шульга, К.А. Безручко та гідрогеолог Є.О. Яковлев. Наразі питання впливу наслідків вуглевидобування на літосферу, гідросферу, атмосферу та клімат стало нагальним у зв'язку із закриттям шахт.

Визначення напрямів використання створених техногенних ландшафтів вуглевидобувних підприємств є актуальним дослідженням.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За основу взято польові дослідження, проведені в 2010–2015 рр., доповнені роботами – 2019–2020 рр. Досліджено вугільні пласти, вмісні породи й газ із масивів відпрацьованих вугільних виробок та териконів, описано породи, їхній стан у відпрацьованому просторі, розміри новоутворених техногенних колекторів. Лабораторні дослідження було проведено в комплексній лабораторії ДП «Укрнаукагеоцентр» м. Полтави та лабораторії ДП «Донецькгеологія» м. Бахмута. Для узагальнень використано дані геологічних і маркшейдерських служб шахт, за що автори вдячні Д. Гуні, О. Шевченку, О. Правоторовій та І. Назаровій.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

За час проведення вуглевидобувних робіт глибина виробок опустилася в окремих регіонах до 1600–1800 м, у середньому – до 600–900 м (Донецький басейн) і до 500–800 м (Львівсько-Волинський басейн), а в Дніпровському буровугільному басейні глибина кар'єрів опустилася до 90 м, а шахт – до 250 м.

Для кожного вугільного басейну визначено як загальні, так і особливі аспекти наслідків відпрацювання вугільних пластів, що негативно впливають на довкілля та корелюються з геологічною будовою регіону. На жаль, здійснювати дослідження процесів у закритих шахтах неможливо, але під час дослідження відпрацьованих частин можна проводити аналогії для обґрунтування проведення робіт щодо зменшення техногенних навантажень на території вуглевидобувних підприємств і покращення екологічної ситуації.

Для всіх шахт є характерними: зміна гіпсометричного рівня поверхні (прогинання поверхні над виробками чи кар'єрами), наявність териконів (рис. 1, 2), розвиток сучасної тріщинуватості порід і міграція газів до поверхні, підтоплення підземними водами й утворення водойм на поверхні (Львівсько-Волинський басейн). Усі названі ознаки спричиняють зміни будови осадових товщ літосфери, форм рельєфу земної поверхні та якості підземних вод.

У районах вуглевидобування під час проведення дистанційних методів дослідження та дешифрування космоснімків встановлено формування техногенних дрібних структур, які названо «шагреневою шкірою» (Вергельська, 2015b; Вергельская, 2020). Найбільш властиві вони для Донецького басейну, де вугільні пласти залягають під кутом і частину з них розробляють перпендикулярно до кута падіння, що дає змогу формувати дрібні структури під час просідання покрівлі. Такі процеси погано впливають на поверхневі ландшафти й ґрунтові води, що у степовій зоні може мати негативні наслідки для розвитку рослинного покриву і біоценозів.

Під час розроблення вугільних пластів у межах міст через кілька років (або кілька десятків років) починає простежуватися просідання будівель та міських комунацій. Найбільш відомі такі приклади є в м. Донецьку.

Розвиток вторинної тріщинуватості вуглепородних масивів призводить до підвищення газової міграції та формування зон газоносності в підвалах будівель та на поверхні, що може спричиняти загоряння. За нашими дослідженнями, проведеними в Красноармійському вуглепромислому районі, вміст вуглеводневих газів у ґрунті зростає в чотири рази у порівнянні з таким показником у зонах, де не проводять підземних виробок.

Встановлена газова міграція тектонічними порушеннями на периферії шахтних полів, яку простежено під час польових робіт у Добропільському районі, залишається активною і після відпрацювання вугільних пластів. Аналогічні шляхи міграції можна простежити в інших, подібних за геологічною будовою, вуглепородних масивах Донецького басейну.

У відпрацьованих вугільних виробках формуються зони з газоносністю, аналогічною газоносності у вуглепородному масиві до відпрацювання. Техногенні колектори (відпрацьовані виробки) заповнені вмісними породами (пісковиками, аргілітами, алевролітами, сланцями, карбонатами та їхніми вуглистими різновидами) і вугіллям. Потужність техногенного колектора збільшується в 1,5–2,5 рази порівняно з потужністю виробленого вугільного пласта, що дає змогу збільшити колектор для накопичення газу та проводити дегазацію відпрацьованого простору, який постійно поповнюється вуглеводневими газами (Бокий, 2013; Вергельська, 2015a, 2015b; Вергельская, 2020).

Таким чином, газова міграція характерна для відпрацьованих частин вуглепородних масивів і може використовуватися як газовий колектор, що знижує міграцію газу на поверхню та емісію газу в атмосферу.

Варто зазначити, що під час обводнення відпрацьованих виробок вода наповнюється газовою складовою й розноситься у суміжні виробки та шахти (Вергельська, 2015a, 2015b; Лівенцева, 2019). Зокрема, Є.О. Яковлев у своїх дослідженнях вказує на аналогічні процеси міграції води в суміжні шахтні поля під час закриття вугільних шахт «мокрою консервацією».

Отже, міграції газів та шахтних вод у межах закритих шахт є чинниками, що негативно впливають на відпрацьовані ділянки та неконтрольовано перерозподіляються в новоутвореному порушеному масиві. У результаті з часом їхні прояви будуть помітними й на поверхні, що значно погіршить екологічну ситуацію в техногенно-навантажених вуглевидобувних районах.

Найбільш характерну особливість зміни гіпсометричних рівнів та підтоплення території можна простежити на відпрацьованих ділянках Львівсько-Волинського басейну, де поверхневі води підтоплюють просадки відпрацьованих вугільних пластів. Оскільки більшість пластів у Львівсько-Волинському басейні відпрацьовуються горизонтально, то процеси просідання поверхні швидші ніж у Донецькому басейні.

Значні маси, що містять вугільні пласти порід, піднято на поверхню, з решток збагачувальних фабрик формують терикони, висота яких сягає понад 70 м, а вік становить 50–70 років. Наявність териконів не лише змінює ландшафт регіону, впливає на якість підземних вод,



Рисунок 1.
Терикон шахти та збагачувальної фабрики «Добропільська», ДТЕК



Рисунок 2. Терикон ДП ВК «Краснолиманська»

а й займає значні площі земель, у тому числі й сільськогосподарського призначення. Підняті на поверхню породи піддаються окисленню, вступають у різні хімічні реакції з дощовою водою й утворюють нові сполуки, що спочатку формуються і накопичуються в териконі й далі потрапляють в ґрунти.

Чи можемо ми гарантувати, що після закриття шахт усі процеси зупиняться? Ні! До відомих уже процесів додадуться нові, практично не досліджені, тобто питання зменшення техногенного навантаження у вуглевидобувних районах залишиться відкритим.

Для його вирішення доцільно розглянути різні можливості рекультивативної території шахт та подальшого їхнього використання в народному господарстві. Основою для визначення напрямів рекультивативної мають стати геологічні дослідження, екологічні критерії відновлення

місцевих біоценозів та використання сучасних технологій. Насамперед варто розглядати комплексні проекти, еколого-промислові, які ґрунтуються на сучасних технологіях та збереженні історичного напрямку розвитку регіону.

Зважаючи на сучасні тенденції, значну увагу доцільно приділити туристичним маршрутам та можливості вивчення розривів карбону.

ВИСНОВКИ

Дослідження відпрацьованих ділянок дієвих шахт дасть змогу вивчити процеси трансформації у відпрацьованому просторі та визначити комплекс робіт, спрямованих на зниження впливу відпрацьованих ділянок і закритих шахт на екологію вуглевидобувних районів. Під час ліквідації вуглевидобувних підприємств слід

враховувати тектонічні порушення вуглепородного масиву, водоносність розроблюваних горизонтів та газову міграцію як всередині масиву, так і на поверхні.

Слід зазначити, що процеси водної та газової міграції у разі закриття виробок (шахт) активізуються. Як наслідок, поступово всі процеси, закладені під час відпрацювання вугільного пласта, розвиваються за малодослідженими напрямками. Результати впливу відпрацьованих виробок на довкілля перебувають на початковому рівні вивчення, що не дає змоги максимально знизити вплив як в літосфері (зміщення порід, розвиток тріщинуватості, міграція води й газу), так і в атмосфері.

Наразі на території України техногеннонавантажені вуглевидобувні регіони не використовують для туристичних маршрутів, немає жодної вугільної шахти-музею, не використовують закриті шахти як науково-дослідні центри чи підземні гідроелектростанції, як, наприклад, у Великій Британії, Польщі чи інших країнах Європи.

На території закритих шахт доцільно проводити повну рекультивацию для покращення екологічного стану техногенно навантажених (гірничодобувних) регіонів, перевагу доцільно надавати комплексним еколого-промисловим проектам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Бокий Б.В. и др. Миграция и накопление глубинного газа как один из факторов возникновения аварийных ситуаций. *Тектоника і стратиграфія*. 2013. Вип. 40. С. 49–58.
- Вергельська Н.В., Вергельська В.В. Гідрогеологічні особливості вуглепородних масивів Складчастого Донбасу. *Сучасні напрями геологічних досліджень в Україні*: збірник матеріалів молод. наук. конф. (Київ, 25–26 листоп. 2015 р.). Львів, 2015 (а). С. 15–16.
- Вергельська Н.В., Вергельська В.В. Геолого-геохімічні критерії газонасності відпрацьованого простору діючих шахт. *Питання пошуків, розвідки і екологічних аспектів видобутку вуглеводнів з ущільнених колекторів, газосланцевих товщ і вугільних пластів*: матеріали наук.-практ. конф. (Київ, 3–4 черв. 2015 р.). Київ, 2015 (b). С. 23–24.
- Вергельская Н., Вергельская В., Мельник В. Влияние отработанных угольных выработок на окружающую среду. *IX International Geomechanics Conference*: материалы IX междунар. геохим. конф. (Варна, 7–11 сент. 2020 г.). Варна, 2020. С. 304–310.
- Денисюк Г.І. Антропогенне ландшафтознавство: навч. посібник: у 2 ч. Част. 1: Глобальне антропогенне ландшафтознавство. Вінниця, 2012. 336 с.
- Лівенцева Г.А., Вергельська В.В., Мельник В.В. Еколого-гідрогеологічні виклики вугледобувних регіонів України. *Тектоника і стратиграфія*. 2019. Вип. 46. С. 133–140.

REFERENCES

- Bokij B.V. i dr. Migracija i nakoplenie glubinnogo gaza kak odin iz faktorov vozniknovenija avarijnyh situacij [Migration and accumulation of deep gas as one of the factors of emergencies]. *Tektonika i stratyhrafija*. 2013. Is. 40. P. 49–58 (in Russian).
- Vergelska N.V., Vergelska V.V. Hidroheolohichni osoblyvosti vuhleporodnykh masyvi Skladchastoho Donbasu [Hydrogeological features of coal-bearing massifs of the Folded Donbass]. *Suchasni napriamy heolohichnykh doslidzhen v Ukraini* [Modern directions of geological research in Ukraine]: zbirnyk materialiv molod. nauk. konf. [a collection of materials of young people science. conf.] (Kyiv, November 25–26, 2015). Lviv, 2015 (a). P. 15–16 (in Ukrainian).
- Vergelska N.V., Vergelska V.V. Heoloho-heokhimichni kryterii hazonosnosti vidpratovanoho prostoru diiuchykh shakht [Geological and geochemical criteria of gas bearing capacity of the waste space of operating mines]. *Pytannia poshukiv, rozvidki i ekolohichnykh aspektiv vydobutku vuhlevodniv z ushchilnennykh kolektoriv, hazoslantsevykh tovshch i vuhilnykh plastiv* [Issues of prospecting, exploration and environmental aspects of hydrocarbon extraction from compacted reservoirs, shale strata and coal seams]: materialy nauk.-prakt. konf. [materials of scientific practice conf.] (Kyiv, June 3–4, 2015). Kyiv, 2015 (b). P. 23–24 (in Ukrainian).
- Vergelskaja N., Vergelskaja V., Melnik V. Vlijanie otrabotannyh ugol'nyh vyrabotok na okruzhajushhuju sredu. [Impact of spent coal workings on the environment]. *IX International Geomechanics Conference*: materialy IX mezhdunar. geokhim. konf. [materials of the IX int. geochem. conf.] (Varna, September 7–11, 2020). Varna, 2020. P. 304–310 (in Russian).
- Denysyk H.I. Antropohenne landshaftoznavstvo [Anthropogenic landscape science]: navch. posibnyk: u 2 ch. [teach. manual: in 2 parts]. Chast. 1: Hlobalne antropohenne landshaftoznavstvo [Part 1: Global anthropogenic landscape science]. Vynnytsia, 2012. 336 p. (in Ukrainian).
- Liventseva H.A., Vergelska V.V., Melnyk V.V. Ekoloho-hidroheolohichni vyklyky vuhledobuvnykh rehioniv Ukrainy [Ecological and hydrogeological challenges of coal mining regions of Ukraine]. *Tektonika i stratyhrafija*. 2019. Is. 46. P. 133–140 (in Ukrainian).

COAL MINING REGIONS AS TECHNOGENICALLY LOADED AREAS IN UKRAINE

Nataliia
VERGELSKA

Doctor of Geological Sciences, head of the department of mining geology, State Institution «Scientific Center for Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of the National Academy of Sciences of Ukraine», member of the board of the UAG

Hanna
LIVENTSEVA

Candidate of Geological Sciences, chairman of the board of the UAG

The coal mining in Ukraine has stipulated a significant and multifaceted man-made burden onto the environment. The physical liquidation of mine workings leads to the development of an interconnected complex of new negative phenomena and processes to impact the environment, which is accompanied by a change in its environmental parameters:

- geochemical ones: the mobility of chemical compounds and elements increase in the zones of flooding and therefore the migration of pollutants from surface waters and water intakes is significantly accelerated;
- hydrogeological ones: during coal mining, groundwater approaches the Earth's surface, in the zone of unsaturated filtration, the of rocks and soils stability are reduced;
- geotechnical ones: due to the oversaturation of wet large volumes of rocks their strength decreases, the subsidence and shears are formed, deformations of the Earth's surface occur.

The landscape characteristics have changed significantly, reflecting the nature of xenogenetic geological processes and hydrological regime manifestations that is why the Earth's surface has also changed due to the direct man-made burden due to public and industrial construction, railways, highways, waste heaps and ponds that accumulate water, sludge and other waterworks, buildings of agricultural production to form a man-made relief.

Keywords: *coal mining regions; technogenically burden areas; man-made impact; spent workings.*

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ СВЕРДЛОВИН – КЛЮЧ ДО КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЄННЯ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ

Богдан
ЛЕЛИК

кандидат геолого-
мінералогічних наук,
EurGeol 1312,
заступник директора
з технологічного
розвитку
ТОВ «ГЕО-ДЕЛЬТА-КБ»,
член Спілки геологів
України»

Валерій
СТЕЛЬМАХ

директор
«ГЕО-ДЕЛЬТА-КБ»,
член Спілки геологів
України

Здійснено докладний аналіз наявних методів радіоактивного каротажу для обрання найефективнішої технології з точки зору отримання достовірних даних фізичних величин, які характеризують матрицю пласта та флюїдонасичення у конкретний момент часу.

Мета роботи – дослідити наявність новітніх технологій радіоактивних геофізичних методів для оцінювання ресурсів нафтогазових родовищ, визначити напрями розв'язання практичних задач для освоєння свердловин, надати оцінку впровадження технології QUAD Neutron™ компанії Roke Technologies Ltd (Канада) у процесі реанімації старого фонду свердловин в Україні.

Проведено порівняльний аналіз використання провідними геофізичними компаніями імпульсних нейтронних методів, які широко застосовуються в Україні та світі, з технологією QUAD Neutron™ для визначення фільтраційно-ємнісних властивостей та характеру насичення пластів. Визначено критерії впливу на результати інтерпретації за наявності чи відсутності даних відкритого стовбура, діаметра досліджуваних свердловин, кількості обсадних колон, наявності чи відсутності цементу в заколонному просторі тощо. Показано переваги та недоліки кожної із систем для отримання правдивих даних. Наведено приклади ефективності отриманих результатів досліджень з рекомендаціями та результатами випробувань.

У процесі дослідження встановлено, що з 2009 року у світі проведено роботи за технологією QUAD Neutron™ у більше ніж 3000 свердловин. Географія застосування технології охоплює такі країни: Канада, США, Росія, Азербайджан, Малайзія, Колумбія, Венесуела, Перу, Китай, Нігерія, Мексика, Грузія, Таїланд, Казахстан та Саудівська Аравія. Дослідження з використанням цієї технології проводились на замовлення компаній: Shell, Лукойл, Petronas, Repsol, Cenovus, Talisman, Murphy, Роснефть.

З 2018 року обладнанням для застосування технології QUAD Neutron™ володіє компанія ТОВ «ГЕО-ДЕЛЬТА-КБ», яка є ексклюзивним представником компанії Roke Technologies Ltd в Україні. З цього часу на замовлення Укргазвидобування, Укрнафти та інших вітчизняних компаній у Західному та Східному регіонах було проведено дослідження з використанням технології QUAD Neutron™ у понад десятьох свердловинах старого фонду з метою виявлення нафти та газу. Отримані результати інтерпретації матеріалів проведених досліджень в Україні свідчать про високу ефективність застосування технології, особливо у разі прийняття рішень щодо реанімації свердловин старого фонду.

Проведений аналіз наявних радіоактивних технологій дослідження нафтогазових свердловин дав можливість виокремити з їхнього масиву найефективнішу за отриманими показниками за рівних умов. Здобуті дані в результаті інтерпретації разом із розумінням процесів, що відбуваються у свердловинах, сприяють отриманню правдивої інформації та прийняттю виважених рішень. Найбільш ефективним призначенням технології QUAD Neutron™ є дослідження старого фонду свердловин зі складними конструкціями (до 4-х колон) для виявлення пропущених пластів, оцінювання потенціалу дієвих колекторів, визначення наявності чи відсутності цементу в заколонному просторі, зон обводнення тощо. Технологія також може бути успішно використана для оцінювання дієвих свердловин та у відкритих стовбурах свердловин, що буряться.

Ключові слова: технологія QUAD Neutron™; свердловина; нафта і газ; інтерпретація; фільтраційно-ємнісні властивості; пористість; насичення пластів; колектор.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Україна має багатотисячлітню історію нафтогазовидобування. Основними нафтогазоносними провінціями України сьогодні є Східний, Західний та Південний регіони. З початком буріння свердловин (Борислав, 1886 р.) було розпочато новий етап розвідки, відкриття та освоєння нафтогазоносних регіонів. За цей період пробурено десятки тисяч свердловин, відкрито сотні нафтових та газових родовищ.

На жаль, тривалий період виснажливої експлуатації родовищ, експорт сировини за кордон, застаріле обладнання та технології призвели до занепаду інфраструктури, що значно послабило позиції України у світі, перемістивши її в розряд енергозалежних. Проте колишню славу енергонезалежної держави ще можна та й потрібно відновлювати.

Значний ресурсний потенціал нафти та газу знаходиться у свердловинах старого фонду, яким з використанням ери нових технологій можна було б надати друге дихання, що дало б можливість стабілізувати процес падіння нафтогазовидобування та навіть у близькій перспективі наростити видобуток вуглеводнів за відносно незначних витрат на їхнє дослідження та повторний запуск в експлуатацію.

Як свідчить історія промислів нафтогазовидобування, не завжди обґрунтовано приймалися рішення щодо закриття свердловин або переведення їх на консервацію. Цьому сприяли, на наш погляд, кілька факторів, об'єднаних в одну проблему: подання керівництву для прийняття рішень не цілком правдивої та об'єктивної інформації, пов'язаної з різного роду аварійними станами свердловин, яку неможливо було перевірити у зв'язку з відсутністю на той час дієвих експрес-методів досліджень, браком технологічних можливостей для реанімації свердловин тощо.

Для проведення експрес-аналізу стану свердловин необхідні були каротажні прилади малого діаметра для роботи в бурових або насосно-компресорних трубах (НКТ), за допомогою яких за одну спускально-підіймальну операцію оперативно можна було б отримати комплексну оцінку ситуації у свердловині. До таких технологій експрес-досліджень у свердловинах належить метод QUAD Neutron™ (далі – QUAD).

Застосовувані досі методи геофізичних інтерпретацій геологічної ситуації, які повинні відбивати реальну оцінку ситуації за проведеними дослідженнями, не завжди дають можливість правильно визначити поточний стан перебування фронту обводнення свердловини, а використання даних відкритого стовбура кількарічної давності або інформації щодо сусідніх свердловин дуже часто суперечливі й не відповідають реальному стану розподілу рідин в незадводненій частині пласта (Салімов та ін., 2014).

Такі недоліки, на жаль, характерні для всіх імпульсних методів нейтронного каротажу (ІНК), які широко застосовують сьогодні (далі у тексті під імпульсними методами матимемо на увазі всі наявні на даний момент модифікації геофізичних методів, які для створення поля швидких нейтронів використовують високочастотні

імпульсні генератори, такі як ІННК, ІНГК, ІНГК (С/О). Для того, щоб однозначно визначити характер насичення пластів-колекторів за даними ІНК, необхідно знати їхню пористість. У випадку, коли навіть пористість відома за даними відкритого стовбура або взята за аналогію із сусідніми свердловинами, на результаті інтерпретації будуть мати вплив: наявність обсадної колони/колон, наявність чи відсутність цементу в заколонному просторі, зміна діаметра після проведених досліджень тощо.

Поєднання не поєднаних у часі характеристик у зв'язку зі специфічністю кожної свердловини призвело і призводить до надання неправильних висновків, що ґрунтуються на невідповідностях між вимірною пористістю та характером насичення продуктивних відкладів, а відтак дуже часто – до прийняття хибних рішень. Навіть за умови, що пористість визначатимуть за даними ІНК, знову виникатиме неоднозначність, спричинена тим, що нейтронні характеристики заповнювача порового простору невідомі.

НЕВИРІШЕНІ ПИТАННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ

Вирішенню проблем значною мірою сприятиме впровадження новітньої технології QUAD, яка передбачає проведення досліджень радіоактивними методами з використанням приладу малого діаметра, що дає можливість проводити дослідження як з допомогою бурового інструмента, так і через НКТ у свердловинах з наявністю до чотирьох металічних колон, та їхнє спеціальне оброблення та інтерпретацію шляхом застосування програмного забезпечення QUAD-QProc.

У результаті проведення досліджень є можливість отримати правдиву інформацію на час проведення дослідження щодо літологічного розчленування розрізу свердловини, ємнісних характеристик (пористості, диференціації розрізу за проникністю) та характеру насичення продуктивних відкладів, відносної густини порід, кількісного визначення глинистості порід, ступеня забруднення присвердловинної зони пласта буровим розчином та цементом, а також характеристику зони пошкодження в процесі перфорації, що сприятиме прийняттю виважених рішень стосовно подальших дій в освоєнні свердловини.

Мета дослідження – на основі детального аналізу фізичних особливостей петрофізичних даних свердловин та інтерпретаційних підходів до результатів, отриманих як із використанням ІНК, так і технології QUAD, викласти особливості та показати очевидні переваги сучасних технологій та інтерпретаційних підходів для отримання оригінальних характеристик з метою комплексного освоєння нафтогазових родовищ.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

У процесі дослідження здійснено аналіз десятків приладів радіоактивного каротажу, які наявні на світовому ринку й активно використовуються провідними геофізичними компаніями, у тому числі в Україні. Всіх їх можна поділити за джерелом активації нейтронів на дві категорії: імпульсні з генератором нейтронів та зі стаціонарним джерелом нейтронів.

Імпульсні прилади з генератором нейтронів, перші розробки яких відносять до 50-х років минулого століття (Зайченко, 2006), як свідчить проведений аналіз, мають цілу низку конструктивних та інтерпретаційних обмежень. Ключова відмінність, яка відрізняє інтерпретацію даних технології QUAD від параметрів, отриманих за допомогою ІНК, полягає в тому, що в QUAD використовується неоднозначність як за водневим індексом, так і за мінералізацією порового флюїду, як на полі теплових нейтронів нейтрон-нейтронного каротажу (ННК), так і на полі вторинного нейтронного гамма-випромінювання (НГК). Жодний імпульсний метод не поєднує ці дві фізичні основи вимірювання (використовується окремо або ННК, або НГК неоднозначність). Використання двох фізичних основ значно розширює динамічний діапазон вимірювання (Валуйський та ін., 2016).

Ще однією особливістю ІНК є проведення каротажу в режимі С/О (відношення енергетичних спектрів вуглецю та кисню). С/О каротаж забезпечує хороший результат під час визначення характеру насичення в умовах низької мінералізації пластової води. Однак через незначну глибинність досліджень, що обумовлено фізикою вимірювань, точність визначення параметрів обмежена радіальною глибинністю досліджень в 10–12 см ІНК. Багатофазність покладів також негативно впливає на цей вид каротажу, оскільки для газових покладів необхідна додаткова реєстрація параметрів, а це означає, що слід передбачити додатковий час, іншу статистику вимірювання та активацію зони дослідження. На противагу ІНК низька мінералізація пластових вод не створює ніяких обмежень для використання технології QUAD.

Для зменшення впливу ближньої зони (затримки до 600 мкс, а іноді й більше) на покази ІНК під час проведення досліджень використовують імпульсні генератори нейтронів з потужністю 14,4 МеВ, при цьому вплив ближньої зони залишається все-таки значним. У технології QUAD використовується потужне Am^{241}Be джерело швидких нейтронів з виходом нейтронів $22,2 \times 10^{10}$ Бк (6 Кюрі) з енергією 4,5 МеВ, яке мінімізує вплив ближньої зони, а також дає можливість використання технології в автономному режимі.

Достовірність отримання фізичних величин за допомогою технології QUAD досягається завдяки конструктивним особливостям приладу та створеній системі збирання та оброблення даних разом зі спеціально розробленим інтерпретаційним пакетом.

До складу свердловинного приладу QUAD входять чотири зонди, два з яких ННК, а два – НГК. Крім цього, до складу приладу входять датчики гамма-каротажу (ГК), фільтрованого гамма-каротажу (ФГК), локатора муфт (ЛМ), температури (Т) та резистивіметра (Р). Усі датчики, крім ЛМ, калібрують. Датчики радіоактивних методів перевіряють та узгоджують попарно на стадії виробництва. Узгоджені детектори нормалізують до стандартів фірми Roke Technologies Ltd, які створені в процесі проектування приладу QUAD.

Використання двозондового ННК та двозондового НГК нівелює вплив свердловинних умов (бурового

розчину, наявності кількох колон, незадовільного цементажу тощо) при визначенні підрахункових параметрів пластів-колекторів.

Однією з найбільш характерних особливостей технології QUAD є те, що в ній реалізовано використання спеціального корпусу свердловинного приладу. Завдяки цьому значно підвищується точність визначення глинистої компоненти гірських порід, що позитивно впливає на визначення фільтраційно-ємнісних властивостей (ФЄВ) досліджуваних колекторів, що, своєю чергою, призводить до того, що інформативність та достовірність результатів інтерпретації даних нейтронних методів з використанням технології QUAD успішно замінює комплекси геофізичних досліджень свердловин (ГДС), які проводяться у відкритих стовбурах свердловин. Це дає можливість отримати оригінальну інформацію навіть щодо свердловин, де взагалі відсутні або частково втрачені геолого-геофізичні дані, які були колись отримані в процесі буріння відкритого стовбура та проведення ГДС.

Єдиною умовою, яка обмежує використання цієї технології, є необхідність наявності рідини в інтервалі досліджень, крім випадків, коли дослідження проводять у газонаповнених свердловинах, які закінчені однією колоною, за умови, що в інтервалі дослідження частина інтервалу заповнена рідким флюїдом (для нормалізації параметрів у газонаповненому інтервалі), а також у свердловинах, які закінчені кількома сталевими колонами із заповненням стовбура свердловини газом, за умови наявності рідкого флюїду в колоні мінімального діаметра. В решті випадків заповнення стовбура свердловини газом необхідно використовувати поліпропіленові імітатори (кожухи) рідинного середовища, що пов'язано з використанням потужних джерел нейтронів.

Основні технічні характеристики приладу QUAD такі: довжина зібраного приладу становить 4,87 м (для автономної роботи – 6,00 м), вага – 38,6 кг, напруга живлення – 180 В, струм постійний – 42 мА, діаметр – 42,9 мм, максимальна робоча температура – 150 °С (тривалість – до 1 год), максимальний тиск – 1406 кг/см², мінімальний діаметр свердловини (труб) – 43,4 мм, постійне джерело нейтронів – Am^{241}Be , середня енергія нейтронів – 4,5 МеВ, глибина радіального дослідження – 91,4 см, використовуваний кабель – одножильний. Для роботи в автономному режимі можливе спускання приладу на НКТ, за допомогою трактора, сталюого дроту тощо.

Під час порівняння характеристик нейтронного приладу QUAD компанії Roke Technologies Ltd з подібними приладами малих діаметрів (43–63,5 мм) ІНК провідних геофізичних компаній світу, таких як: Schlumberger (прилади – RST та RST-pro), Halliburton (TMD3D та RMTelite), Weatherford (CRE та PND-S), BakerAtlas (RPM-C), Hunter (RAS), Hotwell (PNN), SDI (HPNN), за однакових умов глибина дослідження приладу QUAD становить 91 см (тоді як глибинність дослідження перелічених приладів становить до 19–36 см), що в рази перевищує наявні можливості досліджень приладами ІНК інших компаній. Порівняння можливостей досліджень QUAD та ІНК надано в таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика можливостей QUAD та ІНК

Характеристики	RST, TDT, PDK, RPM, PNDS, RAS	PNN, MPNN	QUAD Neutron™
Джерело нейтронів	Імпульсний генератор	Імпульсний генератор	Стаціонарне джерело
Реєстрація γ -квантів	+	–	+
Реєстрація нейтронів	–	+	+
Чисті повтори ¹	–	+	+
Визначення глинистості	–	–	+
Індикатор проникності	–	–	+
Вимірювання пористості	–	–	+
Відносна густина	–	–	+
Пластові води низької мінералізації	+ ²	–	+
Диференціація: важка нафта/прісна вода	+ ²	–	+
Діаметр – 43 мм	+	+	+

¹ Чисті повтори – у випадку іонізації обсадної колони. В результаті опромінення швидкими нейтронами неможливо проводити повторні вимірювання з реєстрацією гамма-випромінювання.

² Тільки для С/О каротажу. Обмежене глибиною досліджень і пластовими параметрами.

За допомогою технології QUAD можна розв'язувати такі практичні задачі.

1. Визначення (уточнення) літології. Для розв'язання цих задач у технології QUAD реалізовано можливість отримання відносної густини гірських порід. Ця можливість ґрунтується на зв'язку між інтенсивністю поля гамма-квантів, які утворилися в результаті взаємодії теплових нейтронів з породою та густиною гірських порід, якими виповнений розріз свердловини. Теорія визначення відносної густини подібна до тієї, яка реалізована у приладах Neoscope фірми Schlumberger. Результати визначення відносної густини використовують для введення поправки на густину в криві флюїду (QL), побудови літологічної колонки, виділення газонасичених інтервалів.

2. Визначення ФЄВ та коефіцієнта пористості (K_p). Для інтерпретації даних використовують пористість, яка визначена на тих самих детекторах, що й характер насичення за однакових умов. В основу інтерпретації покладено використання двох фізичних основ вимірювання неоднозначностей як за водневим індексом, так і за мінералізацією порового флюїду, що є ключовою відмінністю QUAD від ІНК (докладно описано вище (Валуйський та ін., 2016).

Загалом, інтерпретація результатів досліджень проведених апаратурою QUAD ґрунтується на загальних методичних підходах, де визначення пористості зводиться до розв'язання рівняння виду:

$$K_p^H = K_p \cdot \omega_{зап} + K_{гЛ} \cdot \omega_{звв},$$

де K_p^H – уявна пористість, визначена за даними нейтронних методів; K_p – відкрита пористість;

$K_{гЛ}$ – об'ємна глинистість; $\omega_{зап}$ та $\omega_{звв}$ – вміст водню заповнювача порового простору та зв'язаної води в глинистому матеріалі, відповідно.

Зважаючи на те, що в основі методів нейтронного каротажу за тепловими нейтронами та нейтронного гамма-каротажу лежать відмінні фізичні принципи вимірювання пористості, флюїд, що заповнює поровий простір у навколо свердловинному просторі, буде по-різному впливати на покази відповідних методів. Тобто флюїд, який заповнює поровий простір, впливає на нейтрон-нейтронне та нейтрон-гамма поле неоднаково, спричиняючи неоднозначність розв'язання рівняння нейтронної пористості.

З огляду на зазначене можна дійти висновків, що похибка визначення пористості за ННК протилежна похибці під час визначення пористості за НГК для більшості заповнювачів порового простору. Відповідно, можливо знайти таку комбінацію між ННК та НГК, за якої на пористість, що розрахована на основі цих методів, вплив заповнювача порового простору буде мінімальний. Пористість, на яку вплив флюїду, що заповнює поровий простір, є мінімальним називають загальною пористістю, за даними технології QUAD, Quad Total Porosity (QTP).

Відповідно, наведене вище рівняння для технології QUAD буде представлено таким чином:

$$QTP = QEP + K_{гЛ} \cdot \omega_{звв},$$

де QTP – загальна пористість, визначена за даними нейтронних методів (ННК/НГК); QEP – відкрита пористість; $K_{гЛ}$ – об'ємна глинистість; $\omega_{звв}$ – вміст зв'язаної води в глинистому матеріалі.

У процесі адаптації методу було проведено численні експерименти порівняння значень пористості, отриманих за керновими даними, з пористістю, визначеною з використанням технології QUAD. Порівняння засвідчило практично повну збігаєність визначених показників із даними лабораторних досліджень, що підтверджує високу точність замірів приладом QUAD (Валуйський та ін., 2016).

Слід наголосити також на тому, що була та є недосконалість методичних підходів до інтерпретації, яка залежить як від кваліфікації фахівця з глибоким розумінням геологічних процесів, що відбуваються у свердловині, так і від якості отриманих геофізичних матеріалів. Стосується це не тільки старого фонду свердловин, у яких з різних причин не було проведено впевненого оцінювання коефіцієнта пористості, а й свердловин, які буряться

в теперішній час з використанням повного комплексу ГДС (Латишова та ін., 2007).

Для прикладу на *рисунку 1* наведено діаграму, де в інтервалі глибин 1864,0–1872,6 м, за даними повного комплексу ГДС, проведеного у відкритому стовбурі, виділявся глинистий пісковик з пористістю 18%, який за характером насичення був оцінений як ймовірно продуктивний. Перед переведенням свердловини в експлуатаційний режим з нижчезалеглих горизонтів на вищезалегли, представники надрокористувача вирішили провести додаткові дослідження з використанням технології QUAD. У результаті інтерпретації отриманих даних цей інтервал пісковика був охарактеризований як водонасичений з ефективною пористістю 6,4% (слід зазначити, що ця величина пористості нижча ніж граничні значення пористості,

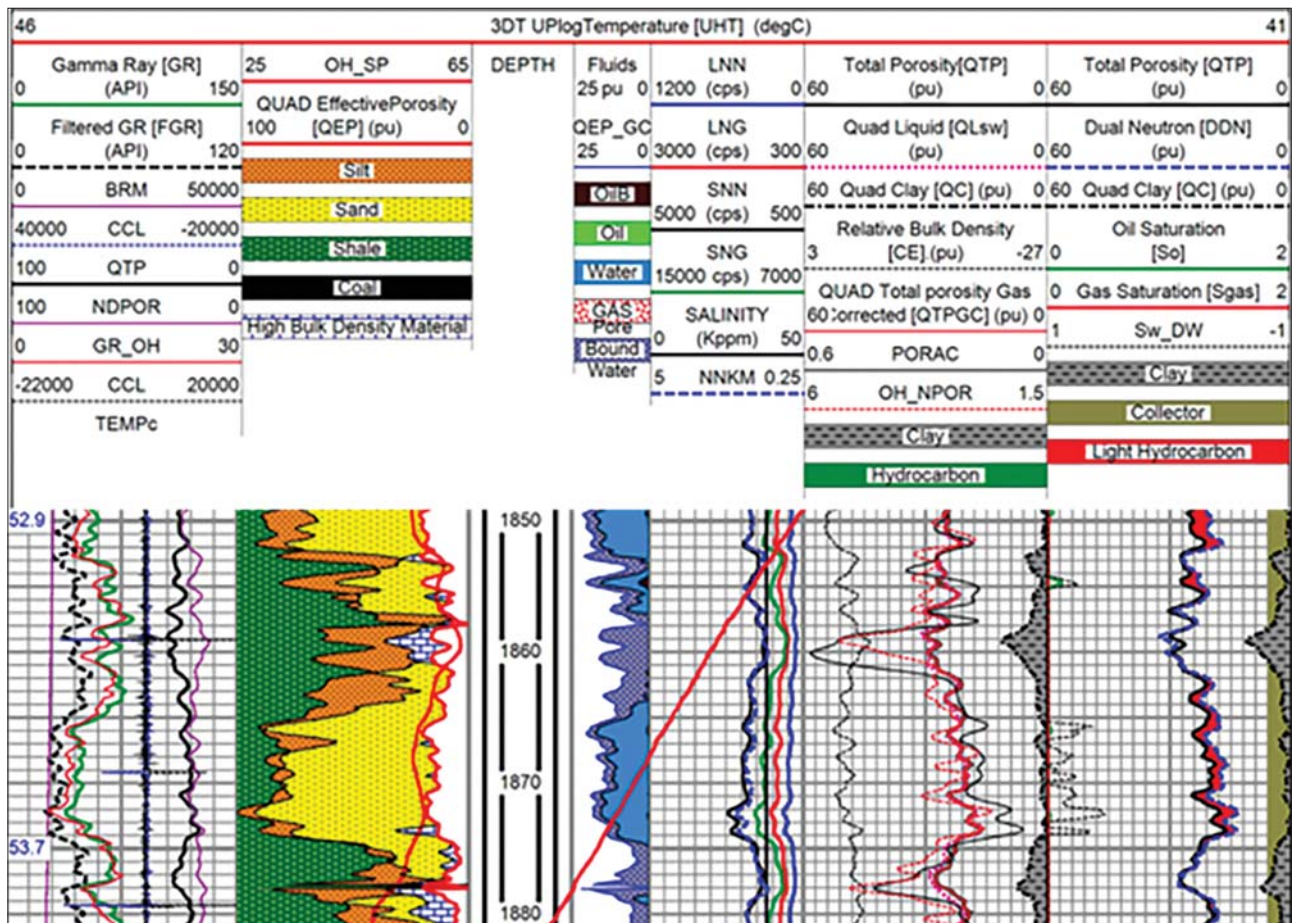


Рисунок 1. Фрагмент діаграми (Україна, 2019), отриманої в результаті застосування технології QUAD:

QTP (QUAD TotalPorosity) – крива загальної пористості (%); QC (QUAD Clay) – крива нейтронної глинистості, (ум. од.); CE (Chemical Effect) – крива хімічного ефекту (крива відносної густини) (ум. од.); QL (QUAD Liquid) – крива ефекту рідини (%); DDN (Dual Detector Neutron) – крива подвійного нейтронного каротажу (%); NDPOR (Porosity Normalized Relative Density) – нормалізована крива відносної густини (%); QEP_GC – скоригована за вмістом газу ефективна пористість (%); GR – крива ГК (API); FGR – крива відфільтрованого ГК (API); GR_OH – крива ГК відкритого стовбура (мкР/год); BBRM (UP) – крива резистивіметрії (запис на підймання) (ум. од.); CCL – крива локатора муфт (ум. од.); OH_SP – крива ПС відкритого стовбура (мВ); SILT – крива алевролітості (част. од.); SAND – крива піщаності (част. од.); SHALE – крива глини (част. од.); High Bulk Density Material – крива речовин із високою об’ємною густиною (част. од.); Depth – глибина (м); Fluids – об’єм пластових флюїдів у поровому просторі (%); OilB – крива зв’язаної нафти (%); Oil – крива нафти (%); GAS – крива газу (%); Bound Water – крива зв’язаної води (%); Oil Saturation – крива нафтонасиченості (част. од.); Gas Saturation – крива газонасиченості (част. од.); Temperature [UHT] – крива термометрії (°C); SW_DW – крива водонасиченості за моделлю подвійної води (част. од.).

прийняті для таких відкладів на родовищі). У результаті замовник робіт із недовірою поставився до нової інтерпретації, проігнорував дані, отримані з використанням технології QUAD, і, як наслідок, припливу флюїдів з пісковика одержано не було. Через вплив суб'єктивного фактору було даремно витрачено чималі матеріально-технічні ресурси на випробування та освоєння неперспективного інтервалу.

На рисунку 2 наведено приклад протилежного ставлення надрокористувача до даних досліджень. Було

прийнято рішення провести дослідження шляхом застосування технології QUAD у свердловині, яку ліквідували у 1987 році з причини обводнення верхнього горизонту. Свердловину було відновлено після ліквідації та підготовлено для проведення досліджень. За результатами інтерпретації отриманих даних, було рекомендовано два нижчезалегли горизонти як продуктивні. Після перфорації та освоєння приплив газу з цих горизонтів становив 26 000 м³/добу, що не потребує додаткових коментарів.

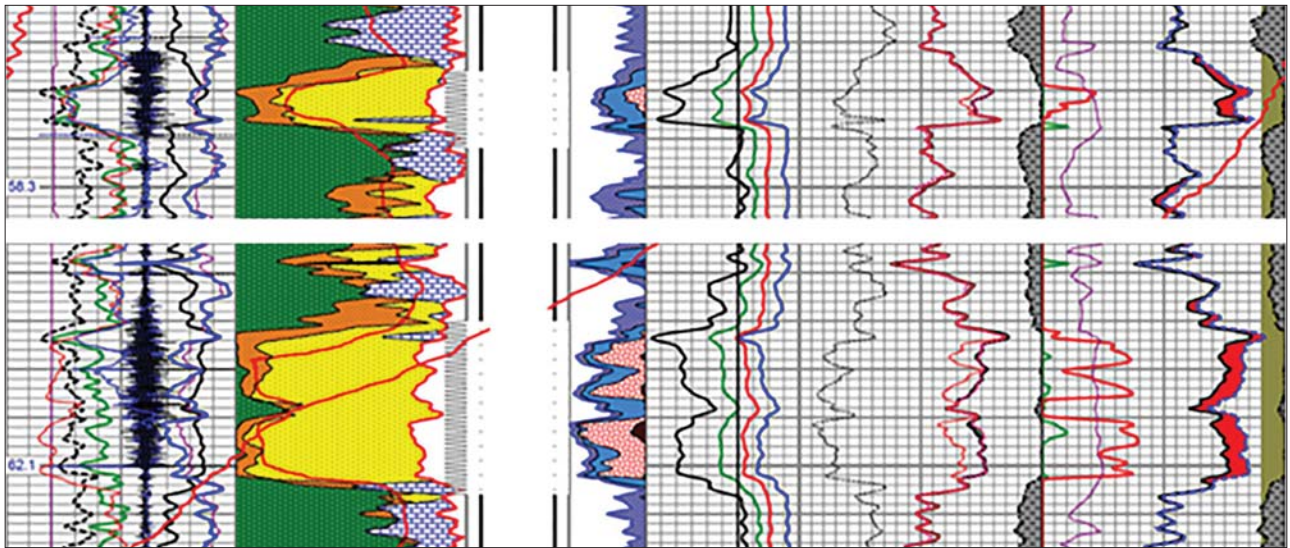


Рисунок 2

Фрагмент діаграми (Україна, 2019) щодо відновлення ліквідованої свердловини старого фонду. Після перфорації за результатами QUAD дебіт становив 26 000 м³/добу газу (умовні позначки кривих див. рис. 1)

3. Визначення якісної оцінки насичення колектора та коефіцієнтів нафтогазонасичення та мінералізації пластових вод. Природа цих визначень полягає у впливі флюїду на похибку обчислення пористості, описаній вище, а відтак ця особливість у фізичних принципах вимірювання створює передумови для визначення характеристик флюїдів, які заповнюють поровий простір породи-колектора.

Для розрахунку насичення використовують криву флюїду (QL), яка є комбінованою максимальною похибкою пористості методів ННК та НГК через вплив флюїду в поровому просторі. Тобто замість компенсації похибок визначення пористості проводять сумування похибок визначення пористості за впливом флюїдів у поровому просторі.

У випадку, якщо поровий простір заповнений прісною водою, – QTP = QL. У разі зростання мінералізації – QL > QTP, а за $\omega_{\text{зан}} < 1$ – QL < QTP.

Під час інтерпретації результатів каротажу проводять суміщення кривих QTP та QL в інтервалах з визначеною мінералізацією заповнювача порового простору. При цьому на каротажі будуть існувати інтервали, де QTP та QL збігаються. Інтервали, де крива QTP > QL, будуть насичені вуглеводнями або ж водою меншої мінералізації, ніж вода, в яких криві збігаються. Інтервали, де крива QTP < QL, будуть насичені

більш мінералізованою водою, ніж інтервали, де криві збігаються.

Розходження кривих QTP та QL можна використовувати для визначення насичення і розрахунку мінералізації пластової води. Порівнюючи криві QTP та QL, зміщується крива QL для її збігу з кривою QTP в точці з відповідною мінералізацією. Далі, знаючи властивості вуглеводнів, визначають максимальне розходження між кривими QTP та QL для 100% насичення вуглеводнями. Виміряні розходження порівнюють з максимальними (для 100% насичення). Отримана величина і буде становити кількість вуглеводнів у пласті, тобто насичення.

4. Оцінка забруднення (кольматації) присвердловинної зони колектора. Визначення ступеня забруднення полягає у виділенні зон за порівняннями $K_{\text{пл}}$, розрахованого за ГК та кривою нейтронної глинистості (QC). Криві збігаються в чистих пластах і характеризують вміст глинистої компоненти в глинистих інтервалах. Під час кольматації відбувається заміщення порового флюїду буровим розчином з домішкою глинистих частинок. Наявність зон кольматації (поглинання бурового розчину) не впливатиме на $K_{\text{пл_ГК}}$. При цьому $K_{\text{пл_QC}}$ буде завищений, оскільки на нього впливатиме заміщення порового простору глинистими частинками бурового розчину.

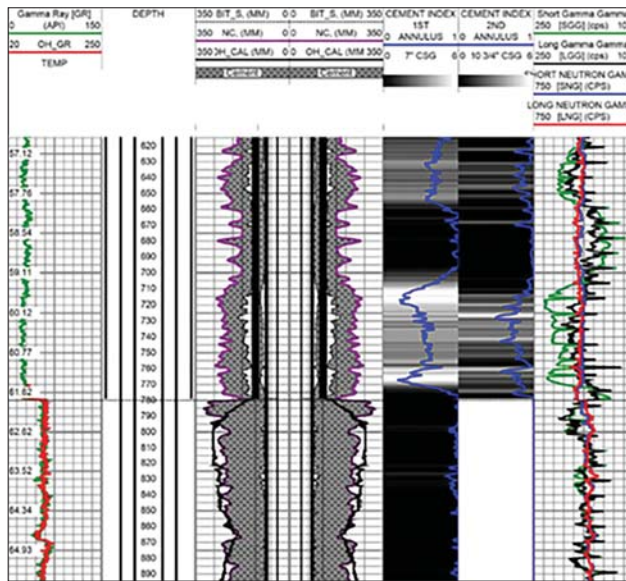


Рисунок 3

Діаграма (Малайзія, 2020) порівняння результатів якості цементажу обсадних колон, отриманих за даними радіального акустичного цементоміра, з даними технології QUAD (діаграма праворуч): GammaRay (GR) – крива ГК (API); OH-GR – крива ГК відкритого стовбура (API); BIT_S – крива номінального діаметра (мм); NC – крива нейтронного каверноміра (мм); OH_CAL – крива каверноміра відкритого стовбура (мм); SGG – ближній детектор гамма-гамма каротажу; LGG – дальній детектор гамма-гамма каротажу; SNG – ближній детектор нейтрон-гамма каротажу; LNG – дальній детектор нейтрон-гамма каротажу; Depth – глибина (м); Cementindex – якість цементування колон (част. од.); TEMP – показники термометрії (°C)

5. Відносна оцінка якості цементажу обсадних колон. Це оцінювання може виконуватися також у комплексі під час застосування технології QUAD. Методологія ґрунтується на різних глибинах дослідження навколо свердловинного простору із використанням різних джерел іонізуючого випромінювання.

На *рисунку 3* зображено приклад визначення якості цементажу обсадних колон, що проводився під час досліджень свердловини з використанням технології QUAD. Після проведення експериментів компонування НКТ було піднято та проведено дослідження з використанням радіального акустичного цементоміра (CBL). На діаграмному матеріалі можна помітити, що результати визначення цементного кільця з використанням технології QUAD доволі чітко корелюються з результатами акустичного цементоміра. І хоча визначення якості цементного кільця не є основною задачею, яка ставиться перед цією технологією, ця особливість дає змогу надрокористувачу отримати додаткову інформацію про стан свердловини, не проводячи жодних маніпуляцій з внутрішньосвердловинним обладнанням (до речі, діаметри серійної апаратури акустичних цементомірів не завжди дають змогу провести такі дослідження через НКТ).

6. Оцінювання пластових (порових) тисків за даними поточного коефіцієнта нафтогазонасичення. Це оцінювання здійснюється за наступними критеріями. На

низький пластовий тиск газового покладу (за відсутності в пласті рідких вуглеводнів) буде вказувати розбіжність між QTP та нормалізованою кривою відносної густини (NDPOR), що пояснюється тим, що падіння нейтрон-нейтронної пористості, яка враховується як компонента в розрахунку QTP, не буде повністю компенсуватися падінням нейтрон-гамма пористості (другої компоненти в QTP), що призведе до зменшення величини QTP.

Величина розходження між QTP та NDPOR буде залежати від пластового тиску: що нижчий тиск газової складової, то більше розходження між кривими й нижче значення QTP буде реєструватися. Також на понижений пластовий тиск буде вказувати величина розходження QTP та QL. За відсутності рідких вуглеводнів і низького пластового тиску QL буде перевищувати QTP.

Основні переваги та відмінності результатів каротажу, отриманих з використанням технології QUAD:

- крива глинистості, отримана з використанням комплексної інтерпретації 2ННК, 2НГК та фільтрованого ГК, більш чутлива до наявності зони кольматції присвердловинної частини пласта в порівнянні з даними комплексу ГДС для відкритого стовбура;
- розрахунок насичення методом QUAD відбувається зі сторони нафти. Тобто розраховується вміст нафти, а все, що не нафта, то або газ, або вода. В інтерпретації даних відкритого стовбура інтерпретація ведеться зі сторони води, оскільки тільки вода проводить електричний струм. Відповідно, все, що не вода, то або нафта, або газ;
- насичення з використанням технології QUAD розраховується для об'ємного виміру, тоді як у відкритому стовбурі електричний струм поширюється шляхом найменшого опору. А для поправки на об'ємну модель вимірювань в рівняння насичення вводять додаткові коефіцієнти (K_{gr} , коефіцієнти a , m , n – в рівняннях Арчі – Дахнова), вплив яких переважно більший, ніж безпосередньо вимірюваний параметр опору пластової води (ρ_w);
- реєстрація даних QUAD в обсаджених свердловинах через бурову колону в автономному режимі чи безпосередньо на кабелі дає можливість отримувати дані про ФЄВ колекторів за алгоритмами, максимально наближеними до алгоритмів обробки даних відкритого стовбура, в умовах, коли проведення повного комплексу відкритого стовбуру технічно неможливе;
- технологія QUAD використовує чотири детектори, мінімізуючи вплив ближньої зони. Саме тому незадовільний цементаж, наявність кількох колон та складні свердловинні умови не є обмеженням для отримання достовірних даних.

ВИСНОВКИ ТА ПОДАЛЬШІ ПЕРСПЕКТИВИ

На основі докладного аналізу фізичних особливостей свердловин та інтерпретаційних підходів до результатів, отриманих як із використанням ІНК, так і технології QUAD,

викладено особливості та показано очевидні переваги сучасних технологій та інтерпретаційних підходів для отримання оригінальних характеристик з метою комплексного освоєння нафтогазових родовищ.

Окрім цього, під час дослідження було зроблено такі висновки:

1. У близькій перспективі можливо стабілізувати видобування вуглеводнів в Україні та навіть наростити його шляхом впровадження новітніх технологій радіоактивного каротажу для проведення досліджень і визначення ресурсного потенціалу свердловин старого фонду за відносно незначних матеріальних витрат.

2. Провести дослідження у свердловинах старого фонду можливо тільки з використанням радіоактивних методів у зв'язку з конструктивними особливостями (телескопічна конструкція з металевими колонами, малі діаметри НКТ, наявність цементу тощо).

3. Імпульсні методи (з генератором нейтронів), як свідчить проведений аналіз, мають низку конструктивних та інтерпретаційних обмежень щодо радіальної глибини досліджень (19–36 см), визначення пористості, проникності, глинистості, відносної густини та інших показників, які є головними вихідними даними під час оцінювання ресурсного потенціалу та ефективної роботи свердловин. Параметри, які неможливо оцінити за даними ІНК, дослідники беруть з даних ГДС відкритого стовбура чи, за аналогією, із сусідніх свердловин, що є дуже приблизним, а часто, як свідчить досвід, зовсім не відповідає ситуації у свердловині на момент дослідження.

4. Сьогодні на ринку сервісних геофізичних послуг у світі вигідно вирізняється прилад зі стаціонарним джерелом нейтронів QUAD Neutron™, розроблений канадською компанією Roke Technologies Ltd. За останнє десятиліття з допомогою приладу було проведено дослідження більше ніж 3000 свердловин. Напрацьовано значний інтерпретаційний матеріал, отримано тисячі позитивних відгуків щодо реанімації та відновлення свердловин.

5. Технологія QUAD Neutron™ – це автономна геофізична система, що складається зі свердловинного приладу, системи збирання та оброблення даних, а також інтерпретаційного пакета. Технологія дає можливість проведення каротажу у свердловинах з використанням одножильного геофізичного кабелю, а також в автономному режимі під час спускання на НКТ, тракторі, сталюму дроті та ін., що робить її незамінною також під час досліджень у похило-спрямованих та горизонтальних свердловинах.

6. Технологія QUAD Neutron™ належить до унікальних геофізичних методів із значною радіальною глибиною

досліджень (до 92 см), що дає можливість за одне спускання-підймання у свердловині з наявністю до 4-х обсадних колон достовірно визначити такі параметри покладів, як: пористість; кількісну оцінку глинистості; величину нафтогазонасичення пласта; відносну густину та відносну проникність покладів; створити літологічну модель геологічного розрізу свердловини; оцінити ступінь забруднення (кольматації) присвердловинної зони пласта буровим розчином, цементом; виділити зони проведеної перфорації; оцінити якість цементування обсадних труб; визначити місця винесення піску тощо.

7. Обладнанням технології QUAD Neutron™ з 2018 року володіє ТОВ «ГЕО-ДЕЛЬТА-КБ», яка є ексклюзивним представником компанії Roke Technologies Ltd в Україні з 2017 року. В компанії працює висококваліфікований персонал зі значним досвідом роботи, здатний вирішувати геологічні та технологічні завдання будь-якої складності. Компанія пройшла повний цикл навчальних та атестаційних процедур, має ліцензії на використання та перевезення джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ), повірені прилади, діагностичне та калібрувальне обладнання.

8. З 2018 року фахівці компанії ТОВ «ГЕО-ДЕЛЬТА-КБ» провели понад десять успішних досліджень нафтових та газових свердловин старого фонду у Східному та Західному регіонах України. Висновки інтерпретації лягли в основу прийняття рішень надрокористувачами щодо впровадження рекомендованих продуктивних горизонтів. Отримано першу продукцію.

9. Враховуючи факт, що технологія QUAD Neutron™ в Україні тільки впроваджується, з плином часу та збільшенням досвіду, який стосуються специфічних для кожного регіону особливостей геологічної будови родовищ, стану свердловин та інших характеристик, якість інтерпретаційного матеріалу тільки зростатиме.

10. Слід зауважити, що впровадження нової технології в Україні, як і очікувалось, проходить свій непростий шлях. Сервісні компанії, в тому числі й закордонні, володіючи імпульсними нейтронними методами, можуть працювати у свердловинах виключно за наявності даних відкритого стовбура. Технологія QUAD Neutron™ найкраще підходить для свердловин старого фонду з частково втраченою або повністю відсутньою геофізичною інформацією, що має особливу цінність і надає переваги.

11. Зважаючи на високу інформативність методу та достовірність отримуваних даних, підтверджених у тисячах свердловин світу, а також отримані позитивні результати апробації методу в Україні, впевнено можна стверджувати, що технологію QUAD Neutron™ слід впроваджувати на промисловій основі насамперед для комплексного розв'язання задач у свердловинах старого фонду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Валуйский К., Василина Р.М., Стельмах В.Г. Новые возможности геофизических методов при исследовании скважин через обсадную колонну и буровой инструмент. *Нефть и газ Украины*. Киев: Newfolk LLC., 2016. С. 60–67.

Зайченко В.Ю. Страницы истории отечественного приборостроения в области геофизических исследований скважин (1917–1991 гг.). Тверь: АИС, 2006. 248 с.

Латышова М.Г., Мартынов В.Г., Соколова Т.Ф. Практическое руководство по интерпретации ГИС: учебное пособие для вузов. М.: Недра-Бизнесцентр, 2007. 327 с.

Салимов Ф.С., Плагин С.В., Крамер Г. Успешное применение новой технологии определения петрофизических свойств породы через обсадную колонну для увеличения нефтеотдачи в скважинах месторождения, находящегося на поздней стадии разработки. *Российская техническая нефтегазовая конференция и выставка SPE по разведке и добыче*. Москва, 14–16 октября 2014 года.

REFERENCES

Valujskij K., Vasilina R.M., Stel'mah V.G. Novye vozmozhnosti geofizicheskikh metodov pri issledovanii skvazhin cherez obsadnuju kolonnu i burovoj instrument [New possibilities of geophysical methods when investigating wells through casing and drilling tools]. *Neft' i gaz Ukrainy [Oil and gas of Ukraine]*. Kiev: Newfolk LLC., 2016. P. 60–67 (in Russian).

Zajchenko V.Ju. Stranicy istorii otechestvennogo priborostroenija v oblasti geofizicheskikh issledovanij skvazhin (1917–1991 gg.) [Pages of the history of domestic instrumentation in the field of well logging (1917–1991)]. Tver: AIS, 2006. 248 p. (in Russian).

Latyshova M.G., Martynov V.G., Sokolova T.F. Prakticheskoe rukovodstvo po interpretacii GIS: uchebnoe posobie dlja vuzov [A practical guide to the interpretation of GIS: a textbook for universities]. Moscow: Nedra-Biznescentr, 2007. 327 p. (in Russian).

Salimov F.S., Plugin S.V., Kramer G. Uspeshnoe primenenie novoj tehnologii opredelenija petrofizicheskikh svojstv porody cherez obsadnuju kolonnu dlja uvelichenija nefteotdachi v skvazhinah mestorozhdenija, nahodjashhegosja na pozdnej stadii razrabotki [Successful application of a new technology for determining the petrophysical properties of rock through the casing for enhanced oil recovery in wells of a field at a late stage of development]. *Rossijskaja tehničeskaja neftegazovaja konferencija i vystavka SPE po razvedke i dobyče [SPE Russian Technical Oil & Gas Conference and Exhibition on Exploration and Production]*. Moscow, October 14–16, 2014 (in Russian).

NEW WELL RESEARCH TECHNOLOGY IS THE KEY TO THE INTEGRATED DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS

Bogdan
LELYK

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, EurGeol 1312, deputy director of Technological development, «GEO-DELTA-KB» LLC, member of the UAG

Valerii
STELMAKH

director
«GEO-DELTA-KB» LLC,
member of the UAG

A detailed analysis of the available nuclear methods for well logging was carried out to select an effective technology from the point of view of obtaining true petrophysical data characterizing the formation matrix and fluid saturation at a specific point of time.

The goal of these process is research currently available nuclear technologies designed for the Oil and Gas field formation evaluation and to review results of the implementation of QUAD Neutron™ (product of Roke Technologies Ltd (Canada)) in old wells in Ukraine.

Reviewed are pulsed neutron technologies available from leading International Logging Companies, which are widely used in Ukraine, including the QUAD Neutron™, to determine primary petrophysical properties and the reservoir saturation characteristics. Certain criteria have been established that significantly impacted quality of the data analysis during interpretation. These included the number of casing strings installed, absence of Open Hole data as input, drill bit size, presence or absence of cement in the annulus and several others. The advantages and disadvantages of each of the systems are shown and effective examples of application with recommendations and test results are provided in this paper.

Since 2009 QUAD Neutron™ was successfully utilized in more than 3000 wells worldwide. The geography of technology application covers such countries as Canada, USA, Russia, Azerbaijan, Malaysia, Colombia, Venezuela, Peru, China, Nigeria, Mexico, Georgia, Thailand, Kazakhstan, and Saudi Arabia. The following list of IOC, NOC and other international E&P companies contains only some of the users of the data provided by QUAD Neutron™: Shell, Lukoil, Petronas, Repsol, Cenovus, Talisman, Murphy, Rosneft.

«GEO-DELTA-KB» LLC has exclusive rights to QUAD Neutron™ technology on the territory of Ukraine since 2018. Equipment has been used to provide valuable formation evaluation data to such clients as Ukrigasvydobuvannya, Ukrnafta and other domestic companies in the Western and Eastern regions. Data gave been acquired in dozens of old Oil and Gas wells. The obtained results demonstrate the high efficiency of the technology application, especially when making decisions for the reactivation of old wells.

Conducted analysis of existing nuclear logging methods allowed selection of the most effective technology as compared under similar conditions. The data obtained as a result of interpretation, together with an understanding of the processes occurring in the wells, contributed to providing reliable information for making informed decisions. The most effective application of the QUAD Neutron™ technology in Ukraine appears to be for the reevaluation of old wells with complex design (up to 4 strings of casing) to identify missing pay zones, assess the potential of existing reservoirs, determine the presence or absence of cement in the annulus, waterflooding zones, etc. The technology can also be successfully used for evaluating active wells and in openhole wellbores.

Keywords: QUAD Neutron™ technology; well; oil and gas; interpretation; reservoir properties; porosity; reservoir saturation; reservoir.

ІНВЕРСІЯ ГРАВІТАЦІЙНИХ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

УДК 550.831.017

Павло
ГРИЦУК

кандидат геологічних
наук, доцент,
директор
ТОВ «АПСТРИМ
СЕРВІСИ»

Розглянуто генетичний алгоритм підбирання гравітаційних джерел. В основу підходу покладено принцип відбирання генів від батьків та внаслідок мутації, який адаптовано до формування геологічних утворень. Для двовимірної сіткової моделі визначення надлишкової густини в блоках виконується відбиранням із багатьох моделей двох (батьківських) варіантів, у яких розраховані гравітаційні аномалії мають більший збіг із вихідними. Як цільову функцію використано середній градієнт даних гравіметрії. Генерацію різних моделей ефективної щільності виконано випадковим чином. Теоретичні моделі складено з одного тіла, яке мало одне та два значення надлишкової густини. Було розглянуто теоретичні розрізи з чотирма шарами. Підбирання моделі виконано за умови, що значення ефективної щільності було відоме або ж було задано її певний діапазон. Кожний блок мав форму прямокутника з квадратним перерізом у площині профілю гравітаційних даних та обмеженим поперечним видовженням. Порівняння вихідних та розрахованих аномалій прискорення сили тяжіння здійснено за допомогою середньої норми та похибки у відсотках. Відсутність стрибків на графіку цільової функції гарантувала визначення точної моделі. Геометрію тіла з однорідною надлишковою густиною точно розраховано за фіксованого значення ефективної щільності для чотирьох шарів. Під час визначення геометрії тіл модель із двома значеннями надлишкової густини мала деякі похибки. Генетичний алгоритм, який ґрунтується на еволюційному підході у визначенні фізичних параметрів блоків, виконує підбирання гравітаційної моделі доволі швидко й ефективно. Основними факторами, що впливають на точність геометрії, є дані про надлишкову густину.

Реалізований підхід дає можливість виконувати оцінювання розрізу за сітковим розподілом ефективної густини. Розробку застосовано для двовимірної інтерпретації гравітаційної аномалії над нафтогазовим родовищем. Отриману в результаті інтерпретації форму антиклінальної структури узгоджено з геологічними даними.

Ключові слова: гравітаційна інверсія; підбирання моделі; надлишкова густина; генетичний алгоритм.

ВСТУП

Аналіз гравітаційних аномалій дає змогу визначити форму джерел. Розподіл щільності в середовищі вирішує багато завдань. З них – пошук родовищ корисних копалин, порожнин, глибинне геологічне моделювання, моніторинг геологічних процесів тощо. Шляхом інверсії гравітаційних даних можна обчислити розподіл щільності для сіткового середовища. Геометрію моделей встановлюють за розрахунками значень густини в блоках. Це нелінійна обернена задача. Вхідними даними є аномальні значення гравітаційного поля та діапазон густин, які треба з'ясувати. На виході отримують інвертовану модель, яка може характеризувати геологічні структури.

Розглянемо основні підходи до інверсії аномалій прискорення сили тяжіння з прикладами використання. Фішер і Говард (1980) продемонстрували метод квадратичного програмування для середовища, що складається з прямокутних блоків. Цей підхід було використано для інтерпретації гравітаційного профілю над вугільними басейнами Галілеї та Драммонда у Квінсленді (Австралія). Гравітаційна інверсія для трьох шарів добре корелюється із сейсмічними даними. Ласт і Кубік (1983) застосували принцип компактного тіла для двовимірної інверсії гравітаційних аномалій. Інтерпретація цього підходу для окремих теоретичних тіл дала точний результат навіть у разі накладання помилок на вихідні дані. Компактну інверсію

було використано для інтерпретації аномалії над батолітом Гішон-Крік у Британській Колумбії (Канада), що містить родовища міді. Верхній шар моделі мав фіксовану величину густини. Лі та Олденбург (1998) застосували перетворення Фур'є для розв'язання оберненої задачі гравіметрії у тривимірному варіанті. Результат цієї інверсії має приблизний вигляд для теоретичних моделей, які склалися з двох тіл, але з різною надлишковою щільністю. Верхні шари більше відповідали вхідним моделям, оскільки вони були розташовані ближче до точок спостереження. Метод було застосовано до даних гравіметрії над основною зоною сульфідного родовища Стратмат, що розташована на півночі провінції Нью-Брансвік (Канада).

Останнім часом для виконання інверсії застосовують підходи, які взято з природи, зокрема генетичний алгоритм та метод відпалювання. Перший підхід засновано на принципах біологічної еволюції. Тривимірна інверсія за еволюційним алгоритмом засвідчила повну відповідність з окремою теоретичною моделлю (Zhang et al., 2004) з однорідною густиною. Розробку було застосовано для моделювання кристалічної структури центрального Тайваню. В основі методу відпалювання лежить фізичний процес кристалізації речовини (Roy et al., 2005). Модельний розділ складався з шарів води та осадів, які лежали на фундаменті. Теоретичні приклади свідчать про достатню точність виконання інверсії із завадами на вхідних даних. Дво- та тривимірну гравітаційну інверсію було використано для визначення товщини відкладів води та льоду для озера Восток у Східній Антарктиді. Товщину верхнього (крижаного і водного) та нижнього (осадового) шарів підбирали відповідно до вертикальних розмірів блоків. Снопек (2005) використовував генетичний алгоритм для моделювання розподілу густини еллінської зони субдукції.

ОПИС АЛГОРИТМУ

Сіткова модель є найзручнішою для створення складних фігур. Вона складається з прямокутних блоків, у яких густина має своє значення (рис. 1). Цей принцип має аналогію з цифровим зображенням, сформованим із прямокутників (пікселів), які мають власний колір.

Аномальний гравітаційний ефект (Δg) для призматичного тіла в точці спостереження обчислюється за формулами (Coggon, 1976), які наведено нижче.

$$\Delta g_t = \sum_{v=1}^N g_v, \quad t = 1 \dots P, \quad v = 1 \dots N, \quad (1)$$

де t – порядковий номер гравіметричних пунктів, P – кількість точок спостереження, v – порядковий номер блоку, N – кількість блоків.

$$g_v = G \cdot \sigma \sum_i^2 \sum_j^2 \sum_k^2 S \cdot (-\alpha \cdot A_{zx} - \beta \cdot A_{zy} - \gamma \cdot A_{zz})$$

– вертикальна складова прискорення сили тяжіння для призми, де

$$\alpha = x_i - x_0, \quad \beta = y_j - y_0, \quad \gamma = z_k - z_0, \quad S = (-1)^{i+j+k}$$

$$i, j, k = 1, 2; \quad x_1 = x_0 - \Delta x / 2, \quad x_2 = x_0 + \Delta x / 2,$$

$$y_1 = y_0 - \Delta y / 2, \quad y_2 = y_0 + \Delta y / 2, \quad z_1 = z_0 - \Delta z / 2,$$

$$z_2 = z_0 + \Delta z / 2$$

– координати кутів призми;

$$\Delta x, \Delta y, \Delta z$$

– розміри призми вздовж відповідних осей x, y та z, i ;

$$r = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2}$$

– відстань між точкою спостереження і кутовими точками призми,

$$s = \gamma \sin \psi + \alpha \cos \psi, \quad c = \gamma \cos \psi - \alpha \sin \psi,$$

$$l_1 = \ln(r - \beta), \quad l_2 = \ln(r - s), \quad l_3 = \ln(r - \alpha),$$

$$t_1 = \arctg\left(\frac{\beta \cdot s}{r \cdot c}\right), \quad t_2 = \arctg\left(\frac{\beta^2 \cdot \cos \psi + \gamma \cdot c}{-\beta \cdot r \sin \psi}\right),$$

$$t_3 = \arctg\left(\frac{\alpha \cdot \beta}{\gamma \cdot r}\right).$$

$$G = 0.00000667$$

– це величина, яка пов'язана з гравітаційною константою, що відповідає системі СІ з одиницями вимірювання: метр, кілограм і секунда (МКС).

$$A_{yx} = -\sin \psi \cdot l_2, \quad A_{zx} = -\sin^2 \psi \cdot l_1 - \sin \psi \cos \psi \cdot t_1,$$

$$A_{zy} = \cos \psi \cdot l_2 - l_3$$

Кут ψ – нахил призми, який встановлюють прямим для того, щоб отримати вертикальні блоки.

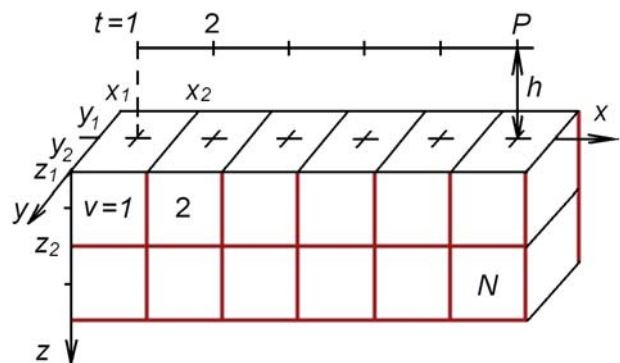


Рисунок 1. Тривимірна модель сітки з точками спостереження (t) та номерами блоків (v)

З розвитком комп'ютерних технологій значно збільшилася кількість обчислень. Це дає змогу

використовувати ітераційні алгоритми, які ґрунтуються на відбиранні великої кількості різноманітних моделей. На цьому принципі побудовано генетичний алгоритм (ГА). Під час адаптації до геофізичних задач комбінацію генів замінено на набір значень фізичного параметра, у цьому випадку – густини. Крім батьківських генів та їхньої рекомбінації є можливість мутації, тобто отримання значень густини із заданої кількості порід. Ця здатність є і по материнській лінії (Фурдуй Р.С. 2001). Тобто випадковість вирішує, чи буде використано ген матері, чи його мутація.

Розріз складається з блоків, у яких визначається щільність. Значення густини (чи комбінації генів) у блоці можна встановити шляхом випадкового вибору цього параметра з трьох варіантів: від батька, матері та мутації. Кожна модель формується, коли у всіх блоках визначено густину. Кількість моделей зазвичай береться – 16, 32, 64 чи 128. У цьому дослідженні було використано останнє значення. Для заданих моделей розраховано гравітаційне поле, яке порівнюють зі спостереженням. За їхнім найменшим відхиленням зі 128 обирають дві (батьківські) моделі, які використовують для формування наступного набору (покоління). За кращим наближенням між полем, за яким ведеться спостереження, і теоретичним гравітаційними полями відбувається процес визначення моделі.

Основним критерієм геометричної точності моделі з фіксованою щільністю є наближення обчисленого гравітаційного поля до початкового. Головна проблема полягає в обранні норми, яка дає змогу точніше визначити геометрію розрахованих моделей. Середні, середньоквадратичні та логарифмічні норми розглянуто як цільові функції, але більш стабільний результат було отримано для середньої норми градієнта аномального гравітаційного поля (Gryshchuk, 2017). Тут інверсію було виконано зі значень поля та їхніх градієнтів. Вони надають додаткову інформацію про зміну поля у визначеному напрямку. Градієнти поля тяжіння застосовують для різних завдань. Блейклі (Blakely, 1996) зазначив, що найбільші горизонтальні градієнти гравітаційного поля підкреслюють вертикальні межі моделей. Елліс та інші (Ellis et al., 2015) використовували інверсію на основі даних градієнта гравіметрії для визначення меж солі.

Тому порівняння вхідного та обчисленого полів тут проводили з використанням середнього горизонтального градієнта вздовж профілю спостереження прискорення сили тяжіння за формулою:

$$E_{град} = \frac{1}{P} \sum_{t=2}^P \frac{\left| (\Delta g_t^{вих} - \Delta g_{t-1}^{вих}) - (\Delta g_t^{роз} - \Delta g_{t-1}^{роз}) \right|}{(x_t - x_{t-1})}, \quad (2)$$

де $i = 2, \dots, P$ – кількість вихідних $(\Delta g_t^{вих}, \Delta g_{t-1}^{вих})$ та розрахованих $(\Delta g_t^{роз}, \Delta g_{t-1}^{роз})$ аномальних значень гравітаційного прискорення для відповідних координат x_t та x_{t-1}

Різницю між початковим та розрахованим гравітаційними полями визначали у відсотках за формулою:

$$E_{\%} = \frac{1}{P} \sum_{t=1}^P \left| \frac{\Delta g_t^{вих} - \Delta g_t^{роз}}{\Delta g_t^{вих}} \right| \cdot 100\%. \quad (3)$$

Похибка у відсотках (3) є універсальним критерієм у встановленні збігу теоретичних та практичних гравітаційних аномалій під час інверсії.

Розглянемо алгоритм підбирання гравітаційних мас. Вихідними даними тут є аномалії гравітаційного поля $(\Delta g_t^{вих})$. Генетичний алгоритм належить до стохастичного, оскільки випадковим чином вибирається надлишкова густина із заданого діапазону з попередніх генерацій від батьків чи мутацій. Наступним кроком є обчислення гравітаційного поля за поточною моделлю, яке проводиться за формулою 1. Далі йде порівняння початкового $(\Delta g_t^{вих})$ та розрахованого $(\Delta g_t^{роз})$ аномальних полів із використанням градієнтної норми $(E_{град})$ (2). На останньому етапі перевіряється наближення обчисленого поля до початкового (3). Цей параметр для зручності встановлено у відсотках $(E_{\%})$ і було задано малим значенням як 0,01 %. Представимо блок-схему алгоритму (рис. 2).



Рисунок 2. Підбирання гравітаційної моделі шляхом застосування генетичного алгоритму

ТЕОРЕТИЧНІ ПРИКЛАДИ ІНВЕРСІЇ

Розглянемо аналіз природного алгоритму на теоретичних моделях. Чотиришарова модель складалася з тіла (рис. 3, а), яке торкалося нижнього рівня вертикального перерізу. Об'єкт мав однакову надлишкову щільність ($\Delta\sigma$), яка становила 1000 кг/м^3 . Поперечний розмір блоку вздовж осі у дорівнює 100 м , що в 100 разів більше ніж його поздовжній розмір (1 м), що розташований уздовж профілю або у напрямку вісі x . Це співвідношення розмірів дає подібний результат для розрахунку гравітаційного поля за допомогою формули для двовимірної моделі (Last & Kubik, 1983).

У програмі використано середнє випадкове значення r , яке визначається за формулою

$$r = \frac{Rnd1 + Rnd2 + Rnd3}{3}$$

де $Rnd1, Rnd2, Rnd3$ – випадкові значення.

Використання середнього випадкового значення r додало поступовості у формування різних розподілів надлишкових густин. Також випадковим чином визначали кількість кубиків (N), у яких можлива зміна значень надлишкової густини. Цей спосіб значно пришвидшує та покращує результат підбирання моделі.

Застосування генетичного алгоритму дало точний результат інверсії для однорідної за густиною моделі (рис. 3, а). Дослідження засвідчили, що запропонований підхід може сприяти здійсненню точної гравітаційної інверсії за відомою надлишковою щільністю для чотирьох шарів. У цьому прикладі обрання цього параметра було здійснено для двох значень 0 або 1000 кг/м^3 .

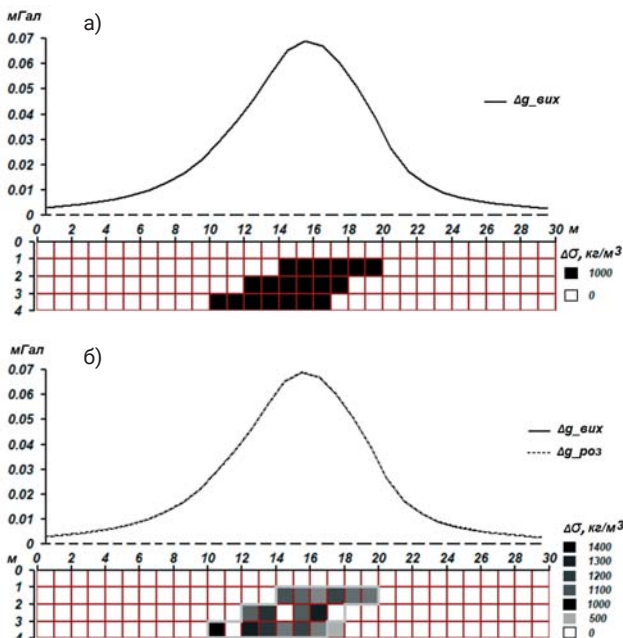


Рисунок 3. Теоретична гравітаційна аномалія для моделі з надлишковою густиною 1000 кг/м^3 (а) та її інверсія для ефективної щільності від 500 до 1500 кг/м^3 (б)

У разі виконання гравітаційної інтерпретації не завжди відоме точне значення надлишкової густини моделі, та й сам об'єкт може складатися з різних порід, тому необхідно вводити кілька значень щільності. Задамо діапазон надлишкових густин від 500 до 1500 кг/м^3 . Межі надлишкової щільності розширено на 50% від точного значення. У результаті інверсії було отримано модель (рис. 3, б), яка наближено відповідає вихідній моделі з середньою точністю $1,07\%$. Контур теоретичної моделі зображено блакитним кольором. Блоки зі збільшеною густиною компенсовані ущільненнями та пустотами.

Поведінка цільової функції під час інверсії аномальних даних прискорення сили тяжіння має плавний характер (рис. 4). Підбирання моделі для фіксованих значень надлишкової густини (0 і 1000 кг/м^3) відбулася за 57 ітерацій. Поступова зміна значень цільової функції ($E_{\text{град}}$) свідчить про ефективність підбирання параметрів теоретичної моделі за допомогою генетичного алгоритму.

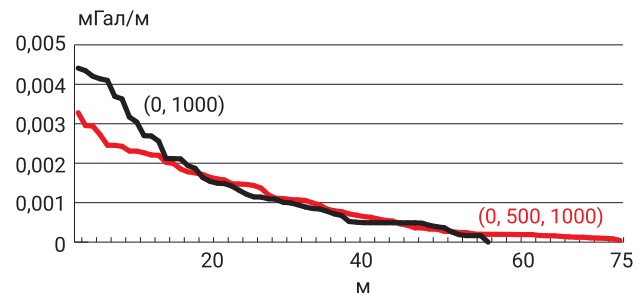


Рисунок 4. Залежність середньої норми градієнтів ($E_{\text{град}}$) гравітаційних полів від кількості ітерацій для різних значень надлишкових густин (у дужках в кг/м^3)

Створимо теоретичну модель із двох надлишкових густин 500 та 1000 кг/м^3 (рис. 5, а). Такий варіант дасть змогу визначити можливості алгоритму інверсії для складних геологічних утворень. Для цієї моделі виконано інверсію для трьох надлишкових густин $0, 500$ та 1000 кг/м^3 . Підбирання здійснено з середньою похибкою наближення між вихідною та розрахованою аномаліями $0,23\%$. Знайдена модель (рис. 5, б) загалом наближена до початкової моделі за геометричними (форма) та фізичними (густина) параметрами.

Для проведення практичної інверсії необхідно з'ясувати особливості роботи генетичного алгоритму з метою отримання параметрів, що наближені до теоретичних моделей. Також стаються випадки, коли невідомо точне значення надлишкової густини та глибина залягання геологічного тіла. Тому було здійснено підбирання моделей (рис. 3, а та 5, а) для нульової ефективної щільності та у межах значень від 0 до 1500 кг/м^3 із додаванням п'ятого шару. Результат підбирання полів для моделі з однією та двома надлишковими густинами виконано з точністю, відповідно, $1,5\%$ та $0,92\%$ (рис. 6). Контур розрахованих моделей і його розміщення наближено відповідають теоретичному тілу. Об'єкт з однорідною надлишковою щільністю краще відокремлюється, ніж модель із двома значеннями ефективної густини.

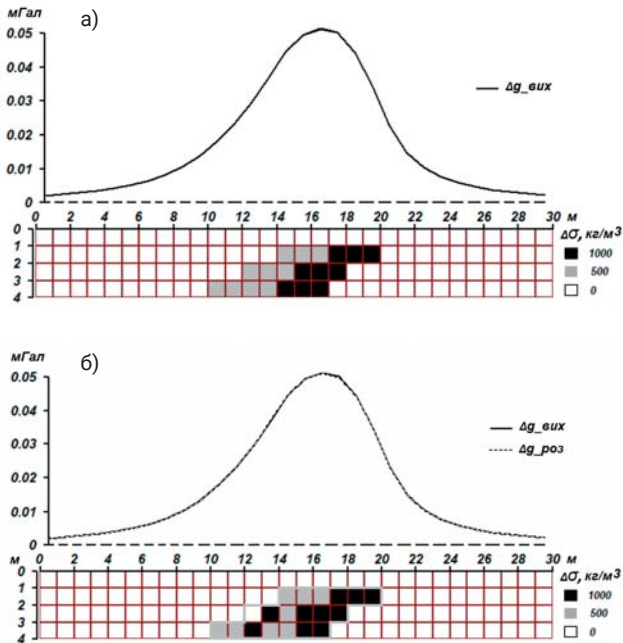


Рисунок 5. Теоретична гравітаційна аномалія для моделі з двома значеннями надлишкової густини 500 та 1000 кг/м³ (а) та її інверсія (б)

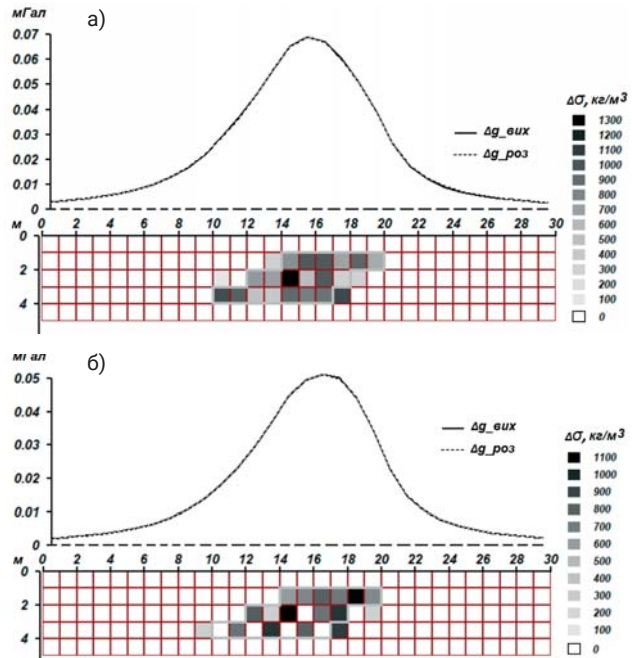


Рисунок 6. Інверсія теоретичних аномалій для діапазону значень надлишкової густини від 0 та 1500 кг/м³ для моделей з однією (1000 кг/м³) (а) та двома (500 та 1500 кг/м³) (б) надлишковими густинами

Вище було розглянуто різні варіанти інверсії теоретичних гравітаційних даних. Кращі результати було отримано, коли надлишкова густина більш точно відповідала модельній, тобто у випадку двох значень (0 і 1000 кг/м³) та трьох значень, 0, 500 й 1000 кг/м³. Натомість за діапазоном значень можна орієнтовно встановити контур моделі та її глибину. Добре підібрані моделі мали точність наближення між даними вихідного та розрахованого гравітаційних полів менше 1%.

ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ

Розглянемо застосування отриманих рекомендацій для інверсії профілю гравітаційної аномалії на прикладі нафтового родовища з району Таджикицької депресії (Абельський та ін., 1954). Геологічний розріз проходить крізь антиклінальну складку, ядро якої представлено товстим шаром вапняків палеоценового віку з густиною 2400 кг/м³ (рис. 7). Вище залягають піщано-глинисті товщі з густиною 2000–2200 кг/м³ еоценового та олігоценного часу утворення. Вапняки залягають на глибині 300 м. Такий розподіл густини та велика амплітуда підняття формують значну аномалію сили тяжіння, яка за інтенсивністю перевищує 10 мГал. Гравітаційна інтерпретація дала можливість встановити розміри Хаудазької складки.

Для гравітаційної інверсії нафтогазового родовища Північного Таджикистану використовували дані гравіметрії та надлишкової густини (табл.). Розміри сторін блоків

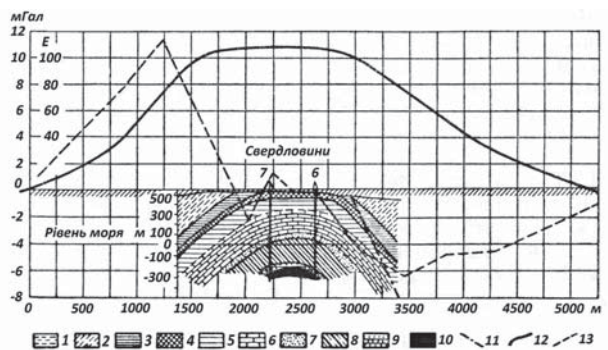


Рисунок 7. Гравітаційна аномалія над антиклінальною складкою Південного Таджикистану (Ю.М. Годін та Н.П. Туаєв).

Породи олігоценного віку: 1 – піщана товща; 2 – глиниста товща; еоценові породи: 3 – зелені глини ферганського ярусу; 4 – маркувальний горизонт L; 5 – зелені глини сузакського горизонту. Палеоценовий відділ: 6 – вапняки. Утворення сенонового віку: 7 – пісковики; 8 – глини; 9 – піщано-глиниста товща; 10 – глини; 11 скид; 12 – аномалія прискорення сили тяжіння; 13 – його градієнт.

у площині профілю становили 200 м. Надлишкова густина була задана для значень 0–200 та 400 кг/м³. Результат інверсії засвідчив геометрію антиклінальної структури, яка розміщена на глибині 200 м і відповідає заляганню складки вапняків (рис. 8).

Таблиця. Вихідні дані для гравітаційної інверсії нафтогазового покладу

№	Назва породи	Густина (σ), кг/м ³	Надлишкова густина (Δσ), кг/м ³	Розміщення
1.	Піщано-глинисті породи	2000–2200	0–200	Верхнє залягання
2.	Вапняки	2400	400–400	В ядрі

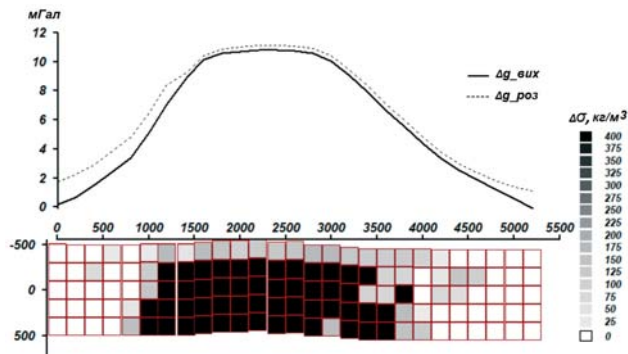


Рисунок 8. Результат інверсії гравітаційних даних над нафтогазовим родовищем Південного Таджикистану

ВИСНОВКИ

Дослідження теоретичних гравітаційних моделей проведено для чотиришарових розрізів, що складаються з прямокутних блоків. Розподіл надлишкової густини для середовища визначено шляхом застосування

генетичного алгоритму із гравітаційного профілю даних. Тіло мало одне та два значення ефективної щільності.

Для інверсії було використано аномальні дані прискорення сили тяжіння та його горизонтальний градієнт. Порівняння вихідної та розрахованої аномалії було проведено для середніх градієнтів полів. Оцінювання результатів інверсії виконано з похибкою у відсотках між заданими та розрахованими гравіметричними даними. На графіках зображено кореляцію між відсотковими відхиленнями даних гравітаційного поля та кількістю ітерацій. Інверсія для чотиришарового розрізу дала точну геометрію початкового тіла на відміну від моделі з двома значеннями надлишкової густини. Таким чином, обрання точності заданих значень ефективної щільності впливає на визначення геометрії моделей.

Генетичний алгоритм було застосовано для двовимірного моделювання аномалії гравіметрії над родовищем нафти й газу. Дані інверсії узгоджуються з даними двох наявних свердловин. Отримані результати дають можливість більш точно визначити геометрію джерел гравітаційних аномалій.

СПИСОК

ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Абельський М.Е., Андреев Б.А., Голомб В.Э., Самсонов Н.Н. Курс гравиразведки. Москва: Госгеолтехиздат, 1954. 358 с.
- Фурдуй Р.С. Прелесть тайны-2: Космический перекресток. Київ: Либідь, 2001. 472 с.
- Blakely R.J. Potential theory in gravity and magnetic applications. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. P. 441.
- Coggon J.H. Magnetic and gravity anomalies of polyhedra. *Geoexploration*. 1975. Vol. 14. P. 93–105.
- Ellis R., Connard G., Popowski T., and Pouliquen G. Hybrid strategies for modelling gravity gradient data. *International Workshop and Gravity, Electrical & Magnetic Methods and their Applications (Chenghu, 9–22 April, 2015)*. Chenghu, 2015. P. 330–333.
- Fisher N. J., Howard L. E. Gravity interpretation with the aid of quadratic programming. *Geophysics*. 1980. No 45. P. 403–419.
- Gryshchuk P.I. Impact of objective function on gravitational data inversion. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: XI International scientific conference (Kyiv, October 11–14, 2017)*. Kyiv, 2017. P. 161–163.
- Last B.J., Kubik K. Compact gravity inversion. *Geophysics*. 1983. No 48. P. 713–721.
- Li Y., Oldenburg D.W. 3D-inversion of gravity data. *Geophysics*. 1998. No 63. P. 109–119.
- Roy L., Sen M.K., Blankenship D.D., Stoffa P.L., Richter T.G. Inversion and uncertainty estimation of gravity data using simulated annealing: an application over Lake Vostok, East Antarctica. *Geophysics*. 2005. No 70, P. J1–J12.
- Snopek K. Inversion of gravity data with application to density modeling of the Hellenic subduction zone. *PhD Thesis Department of Geosciences at the Ruhr University*. 2005. P. 125.
- Zhang J., Wang C., Shi Y., Cai Y., Chi W.-C., Dreger D., Cheng W.-B., Yuan Y.-H. Three-dimensional crustal structure in central Taiwan from gravity inversion with a parallel genetic algorithm. *Geophysics*. 2004. No 69. P. 917–924.

REFERENCES

- Blakely R.J. Potential theory in gravity and magnetic applications. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. P. 441 (in English).
- Coggon J.H. Magnetic and gravity anomalies of polyhedra. *Geoexploration*. 1975. Vol. 14. P. 93–105 (in English).
- Ellis R., Connard G., Popowski T., and Pouliquen G. Hybrid strategies for modelling gravity gradient data. *International Workshop and Gravity, Electrical & Magnetic Methods and their Applications (Chenghu, 9–22 April, 2015)*. Chenghu, 2015. P. 330–333 (in English).
- Fisher N. J., Howard L. E. Gravity interpretation with the aid of quadratic programming. *Geophysics*. 1980. No 45. P. 403–419 (in English).

Gryshchuk P.I. Impact of objective function on gravitational data inversion. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: XI International scientific conference* (Kyiv, October 11–14, 2017). Kyiv, 2017. P. 161–163 (in English).

Last B.J., Kubik K. Compact gravity inversion. *Geophysics*. 1983. No 48. P. 713–721 (in English).

Li Y., Oldenburg D.W. 3D-inversion of gravity data. *Geophysics*. 1998. No 63. P. 109–119 (in English).

Roy L., Sen M.K., Blenkinsop D.D., Stoffa P.L., Richter T.G. Inversion and uncertainty estimation of gravity data using simulated annealing: an application over Lake Vostok, East Antarctica. *Geophysics*. 2005. No 70. P. J1–J12 (in English).

Snopek K. Inversion of gravity data with application to density modeling of the Hellenic subduction zone. *PhD Thesis Department of Geosciences at the Ruhr University*. 2005. P. 125 (in English).

Zhang J., Wang C., Shi Y., Cai Y., Chi W.-C., Dreger D., Cheng W.-B., Yuan Y.-H. Three-dimensional crustal structure in central Taiwan from gravity inversion with a parallel genetic algorithm. *Geophysics*. 2004. No 69. P. 917–924 (in English).

Abel'skij M.E., Andreev B.A., Golomb V.Je., Samsonov N.N. Kurs gravirazvedki [The course of gravity prospecting]. Moskva: Gosgeoltekhizdat, 1954. 358 p. (in Russian).

Furduj R.S. Prelest' tajny-2: Kosmicheskij perekrestok [The beauty of mystery-2: Cosmic crossroads]. Kyiv: Lybid, 2001. 472 p. (in Russian).

INVERSION OF GRAVITY DATA USING A GENETIC ALGORITHM

Pavlo
GRYSHCHUK

Candidate of Geological
Sciences, Associate
Professor
deputy director of the
digital platform
GEO Hub LLC

The genetic algorithm for the selection of gravitational sources is considered. In the basis of the approach, the principle of selection of genes from fathers and mutations was laid down, which was adapted to form geological structures. For a two-dimensional grid model, the designation of apparent density in the blocks is selected by a choice of models of two (parental) variants, in which gravitational initial and calculated anomalies coincide better. In the quality of the object function is used a middle gradient norm of gravity fields. Generation of new models for effective density in blocks is released randomly. Theoretical models were built up for one body with one and two values of apparent densities.

The theoretical sections with four layers were considered. The fitting of the model was carried out under the condition that the value of the effective density was known or a certain range was set. Each block was rectangular in shape with a square section in the plane of the gravity data profile and a limited lateral elongation. Comparison of the output and calculated anomalies of the gravitational acceleration was carried out using the average norm and the percentage error. The absence of jumps in the objective function graph ensured that an accurate model was determined. The correct geometry of a body with a homogeneous apparent density was determined at a fixed value of the effective density for four layers. The model with two values of density had some errors in determining the geometry of the bodies. The genetic algorithm, based on an evolutionary approach to certain physical parameters of blocks, performs the fitting of a gravity model rather quickly and effectively. The main factors affecting the accuracy of geometry are apparent density data.

The implemented approach allows one to estimate the cross section by the grid distribution of the effective density. The development is applied for a two-dimensional interpretation of the gravity anomaly over an oil and gas field. The resulting interpretation of the shape of the anticlinal structure is consistent with geological data.

Keywords: *gravitational inversion, model fitting, apparent density, genetic algorithm.*

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ СЕЙСМОРОЗВІДКИ В УКРАЇНІ

Апробація та пілотний проєкт практичної реалізації безкабельної сейсморозвідки на Хорошівській площі

Іван
ГАФИЧ

кандидат геолого-
мінералогічних наук,
директор з розвідки
та перспективного
розвитку
ТОВ «ДТЕК Нафтогаз»,

Євгеній
СОЛОДКИЙ

кандидат геологічних
наук, керівник
департаменту
з розвідки
ТОВ «ДТЕК Нафтогаз»

Сергій
ЯРЕЩЕНКО

начальник відділу
з моделювання
родовищ
ТОВ «ДТЕК Нафтогаз»

Юрій
РЕНКАС

головний геофізик
ТОВ «ДЕНІМЕКС ГЕО»,
ТОВ «БРЕНД-ВІК ЛТД»

Технологічний розвиток, посилення трендів щодо зменшення впливу на навколишнє середовище та складні завдання, що стоять перед нафтогазовидобувними компаніями, диктують необхідність впровадження нових технологій у сейсморозвідувальній галузі. Являючись одним із ключових інструментів пошуків, розвідки та вивчення покладів вуглеводнів, сейсморозвідка зазвичай обмежена поверхневими умовами. Урбаністичні, лісисті й заболочені території, природоохоронні зони, долини річок, гірська місцевість часто унеможливають проведення сейсморозвідки чи суттєво впливають на її якість та ефективність.

Одна із сучасних тенденцій, що дає змогу вирішити питання, пов'язані з впливом на навколишнє середовище, – це перехід на безкабельні системи реєстрації, так звана сейсморозвідка мінімального впливу (low impact seismic). Завдяки використанню безкабельного обладнання нова технологія, дає можливість знизити негативний вплив на навколишнє середовище під час проведення польових робіт, оскільки обладнання доставляється на місце встановлення без використання спеціальної важкої техніки.

З другого боку, безкабельні системи сейсморозвідки дають змогу виконувати комплексні завдання пошуково-розвідувальних робіт. Передусім проводити дослідження важкодоступних територій, у тому числі в межах природоохоронних зон, які досі не вивчені чи мало вивчені. Розмотування сейсмічних кабелів у таких умовах дуже ускладнене чи взагалі неможливе. Безкабельні технології дають можливість легко вирішити такі проблеми шляхом мінімального впливу на навколишнє середовище і простого та швидкого розставлення приймачів. Гнучкість та легкість масштабування безкабельної системи реєстрації сейсмічних даних дає ще більше переваг у порівнянні з традиційним зніманням. Відсутність багатокілометрових дротів дає змогу легко збільшити кількість каналів приймання та виконати високощільну повноазимутальну сейсморозвідку з одиничними сейсмоприймачами на глибокі структури, що суттєво підвищує якість отримуваних даних.

Успішно реалізований спільними зусиллями компаній ТОВ «ДТЕК Нафтогаз» і ТОВ «ДЕНІМЕКС ГЕО» пілотний проєкт на Хорошівській площі цілком підтверджує переваги застосування безкабельних рішень, відкриваючи нові можливості для використання сейсморозвідки в раніше не доступних районах та реалізації проєктів високощільного знімання.

Ключові слова: сейсморозвідка; сейсмоприймач; безкабельна система реєстрації; Wireless Seismic; важкодоступні території.

В останнє десятиліття розвідка нових родовищ вуглеводнів дедалі частіше стала проводитись на територіях зі складними поверхневими умовами. Це пов'язано насамперед з тим, що переважна більшість доступних для вивчення перспективних територій сьогодні вже значною мірою обстежені, в тому числі – за допомогою сейсморозвідки. Відповідно, видобувні компанії зосереджують пошуки нових покладів вуглеводнів у межах перспективних, проте маловивчених ділянок надр, де ще недавно неможливо було проводити якісні, регулярні сейсморозвідувальні роботи. До таких районів віднесено площі зі складним ландшафтом, великою кількістю лісів та заболочених ділянок, значною щільністю населення та високим рівнем урбанізації.

До однієї з таких площ належить Хорошівська ліцензійна ділянка, спецдозвіл на користування якою належить ТОВ «Нафтогазрозробці» (входить до групи компаній «ДТЕК Нафтогаз»). Хорошівська площа розташована в Харківському районі Харківської області та частково поблизу міста Харків (рис. 1). Поряд міститься низка родовищ: Безлюдівське, Островерхівське, Васищівське, Платівське, Денисівське, Білозірське та інші, що підтверджує перспективи щодо виявлення покладів вуглеводнів у межах ліцензійної площі. З іншого боку, виявлені пошукові об'єкти через неможливість проведення регулярних, у необхідних обсягах та із застосуванням належних методик спостережень асоціюються зі значними геологічними невизначеностями та ризиками щодо інвестування. Геологічна будова Хорошівської площі залишається не цілком вивченою через обмежений доступ до проведення сейсмічного знімання у зв'язку зі складними поверхневими умовами.

Поблизу Хорошівської площі розташовані смт Безлюдівка, Хорошеве та Бабаї, з'єднані одне з одним мережею асфальтованих та ґрунтових доріг. З півночі на південь, на відстані 3 км від площі проходить шосейна дорога Харків – Дніпро, безпосередньо через площу – залізниця. В східній частині ділянка ускладнена великими перепадами рельєфу – понад 100 м. Окрім того, 25% території спеціального дозволу займають населені пункти, 20% – лісові масиви, а решту території – водойми та долина річки Уди.



Рисунок 1. Проектне положення профілів

- Межі Хорошівської ліцензійної ділянки
- Сейсмічні профілі виконані у 2016 році
- Сейсмічні профілі, запроєктовані та виконані у 2020 році

Система ярів та балок долини річки Уди є результатом поверхневих стоків талих і дощових вод, а заплава утворена алювіальними відкладами четвертинного віку. За характером рельєфу район є хвилястою ерозійною рівниною. Найвищі абсолютні позначки зараховані до водорозділів і сягають 190 м, знижуючись до 85 м у долині річки Уди.

У геологічному сенсі Хорошівська площа складається з низки окремих структур у межах північної прибортової зони Дніпровсько-Донецької западини, представлених тектонічними блоками, що екрануються розривними порушеннями. Малоамплітудні порушення мають різне простягання та характеризуються, як правило, амплітудами в перші десятки метрів. Великоамплітудні тектонічні порушення на площі простежуються з заходу на схід – зворотні скиди, їхня амплітуда іноді сягає понад 350 м. Виділення і трасування всіх генерацій тектонічних порушень є ключовим фактором для успішної локалізації та оцінювання перспективних об'єктів пошукового буріння на цій площі.

Диз'юнктивні порушення у часовому розрізі проявляються характерними особливостями сейсмічного запису: зсувом відбитих хвиль у часовому діапазоні, послабленням амплітуди сигналу, флексуроподібним стрибком осі синфазності. На сейсмічних розрізах тектонічні порушення переважно проявляються характерною зміною кінематичних та динамічних параметрів хвильової картини, що розглядають як прямі й непрямі ознаки диз'юнктивної тектоніки. Малоамплітудні тектонічні порушення можуть не супроводжуватись помітними розривами осей синфазності. У таких випадках тектонічні зони характеризуються втратою простеження осей синфазності. Непрямими ознаками диз'юнктивної тектоніки слугують локальні зміни структури хвильового поля – втрата стійких горизонтів відбиття і поява нових, концентрація дифрагованих хвиль, варіації амплітудного рівня і спектру коливань.

Відповідно, у разі недостатньої якості сейсмічних матеріалів чи відсутності достатньої щільності знімання інтерпретація порушень значно ускладнюється та стає неоднозначною, особливо для малоамплітудних та субгоризонтальних розломів. Геометрія виділених порушень, їхні просторові співвідношення і межі потенційних пасток вуглеводнів у такому випадку залишаються недостатньо надійними, а отже, і ризики отримання негативних результатів буріння будуть високими.

На території Хорошівської ліцензійної ділянки у 2016 році було проведено традиційні (кабельні) 2D сейсморозвідувальні дослідження, які, на превеликий жаль, не сприяли отриманню чітких даних щодо геологічної будови району робіт. Насамперед це пов'язано з тим, що складні поверхневі умови унеможливили розмотування сейсмічних кіс у критично важливих напрямках та не дали змоги повною мірою використати важку техніку, таку як вібраційні джерела збудження сейсмічних коливань та розмотувально-змотувальний автотранспорт. Під час оброблення та інтерпретації даних також з'ясувалося, що традиційно застосовуваного 30-метрового кроку спостережень недостатньо для впевненого розуміння

складного хвильового поля, що генерується зворотними скидами. Пропуски у зніманні, неоптимальне розташування 2D-профілів і недостатня щільність запису призвели до наявності ділянок з непевним трасуванням порушень та неоднозначною геологічною інтерпретацією перспективних структур.

Під час планування наступних сейсморозвідувальних робіт у 2020 році було враховано досвід і проблеми сейсмічного знімання в умовах обмеженого поверхневого доступу, а також нові технологічні досягнення цього методу досліджень. З метою забезпечення високої якості та необхідного розташування профілів 2D-сейсморозвідки було вирішено використати безкабельну систему збирання сейсмічної інформації з активною системою реєстрації даних (в режимі реального часу). ТОВ «ДТЕК Нафтогаз» ініціювало та провело низку геолого-технічних нарад із фахівцями галузі щодо можливостей та доцільності використання безкабельних систем сейсморозвідки на теренах України. У межах апробації цієї технології та реалізації пілотного проекту на Хорошівській площі компанія ТОВ «ДТЕК Нафтогаз» спільно з ТОВ «ДЕНІМЕКС ГЕО» розробили відповідний проект та використали для його реалізації безкабельну систему Wireless Seismic RT System 2 з активними приймачами.

Основний недолік дротових систем – це необхідність розмотувати кілометри кабелів, що часто ускладнюється наявністю природних перешкод: ліси, водойми та інфраструктурні об'єкти. Бездротові системи (Dean, Tulett & Barnwell, 2018) дадуть можливість обійти такі перешкоди без зайвих витрат та втрати якості даних. Однак переважна більшість запропонованих сьогодні на ринку безкабельних систем працює в автономному (пасивному) режимі. Тобто дані накопичуються у внутрішній пам'яті окремо встановлених блоків-каналів, а потім зчитуються або на місці, або після доставлення їх у центр збирання даних. У цьому випадку оцінювання якості кожної індивідуальної сейсмограми неможливе в режимі реального часу, а отже, у разі поламаки датчика або наявності шумів робота може бути марною. Новітні бездротові системи дають можливість відстежити усі процеси в режимі реального часу (Dean, O'Connell & Quigley, 2013). Це означає, що і проблеми з окремими датчиками, і зовнішні перешкоди можна оперативнo відстежувати й нівелювати їхній вплив на кінцевий результат.

Спроби створити бездротові системи, що поєднують переваги кабельних систем і мають можливість передавати дані в реальному часі, робилися давно. Але щоразу поставали різні технічні труднощі, пов'язані передусім з їхньою величезною енергомісткістю. Розробникам Wireless Seismic RT System 2 вдалося усунути недоліки, що робить її на цей момент оптимальним рішенням.

Система Wireless Seismic RT System 2 дає змогу збирати сейсмічні дані в реальному часі з одного до десятків тисяч каналів та використовує бездротову телеметрію. Гібридна радіотелеметрія дає можливість продовжити збирання сейсмічних даних без переривання, навіть якщо радіозв'язок тимчасово втрачено для частини пристроїв. У разі часткової втрати радіозв'язку такі пристрої негайно перемикаються на автономний режим роботи,

зберігаючи дані в локальній пам'яті. Коли радіозв'язок відновиться, дані будуть передані бездротовою мережею на сейсмостанцію.

Під час визначення основних параметрів нового знімання на Хорошівській ліцензійній ділянці було докладно проаналізовано всі параметри й враховано результати попередніх польових досліджень. Відповідно до нового проекту заплановано виконання шести профілів (рис. 1) у два етапи: перший – пілотний, з відпрацюванням двох профілів, що повторюють раніше виконані, вже завершено; другий – з відпрацюванням чотирьох профілів – планується провести з уточненими параметрами знімання на основі аналізу, оброблення та інтерпретації матеріалів першого етапу. Орієнтацію профілів спостереження обрано для забезпечення максимальної якості з урахуванням напрямку простягання поверхонь геологічних меж, умов місцевості та напрямків простягання головних перешкод. Для надійнішого визначення положення малоамплітудних порушень та точнішого розуміння геометрії великоамплітудних зворотних скидів, спроектовано сейсморозвідувальні системи високої щільності з кроком за пікетами приймання – 10 м, а за пікетами збудження – 30 м. Від використання груп сейсмоприймачів у точках приймання також відмовилися, віддаючи перевагу поодиноким модулям з високою чутливістю. У процесі виконання робіт використовувалося 1024 поодинокі сейсмоприймачі GS-ONE та 1000 польових модулів передавання інформації WRU (рис. 2). Сейсмоприймач GS-ONE має чутливість 85,8 В/м/с та може замінити групу із шести звичайних сейсмоприймачів.

В останнє десятиліття у світовій практиці дедалі частіше використовують поодинокі сейсмоприймачі під час реалізації проектів високощільнісної сейсморозвідки. Зазвичай у традиційній вітчизняній нафтогазовій сейсморозвідці – як у роботах 2D, так і 3D – застосовують стандартні лінійні групи довжиною 40–50 м, які складаються переважно з 6–12 електродинамічних сейсмоприймачів (геофонів). Як правило, конфігурація приймальної групи обирається заздалегідь, тому підрядникам вже не потрібно проводити аналіз хвильового поля для обрання оптимальних параметрів приймальної групи. Обрання групи завжди було непростим і потребувало компромісу: з одного боку, оптимальні групи повинні пригнічувати



Рисунок 2. Проведення польових робіт.
а – сейсмостанція Wireless Seismic RT System 2
б – польові модулі WRU на профілі

найбільш інтенсивні хвилі-завади (з певними швидкостями), а з другого – пропускати без спотворень корисні відбиті хвилі. Нині у світовій практиці превалює думка, що навіть відносно короткі групи сейсмоприймачів у багатьох ситуаціях суттєво спотворюють амплітудні й частотні характеристики відбитих хвиль (Череловский, 2010). Це проявляється на великих віддальх «кінематикою всередині групи» (через криволінійність фронту хвилі й невертикальний підхід променів до приймальних груп) та може більш негативно впливати на збереження справжніх амплітуд і правдивість AVO-аналізу, ніж «статика всередині групи», спричинена впливом рельєфу денної поверхні й неоднорідностями в зоні малих швидкостей (ЗМШ) верхньої частини розрізу (ВЧР).

Отримані польові матеріали першого етапу реалізації проекту високощільної сейсморозвідки, з кроком приймання – 10 м у межах двох 2D-профілів, були зіставлені з даними профілів з кроком спостережень – 30 м, який найчастіше використовується в регіоні проведення робіт. Нові польові матеріали якісно відрізняються від результатів попередніх знімачів. Перевага сейсмограми з поодинокими датчиками – це зовсім інший вигляд конуса завад, який західні геофізики раніше називали «конусом відчаю» і видаляли з матеріалів для подальшого оброблення за допомогою м'ютингу (рис. 3). Якщо на сейсмограмі, яка отримана з кроком – 30 м, у цьому конусі домінує некорельований шум через сильний аліасинг низькошвидкісних хвиль-завад, то на сейсмограмі з кроком – 10 м завади записані як регулярні хвилі з однозначно визначеними швидкостями. У випадку високої щільності спостережень хвилі-завади в «конусі відчаю» можуть спочатку використовуватися для отримання додаткової інформації про швидкості в ЗМШ, уточнення моделі ВЧР і розрахунку статичних поправок, а потім, на етапі оброблення, ефективно пригнічуватися за допомогою двовимірних та просторових фільтрів, що дає можливість зберігати корисні відбиття в усьому діапазоні віддалення.

Оброблення даних сейсморозвідки проведено на основі графу обробки, що передбачав такі процедури, як присвоєння сейсмічним трасам геометрії спостережень, розрахунок статичних поправок за методом заломлених хвиль, підсилення амплітуд з урахуванням сферичного розходження, поверхнево узгоджене вирівнювання

амплітуд, поверхнево узгоджена деконволюція, три ітерації аналізу кінематичних поправок та корекції статичних поправок. Під час завершальної фази оброблення даних здійснювали часову міграцію до підсумовування та пост-оброблення сейсмічного зображення. Після чого було виконано порівняння отриманих кінцевих результатів із даними спостережень минулих років (рис. 4). З результатів проведеного дослідження вбачається, що нові дані суттєво відрізняються. Це пов'язано насамперед з тим, що за допомогою безкабельної системи вдалось виконати роботи без суттєвих пропусків у системі спостережень, що допомогло зберегти проектну кратність та забезпечити високу якість остаточних даних. Також вагому роль зіграла висока щільність даних, яка забезпечила надійне простеження годографів відбитих хвиль та боротьбу з хвилями-завадами. Врешті сейсмічне зображення, отримане за даними безкабельної сейсморозвідки, має значно вищу якість, що, своєю чергою, суттєво вплинуло на деталізацію розрізу і дало змогу здійснити більш надійну структурну інтерпретацію.

Передумови появи безкабельних систем реєстрації сейсмічної інформації в Україні зумовлена кількома причинами. Насамперед завдання, які ставляться перед сейсморозвідкою, та умови її проведення, стають дедалі складнішими. Дуже актуальною є задача дослідження важкодоступних територій (гірські та лісисті райони, густо заселені місцевості й т. ін.), а також території населених пунктів. Розмотування сейсмічних кабелів у таких умовах ускладнена, а в деяких випадках – взагалі неможлива.

Розширюється коло геолого-геофізичних завдань та підвищуються вимоги до якості сейсмічних даних, що призводить до формування ще однієї тенденції розвитку сучасних сейсмореєструючих систем, а саме – збільшення їхньої каналності. Збільшення кількості каналів спричинено низкою причин: прагненням до підвищення продуктивності проведення робіт, реалізація геолого-геофізичного моніторингу, повноазимутальне знімання для розвідки глибокозалеглих пошукових об'єктів (збільшення в рази приймальних розстановок) і т. ін. Проте подальше нарощування каналності реєструвальних систем стримується через труднощі й затрати, пов'язані з транспортуванням та розкладанням кабелів.

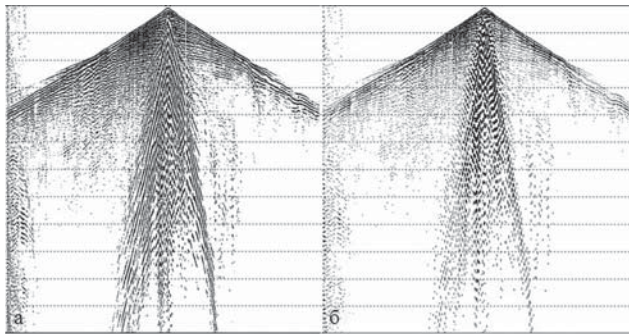


Рисунок 3. Польові сейсмограми.
а – крок спостережень – 10 м
б – крок спостережень – 30 м

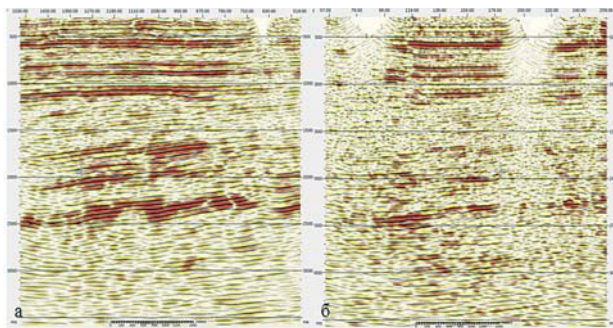


Рисунок 4. Порівняння отриманих даних з результатами минулих років.
а – бездротова система, крок спостережень – 10 м
б – звичайна система, крок спостережень – 30 м

Окрім того, застосування кабельних систем має чимало недоліків: їхня велика вага, значні витрати ручної праці, великі втрати часу на ремонт та обслуговування кабелів та проведення розмотувально-змотувальних операцій.

Забезпечення максимальної якості кінцевих сейсмічних матеріалів, вирішення складних геологічних питань, у тому числі в складних поверхневих умовах, стало можливим завдяки застосуванню систем одиночних безкабельних сейсмодатчиків з передаванням даних у режимі реального часу. Впровадження в практику геологорозвідувальних робіт безкабельних телеметричних систем суттєво розширює можливості сейсморозвідки в багатьох аспектах та сприяє вирішенню зазначених проблем (Kendall, 2015). Такі системи мають суттєві переваги перед традиційними, з передаванням інформації через кабель, а саме:

- підвищення продуктивності та мобільності польових робіт, оскільки можна уникнути трудомісткої процедури змотування та розмотування кіс, знижується чисельність персоналу польової партії та кількість і вантажопідіймальність автотранспорту, а також, як наслідок, зменшується вартість польових досліджень;
- забезпечення можливості виконання сейсморозвідувальних робіт у районах, де виконання таких робіт з іншим обладнанням через певні обмеження неможливе;
- реалізація високоцільних сейсморозвідувальних проєктів з великою кількістю каналів та поодинокими сейсмодатчиками для можливості застосування прямих індикаторів вуглеводнів сейсмічного поля, у тому числі й на великих глибинах;

- зменшення негативного впливу геологорозвідувальних робіт на навколишнє середовище. Це пов'язано насамперед з тим, що зникає потреба у спеціальному автотранспорті змотування та розмотування сейсмічних кіс;
- можливість розширення набору техніко-методичних способів під час виконання польових досліджень, таких як нерівномірне збільшення щільності ліній приймання у випадку наявності перешкод.

Загалом варто зазначити, що використання активних безкабельних систем дає змогу не тільки в разі прискорити виконання польових досліджень, навіть під час реалізації проєктів високоцільних спостережень, а й отримувати високоякісні дані та мінімізувати пропуски, а отже, й знизити ризики та невизначеності геологічних побудов і моделей родовищ. Мобільність та гнучкість таких систем дає можливість легко масштабувати знімання, адаптувати дизайн за необхідності, не йдучи при цьому на компроміс із якістю. Успішно реалізований спільними зусиллями ТОВ «ДТЕК Нафтогаз» і ТОВ «ДЕНІМЕКС ГЕО» пілотний проєкт на Хорошівській площі цілком підтверджує переваги застосування безкабельних систем та відкриває нові можливості для здійснення сейсморозвідки в раніше не доступних районах. Можливість втілення в життя проєктів 2D і 3D високоцільної сейсморозвідки в Україні сприятиме ґрунтовному вивченню нафтогазоперспективних об'єктів, проведенню надійного оцінювання їхнього ресурсного потенціалу та зниженню ризиків, пов'язаних із пошуково-розвідувальним бурінням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Череповский А.В. Пришло ли время отказаться от группирования в пользу одиночных сейсмодатчиков? *Геофизика*. 2010. № 3. С. 22–28.
- Dean T., O'Connell K., Quigley J. A review of nodal land seismic acquisition systems. *Preview*. 2013. Iss. 164.
- Dean T., Tulett J., Barnwell R. Nodal land seismic acquisition: the next generation. *Firstbreak*. 2018. No 36(1). P. 47–52.
- Kendall R. Cableless Seismic Acquisition. *Recorder*. 2015. Vol. 40. No 10.

REFERENCES

- Dean T., O'Connell K., Quigley J. A review of nodal land seismic acquisition systems. *Preview*. 2013. Iss. 164 <<https://doi.org/10.1071/pv2013n164p34>> (in English).
- Dean T., Tulett J., Barnwell R. Nodal land seismic acquisition: the next generation. *Firstbreak*. 2018. No 36(1). P. 47–52 <<https://doi.org/10.3997/1365-2397.n0061>> (in English).
- Kendall R. Cableless Seismic Acquisition. *Recorder*. 2015. Vol. 40. No 10 <https://doi.org/10.3997/2214-4609-pdb.159.d02_d._mougenot_ppt> (in English).
- Cherepovskij A.V. Prishlo li vremja otkazat'sja ot gruppированиja v pol'zu odinochnyh sejsmopriemnikov? [Is it time to move away from grouping in favor of single geophones?] *Geofizika*. 2010. № 3. P. 22–28 <<https://doi.org/10.3997/2214-4609.20147244>> (in Russian).

NEW TECHNOLOGIES OF SEISMIC EXPLORATION IN UKRAINE

Approbation and implementation of the wireless seismic acquisition pilot project in the Khoroshevskia area

Ivan
GAFYCH

Candidate of Geological Sciences, director of exploration & perspective development, DTEK Oil & Gas

Ievgenii
SOLODKYI

Candidate of Geological Sciences, head of exploration department, DTEK Oil & Gas

Sergii
IARESHCHENKO

head of the field modeling division, DTEK Oil & Gas

Yurii
RENKAS

chief geophysicist, BREND-VIK LTD

Development of technologies, growth of trends of reducing impact on environment and challenging tasks, which oil and gas producers face, make introduction of new technologies in seismic exploration field unavoidable. As a key tool of prospecting, exploration and reconnaissance of hydrocarbons, seismic exploration is usually restricted by terrain conditions. Urban, wooded and marshy lands, protected areas, river valleys, mountain areas often make seismic exploration impossible or significantly impact its quality and efficiency.

One of the modern trends enabling resolution of the issues related to impact on environment is to switch to cable-free registration systems (wireless seismic), so called low impact seismic. Due to the use of cable-free equipment, this new technology makes it possible to reduce impact on environment during field works, as equipment is delivered to the place of installation with no special heavy machinery involved.

On the other hand, cable-free systems of seismic acquisition allow to resolve complex tasks of exploration and appraisal studies. Firstly, carry out exploration of hard-to-reach territories, including protected environmental areas, which until now remain unexplored or slightly explored. Managing seismic cables in such conditions is very complicated or impossible. Cable-free technologies allow easily resolving such issues due to both minimum impact on environment and simple and quick placement of receivers. Flexibility and easy scaling of wireless seismic adds to its advantages versus conventional survey. Kilometres of wires are not needed, which allows to easily increase the number of receiver channels and conduct high-density full azimuth seismic survey with single seismic receivers at deep structures, thus, significantly increasing quality of the data received.

The pilot project successfully completed at Khoroshivskia area by joint efforts of DTEK Oil&Gas LLC and LLC Denimex Geo LLC confirms in full advantages of wireless solutions revealing new opportunities for the use of seismic exploration at areas previously hard to reach and allowing implementation of high density acquisition projects.

Keywords: *seismic exploration; seismic receivers; cable-free registration system; Wireless Seismic; hard-to-reach territories.*

АПАРАТУРНО-МЕТОДИЧНІ КОМПЛЕКСИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕТРОФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НАФТОГАЗОВИХ КОЛЕКТОРІВ У ПРОЦЕСІ БУРІННЯ ТА В ОБСАДЖЕНИХ СВЕРДЛОВИНАХ

Сергій
ДАНИЛІВ

директор
ТОВ «Укрспецприбор»

Володимир
КАРМАЗЕНКО

інженер-геофізик,
фізична
особа-підприємець

Олег
СТАСІВ

директор
ТОВ «Укрспецгеологія»

Максим
БОНДАРЕНКО

кандидат геологічних
наук, старший
науковий співробітник
Інституту геофізики
ім. С.І. Субботіна
НАН України

Володимир
КУЛИК

кандидат фізико-
математичних наук,
старший науковий
співробітник,
провідний науковий
співробітник
Інституту геофізики
ім. С.І. Субботіна
НАН України

Представлено результати розроблення апаратурно-методичних комплексів для актуальних напрямів геофізичних свердловинних досліджень нафтогазових колекторів: каротажу в процесі буріння (зокрема, горизонтальних свердловин); каротажу на кабелі в обсаджених свердловинах. Комплекси ґрунтуються на використанні методів радіоактивного каротажу, які є ефективними за наявності у свердловині сталевих труб (бурильної чи обсаджених): інтегрального гамма-каротажу, нейтрон-нейтронного каротажу, нейтрон-гамма-каротажу і густинного гамма-гамма-каротажу.

Розвинуто новий підхід до створення універсального малогабаритного комбінованого приладу радіоактивного каротажу для дослідження нафтогазових колекторів у процесі буріння через цільні бурильні труби.

Створено комбіновані прилади для каротажу в процесі буріння та в обсаджених свердловинах: LWD-КПРК-48 (діаметр – 48 мм) і WL-КПРК-42 (діаметр – 42 мм). На повномасштабних фізичних моделях отримано градувальні характеристики приладів для типових умов проведення каротажу.

Розроблено основні елементи інтерпретаційно-методичного забезпечення для визначення петрофізичних параметрів нафтогазових колекторів. Створені апаратурно-методичні комплекси дають змогу визначати основні петрофізичні параметри: глинистість, густину, пористість, характер насичення та ін.

Свердловинні випробування показали високу інформативність та ефективність розробки. Апаратурно-методичні комплекси є універсальними, зручними та більш доступними для каротажних фірм у порівнянні з відомими аналогами.

Результати виконаних робіт засвідчили перспективність використання в Україні розроблених апаратурно-методичних комплексів. Українські розробники володіють необхідним набором ідей, ноу-хау і можливостей для розширення, вдосконалення розробки та її комерціалізації.

Ключові слова: каротаж у процесі буріння; горизонтальна свердловина; каротаж на кабелі; обсаджена свердловина; нафтогазовий колектор; комбінований прилад радіоактивного каротажу; інтерпретаційно-методичне забезпечення; петрофізичний параметр.

ВСТУП

Пошуки, розвідка й освоєння нових нафтогазових родовищ для України є головними завданнями. Разом із цим у найближчі роки для швидкого нарощування обсягів видобування вуглеводнів доцільно спрямувати увагу на родовища, які експлуатуються, та на вже розвідані родовища. Одним зі шляхів вирішення означених завдань є скероване буріння, зокрема бічних відгалужень з уже наявних свердловин, та дослідження розрізу обсаджених свердловин.

Скероване буріння (з наявних чи нових вертикальних свердловин) бокових похилих відгалужень, що закінчуються горизонтальним інтервалом безпосередньо в пласті-колекторі, є передовою технологією, яка дає змогу значно збільшити площу контакту «свердловина – колектор». Ця технологія є ефективною для розкриття дрібних ізольованих об'єктів, тонкошаруватих покладів, потужних тріщинуватих колекторів та ін. Головні переваги такої технології – збільшення продуктивності (в 3–4, а в деяких випадках у десятки разів), а також зменшення собівартості продукції.

Для буріння похилих та горизонтальних свердловин необхідна геонавігація (тобто направлена проводка свердловини по запланованій траєкторії) та контроль за бурінням, які виконують за допомогою комплексу вимірювань у процесі буріння (англ. *measurement while drilling – MWD*). Надзвичайно важливо також у режимі реального часу отримувати геофізичні дані про розріз. Для кількісного оцінювання петрофізичних параметрів колекторів проводять каротаж у процесі буріння (англ. *logging while drilling – LWD*). Крім того, дані LWD використовують для прив'язки траєкторії свердловин з урахуванням геологічних особливостей та оцінки положення свердловини стосовно меж пластів і контактів між флюїдами (Allen et al., 1989; Bonner et al., 1992; Ellis & Singer, 2008).

Комерційне впровадження технології LWD передові західні фірми почали в кінці 1980-х – на початку 1990-х років ХХ ст. (Allen et al., 1989; Bonner et al., 1992; Ellis & Singer, 2008), у Росії – значно пізніше (Прибор 2ННК-ГГКлп-LWD-121, 2014; Прибор Луч-М-2014, 2014). В Україні перший прилад для каротажу в процесі буріння (модуль двозондового нейтрон-нейтронного каротажу за тепловими нейтронами (2ННКт) було створено, випробувано і впроваджено в 2015 році фірмою ТОВ «Укрспецприбор» (Модуль 2ННКт-LWD. *Руководство по эксплуатации, 2015*). У 2017 році ТОВ «Укрспецприбор» разом із групою ядерної геофізики Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України (ІГФ НАНУ) розробили новий оригінальний апаратурно-методичний комплекс радіоактивного каротажу (АМК РК) для LWD-досліджень.

Актуальність геофізичних досліджень нафтогазових колекторів в обсаджених свердловинах (ОС) зумовлена такими завданнями: ревізія свердловин старого фонду (ССФ), контроль за нафтогазонасиченням в процесі розроблення, моніторинг свердловин

підземних сховищ газу, необхідність термінового обсаджування свердловин (наприклад, під час буріння в ускладнених геологічних умовах) та ін.

ТОВ «Київський завод «Геофізприлад» та ІГФ НАНУ з початку 2000-х років вели спільне розроблення комбінованих приладів РК для каротажу в необсаджених і обсаджених свердловинах. За цей час створено серію комбінованих приладів ННК за повільними, надтеповими й тепловими нейтронами (+ гамма-каротаж): СНК-73, СНК-76, СНК-89, а також РК-89 (в якому вперше у світовій практиці використано двозондовий нейтрон-гамма-каротаж). Прилади мають покращені геофізичні характеристики (зменшена статистична похибка, підвищена глибинність дослідження, висока чутливість до петрофізичних параметрів) й успішно використовуються в Україні (ТОВ «Укрспецгеологія») та в Азербайджані.

У 2019 році ТОВ «Укрспецприбор», ТОВ «Київський завод «Геофізприлад» та ІГФ НАНУ здійснили розроблення АМК РК для дослідження ОС (у тому числі через насосно-компресорну трубу (НКТ)).

КОМПЛЕКС РАДІОАКТИВНИХ МЕТОДІВ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Застосування методів радіоактивного каротажу (РК) у LWD-технології ґрунтується на можливості працювати через бурильну трубу й на високій інформативності РК. Використанню методів РК під час LWD сприяє також практична відсутність зони проникнення фільтрату бурового розчину в пласт, відсутність зони кольматації та глинистої кірки.

Радіоактивні методи найбільшою мірою відповідають фізичним умовам каротажу в обсаджених свердловинах: наявність однієї або двох сталевих колон (а в багатьох випадках ще й НКТ), розформована зона проникнення (в ССФ) або така, що не встигла сформуватися (у терміново обсаджених свердловинах), а також вимогам продуктивності й економічності за високої ефективності (Кузнецов и Поляченко, 1990).

До методів радіоактивного каротажу, які широко застосовують під час LWD та в ОС, належать: інтегральний гамма-каротаж (ГК), нейтрон-нейтронний каротаж (ННК), густинний гамма-гамма-каротаж (ГГК), а також нейтрон-гамма-каротаж (НГК).

Метод ННК реалізують у виді двозондового варіанта (2ННК). Це дає можливість використати відношення показань меншого (МЗ) і більшого (БЗ) зондів – спосіб компенсаційного нейтронного каротажу (КНК). Спосіб КНК дає можливість значною мірою нівелювати вплив низки факторів під час визначення пористості, а саме: мінералізації порового флюїду, параметрів свердловини і її заповнення, приладу і його положення у свердловині тощо (Кузнецов и Поляченко, 1990; Хаматдинов и др., 1989). При цьому для низки задач інформативними можуть бути також індивідуальні зонди (однозондовий нейтрон-нейтронний каротаж – 1ННК) у комплексі з КНК (Кулик та ін., 2006).

Для реалізації методів ННК і НГК використовують Pu-Be або Am-Be джерела нейтронів.

Метод густинного ГГК під час LWD має свої особливості у зв'язку зі значною товщиною стінок бурильних труб (БТ) – до 50 мм. Західні й услід за ними російські фірми (*LWD-ADN tool, 2003; Прибор 2ННК-ГГКлп-LWD-121, 2014; Прибор Луч-М-2014, 2014*) пішли шляхом створення колимаційних «вікон» у бурильній трубі навпроти детекторів і джерела гамма-квантів. При цьому «приладом» слугує сама труба з вмонтованими в ній датчиками та джерелом γ -квантів ^{137}Cs . Такий підхід дає змогу виконувати літолого-густинний каротаж.

Комбіновані прилади РК на основі бурильної труби є доволі громіздкими та важкими (наприклад, прилад LWD-ADN (*LWD-ADN tool, 2003*) має довжину 6,6 м, вагу – 907 кг), що створює труднощі у роботі з такими приладами як на фізичних моделях, так і під час свердловинних вимірювань.

Є приклади успішного застосування густинного ГГК у складі комбінованих приладів РК для дослідження розрізу обсаджених свердловин (*CHAT tool, 2019*). Для цього завдання розробляють прилади з двома і більше зондами, з можливістю врахування властивостей прошарку між приладом і гірською породою, відмічають перевагу використання джерела ^{60}Co (*Ellis et al., 2004; Ellis & Markley, 2007*).

Застосування методів РК за різних видів каротажу мають спільні ознаки. Методи РК добре розвинуті й широко використовуються (*Кузнецов и Поляченко, 1990; Ellis & Singer, 2008*). Разом з тим нові підходи щодо розроблення апаратури й методики інтерпретації дають змогу розширити можливості РК в умовах LWD і в обсаджених свердловинах.

Комплекс методів ГК, ННК, НГК та ГГК є оптимальним для визначення петрофізичних параметрів нафтогазових колекторів під час LWD та каротажу на кабелі в ОС. Використання окремо індивідуальних методів РК не дає змоги визначити необхідну сукупність петрофізичних параметрів нафтогазових колекторів. Водночас комплексне застосування ГК, ННК, НГК та ГГК дає можливість отримати кількісні значення практично важливих параметрів, а також розширює сукупність визначуваних петрофізичних параметрів.

ТОВ «Укрспецприбор», ТОВ «Київський завод «Геофізприлад» і ІГФ НАНУ спільно ведуть розробки АМК РК для актуальних завдань промислової геофізики. Випробування нових АМК РК та їхнє використання під час розв'язання виробничих задач проводить ТОВ «Укрспецгеологія».

НОВІ КОМБІНОВАНІ ПРИБЛАДИ РАДІОАКТИВНОГО КАРОТАЖУ

Прилад LWD-КПРК-48. Для LWD горизонтальних свердловин (з відносно тонкостінними БТ – до ~ 30 мм) створено універсальний комбінований прилад радіоактивного каротажу діаметром 48 мм – LWD-КПРК-48.

Прилад центрується у відповідній цільній бурильній трубі (*Данилів та ін., 2020*). Реалізація такого

приладу можлива, як засвідчили виконані експериментальні роботи, якщо в пристрої густинного ГГК замість джерела ^{137}Cs (енергія гамма-квантів $E_0 = 0,66$ МеВ) використати джерело ^{60}Co з більш високою енергією $E_0 = 1,17$ і $1,33$ МеВ. Використання джерела ^{60}Co завдяки збільшеній проникності гамма-квантів підвищує глибинність густинного ГГК.

Комбінований прилад радіоактивного каротажу LWD-КПРК-48 складається із двох компонентів: модуля 2ННК+2НГК і модуля 2ГГК+ГК.

Модуль 2ННК+2НГК: двозондовий пристрій ННК за тепловими нейтронами (2ННК), двозондовий пристрій нейтрон-гамма-каротажу (2НГК).

Важливою особливістю нейтронного модуля є підвищена глибинність НГК завдяки розширеному просторовому розподілу γ -квантів радіаційного захвату та збільшеній довжині зондів НГК.

Модуль 2ГГК+ГК: двозондовий пристрій густинного гамма-гамма-каротажу (2ГГК), зонд інтегрального ГК (він же вимірювач γ -фона для детекторів пристроїв 2ГГК і 2НГК).

Модульна конструкція зручна для проведення градування на фізичних моделях гірських порід, під час транспортування, виконання робіт на свердловині, що буриться, обслуговування тощо. Перед установкою в бурильну трубу модулі з'єднують і прилад центрують у БТ за допомогою спеціальних центраторів-амортизаторів. Між внутрішньою стінкою бурильної труби й захисним кожухом модулів РК, а також між зовнішньою стінкою труби й стінкою свердловини під час проведення LWD циркулює промивальна рідина.

Загальна довжина приладу LWD-КПРК-48 – 4100 мм; вага – 25 кг; робочий діапазон температур – від -10°C до $+150^\circ\text{C}$; максимальний гідростатичний тиск – 80 МПа.

На *рисунку 1* зображено схеми модулів приладу LWD-КПРК-48.

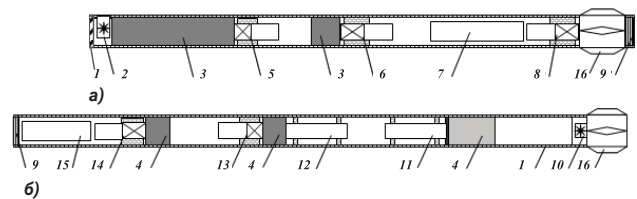


Рисунок 1. **Схема модулів приладу LWD-КПРК-48**

а) модуль 2ГГК+ГК; б) модуль 2ННК+2НГК

- | | |
|---|--|
| 1 – кожух приладу; | 12 – детектор нейтронів БЗ 2ННК; |
| 2 – джерело γ -квантів; | 13 – детектор γ -квантів МЗ 2НГК; |
| 3, 4 – екрани; | 14 – детектор γ -квантів БЗ 2НГК; |
| 5 – детектор γ -квантів МЗ 2ГГК; | 15 – блок електроніки; |
| 6 – детектор γ -квантів БЗ 2ГГК; | 16 – центратори-амортизатори |
| 7 – блок пам'яті; | |
| 8 – детектор ГК, він же вимірювач γ -фону; | |
| 9 – роз'єм модулів; | |
| 10 – джерело нейтронів; | |
| 11 – детектор нейтронів МЗ 2ННК; | |

Наразі виготовлено малу серію приладів LWD-КПРК-48, які успішно випробувано замовниками під час вирішення виробничих завдань.

Прилад WL-КПРК-42. Призначений для дослідження обсаджених свердловин, у тому числі через НКТ (WL – від англ. wireline logging – каротаж на кабелі).

Прилад складається з двох компонентів: модуля 2ННК+2НГК і модуля 2ГГК+ГК.

Конструкцію зондової частини приладу (довжина зондів, розміри й матеріал екранів, матеріал кожуха) оптимізовано з метою покращення його геофізичних характеристик в умовах обсаджених свердловин: збільшено глибинність дослідження, підвищено чутливість до шуканих параметрів, зменшено статистичну похибку вимірювань.

Джерелом гамма-квантів служить ^{60}Co .

На *рисунку 2* представлено схеми модулів приладу WL-КПРК-42.

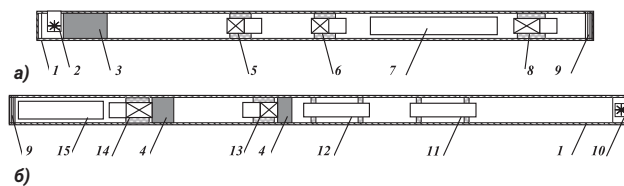


Рисунок 2. **Схема модулів приладу WL-КПРК-42**
а) модуль 2ГГК+ГК; б) модуль 2ННК+2НГК
(Позначення див. на *рисунку 1*)

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОВИХ ПРИЛАДІВ

Під час розроблення метрологічного забезпечення всіх пристроїв комбінованих приладів РК ми користуємося термінологією, яку запропонував В.М. Лобанков (Лобанков, 2016).

Градуювання приладу – сукупність метрологічних операцій на повномасштабних фізичних моделях пластів, за допомогою яких встановлюють відповідність між показаннями приладу (за заданих умов «прилад – свердловина – пласт») та низкою значень вимірюваного параметра (в прийнятих одиницях).

Під час градування між аргументом (петрофізичний параметр) і значеннями функції (показання приладу за кожного значення параметра) встановлюють певну функціональну залежність, яка називається градувальною характеристикою.

Для отримання шуканого параметра під час проведення каротажу застосовують калібрувальну функцію (КФ) – функціональну залежність вимірюваного параметра від показань приладу.

Тобто під час інтерпретації аргументом виступає показання приладу в досліджуваній свердловині, а функцією – шукане значення петрофізичного параметра.

У сучасних умовах, коли серія однотипних приладів відносно невелика (може бути навіть кілька екземплярів), КФ будують для кожного пристрою кожного екземпляра комбінованого приладу. Такі індивідуальні КФ можуть мати різні константи апроксимаційних формул.

Для дослідно-конструкторських і градувальних робіт із новими приладами було використано кілька комплектів повномасштабних фізичних моделей гірських порід:

- моделі гірських порід різної густини, споруджені в ІГФ НАНУ (Бондаренко та ін., 2020);
- моделі пористих карбонатних пластів-колекторів на території «Київського заводу “Геофізприлад”» (Звольський та ін., 2008);
- універсальні моделі пористих карбонатних пластів-колекторів на базі ТОВ «Укрспецгеологія» (Бондаренко та ін., 2020);
- моделі Центра метрологічних досліджень «Урал-Гео», м. Уфа (Лобанков, 2016).

На *рисунку 3* для приладу LWD-КПРК-48 представлено градувальні характеристики пристрою 2ННК (а) і пристрою 2НГК (б) від пористості, пристрою 2ГГК (в) від густини та градувальні характеристики пристрою ГК (г) від загальної масової глинистості та масового вмісту глинистих мінералів.

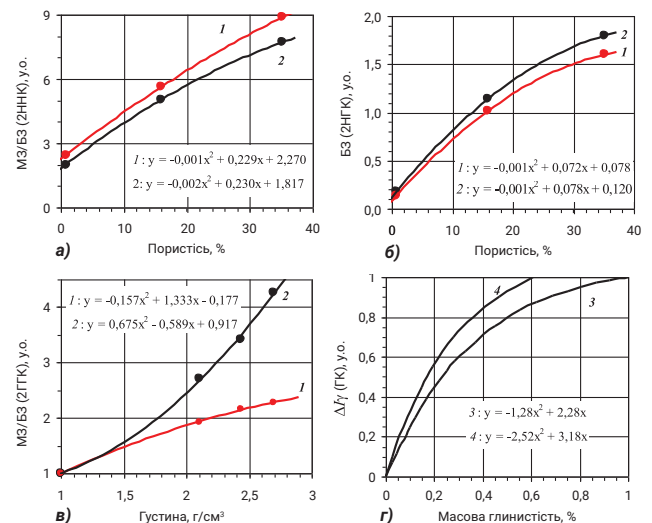


Рисунок 3. **Градувальні характеристики приладу LWD-КПРК-48**
Шифр кривих: 1 – $d_{св} = 156$ мм, $d_{ст} = 121$ мм; 2 – $d_{св} = 124$ мм, $d_{ст} = 99$ мм

- а) залежність показань зондів пристрою 2ННК від пористості;
- б) залежність показань більшого зонда пристрою 2НГК від пористості;
- в) залежність показань зондів пристрою 2ГГК від густини;
- г) відносний різницевий параметр ГК від загальної масової глинистості (3) і від масового вмісту глинистих мінералів (4).

Як видно з *рисунку 3*, прилад LWD-КПРК-48 характеризується достатньо високою чутливістю до петрофізичних параметрів (пористість, густина, глинистість) за наявності бурильних труб із зовнішнім діаметром 121 мм (товщина стінки 26 мм) і 99 (21) мм, які є типовими для буріння горизонтальних свердловин.

На *рисунку 4* для приладу WL-КПРК-42 представлено градувальні характеристики пристрою 2ННК

від пористості (а) і пристрою 2ГГК (б) від густини. З рисунка 4 видно, що чутливість приладу WL-КПРК-42 до пористості й густини є достатньою для їхнього визначення в умовах ОС, у тому числі за наявності НКТ.

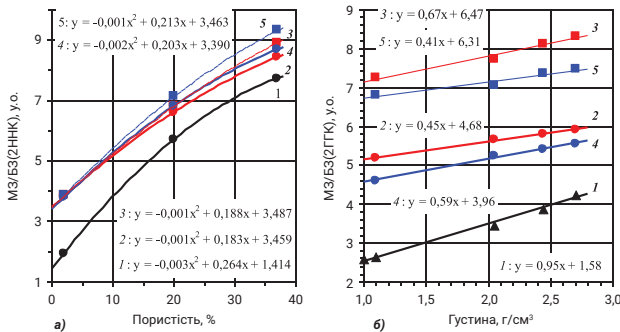


Рисунок 4. Градувальні характеристики приладу WL-КПРК-42

Шифр кривих: 1 – діаметр свердловини $d_{cb} = 216$ мм; 2 – $d_{cb} = 216$ мм, діаметр обсадної колони $d_{ок} = 146$ мм; 3 – $d_{cb} = 216$ мм, $d_{ок} = 146$ мм, діаметр насосно-компресорної труби $d_{нкт} = 73$ мм; 4 – $d_{cb} = 216$ мм, $d_{ок} = 168$ мм; 5 – $d_{cb} = 216$ мм, $d_{ок} = 168$ мм, $d_{нкт} = 73$ мм; а) відношення показань зондів пристрою 2ННК від пористості; б) відношення показань зондів пристрою 2ГГК від густини

ЕЛЕМЕНТИ ІНТЕРПРЕТАЦІЙНО-МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Для визначення петрофізичних параметрів газонасичених і нафтонасичених гірських порід за комплексом РК групою ядерної геофізики ІГФ НАНУ створено відповідні способи (Кулик та ін., 2006; Кулик та Бондаренко, 2010; Кулик та ін., 2014; Кулик та ін., 2015; Bondarenko and Kulyk, 2017), які є основою для розроблення інтерпретаційно-методичного забезпечення приладів LWD-КПРК-48 і WL-КПРК-42 з урахуванням умов проведення каротажу.

ВИЗНАЧЕННЯ ГЛИНИСТОСТІ В ТЕРИГЕННИХ РОЗРІЗАХ НА ОСНОВІ ГК

Для отримання градувальних характеристик ГК загальну масову глинистість (вміст пелітової фракції (<0,01 мм)) C_{sh} (sh – від англ. shale) і масовий вміст глинистих мінералів C_{cl} (cl – від англ. clay) визначають за даними лабораторних досліджень. Між параметрами глинистості C_{sh} і C_{cl} та відносним різницею параметром гамма-каротажу ΔI_γ встановлено тісні кореляційні зв'язки, які є градувальними характеристиками ГК (див. рисунок 3г). Калібрувальними функціями ГК, за допомогою яких можна визначити C_{sh} і C_{cl} , є відповідні обернені функції градувальних характеристик:

$$C_{sh}^\gamma = 2,60\Delta I_\gamma^4 - 3,55\Delta I_\gamma^3 + 1,78\Delta I_\gamma^2 + 0,15\Delta I_\gamma, \quad (1)$$

$$C_{cl}^\gamma = 0,74\Delta I_\gamma^4 - 0,84\Delta I_\gamma^3 + 0,51\Delta I_\gamma^2 + 0,20\Delta I_\gamma. \quad (2)$$

Калібрувальні функції (1) – (2) в першу чергу справедливі для теригенних (піщано-глинистих) розрізів, незалежно від характеру насичення пластів. Функція (1) є близькою до відомої залежності Ларіонова (Кузнецов и Поляченко, 1990). Функція (2) – оригінальна залежність, отримана розробниками (Кулик та ін., 2015).

Крім параметрів C_{sh} і C_{cl} , для інтерпретації важливими є відповідні об'ємні параметри глинистості K_{sh} і K_{cl} . Їх визначають за комплексом ГК + один із методів визначення пористості (Кулик та ін., 2015).

Пористість за ГГК. Загальна пористість водонасичених колекторів за допомогою ГГК, $K_{II}^{\gamma\gamma}$, визначається як (Кузнецов и Поляченко, 1990):

$$K_{II}^{\gamma\gamma} = \frac{\delta_s - \delta_w^{\gamma\gamma}}{\delta_s - \delta_w}, \quad (3)$$

де $\delta_w^{\gamma\gamma}$ – густина породи, визначена за КФ для конкретного пристрою 2ГГК за заданих умов вимірювань;

КФ пристроїв 2ГГК приладів LWD-КПРК-48 і WL-КПРК-42 є оберненими до градувальних характеристик, представлених на рисунку 3в і рисунку 4б відповідно;

δ_s – густина твердої фази породи;
 δ_w – густина порової води.

Пористість за ННК+ГК. Пористість водонафтонасичених глинистих колекторів за комплексом ННК+ГК, $K_{II}^{nn+\gamma}$, визначають згідно з формулою:

$$K_{II}^{nn+\gamma} = \frac{K_{II}^{nn} - \omega_{cl} C_{cl}^\gamma}{1 - \omega_{cl} C_{cl}^\gamma}, \quad (4)$$

де C_{cl}^γ – масовий вміст глинистих мінералів за калібрувальною функцією ГК (2);

K_{II}^{nn} – «нейтронна» пористість, яку отримують за КФ для конкретного пристрою 2ННК за способом ННК за заданих літології і технічних умов вимірювань;

КФ пристроїв 2ННК приладів LWD-КПРК-48 і WL-КПРК-42 є оберненими до градувальних характеристик, представлених на рисунку 3а і рисунку 4а відповідно;

ω_{cl} – водневий індекс суміші глинистих мінералів за апріорними даними; для нафтогазових родовищ часто приймають усереднений водневий індекс для суміші основних глинистих мінералів (каолінит, хлорит, гідролюда, монтморилоніт) $\omega_{cl} \approx 0,2$.

ВИПРОБУВАННЯ СТВОРЕНИХ АПАРАТУРНО-МЕТОДИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

З приладом LWD-КПРК-48 та його інтерпретаційно-методичним забезпеченням виконано свердловинні випробування в процесі буріння на низці нафтогазових родовищ.

На рисунку 5 зображено приклад визначення петрофізичних параметрів під час буріння горизонтальної свердловини ($d_{cb} = 156$ мм, $d_{BT} = 120$ мм). У процесі

буріння в режимі реального часу визначено загальну масову глинистість за ГК, загальну густину породи за 2ГГК і пористість за 2ННК. За результатами повного набору даних із пам'яті приладу LWD-КПРК-48, свердловинний розріз розбито на інтервали й додатково визначено густину твердої фази порід за 2ННК+ГК+2ГГК, пористість за індивідуальними зондами 1ННК і 1НГК, оцінено літологію й характер насичення (за способом «1ННК+1НГК»).

З рисунку 5 видно, що дані ГК, 2ННК, 2ГГК і 2НГК приладу LWD-КПРК-48 взаємоузгоджені.

Для контролю результатів, отриманих LWD-КПРК-48 у процесі буріння, було виконано каротаж на трубах у відкритому стволі серійним приладом PEX фірми Schlumberger. З порівняння результатів LWD-КПРК-48 і PEX (рисунков 5 а, б, в) доходимо висновку, що глинистість, густина і пористість, які отримані приладом LWD-КПРК-48 у процесі буріння, загалом узгоджені з даними PEX, які отримані у відкритому стволі.

В окремих інтервалах (2360–2385 м, 2460–2475 м, 2530–2540 м, 2585–2610 м, 2655–2670 м) спостерігається заниження густини за даними LWD-КПРК-48 у порівнянні з даними PEX. Це пояснюється наявністю каверн у глинистих інтервалах, які впливають на центрований прилад LWD-КПРК-48 і практично не діють на прижимний пристрій 2ГГК приладу PEX.

ВИСНОВКИ

1. Створено апаратурно-методичні комплекси радіоактивного каротажу для визначення петрофізичних параметрів нафтогазових колекторів у процесі буріння і в обсаджених свердловинах з урахуванням свердловинних умов та специфіки досліджуваних геологічних об'єктів.

2. Розвинуто новий підхід до створення універсального малогабаритного комбінованого приладу радіоактивного каротажу для дослідження нафтогазових колекторів через суцільні бурильні труби в процесі буріння.
3. Виготовлено експериментальні зразки комбінованих приладів для каротажу в процесі буріння та в обсаджених свердловинах. Виконано дослідно-конструкторські, науково-дослідні й метрологічні роботи на повномасштабних фізичних моделях, отримано градувальні характеристики для типових геологічних і технічних умов проведення каротажу.
4. Створені апаратура і методики дають змогу визначати через сталеві труби основні петрофізичні параметри колекторів: глинистість, пористість, густину, характер насичення та ін.
5. Свердловинні випробування апаратурно-методичного комплексу для каротажу в процесі буріння засвідчили дієздатність і високу інформативність розробки, що підтверджено зіставленням із незалежними даними фірми Schlumberger.
6. Результати виконаних робіт свідчать про перспективність використання в Україні розроблених АМК для дослідження параметрів нафтогазових колекторів у процесі буріння і в обсаджених свердловинах. Важливим фактором є те, що українські розробники володіють необхідним набором ідей і ноу-хау та мають всі можливості для вдосконалення розробки і її подальшого серійного випуску.

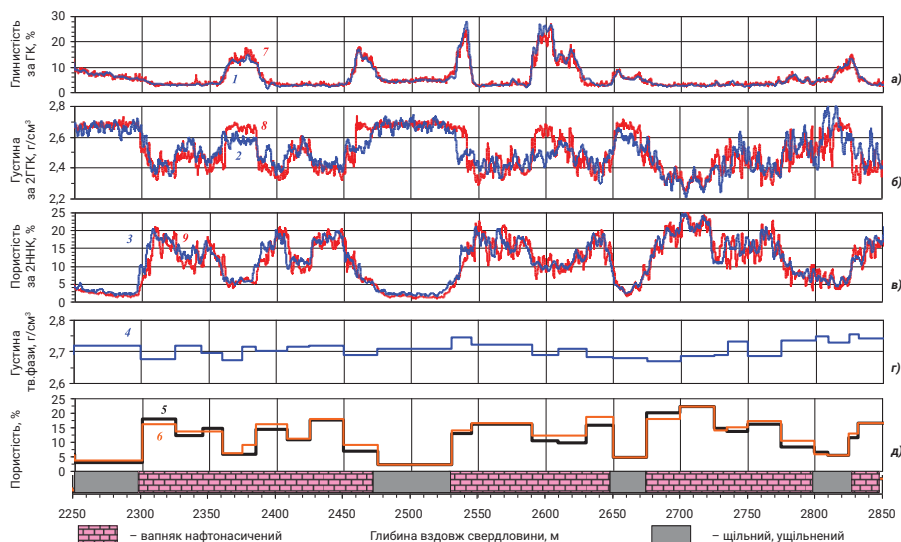


Рисунок 5. Результати каротажу в процесі буріння горизонтальної свердловини ($d_{cb} = 156$ мм, $d_{bt} = 120$ мм)

- а) загальна масова глинистість за ГК;
- б) загальна густина за 2ГГК;
- в) пористість за 2ННК;
- г) густина твердої фази;
- д) пористість за БЗ 2ННК (5) і МЗ 2НГК (6). Криві 1–6 – прилад LWD-КПРК-48, криві 7–9 – прилад PEX у відкритому стволі (Schlumberger)

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Бондаренко М.С., Кулик В.В., Дмитренко О.В. Данилів С.М., Кармазенко В.В., Стасів О.С. Повномасштабні фізичні моделі гірських порід для калібрування приладів гамма-гамма каротажу за наявності сталеві труби. *Геофізичні дослідження та моделювання фізичних полів Землі*: матеріали V наук. конф. (Львів, 8–10 жовт. 2020 р.). Львів, 2020. С. 50–56.
- Данилів С.М., Кулик В.В., Бондаренко М.С., Дмитренко О.В. Лось М.В., Зіненко В.В. Модуль радіоактивного каротажу для дослідження нафтогазових колекторів в процесі буріння. Заявка на патент України на винахід № а202003302. Київ: ІГФ НАНУ, 2020.
- Звольський С.Т., Кулик В.В., Кармазенко В.В., Кетов А.Ю., Рибак В.І., Сніжко Ю.О. Спосіб виготовлення фізичних моделей пластів-колекторів, перетнутих свердловиною. Патент України на винахід № 84604. Київ: ІГФ НАНУ, 2008.
- Кузнецов О.Л., Поляченко А.Л. (ред.). Скважинная ядерная геофизика: справочник геофизика. 2-е изд. Москва: Недра, 1990.
- Кулик В.В., Бондаренко М.С. Спосіб визначення загальної пористості глинистих гірських порід в обсаджених і необсаджених свердловинах. Патент України на винахід № 90301. Київ: ІГФ НАНУ, 2010.
- Кулик В.В., Бондаренко М.С., Дейнеко С.І. Спосіб визначення параметрів глинистості гірських порід комплексом радіоактивного каротажу. Патент України на винахід № 109230. Київ: ІГФ НАНУ, 2015.
- Кулик В.В., Бондаренко М.С., Кармазенко В.В. Спосіб багатозондового нейтронного каротажу для визначення пористості і коефіцієнта нафтонасиченості колекторів та пристрій для його здійснення. Патент України на винахід № 74972. Київ: ІГФ НАНУ, 2006.
- Кулик В.В., Бондаренко М.С., Кривонос О.М. Спосіб визначення параметрів газоносних колекторів. Патент України на винахід № 106560. Київ: ІГФ НАНУ, 2014.
- Лобанков В.М. Метрологическое обеспечение в промышленной геофизике: учебное пособие. Уфа: УГНТУ, 2016.
- Модуль 2ННКт-LWD: руководство по эксплуатации. 2015. URL: <http://ukrspecpribor.com.ua>
- Прибор Луч-М-2014. 2014. URL: http://www.looch.ru/products/looch_m_2014.html
- Прибор 2ННК-ГГКлп-LWD-121. 2014. URL: <http://power-np.ru/2nnk-ggklp-lwd>
- Хаматдинов Р.Т., Еникеева Ф.Х., Велижанин В.А., Журавлев Б.К., Зотов А.Ф., Головацкий С.Ю., Жуков А.М., Гольдштейн Л.М., Семенов Е.В. Методические указания по проведению нейтронного и гамма-каротажа в нефтяных и газовых скважинах аппаратурой СРК и обработке результатов измерений. Калинин: Союзпромгеофизика, 1989.
- Allen D., Dergt D., Best D., Clark B., Falkoner I. Logging while drilling. *Oilfield review*. 1989. No 4. P. 4–17.
- Bondarenko M., Kulyk V. Determination of basic gas reservoir parameters from radioactive logging taking into account PT-conditions. *NAFTA-GAZ*. 2017. No 3. P. 11–17.
- Bonner S., Clark B., Holenka J., Voisin B., Dusang J. Logging While drilling: a three-year perspective. *Oilfield review*. 1992. No 7. P. 4–21.
- CHAT tool. 2019 <<https://geologsolutions.ca/chat-tool>>
- Ellis D., Luling M., Markley M. Cased-hole formation-density logging – some field experience. *SPWLA 45th Annual Logging Symposium*. 2004.
- Ellis D., Markley M. Measuring formation density through casing. US Patent №7292942B2. Schlumberger Tech. Corp., 2007.
- Ellis D., Singer J. Well Logging for Earth Scientists. 2nd ed. Dordrecht: Springer, 2008.
- Logging-While-Drilling Azimuthal Density Neutron Tool. 2003 <http://www.odplegacy.org/pdf/operations/engineering/logging_tools/lwd-adn.pdf>

REFERENCES

- Allen D., Dergt D., Best D., Clark B., Falkoner I. Logging while drilling. *Oilfield review*. 1989. No 4. P. 4–17 (in English).
- Bondarenko M., Kulyk V. Determination of basic gas reservoir parameters from radioactive logging taking into account PT-conditions. *NAFTA-GAZ*. 2017. No 3. P. 11–17 (in English).
- Bonner S., Clark B., Holenka J., Voisin B., Dusang J. Logging While drilling: a three-year perspective. *Oilfield review*. 1992. No 7. P. 4–21 (in English).
- CHAT tool. 2019 <<https://geologsolutions.ca/chat-tool/>> (accessed: 01.03.2021) (in English).
- Ellis D., Luling M., Markley M. Cased-hole formation-density logging – some field experience. *SPWLA 45th Annual Logging Symposium*. 2004 (in English).
- Ellis D., Markley M. Measuring formation density through casing. US Patent №7292942B2. Schlumberger Tech. Corp., 2007 (in English).
- Ellis D., Singer J. Well Logging for Earth Scientists. 2nd ed. Dordrecht: Springer, 2008 (in English).
- Logging-While-Drilling Azimuthal Density Neutron Tool. 2003 <http://www.odplegacy.org/pdf/operations/engineering/logging_tools/lwd-adn.pdf> (accessed: 01.03.2021) (in English).
- Bondarenko M.S., Kulyk V.V., Dmytrenko O.V. Danyliv S.M., Karmazenko V.V., Stasiv O.S. Povnomashtabni fizychni modeli hirsykykh porid dlia kalibruvannia prykladiv hamma-hamma karotazhu za naiavnosti stalevoi truby [Full-scale physical models of rocks for calibration of gamma-gamma logging devices in the presence of a steel pipe]. *Heofizychni doslidzhennia ta modeliuvannia fizychnykh poliv Zemli [Geophysical research and modeling of physical fields of the Earth]: materialy V nauk. konf. [materials of V sciences. conf.]* (Lviv, October 8–10, 2020). Lviv, 2020. P. 50–56. (in Ukrainian).
- Danyliv S.M., Kulyk V.V., Bondarenko M.S., Dmytrenko O.V. Los M.V., Zinenko V.V. Modul radioaktyvnoho karotazhu dlia doslidzhennia naftohazovykh kolektoriv v protsesi burinnia [Module of radioactive logging for the investigation of oil and gas reservoirs while drilling]. Zaiavka na patent Ukrainy na vynakhid [UA patent application for an invention] № a202003302. Kyiv: IHF NANU, 2020 (in Ukrainian).
- Hamatdinov R.T., Enikeeva F.H., Velizhanin V.A., Zhuravlev B.K., Zotov A.F., Golovackij S.Ju., Zhukov A.M., Gol'dshtejn L.M., Semenov E.V. Metodicheskie ukazaniya po provedeniju nejtronnogo i gamma-karotazha v neftjanyh i gazovyh skvazhinah apparaturoj SRK i obrabotke rezul'tatov izmerenij [Methodical instruction for neutron and gamma-ray logging in oil and gas wells with the SRK tool and processing of measured results]. Kalinin: Sojuzpromgeofizika, 1989 (in Russian).
- Kulyk V.V., Bondarenko M.S. Sposib vyznachennia zahalnoi porystosti hlynystykh hirsykykh porid v obsadzhenykh i neobsadzhenykh sverdlovynakh [The method for determination of total porosity of shaliness rocks in cased and open boreholes]. Patent Ukrainy na vynakhid [UA patent for invention] № 90301. Kyiv: IHF NANU, 2010 (in Ukrainian).
- Kulyk V.V., Bondarenko M.S., Deineko S.I. Sposib vyznachennia parametriv hlynystosti hirsykykh porid kompleksom radioaktyvnoho karotazhu [The method of determination of the parameters of the shaliness of rocks by a complex of radioactive logging]. Patent Ukrainy na vynakhid [UA patent for invention] № 109230. Kyiv: IHF NANU, 2015 (in Ukrainian).
- Kulyk V.V., Bondarenko M.S., Karmazenko V.V. Sposib bahatozondovoho nejtronnogo karotazhu dlia vyznachennia porystosti i koefitsienta naftonasyshchenosti kolektoriv ta prystrii dlia yoho zdiisnennia [The method of multispaced neutron logging for determination of porosity and coefficient of oil-saturation of reservoir and device for his realization]. Patent Ukrainy na vynakhid [UA patent for invention] № 74972. Kyiv: IHF NANU, 2006 (in Ukrainian).
- Kulyk V.V., Bondarenko M.S., Kryvonos O.M. Sposib vyznachennia parametriv hazonosnykh kolektoriv [The method for determination of parameters of gas reservoirs]. Patent Ukrainy na vynakhid [UA patent for invention] № 106560. Kyiv: IHF NANU, 2014 (in Ukrainian).
- Kuznecov O.L., Poljachenko A.L. (red.). Skvazhinnaja jadernaja geofizika [Downhole Nuclear Geophysics]: spravochnik geofizika [geophysics handbook]. 2-e izd. Moskva: Nedra, 1990 (in Russian).
- Lobankov V.M. Metrologicheskoe obespechenie v promyslovoj geofizike [Metrological provisions in well logging]: uchebnoe posobie [tutorial]. Ufa: UGNTU, 2016 (in Russian).
- Modul' [Module] 2NNKt-LWD: rukovodstvo po jekspluatacii [operating manual]. 2015 <<http://ukrspecpribor.com.ua>> (accessed: 01.03.2021) (in Russian).
- Pribor [Tool] Luch-M-2014 <http://www.looch.ru/products/looch_m_2014.html> (accessed: 01.03.2021) (in Russian).
- Pribor [Tool] 2NNK-GGklp-LWD-121. 2014 <<http://power-np.ru/2nnk-ggklp-lwd/>> (accessed: 01.03.2021) (in Russian).
- Zvol'skyi S.T., Kulyk V.V., Karmazenko V.V., Ketov A.Iu., Rybak V.I., Snizhko Yu.O. Sposib vyhotovlennia fizychnykh modelei plastiv-kolektoriv, peretnutykh sverdlovynoiu [Method of producing physical models of reservoirs crossed by a well]. Patent Ukrainy na vynakhid [UA patent for invention] № 84604. Kyiv: IHF NANU, 2008 (in Ukrainian).

APPARATUS-METHODICAL COMPLEXES TO DETERMINE PETROPHYSICAL PARAMETERS OF HYDROCARBON RESERVOIRS WHILE DRILLING AND IN CASED BOREHOLES

Serhiy
DANYLIV

director of LLC
«UkrSpecPribor»

The results of the development of apparatus-methodical complexes for the topical trends of geophysical borehole research, namely logging while drilling and wireline logging in cased boreholes, are presented. The complexes are based on the use of radioactive logging methods, which are effective in the presence of steel pipes in the borehole (integral gamma-ray logging, neutron-neutron logging, neutron-gamma logging and density logging).

Volodymyr
KARMAZENKO

engineer – geophysicist,
sole proprietor

Combined tools for logging while drilling (LWD-KPRK-48, diameter 48 mm) and wireline logging in cased wells (WL-KPRK-42, diameter 42 mm) have been developed.

The grading characteristics of the tools for typical logging conditions were obtained.

Oleg
STASIV

director of LLC
«UkrSpetsGeologija»

The main elements of interpreting-methodological support have been developed to determining the petrophysical parameters of oil and gas reservoirs: shaliness, density, porosity, type of saturation, etc.

The borehole tests have demonstrated high information capacity and efficiency of developed complexes.

Maksym
BONDARENKO

Candidate of Geological
Sciences, senior
researcher, Institute
of Geophysics
of NAS of Ukraine

Keywords: *logging while drilling; horizontal borehole; wireline logging; cased borehole; hydrocarbon reservoir; combined radioactive logging tool; interpreting-methodical support; petrophysical parameter.*

Volodymyr
KULYK

Candidate of Physical
and Mathematical
Sciences, senior
researcher,
leading researcher,
Institute
of Geophysics
of NAS of Ukraine

БУРІННЯ КОМПЛЕКСАМИ З ГІДРОТРАНСПОРТОМ КЕРНУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ

Анатолій
ВДОВИЧЕНКО

академік Академії
технологічних наук
України,
президент Спілки
буровиків України

На підставі поглибленого аналізу вітчизняних досягнень та результатів дослідно-методичних робіт і практичного досвіду обґрунтовано доцільність широкого застосування удосконалених технічних засобів і технологій буріння геологорозвідувальних свердловин комплексами з гідротранспортом керну (КГК) в осадових товщах до глибини 300 м. Наведено результати досліджень, виконаних ДГП «Північукргеологія» під час розвідки родовищ бурого вугілля й розсипних титанових родовищ, які переконливо підтверджують високу ефективність КГК за умови відповідних доопрацювань техніки, технології та методики опробування під конкретні продуктивні горизонти та вмісні породи. Найкращі результати промислового застосування КГК було отримано під час розвідки Паромівського розсипного родовища ільменіту (2016 р.). Завдяки КГК було успішно, з високими техніко-економічними показниками завершено роботи в складних соціально-економічних та геолого-технічних умовах.

Головний аргумент на користь КГК є безперечно доведена надвисока продуктивність за значного скорочення собівартості та підвищення якості робіт. Оперативна геологічна інформативність способу дає змогу вчасно коригувати та відповідально обирати найбільш оптимальні гнучкі схеми й методи геологічних досліджень. Через стислі терміни виконання бурових робіт здійснювати польові дослідження можна в короткі періоди найбільш сприятливих кліматичних умов та сезонів сільськогосподарської діяльності. Мобільна циркуляційна система виключає спорудження земляних відстійників, що значно скорочує розміри порушених ґрунтів, їхнє забруднення та запобігає втраті промивальної рідини. Особливості технології та організації робіт допомагають тісній співпраці, взаємоконтролю й взаєморозумінню технічного, геологічного, геофізичного та іншого персоналу, який обслуговує, та активно мобілізують на якісне й високоефективне виконання геологічного завдання. Скорочення важких операцій у технологічному процесі значно поліпшує умови праці персоналу, який обслуговує, підвищує культуру виробництва, що сприяє привабливості професії буровика.

В Україні є достатні виробничі потужності (Київський завод бурової техніки, Дніпропетровський завод бурового обладнання, ТОВ «Діскавері – бурове обладнання. Україна» та ін.), які здатні забезпечити геологорозвідувальні підприємства сучасними КГК.

Вказано основні причини, які стримують розвиток сучасних високоефективних геологорозвідувальних технологій, та визначено оптимальні шляхи вирішення проблеми широкого впровадження КГК.

Ключові слова: буріння геологорозвідувальних свердловин; комплекс із гідротранспортом керну; осадова товща порід; розсипні родовища ільменіту; опробування; керноприймач.

ВСТУП

Незважаючи на видатні вітчизняні здобутки світового рівня, сьогодні більшість українських геологорозвідувальних підприємств використовують низькоєфективні технології, що призводить до значного підвищення вартості геологорозвідки й стримує розвиток мінерально-сировинної бази України. Поглиблений аналіз кращих практик і наукових досягнень дає змогу визначити оптимальні реальні шляхи суттєвого підвищення ефективності та якості геологорозвідувальних робіт у сучасних соціально-економічних та екологічних умовах. Найкращі результати під час геологічного вивчення осадових товщ на глибину до 300 м у свій час було отримано за умілого та раціонального використання технології буріння свердловин комплексами з гідротранспортом керну. Незважаючи на неосяжну перспективу розширення сфери ефективного застосування, буріння КГК в останні роки безпідставно зійшло нанівець. І тому питання наукового обґрунтування доцільності відродження цього високо-результативного методу геологічних досліджень є актуальною проблемою.

ІСТОРІЯ ПИТАННЯ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ОПУБЛІКОВАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Технологія буріння комплексами з гідротранспортом керна з одинарною бурильною колоною вперше була запропонована Х. Хохманном (США, 1935 р.). Застосовувати подвійну колону запропонував Д. Грейбл у 1953 році. Практичне використання розпочато в СРСР з 1965 року. У 1973 році СКБ ВПО «Союзгеотехніка» розробило комплекс технічних засобів КГК-100 для буріння свердловин глибиною до 100 м у породах II–IV категорій із пропластками порід до VI–VII категорій буримості.

На відміну від звичайного колонкового буріння в технології буріння КГК промивна рідина подається насосом до свердловини кільцевим міжтрубним простором спеціальної подвійної бурильної колони. В призабійній зоні свердловини промивна рідина надходить до центральної внутрішньої колони і, захоплюючи вибурений керн і шлам, виносить їх на поверхню до обертача спеціальної конструкції та через керновідвідний рукав доставляє в лотки керноприймача.

Суттєвою перевагою КГК є безперервність технологічного циклу від початку до кінця буріння свердловини. Процес буріння зупиняється лише для нарощування бурильної колони та заміни породоруйнівного інструменту. Заглиблення за рейс зростає в сотні разів та може дорівнювати глибині свердловини.

Підвищення продуктивності буріння зумовлено збільшенням механічної швидкості, скороченням часу спускально-підймальних операцій, відсутністю операції з вилучення керну з колонкової труби та облаштуванням циркуляційної системи. Вихід керна й шламу при цьому досягає, як правило, 100%; середнє заглиблення за рейс – 35 м (за максимального – 80 м).

КГК-300 відрізняється комплектацією: замість сталевих бурильних труб (СБТ) використовуються

легкосплавні бурильні труби (ЛБТ), що дає змогу збільшити глибину буріння до 300 м.

Упродовж 1973–1983 рр. сферу ефективного застосування КГК було розширено на: геологічне картування, глибинні геохімічні пошуки, розвідку широкого спектру родовищ корисних копалин, гідрогеологію та інженерну геологію.

Середня продуктивність буріння КГК становила 4000–6000 м, а максимальна досягла 12 000–18 000 м на бригаду в місяць. Зростання продуктивності у порівнянні зі звичайними колонковим бурінням, залежно від умов, становило 5–10 разів за скорочені витрат у 1,5–2,5 раза (*Справочник інженера по буренню, 1984*).

Упродовж 1984–1993 рр. було проведено низку дослідно-методичних робіт та наукових досліджень із метою суттєвого розширення сфери ефективного використання КГК та підвищення якості геологорозвідувальних робіт. Значний обсяг таких робіт було виконано в ДГП «Північукргеологія» під керівництвом О.Л. Зайонца (*Зайонц, Лепесин, 1984*).

На родовищах Дніпровського буровугільного басейну Черкаською ГРЕ спільно з Дослідно-методичною партією нової техніки (ДМПНТ) ДГП «Північукргеологія» було проведено ретельні дослідження геолого-технічних та гірничих факторів, які впливають на правдивість апробування під час проведення геологорозвідувальних та вибувних робіт. З урахуванням одержаних результатів було удосконалено технологію буріння, методику й способи відбирання геологічних проб під час застосування КГК. Було розроблено нову конструкцію керноприймального пристрою, яка забезпечувала високі технологічні, економічні, екологічні та якісні показники. На підставі отриманих результатів було рекомендовано до промислового застосування удосконалених КГК під час розвідки буровугільних та інших аналогічних родовищ (*Техніка и технология бурения скважин..., 1989*).

До 1989 року підприємства Міністерства геології УРСР були укомплектовані 20 установками КГК, які щорічно виконували обсяги буріння до 500 тис. м свердловин різного призначення (50% від загального обсягу колонкового буріння).

Житомирською ГРЕ спільно із ДМПНТ (у 1987–2008 рр.) було проведено масштабні роботи з впровадження КГК на розвідці розсіпних родовищ ільменіту в межах Іршанського титанового рудного району.

Дослідно-методичні роботи здійснено на Верхньо-Іршинському і Лемненському родовищах. Перше родовище готували до розроблення, а друге розробляли Іршанським гірничо-збагачувальним комбінатом (ІГЗК). Було пробурено 65 свердловин загальним обсягом 945 м. За базу порівняння було взято результати буріння традиційним ударним методом.

Результати досліджень засвідчили, що розбіжності у підрахунках запасів становили всього 0,8–1,4% за максимальної розбіжності в окремих свердловинах до 15%. При цьому продуктивність робіт зросла в 5 разів. Надвисока продуктивність дає змогу більш раціонально використовувати сприятливі кліматичні умови,

що охоплює здійснення робіт у складні весняно-осінні та зимові періоди, а також сприяє збереженню сільськогосподарських угідь та навколишнього середовища.

Результати дослідно-методичних робіт було розглянуто Державною комісією по запасах (ДКЗ) СРСР (протокол від 29.08.1990 р., м. Москва) і визнано задовільними. Рекомендовано застосування комплексу КГК разом з установкою відбирання проб УВП-1 для пошуків і розвідки ільменітових розсипів, для здійснення завірювальних робіт (*Швайберов, 1990*).

З 1992 року КГК було застосовано в промислових масштабах на розвідці Валки-Гацьківського розсипного родовища ільменіту. Замість установки УОП-1 як керноприймальний пристрій було застосовано значно спрощений і більш ефективний спеціальний рукав (*Швайберов, 1998*).

2008 року було успішно завершено розвідку Тростянецького розсипного родовища ільменіту з використанням КГК. З метою підтвердження вірогідності буріння КГК було проведено дослідно-методичні роботи на Турчинецькій ділянці Іршинського родовища, яке розроблялося. Результати зіставлення запасів, розрахованих на підставі даних, які було отримано від проб, відібраних КГК, і тих, які були в експлуатаційних, виявилися задовільними (*Базалійська, 2008*).

Найкращі результати впровадження КГК було отримано під час розвідки Паромівського розсипного родовища ільменіту (2016 р.), де було пробурено 588 розвідувальних свердловин загальним обсягом 11 062 п. м. Для родовища характерні невитримані просторові параметри рудного покладу, нерівномірний розподіл ільменіту і відповідно до Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр за складністю геологічної будови його віднесено до другої групи (складна будова). Порівняно зі звичайним ударним у разі буріння із застосуванням КГК продуктивність робіт зросла в 5 разів за значного скорочення витрат і поліпшення якості робіт. Завдяки впровадженню нової технології було успішно завершено розвідку родовища в складних геолого-технічних і економічних умовах та захищено геологічний звіт із високою оцінкою в ДКЗ України (*Вдовиченко та ін., 2020*).

У Житомирській ГРЕ також було розроблено та випробувано ежекторний пристрій для буріння КГК гідрогеологічних свердловин у кристалічних породах, який дає змогу значно зменшити кольматацію водоносних горизонтів та оперативно визначати їхні параметри в процесі буріння, а також забезпечити апробування порід за шламом (*Вдовиченко, 1992*).

Було обґрунтовано (*Вдовиченко, 2017а*) доцільність використання КГК під час пошуків, розвідки та освоєння бурштинових родовищ.

Інформація про наукові дослідження та практичні досягнення щодо застосування КГК за кордоном украї обмежена. Знайдено повідомлення про те, що представники компанії RG GOLD (2014–2016 рр.) під час дорозвідки золоторудного родовища Райгородок у Магаданській області (РФ) пробурили 215 тис. м за допомогою КГК (47% загального обсягу) (*Вдовиченко, 2017б*).

Незважаючи на переконливі, науково обґрунтовані та практично підтверджені доводи переваг широкого застосування КГК у геологорозвідці, починаючи з 1992 року в Україні обсяги буріння з допомогою цього високоефективного методу катастрофічно зменшувалися, а з 2016 року повністю припинено його використання в Україні.

ПОСТАНОВКА МЕТИ ТА ЗАВДАННЯ СТАТТІ

На підставі результатів наукових і практичних досягнень переконливо довести доцільність відродження широкого використання КГК як головного й оптимального шляху підвищення ефективності та якості геологорозвідувальних робіт у сучасних умовах. Першочерговим завданням роботи є виявлення об'єктивних і суб'єктивних причин, що стримують розвиток цього перспективного напрямку, та визначити основні шляхи вирішення проблеми.

ОБґРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВІДРОДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ КГК

З огляду на високі результати впровадження КГК, яких було досягнуто упродовж майже півстоліття, та з урахуванням сучасного соціально-економічного стану й щоразу вищих екологічних вимог до освоєння потенціалу земних надр, переконливими є такі фактори.

Головним аргументом на користь КГК, безперечно, є доведена надвисока продуктивність за значного скорочення собівартості та підвищення якості робіт.

Оперативна геологічна інформативність та постійна присутність на буровій компетентного геологічного персоналу дає змогу вчасно коригувати та відповідально обирати найбільш оптимальні гнучкі схеми й методи геологічних досліджень, реалізовувати дієвий контроль апробування.

Через стислі терміни виконання бурових робіт здійснювати польові дослідження можна в короткі періоди найбільш сприятливих кліматичних умов та сезони відсутності сільськогосподарських посівів чи інших насаджень.

Мобільна циркуляційна система КГК унеможливорює спорудження земляних відстійників, що значно скорочує площу порушених ґрунтів, їх забруднення та втрату промивальної рідини.

Висока продуктивність за скорочення матеріалоемності й трудомісткості суттєво зменшує негативний вплив на навколишнє середовище.

Особливості технології й організації робіт допомагають тісній співпраці, взаємоконтролю і взаєморозумінню технічного, геологічного, геофізичного й іншого персоналу, який обслуговує та активно мобілізує їхнє на якісне й високоефективне виконання геологічного завдання.

В Україні є достатні виробничі потужності (Київський завод бурової техніки, Дніпропетровський завод бурового обладнання, ТОВ «Діскавери – бурове обладнання. Україна» та ін.), здатні повністю забезпечити геологорозвідувальні підприємства сучасними КГК для різних умов застосування.

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ, ЯКІ СТРИМУЮТЬ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ

З причин, що суттєво стримують подальший розвиток перспективних напрямів підвищення ефективності робіт із геологічного вивчення надр, слід зазначити такі:

- відсутність чітко скоординованої державної політики та програм у сфері підвищення ефективності геологічного вивчення та раціонального використання надр;
- послаблення контролю з боку Держгеонадр України за обґрунтованістю застосування методик і технологій, якістю, комплексністю, ефективністю робіт з геологічного вивчення надр;
- скорочення діяльності галузевих наукових установ та інших організацій у сфері досліджень та удосконалень основних технічних методів і засобів геологорозвідувальних робіт;
- відсутність в Україні сервісних науково-виробничих підприємств геологорозвідувального спрямування.

ВИСНОВКИ

Удосконалений комплекс технічних засобів буріння свердловин із гідротранспортом керну є найбільш результативним та реальним у впровадженні засобами геологічного вивчення осадових товщ до кристалічного фундаменту на глибину до 300 м.

Пропонується Державній геологічній службі та надр України під час формування та реалізації державної політики у сфері геологічного вивчення та раціонального використання надр звернути особливу увагу на розвиток техніки й технології КГК як один із найважливіших напрямів підвищення ефективності та якості геологорозвідувальних робіт.

Подальші дослідження пропонується зосередити на впровадженні КГК під час пошуків, розвідки та освоєння бурштинових покладів, гідрогеологічних, екологічних та інженерно-геологічних досліджень.

Підвищення стійкості породоруйнівного інструменту дасть можливість збільшити заглиблення сверловин КГК у кристалічний фундамент.

Неохідно передбачити проведення низки заходів для привернення уваги широкого кола науковців, фахівців, керівників, представників влади та громадськості до проблем, які стосуються перспектив масштабного застосування КГК.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Абрамчук А.Б., Зайонц О.Л., Кутовой В.Н. и др. Техника и технология бурения скважин КГК-100 на бурогольных месторождениях в объединении «Севургеология». *Передовой науч.-произв. опыт, рекомендуемый для внедрения в геол.-разв. отрасли: науч.-техн. информ. сб.* Москва: Всероссийский институт экономики минерального сырья и недропользования, 1989. Вып. 1. С. 45–70.
- Базалійська Л.М. Розвідка Тростянецького розсипного родовища ільменіту: звіт про геологорозвідувальні роботи. Київ: ДРГП «Північгеологія», 2008.
- Вдовиченко А.И. Выдающиеся отечественные достижения и их роль в современном развитии. *Форум гірників – 2017: матеріали міжн. конф. (Дніпро, 4–7 жовт. 2017 р.)*. Дніпро: Національний гірничий університет, 2017. С. 275–280.
- Вдовиченко А.И. Перспективы использования комплекса с гидротранспортом керна КГК-100 при освоении месторождений янтара. *Инновационное развитие горнодобывающей промышленности: материалы II Межд. науч.-техн. интернет-конф. Кривой Рог: Криворожский национальный университет, 2017а. С. 108–109.*
- Вдовиченко А.И. Эжекторный снаряд для бурения комплексом КГК-100. *Разведка и охрана недр*. 1992. № 3. С. 21–22.
- Вдовиченко А.И., Базалійська Л.М., Дударенко Д.В. Застосування комплексу з гідротранспортом керну при розвідці розсипних родовищ. *Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання: матеріали IX наук.-практ. конф. (смт Хорошів, 2 жовт. 2020 р.)*. Київ: Видавець Кравченко Я.О., 2020. С. 30–39.
- Зайонц О.Л., Лепесин В.И. Опыт бурения комплексом КГК в сложных геологических условиях. *Экспресс-информ Всероссийского института экономики минерального сырья и недропользования. Серия «Передовой науч.-произв. опыт геологоразв. организаций»*. М., 1984. Вып. 1. С. 18–26.
- Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин: в 2 т. / под общей ред. Е.А. Козловского. М.: Недра, 1984. Т. 2. С. 74–85.
- Швайберов С.К. Детальная разведка Валки-Гацковского россыпного месторождения ильменита в Житомирской области Украины. Киев: Севургеология, 1998.
- Швайберов С.К. Обоснование возможности использования комплекса КГК-100 для поисков и разведки россыпей ильменита. Киев: Севургеология, 1990. С. 35.

REFERENCES

- Abramchuk A.B., Zajonc O.L., Kutovoj V.N. i dr. Tehnika i tehnologija burenija skvazhin KGK-100 na burougol'nyh mestorozhdenijah v ob"edinenii «Sevukrgeologija» [Technique and technology of drilling wells KGK-100 on brown coal deposits in the association «Sevukrgeologiya». *Peredovoj nauch.-proizv. opyt, rekomenduemyj dlja vnedrenija v geol.-razv. otrasli* [Advanced scientific-production. experience recommended for implementation in geological-development branches]: nauch.-tehn. inform. sb. [scientific and technical inform. Collection]. Moskva: Vserossijskij institut jekonomiki mineral'nogo syr'ja i nedropol'zovanija, 1989. Vyp. 1. P. 45–70 (in Russian).
- Bazaliiska L.M. Rozvidka Trostianetskoho rozsyphnoho rodovyshcha ilmenitu [Exploration of the Trostianytsia bulk ilmenite deposit]: zvit pro heolohorozvidualni roboty [report on geological exploration works]. Kyiv: DRHP «Pivnichheolohiia», 2008 (in Ukrainian).
- Kozlovskiy E.A. (ed.) Spravochnik inzhenera po bureniju geologorazvedochnyh skvazhin [Handbook of an engineer for drilling exploration wells]: v 2 t. Moskva: Nedra, 1984. Vol. 2. P. 74–85 (in Russian).
- Shvajberov S.K. Detal'naja razvedka Valki-Gackovskogo rossyphnoho mestorozhdenija il'menita v Zhitomirskoj oblasti Ukrainy [Detailed exploration of the Valky-Gatskovsky placer ilmenite deposit in the Zhytomyr region of Ukraine]. Kiev: Sevukrgeologija, 1998 (in Russian).
- Shvajberov S.K. Obosnovanie vozmozhnosti ispol'zovanija kompleksa KGK-100 dlja poiskov i razvedki rossypej il'menita [Substantiation of the possibility of using the KGK-100 complex for the search and exploration of ilmenite placers]. Kiev: Sevukrgeologija, 1990. P. 35 (in Russian).
- Vdovichenko A.I. Jezhektornyj snarjad dlja burenija kompleksom KGK-100 [Ejector projectile for drilling with the KGK-100 complex]. *Razvedka i ohrana neдр.* 1992. No 3. P. 21–22 (in Russian).
- Vdovichenko A.I. Perspektivy ispol'zovanija kompleksa s gidrotransportom kerna KGK-100 pri osvoenii mestorozhdenij jantarja [Prospects for the use of the complex with hydraulic transport of KGK-100 core in the development of amber deposits]. *Innovacionnoe razvitie gornodobyvajushhej promyshlennosti* [Innovative Development of the Mining Industry]: materialy II Mezhd. nauch.-tehn. internet-konf. [proceedings of the II International scientific and technical internet conference]. Krivoj Rog: Krivorozhskij nacional'nyj universitet, 2017a. P. 108–109 (in Russian).
- Vdovichenko A.I. Vydajushhiesja otechestvennye dostizhenija i ih rol' v sovremennom razvitii [Outstanding domestic achievements and their role in modern development]. *Forum hirnykiv – 2017* [The Miners' Forum – 2017]: materialy mizhn. konf. [materials of the international conference] (Dnipro, 4–7 zhovt. 2017 r.). Dnipro: Natsionalnyi hirnychi universytet, 2017b. P. 275–280 (in Ukrainian).
- Vdovychenko A.I., Bazaliiska L.M., Dudarenko D.V. Zastosuvannia kompleksu z hidrottransportom kernu pry rozvidtsi rozsyphnykh rodovyshch [Application of the core with a core transport of core in the exploration of placer deposits]. *Mineralno-syrovynni bahatstva Ukrainy: shliakhy optimal'nogo vykorystannia* [Mineral resources of Ukraine: ways of optimal use]: materialy IX nauk.-prakt. konf. [proceedings of the IX scientific-practical conference] (smt Khoroshiv, 2 zhovt. 2020 r.). Kyiv: Vydavets Kravchenko Ya.O., 2020. P. 30–39 (in Ukrainian).
- Zajonc O.L., Lepesin V.I. Opyt burenija kompleksom KGK v slozhnyh geologicheskikh uslovijah [Experience of drilling with KGK complex in difficult geological conditions]. *Jekspress-inform Vserossijskogo instituta jekonomiki mineral'nogo syr'ja i nedropol'zovanija.* Serija «Peredovoj nauch.-proizv. opyt geologorazv. organizacij». Moskva, 1984. Iss. 1. P. 18–26 (in Russian).

DRILLING OF COMPLEXES WITH HYDRAULIC TRANSPORT OF A CORE FOR INCREASE OF EFFICIENCY OF GEOLOGICAL EXPLORATION WORKS

Anatolii
VDOVYCHENKO

academician
of the Academy
of Technological
Sciences of Ukraine,
President of the Union
of Drillers of Ukraine

On the basis of an in-depth analysis of domestic achievements and the results of experimental and methodological works and practice the expediency of widespread use of improved technical means and technologies for drilling geological exploration wells with complexes counterflush coring (CCD) till the depth of 300 m upon sedimentary strata is substantiated. During the exploration of brown coal deposits and titanium placers, which convincingly confirm the high efficiency of CCD with appropriate modifications of equipment, technology and testing methods for specific productive horizons and host rocks. The best results of industrial application of CCD were obtained during the exploration of the Paromivske ilmenite placer deposit (2016). High technical and economic indicators of completion of work in difficult socio-economic and geological and technical conditions were achieved thanks to CCD application.

The main argument in favor of CCD is undoubtedly proven by ultra-high productivity with a significant reduction in cost and improved quality of the work. The operational geological informational content of the method allows timely adjustments and responsibly choose the most optimal flexible schemes and methods of geological research. Due to the significantly reduced timing of drilling operations, field research can be carried out shorter at the most favorable climatic conditions and seasons of agricultural activity. The mobile circulation system excludes the construction of earthen sedimentation tanks, which significantly reduces the size of disturbed soils, their contamination and prevents the loss of flushing fluid. The peculiarities of the technology and organization of work promote close cooperation, mutual control and understanding of technical, geological, geophysical and other personnel serving and actively mobilize for high-quality and highly efficient performance of geological tasks. A reduction of heavy operations in the technological process significantly improves the working conditions for the service personnel, increases the production culture, and contributes to the attractiveness of the drilling profession.

Ukraine has sufficient production facilities (at Kiev Drilling Equipment Plant, Dnepropetrovsk Drilling Equipment Plant, Discovery - Drilling Equipment. Ukraine LLC, etc.), which are capable of providing geological exploration companies with modern CCD.

The main reasons that hinder the development of modern highly efficient geological exploration technologies are recognized and the optimal ways to solve the problem of widespread introduction of CCD are featured.

Keywords: *exploration drilling; counterflash coring; sedimentary thick; ilmenite placers; testing; core receiver.*

ВИКОРИСТАННЯ ПРЯМИХ ІНДИКАТОРІВ ВУГЛЕВОДНІВ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАФТОГАЗОВИХ ПОКЛАДІВ У ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКІЙ ЗАПАДИНІ

УДК 550.834

Сергій
ВИЖВА

доктор геологічних наук, професор, директор ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, член Спілки геологів України

Ігор
СОЛОВЙОВ

кандидат геолого-мінералогічних наук, генеральний директор ТОВ «ГеоЮніт», член Спілки геологів України

Ігор
МИХАЛЕВИЧ

заступник головного геолога ТОВ «КУБ-ГАЗ»

Вікторія
КРУГЛИК

провідний геолог ТОВ «ГеоЮніт», член Спілки геологів України

Георгій
ЛІСНИЙ

доктор геологічних наук, доцент, радник генерального директора ТОВ «ГеоЮніт», член Спілки геологів України

За результатами численних сейсмічних досліджень, проведених на площах і родовищах Дніпровсько-Донецької западини, розроблено стратегію виявлення пасток вуглеводнів у цьому регіоні з урахуванням сучасних вимог до пошуків та розвідки покладів газу та нафти. Дослідження полягають у визначенні ймовірних зон скупчення вуглеводнів на основі аналізу структурно-тектонічної моделі. Необхідним елементом розв'язання такої задачі є використання прямих індикаторів вуглеводнів для прогнозування пасток структурного, літологічного або комбінованого типу.

Визначено, що ефективним підходом до виявлення пасток вуглеводнів у цьому регіоні є атрибутний аналіз із використанням таких сейсмічних атрибутів, як обвідна сейсмічного сигналу, акустичний імпеданс або відносний акустичний імпеданс. У більшості практично важливих випадків аналіз розподілу значень цих атрибутів виявився достатнім для виконання геологічних завдань. Наведено приклад вилучення додаткової корисної інформації щодо просторового розподілу пасток вуглеводнів з об'ємних зображень, що отримані за сейсмограмами спільних джерел з обмеженим діапазоном нахилів кутів променів.

Для аналізу розподілів значень сейсмічних атрибутів рекомендовано застосовувати технологію виявлення геологічних тіл Geobody як найбільш ефективну у разі використання даних об'ємної сейсморозвідки. Залежно від типів сейсмічних атрибутів, застосовуваних у процесі аналізу, визначено розподіли різних властивостей гірських порід, зокрема зони підвищеної пористості або зони наявності вуглеводнів. Використання кількох сейсмічних атрибутів дає можливість виявити насичені вуглеводнями геологічні тіла з підвищеною пористістю тощо.

У статті наведено приклади виявлення пасток вуглеводнів на площах і родовищах Дніпровсько-Донецької западини, практично підтверджені шляхом буріння свердловин.

Здійснено узагальнення про розподіл перспективних щодо наявності вуглеводнів ділянок на північному борту Дніпровсько-Донецької западини та співвідношення цього розподілу з виявленими структурними елементами геологічного середовища.

Ключові слова: сейсморозвідка; пастки вуглеводнів; сейсмічні атрибути; геологічні тіла; прямі індикатори вуглеводнів.

ВСТУП

Розвиток нафтогазової галузі України традиційно пов'язаний із вирішенням складних проблем розвідки та розроблення родовищ вуглеводнів. Це зумовлено низкою причин, зокрема великими глибинами та складною геологічною будовою родовищ нафти і газу. Цілоком природно, що успішне розв'язання геологічних задач у таких умовах пов'язано

із використанням нових ефективних технологій. У частині пошуків та розвідки родовищ вуглеводнів головну роботу із впровадження у геологічне виробництво нової техніки, технологій та програмного забезпечення здійснила українська компанія «ГеоЮніт». Виробничу діяльність ця організація розпочала у 1998 році. В цей час геофізичні підрозділи компанії були об'єднані під загальною

назвою «Група компаній "Надра"». Головним завданням компанії є забезпечення українських та іноземних нафтових компаній об'ємними цифровими геологічними моделями, що дають змогу значно підвищити ефективність розроблення родовищ вуглеводнів. Завдяки зусиллям організації сейсморозвідка 3D стає галузевим стандартом, що передбачає збирання даних із використанням телеметричного обладнання, перетворення польових сейсмограм на об'ємні зображення геологічного середовища та надання їм геологічного змісту або побудову геологічних моделей резервуарів вуглеводнів. Для цього вперше в Україні було організовано дві сейсмічні експедиції, укомплектовані сучасними вібраційними джерелами та системами збирання даних компанії Input/Output, Inc. Створено великий обчислювальний центр із високопродуктивними багатопроцесорними серверами для оброблення сейсморозвідувальної інформації, перетворення сейсмограм спільних джерел на об'ємні зображення геологічного середовища та побудови цифрових геологічних моделей резервуарів вуглеводнів. Обчислювальний центр використовує ліцензійні програмні пакети компанії Emerson Paradigm для оброблення сейсморозвідувальної інформації та компанії Schlumberger для інтерпретації геолого-геофізичних даних та побудови моделей резервуарів вуглеводнів. На вимогу замовників сейсморозвідувальних робіт обчислювальний центр використовує також технології і програми інших виробників на умовах оренди або лізингу. За час діяльності компанії було проведено сейсмічні дослідження та створено об'ємні геологічні моделі для більш ніж шістдесяти родовищ та ліцензійних площ, у результаті чого виявлено понад двадцять нових родовищ та сімдесят покладів нафти і газу.

Незважаючи на очевидні досягнення у сфері розвідки родовищ вуглеводнів, менеджмент та фахівці компанії, до яких належать спеціалісти найвищої кваліфікації, в тому числі кандидати та доктори геологічних наук, добре усвідомлюють необхідність підвищення правдивості результатів побудови геологічних моделей у частині визначення фільтраційно-ємнісних властивостей гірських порід. Сьогодні успішність пошуків та розвідки родовищ нафти і газу безпосередньо пов'язана з використанням прямих сейсмічних індикаторів наявності вуглеводнів. Актуальність такого підходу зумовлена збільшенням значення літологічних пасток вуглеводнів у загальному обсязі видобутку нафти і газу. Про це свідчить також чимала кількість публікацій, де цей напрям сейсморозвідувальних досліджень розглядають, ґрунтуючись на сучасних технологічних рішеннях.

Використання тривимірних сейсмічних зображень для вивчення та аналізу прямих індикаторів вуглеводнів передбачає визначення об'ємних розподілів їхніх значень. Традиційні підходи до аналізу тривимірних масивів сейсмічних зображень та атрибутів через їхні двовірні розрізи втрачають правдивість через збільшення впливу суб'єктивного чинника. Вирішити цю проблему можна шляхом використання технології інтерактивної

класифікації хвильових полів і сейсмічних атрибутів. Така технологія дає можливість знаходити об'ємні об'єкти, визначальними для яких є певні діапазони зміни значень їхніх характеристик. Важливим окремим випадком застосування технології інтерактивної класифікації є виявлення аномалій AVO, характерними для яких є певні діапазони змін атрибутів AVO.

У статті розглянуто результати виявлення покладів вуглеводнів шляхом застосування технології інтерактивної класифікації сейсмічних атрибутів для території Дніпровсько-Донецької западини.

ПРИНЦИПИ ОБ'ЄМНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ

Моделювання резервуарів вуглеводнів передбачає виділення в їхніх межах пасток нафти або газу. Під час комп'ютерного моделювання резервуари зображають як набір комірок, що асоціюються з певними фізичними характеристиками або сейсмічними атрибутами. Фізичними характеристиками можуть бути: огинаюча сейсмічного сигналу, акустичний імпеданс, пористість тощо. Набір зв'язаних комірок називатимемо геологічним тілом. Процедура виявлення геологічних тіл полягає у знаходженні зв'язаних комірок, що перебувають у заданому діапазоні змін фізичних характеристик. Важливим елементом у процесі виявлення геологічних тіл є врахування їхнього фізичного об'єму, адже дуже малі тіла не становлять практичного інтересу.

Для виділення геологічних тіл в моделях родовищ або перспективних площ застосовували різні підходи та технології. Наприклад, було запропоновано (*Hoshen and Kopelman, 1976*) спосіб визначення геологічних тіл із застосуванням принципів кластерного аналізу. Процес обчислень за цією технологією виконували з допомогою CPU (центрального процесора), і він потребував багато часу на обчислення. Алгоритм, запропонований вченим (*Deutsch, 1998*), передбачав сканування тривимірної сітки комірок геологічної моделі окремо уздовж напрямків X,Y,Z. У результаті сканування були виділені зв'язані комірки, які перебували в заданому діапазоні значень атрибутів. Відповідні обчислювальні програми також були реалізовані з використанням CPU, що призводило до суттєвих витрат обчислювального часу.

Не зупиняючись на докладному описі різних способів класифікації геологічних тіл, зазначимо, що вивчення резервуарів вуглеводнів пов'язано з наявністю багатьох невідомих параметрів. Зазвичай для одного резервуару вуглеводнів створюють кілька альтернативних моделей, які презентують можливі розподіли параметрів резервуара. Разом з тим для кожної моделі необхідно виконати процедури виявлення геологічних тіл, визначення їхніх розмірів, взаємного впливу, зв'язку із свердловинами тощо. Таким чином, важливою задачею є зменшення часу обчислень за умови використання стандартної комп'ютерної техніки. Сьогодні це успішно виконується за допомогою паралельних обчислень на графічних картах (GPU) (*Вижва та ін., 2016; Vyzhva et al., 2019*). Наприклад, такий

процес у програмному пакеті Petrel (Schlumberger), що має назву технологія Geobody, дає змогу отримувати результати щодо виділення геологічних тіл фактично в реальному часі.

КЛАСИФІКАЦІЯ ГЕОЛОГІЧНИХ ТІЛ ЗА ОДНИМ СЕЙСМІЧНИМ АТРИБУТОМ

Сучасні підходи до пошуків пасток вуглеводнів у Дніпровсько-Донецькій западині передбачають використання даних сейморозвідки як доволі інформативних. Разом із побудовою структурно-тектонічних моделей вивчають розподіли значень сейсмічних атрибутів, що дають можливість отримати кількісні характеристики фізичних властивостей гірських порід. У деяких випадках це дає змогу доволі точно виявляти пастки вуглеводнів будь-якого типу. Для ліцензійних ділянок Дніпровсько-Донецької западини значний інтерес становить розвідка літологічних пасток вуглеводнів. Вивченню таких пасток присвячено серію статей (Вижва та ін., 2018; Вижва та ін., 2019; Вижва та ін., 2020), а також тез доповідей на міжнародних конференціях (Vyzhva et al., 2018; Vyzhva et al., 2019; Vyzhva et al., 2020; Стрельцова та ін., 2019). Результати цих робіт засвідчують, що літологічні пастки доволі поширені в межах північного борту Дніпровсько-Донецької западини, а їхня розвідка має практичне значення. Процес виявлення літологічних пасток ґрунтується на аналізі значень сейсмічних атрибутів, що мають певний фізичний зміст. Цілком інформативними для визначення літологічних пасток є такі сейсмічні атрибути, як акустичний імпеданс, у тому числі й відносний акустичний імпеданс, огинаюча сейсмічного сигналу, миттєва частота. Цікавими також є зображення, побудовані за сейсмограмами з обмеженими діапазонами кутів променів, які використовують для отримання AVO атрибутів та визначення характеру насичення гірських порід вуглеводнями. Ці та деякі інші сейсмічні атрибути мають назву прямих індикаторів наявності вуглеводнів. Зрозуміло, що фізичний зміст цих індикаторів не обмежує їхнє застосування для виявлення лише літологічних пасток. Їх з однаковим успіхом використовують для виявлення наявності вуглеводнів у пастках будь-якого типу, зокрема структурних. Однак для виявлення неструктурних пасток головним підходом є саме використання прямих індикаторів вуглеводнів.

Розглянемо ділянку в південно-східній частині північного борту Дніпровсько-Донецької западини, що є перспективною щодо наявності вуглеводнів. У цій зоні можна виділити площу, структурні пастки вуглеводнів якої належать до відкладів башкирського та московського ярусів середнього карбону. Ці пастки характеризують незначні ресурси вуглеводнів та слабо виражений структурний чинник. За таких умов важливого значення набуває прогнозування покладів вуглеводнів з допомогою прямих сейсмічних індикаторів наявності нафти і газу в геологічному середовищі. Ефективним способом реалізації такого прогнозування є інтерактивна класифікація сейсмічних атрибутів та пов'язаних із ними геологічних тіл з певними фізичними

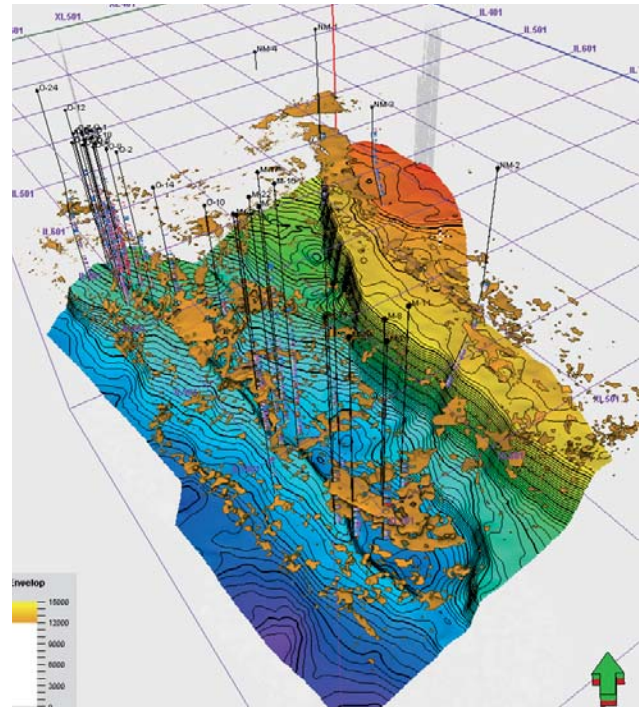


Рисунок 1. Просторовий розподіл тривимірних геологічних тіл, що відповідають підвищеним значенням огинаючої сейсмічного сигналу

властивостями. У наявних технологіях використовують різну кількість атрибутів.

Найбільш простою є класифікація на основі одного сейсмічного атрибута. Характерним її прикладом є виявлення підвищених значень огинаючої сейсмічних сигналів. Аномалії таких значень відомі також як аномалії «яскравих плям». Ефективність технології «яскравих плям» зумовлена тим, що відбиття від пластів гірської породи, насиченої вуглеводнями, або породи з низькими значеннями акустичного імпедансу характеризують значно більші амплітуди порівняно із хвилями, відбитими від пластів ущільнених гірських порід.

Для виявлення перспективних щодо наявності вуглеводнів ділянок за допомогою огинаючої сейсмічних сигналів використано технологію класифікації Geobody компанії Schlumberger. На *рисунку 1* зображено результат обчислення об'ємних елементів геологічного розрізу, перспективних щодо наявності природного газу. Діапазон зміни значень огинаючої у цьому прикладі становить 90–100%.

Однак підвищені значення коефіцієнтів відбиття можуть характеризувати також межі розділення гірських порід з іншими фізичними властивостями. Наприклад, підвищені значення огинаючої сейсмічного сигналу можуть свідчити про межі пластів карбонатів, вугілля, інтрузій тощо. Для підтвердження актуальності виділених тривимірних об'єктів щодо наявності в них природного газу необхідно долучити свердловинні дані.

Важливою характеристикою технології Geobody є можливість виділяти тривимірні геологічні об'єкти, які складно, а інколи неможливо, виявити шляхом аналізу

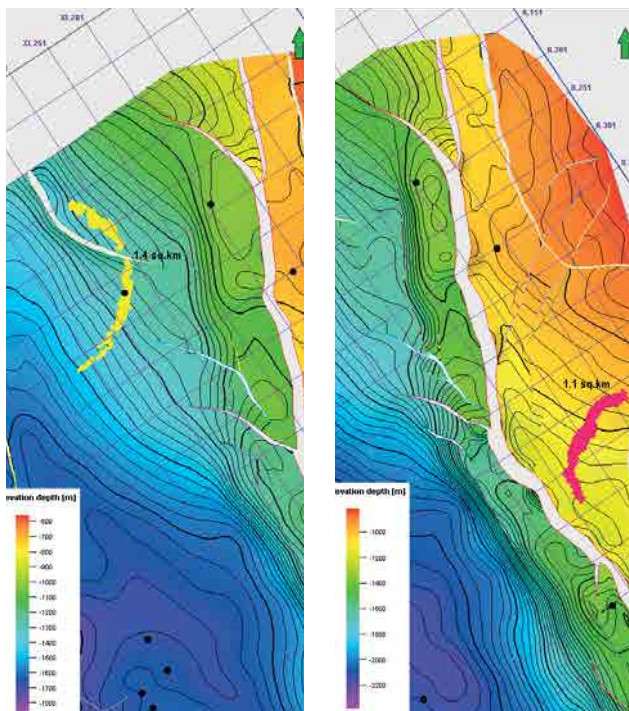


Рисунок 2. Стародавні річкові долини, виявлені за допомогою аналізу об'ємного розподілу значень огинаючої сейсмічного сигналу:

- а) у відкладах московського ярусу середнього карбону;
б) у відкладах башкирського ярусу середнього карбону

двовірних розрізів об'ємних зображень або масивів сейсмічних атрибутів. Характерним прикладом таких геологічних об'єктів є флювіальні відклади, які відіграють значну роль у формуванні родовищ вуглеводнів і доволі поширені у світі. Це пояснює посилену увагу до вивчення флювіальних резервуарів, моделювання яких є сферою багатьох наукових досліджень. Значні варіації розмірів таких резервуарів, їхній неоднорідний характер та складні геометричні форми спричиняють певні труднощі в побудові їхніх тривимірних моделей. Для оптимізації розвідки родовищ флювіального типу використовують різні технології фаціального моделювання. Однак певні алгоритмічні обмеження інколи стають причиною надмірного спрощення моделей таких резервуарів. Це призводить до зниження якості їхнього прогнозу. Наявність сучасної докладної сейсмічної та свердловинної інформації є передумовою для побудови достовірних моделей флювіальних резервуарів. Науковці (Vevle et al., 2018) зазначають, що флювіальні та дельтові родовища є одними з найважливіших у світі. Вони набули практичного значення близько тридцяти років тому і залишаються актуальними сьогодні. Багато великих родовищ є комбінацією різних річкових та дельтових відкладів. Однак, попри значний технологічний прогрес у сфері моделювання резервуарів вуглеводнів, проблеми вивчення флювіальних резервуарів у тривимірному поданні залишаються актуальними. Головною метою фаціального моделювання є отримання точного чисельного подання геологічної моделі

резервуара, що використовується для подальшого його наповнення петрофізичними властивостями.

Аналіз головних елементів флювіальних систем свідчить, що достовірність їхнього прогнозу залежить від всебічного врахування неоднорідностей геологічного середовища. У загальному випадку флювіальні системи описують як композицію кількох фацій: руслових, дельтових, заплавних тощо. В результаті процесів осадконакопичення кожна з фацій утворює геологічні тіла, що мають особливі структурні моделі та відрізняються за фізичними властивостями гірських порід. Моделювання таких структур передбачає насамперед точне відтворення їхніх геометричних та фаціальних особливостей з урахуванням геологічних уявлень про родовище або площу, наявної геолого-геофізичної інформації, можливостей технологій, що використовуються, та відповідних програм об'ємного моделювання. Як приклад такого моделювання на *рисунку 2* зображено стародавні руслові тіла у відкладах башкирського та московського ярусів середнього карбону. Такі руслові тіла є перспективними щодо наявності вуглеводнів у гірських породах, з яких вони складаються. Прогнозні ресурси природного газу становлять приблизно 60 млн м³ для об'єкта у відкладах московського ярусу та 40 млн м³ у відкладах башкирського ярусу середнього карбону. У цьому разі традиційні підходи до виявлення таких геологічних тіл не дали позитивних результатів. Цьому є пояснення: аналіз послідовності двовірних розрізів сейсмічних зображень або масивів сейсмічних атрибутів не дає змоги прослідкувати напрямки поширення руслових тіл через їхню нерегулярну форму та, відповідно, невеликі розміри в розрізах об'ємного сейсмічного зображення або в розрізах тривимірних масивів сейсмічних атрибутів.

Розглянемо приклад виявлення газонасиченого геологічного тіла у відкладах продуктивного горизонту М-3 московського ярусу середнього карбону. Для цього звернімося до *рисунку 3*, на якому зображено відповідне геологічне тіло з площею 0,5 км², що є класичною літологічною пасткою вуглеводнів. Ізолінії та кольорова палітра свідчать про глибини відбиваючого горизонту в товщі відкладів продуктивного горизонту М-3 московського ярусу середнього карбону. За вихідні дані використано об'ємне зображення, побудоване за сейсмограмами спільних джерел з обмеженим діапазоном нахилу променів. У цьому разі діапазон нахилу сейсмічних променів становить 10–30 градусів. Розріз такого зображення, що перетинає виділене геологічне тіло, наведено на *рисунку 4*. Для виявлення газонасиченого геологічного тіла використано лише один атрибут – огинаючу сейсмічного сигналу. У цьому випадку інформативності огинаючої сейсмічного сигналу виявилось достатньо для визначення літологічної пастки газу.

Наявність газу в літологічній пастці підтверджено даними, отриманими з вертикальної свердловини, зображеної на *рисунку 4*. Червоними точками вказано зони перфорації. Великі амплітуди сигналів хвиль сейсмічного зображення, вказані блакитним кольором, відповідають газовому покладу. Інакше кажучи, газовий

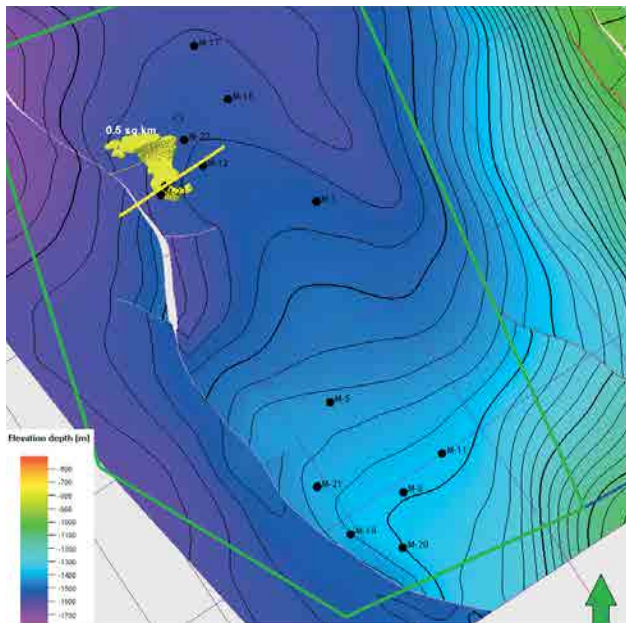


Рисунок 3. Газонасичене геологічне тіло у відкладах продуктивного горизонту М-3 московського ярусу середнього карбону

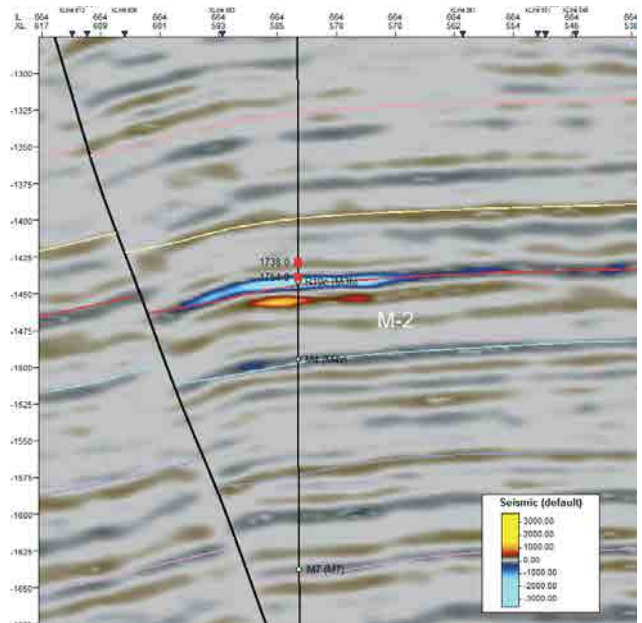


Рисунок 4. Вертикальний розріз об'ємного зображення, побудованого за сейсмограмами спільних джерел з обмеженим діапазоном нахилів кутів променів

поклад, окреслений на сейсмічному зображенні, є класичною «яскравою плямою». Наведений вертикальний розріз містить також додаткову важливу інформацію: нижче газового покладу є горизонтальна зона, де зафіксовано підвищені амплітуди сигналів хвиль сейсмічного зображення, яка має назву «плоска пляма» і вказує на контакт газу з водою.

Для оцінювання пористості гірських порід та обчислення запасів газу в літологічній пастці можна використовувати акустичний імпеданс або відносний акустичний імпеданс. Однак у цьому випадку визначення пористості та підрахунок запасів газу було зроблено за даними геофізичних досліджень у пробуреній через пастку свердловині.

КЛАСИФІКАЦІЯ ГЕОЛОГІЧНИХ ТІЛ ЗА НАБОРОМ СЕЙСМІЧНИХ АТРИБУТІВ

Наведені вище приклади інтерактивної класифікації передбачали використання одного сейсмічного атрибута, однак використання кількох атрибутів суттєво розширює можливості. Характерним прикладом класифікації за двома параметрами, або атрибутами, є технологія AVO. Вона дає змогу виділяти геологічні тіла, пов'язані зі змінами амплітуд сейсмічних хвиль залежно від відстані між їхніми джерелами та приймачами. У монографії (*Chopra and Castagna, 2014*) наведено вичерпні дані щодо класифікації аномалій AVO. Один із ефективних способів класифікації ґрунтується на аналізі кросплатів атрибутів AVO, зокрема градієнта та інтерсепта. Визначення співвідношень між значеннями градієнта та інтерсепта дають можливість прогнозувати тип гірської породи, її фільтраційно-ємнісні властивості, а також вид флюїду, що її насичує (*Rutherford and Williams, 1989; Castagna et al., 1998*).

Для першого класу аномалій AVO коефіцієнт відбиття, а разом з ним і інтерсепт, є позитивним для нульового віддалення. Коефіцієнт відбиття зменшується у разі віддалення джерел від приймачів. Зміна знаку коефіцієнта відбиття призводить до появи «тьмянних плям» на сейсмічних зображеннях, побудованих за відповідними кутівими наборами трас сейсмограм спільних джерел.

Другий клас характеризують слабка контрастність імпедансу на межах розділення пластів та різні знаки інтерсепта. Низька контрастність імпедансу відповідає малим значенням інтерсепта. У разі від'ємних значень інтерсепта зміна полярності відбитих хвиль відсутня. За позитивних значень інтерсепта відбувається зміна полярності відбитих хвиль разом зі збільшенням відстані між джерелами та приймачами.

Третій клас аномалій AVO визначає низький імпеданс, але високу контрастність імпедансу на межах розділення пластів. Від'ємні значення інтерсепта та градієнта свідчать про збільшення інтенсивності відбитих хвиль разом зі збільшенням відстані між джерелами та приймачами. Разом з тим коефіцієнт відбиття зберігає від'ємний знак. Цей клас AVO асоціюється із класичними аномаліями коефіцієнтів відбиття з великими негативними значеннями, або аномаліями «яскравих плям».

Четвертий клас AVO, описаний науковцями (*Castagna and Swan, 1997*), відповідає пісковикам зі значними за модулем негативними коефіцієнтами відбиття для нульових віддалень. Разом із збільшенням відстані амплітуда відбитих хвиль слабо збільшується та зберігає від'ємний знак. Аномалії такого класу відповідають слабоконсолідованим пісковикам, що залягають на невеликих глибинах, а також пористим пісковикам, розміщеним між

ущільненими гірськими породами, наприклад сланцями, алевролітами або карбонатами.

У загальному випадку технологію AVO можна розглядати як окремий приклад класифікації з використанням двох сейсмічних атрибутів. Отже, класифікація за допомогою кількох сейсмічних атрибутів є більш універсальною (Roden and Chen, 2017). Вона дає можливість прогнозувати набагато більше властивостей гірських порід порівняно з класифікацією на основі одного атрибуту.

Для класифікації геологічних тіл за двома атрибутами використовуються також розподіли значень швидкостей поздовжніх V_p та поперечних V_s хвиль тощо. Зокрема, класифікація із застосуванням швидкостей V_p та V_s дає змогу вивчати властивості порових флюїдів та літологію (Foster et al., 1993; Verm and Hilberman, 1995; Foster et al., 1997; Castagna et al., 1998; Foster and Keys, 1999).

Повертаючись до класифікації на основі AVO атрибутів інтерсепта та градієнта, розглянемо можливість виявлення з її допомогою геологічних тіл, перспективних щодо наявності вуглеводнів. Для цього використовують двовимірну інтерактивну панель, на якій у графічний спосіб задають області зміни значень атрибутів. У загальному випадку конфігурація областей зміни значень атрибутів може мати довільну форму. Гнучкий підхід до вибору областей зміни значень сейсмічних атрибутів дає можливість визначити нові класи аномалій AVO або уточнювати наявні класи залежно від геологічних особливостей площі досліджень. Послідовність процедур класифікації у цьому разі є такою: завантаження в проєкт продуктивних свердловин, визначення продуктивних інтервалів та характеру насичення вуглеводнями, обрання областей зміни значень атрибутів для досягнення збігу об'ємних геологічних тіл із зонами насичення гірських порід вуглеводнями, виділення геологічних тіл із заданими діапазонами зміни значень сейсмічних атрибутів та достатніми для закладання нових свердловин ресурсами вуглеводнів.

На *рисунку 5* зображено геологічне тіло, виділене за допомогою AVO атрибутів інтерсепта та градієнта.

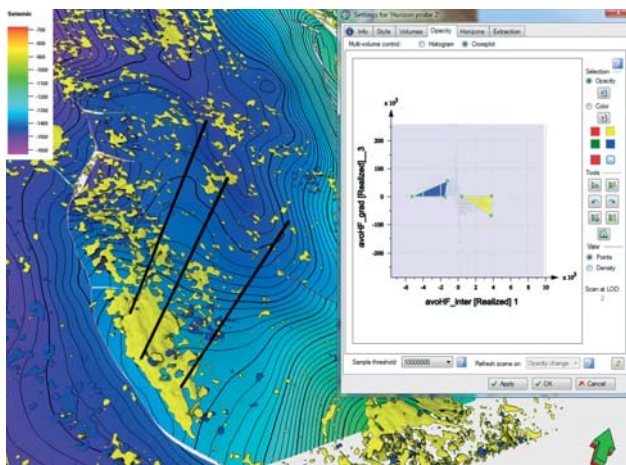


Рисунок 5. Геологічне тіло у відкладах московського ярусу середнього карбону, виявлене з використанням атрибутів інтерсепта та градієнта

Області допустимих значень атрибутів вказано у правій частині *рисунку*. Вони визначені шляхом ітерацій за критерієм максимальних розмірів та суцільної будови геологічних тіл. Апріорними даними для початку ітераційного процесу було припущення щодо наявності в геологічному середовищі пісковиків з низькими та середніми значеннями акустичного імпедансу, що належать до другого та четвертого класу AVO аномалій. Третій клас аномалій у цьому випадку не розглядаємо, бо йому відповідають аномалії «яскравих плям». Такі аномалії можна виявити шляхом класифікації за одним атрибуту. Приклади виявлення аномалій «яскравих плям» розглянуто вище.

Геологічне тіло, зображене на *рисунку 5*, відповідає відкладом московського ярусу середнього карбону. Для розкриття цього об'єкта пробурено свердловини (*рис. 5*) і таким чином підтверджені наявність в ньому промислових запасів природного газу.

Описаний вище підхід було застосовано для виділення геологічного тіла, зображеного на *рисунку 6*. Воно відповідає відкладам башкирського ярусу середнього карбону. Для розкриття цього об'єкта пробурено свердловини і таким чином підтверджені наявність у ньому запасів природного газу, що оцінюються як промислові.

Розглянуті літологічні пастки вуглеводнів (геологічні тіла) були виділені шляхом відповідного обрання діапазонів зміни значень тривимірних масивів інтерсепта та градієнта на двовимірних областях визначення цих AVO атрибутів, зображених на *рисунках 5 і 6*.

АНАЛІЗ РОЗБІЖНОСТЕЙ МІЖ ГЕОЛОГІЧНИМИ ТІЛАМИ, НАСИЧЕНИМИ ВУГЛЕВОДНЯМИ, ТА СТРУКТУРАМИ, ПЕРСПЕКТИВНИМИ ЩОДО НАЯВНОСТІ НАФТИ І ГАЗУ

Розглянемо результати робіт з виявлення покладів вуглеводнів на ділянці площею приблизно 500 км², розташованій на північному борту Дніпровсько-Донецької западини. Під час обрання і тестування оптимальної

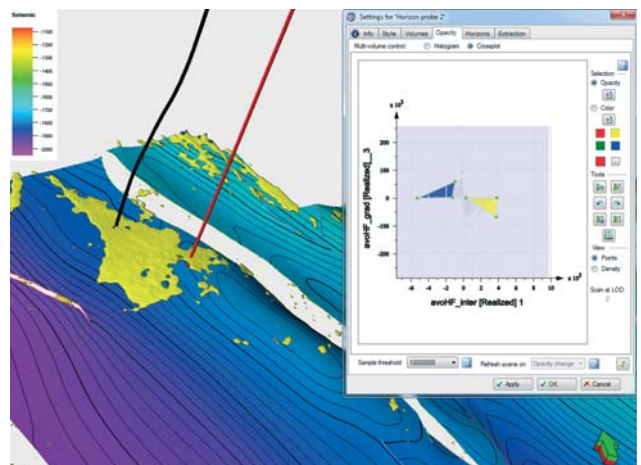


Рисунок 6. Геологічне тіло у відкладах башкирського ярусу середнього карбону, виявлене за допомогою технології Geobody з використанням атрибутів інтерсепта та градієнта

технології для виявлення геологічних тіл, насичених вуглеводнями, автори мали за мету отримати достовірні дані та прийняти чіткі рішення. Розв'язання цієї задачі ґрунтується на визначенні оптимального співвідношення між складністю та стійкістю алгоритмів, що застосовуються. У разі визначення властивостей літологічних пасток бажання досягнути максимальної точності рішень завжди пов'язано з необхідністю ускладнення технології та використання сейморозвідувальних даних з підвищеними вимогами до їхньої якості. Однак на переважну більшість результатів сейморозвідувальних знімів з тих чи інших причин вплинула доволі велика кількість завад. Зокрема, це типово для сейсмограм, зареєстрованих у межах Дніпровсько-Донецької западини, а також для результатів їхнього оброблення, в тому числі об'ємних сейсмічних зображень геологічного середовища. Якщо ускладнення технології дає позитивні результати щодо синтетичних сейморозвідувальних даних, то стосовно реальних даних часто спостерігають зворотні результати. Вони пов'язані з нестійкістю обчислення сейсмічних атрибутів за сейсмограмами та сейсмічними зображеннями з низьким співвідношенням сигнал/завада. У таких випадках незначні помилки у сейморозвідувальних даних спричиняють суттєві помилки у розподілах значень сейсмічних атрибутів, які використовують для визначення характеристик літологічних пасток вуглеводнів. З огляду на такі міркування було проведено низку експериментів і тестів з метою обрання оптимального набору сейсмічних атрибутів для виявлення геологічних тіл, насичених вуглеводнями.

На *рисунку 7* наведено схему розташування геологічних тіл, які є перспективними щодо наявності вуглеводнів. У цьому випадку кольорова палітра не надає інформації про розподіл значень сейсмічних атрибутів. Різні геологічні тіла зображено різними кольорами для зручності їхнього візуального сприйняття. Всі геологічні тіла належать до відкладів карбону. Ізолнії на схемі свідчать про виявлені структури в товщі відкладів карбону, що для традиційної структурної сейморозвідки вважають перспективними щодо наявності вуглеводнів. Різні структурні плани зображені різними кольорами.

Аналіз наведеної на *рисунку 7* схеми вказує на суттєві розбіжності між класичними перспективними структурами та геологічними тілами, визначеними за допомогою прямих індикаторів вуглеводнів. Лише північно-західну частину наведеної ділянки характеризує збіг виділених структур та геологічних тіл, насичених вуглеводнями. Співвідношення між потенційно перспективними структурами та фактичним розташуванням пасток вуглеводнів різних типів, що вбачається зі схеми, є типовими для північного борту Дніпровсько-Донецької западини. У цьому разі закладання свердловин лише на підставі позитивного структурного чинника призводить до низької успішності буріння. Про це свідчать чисельні негативні результати буріння на цій території. Таким чином, для вдалого буріння свердловин необхідно використовувати прямі індикатори наявності вуглеводнів як для структурних, так і для неструктурних пасток.

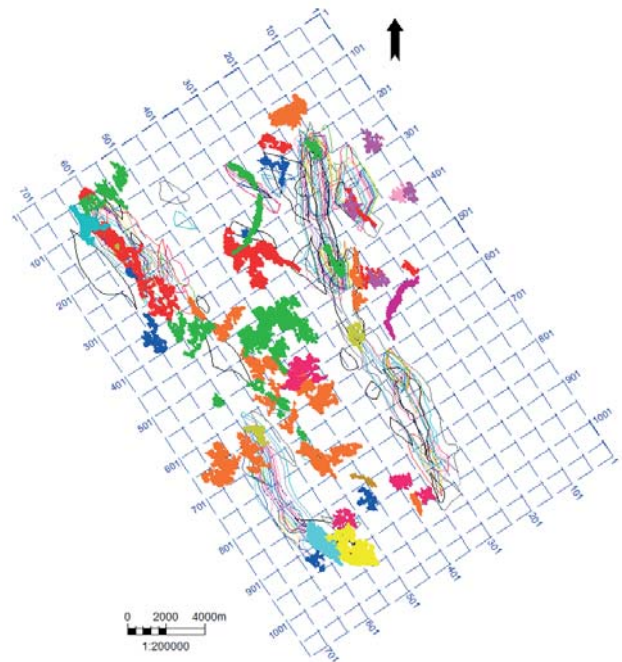


Рисунок 7. **Схема розташування геологічних тіл та структур, перспективних щодо наявності вуглеводнів**

ВИСНОВКИ

У роботі розглянуто сучасний підхід до пошуків та розвідки пасток вуглеводнів у Дніпровсько-Донецькій западині, зокрема в межах її північного борту. Результати сейморозвідки, виконані в цьому регіоні, свідчать про зниження ефективності застосування традиційних технологій прогнозування пасток вуглеводнів, які ґрунтуються на аналізі структурно-тектонічних моделей. У деяких випадках врахування лише структурного чинника не дало позитивних результатів. Це певною мірою пов'язано з відсутністю великих структурних пасток у цьому регіоні. Відповідно, розроблення таких покладів може не досягти бажаної рентабельності. З наведеної схеми розташування геологічних тіл та структур, перспективних щодо наявності вуглеводнів, випливає наступне. Значну частину структур, які умовно вважають перспективними, характеризує низька ймовірність наявності вуглеводнів. Практика буріння свердловин на таких структурах засвідчує правильність такого висновку.

Підвищення ефективності пошуків, розвідки та розроблення покладів газу і нафти у цьому регіоні безпосередньо пов'язано із використанням прямих індикаторів вуглеводнів. У статті запропоновано концепцію доцільного використання сейсмічних атрибутів для розв'язання такої геологічної задачі. Проаналізовано ефективність застосування різних наборів сейсмічних атрибутів. Критерієм визначення оптимального набору атрибутів та технологій їхнього використання є доцільне співвідношення між

складністю та стійкістю застосовуваних алгоритмів. Визначено оптимальний спосіб інтерактивного аналізу об'ємних розподілів значень сейсмічних атрибутів, що ґрунтується на виявленні геологічних тіл з певними фізичними властивостями.

Наведено приклади виявлення пасток вуглеводнів та визначення їхніх фізичних властивостей,

практично підтверджених шляхом буріння свердловин. Виконано оцінювання розбіжностей пасток вуглеводнів, виявлених за допомогою різних наборів сейсмічних атрибутів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Вижда С., Лісний Г., Круглик В. Застосування графічних процесорів для побудови сейсмічних зображень геологічного середовища. *Вісник Київського університету. Геологія*. 2016. № 75. С. 45–49.
- Вижда С., Соловйов І., Круглик В., Лісний Г. Прогнозування зон підвищеної пористості у глинистих породах сходу України. *Вісник Київського університету. Геологія*. 2018. № 80. С. 33–39. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.80.04>
- Вижда С., Соловйов І., Круглик В., Лісний Г. Використання технології інтерактивної класифікації геологічних тіл для прогнозування покладів газу на сході України. *Вісник Київського університету. Геологія*. 2019. № 84. С. 70–76. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.84.10>
- Вижда С., Соловйов І., Михалевич І., Круглик В., Лісний Г. Використання кількісних даних 3D сейсмозвідки для виявлення пасток вуглеводнів у межах північного борту Дніпровсько-Донецької западини. *Вісник Київського університету. Геологія*. 2020. № 91. С. 35–41. [doi:http://doi.org/10.17721/1728-2713.91.05](http://doi.org/10.17721/1728-2713.91.05).
- Стрельцова І.О., Чуприна А.М., Круглик В.М. Визначення нафтогазоперспективності відкладів Нижньої Пермі в межах Південно-Хрестищенської площі Дніпровсько-Донецької западини із застосуванням сейсмічного атрибутивного аналізу. *Ідеї та новації в системі наук про Землю: матеріали VIII Всеукраїнської молодіжної наукової конференції*, м. Київ, 10–12 квіт. 2019 р. Київ, 2019.
- Castagna J.P., Swan H.W. Principles of AVO crossplotting. *The Leading Edge*. 1997. No 16. P. 337–342.
- Castagna J.P., Swan H.W., Foster D.J. Framework for AVO gradient and intercept interpretation. *Geophysics*. 1998. No 63. P. 948–956.
- Chopra S., Castagna J.P. AVO. *SEG, Investigation in Geophysics Series*. 2014. No 16. 288 p.
- Deutsch C.V. Fortran programs for calculating connectivity of three dimensional numerical models and for ranking multiphase saturations. *Computers&Geosciences*. 1998. No 24. 69 p.
- Foster D.J., Smith S. W., Dey-Sarkar S., Swan H.W. A closer look at hydrocarbon indicators: 63th Annual International Meeting. *SEG, Expanded Abstracts*. 1993. P. 731–733.
- Foster D.J., Keys R.G., Reilly J.M. Another perspective on AVO crossplotting. *The Leading Edge*. 1997. No 16. P. 1233–1237.
- Foster D.J., Keys R.G. Interpreting AVO responses: 69th Annual International Meeting. *SEG, Expanded Abstracts*. 1999. P. 748–751.
- Hoshen J., Kopelman R. Percolation and cluster distribution. Cluster multiple labeling technique and critical concentrational algorithm. *Physical Review*. 1976. No 14. P. 3438–3445.
- Roden R., Chen C.W. Interpretation of DHI characteristics with machine learning. *First Break*. 2017. No 35. P. 55–63.
- Rutherford S.R., Williams R.H. Amplitude-versus-offset variation in gas sands. *Geophysics*. 1989. No 54. P. 680–688.
- Vevelev M.L., Skorstad A., Vonnet J. Recent developments in object modelling opens new era for characterization of fluvial reservoirs. *First Break*. 2018. No 36. P. 85–89.
- Verm R., Hilterman F. Lithology-color-coded seismic sections: the calibration of AVO crossplotting to AVO rock properties. *The Leading Edge*. 1995. No 14. P. 847–853.
- Vyzhva S.A., Solovyov I.V., Kruhlyk V.M., Lisny G.D. Modern approaches of gas deposits forecasting in Eastern Ukraine. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: XII International scientific conference*. Kyiv, Ukraine. 2018. November 13–16.
- Vyzhva S.A., Solovyov I.V., Kruhlyk V.M., Lisny G.D. Application of EasySeis software for construction of seismic images on the Dniiper-Donetsk depression. *Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects: XVIII International conference*. Kyiv, Ukraine. 2019. May 13–16. P. 15358.
- Vyzhva S.A., Solovyov I.V., Kruhlyk V.M., Lisny G.D. Application of two-parameter classification of seismic attributes for prediction of hydrocarbon deposits in the Dnieper-Donetsk depression. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: XIII International scientific conference*. Kyiv, Ukraine. 2019. November 12–15.

Vyzhva S.A., Solovyov I.V., Kruhlyk V.M., Lisny G.D. Recommendations for wells drilling in the unfavorable structural-tectonic conditions. *Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects: XIX International conference*. Kyiv, Ukraine. 2020. May 11–14. P. 17135.

Vyzhva S.A., Solovyov I.V., Mykhalevych I.L., Kruhlyk V.M., Lisny G.D. Use of 3D seismic data for detection of hydrocarbon traps within the northern side of the Dnieper-Donetsk depression. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: XIV International scientific conference*. Kyiv, Ukraine. 2020. November 10–13.

REFERENCES

- Castagna J.P., Swan H.W. Principles of AVO crossplotting. *The Leading Edge*. 1997. No 16. P. 337–342 (in English).
- Castagna J.P., Swan H.W., Foster D.J. Framework for AVO gradient and intercept interpretation. *Geophysics*. 1998. No 63. P. 948–956 (in English).
- Chopra S., Castanga J.P. AVO. *SEG, Investigation in Geophysics Series*. 2014. No 16. 288 p. (in English).
- Deutsch C.V. Fortran programs for calculating connectivity of three dimensional numerical models and for ranking multiple realizations. *Computers&Geosciences*. 1998. No 24. 69 p. (in English).
- Foster D.J., Smith S. W., Dey-Sarkar S., Swan H.W. A closer look at hydrocarbon indicators: 63th Annual International Meeting. *SEG, Expanded Abstracts*. 1993. P. 731–733 (in English).
- Foster D.J., Keys R.G., Reilly J.M. Another perspective on AVO crossplotting. *The Leading Edge*. 1997. No 16. P. 1233–1237 (in English).
- Foster D.J., Keys R.G. Interpreting AVO responses: 69th Annual International Meeting. *SEG, Expanded Abstracts*. 1999. P. 748–751 (in English).
- Hoshen J., Kopelman R. Percolation and cluster distribution. Cluster multiple labeling technique and critical concentration algorithm. *Physical Review*. 1976. No 14. P. 3438–3445 (in English).
- Roden R., Chen C.W. Interpretation of DHI characteristics with machine learning. *First Break*. 2017. No 35. P. 55–63 (in English).
- Rutherford S.R., Williams R.H. Amplitude-versus-offset variation in gas sands. *Geophysics*. 1989. No 54. P. 680–688 (in English).
- Vevle M.L., Scorstad A., Vonnet J. Recent developments in object modelling opens new era for characterization of fluvial reservoirs. *First Break*. 2018. No 36. P. 85–89 (in English).
- Verm R., Hilterman F. Lithology-color-coded seismic sections: the calibration of AVO crossplotting to AVO rock properties. *The Leading Edge*. 1995. No 14. P. 847–853 (in English).
- Vyzhva S.A., Solovyov I.V., Kruhlyk V.M., Lisny G.D. Modern approaches of gas deposits forecasting in Eastern Ukraine. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: XII International scientific conference*. Kyiv, Ukraine. 2018. November 13–16 (in English).
- Vyzhva S.A., Solovyov I.V., Kruhlyk V.M., Lisny G.D. Application of EasySeis software for construction of seismic images on the Dnieper-Donetsk depression. *Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects: XVIII International conference*. Kyiv, Ukraine. 2019. May 13–16. P. 15358 (in English).
- Vyzhva S.A., Solovyov I.V., Kruhlyk V.M., Lisny G.D. Application of two-parameter classification of seismic attributes for prediction of hydrocarbon deposits in the Dnieper-Donetsk depression. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: XIII International scientific conference*. Kyiv, Ukraine. 2019. November 12–15 (in English).
- Vyzhva S.A., Solovyov I.V., Kruhlyk V.M., Lisny G.D. Recommendations for wells drilling in the unfavorable structural-tectonic conditions. *Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects: XIX International conference*. Kyiv, Ukraine. 2020. May 11–14. P. 17135 (in English).
- Vyzhva S.A., Solovyov I.V., Mykhalevych I.L., Kruhlyk V.M., Lisny G.D. Use of 3D seismic data for detection of hydrocarbon traps within the northern side of the Dnieper-Donetsk depression. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: XIV International scientific conference*. Kyiv, Ukraine. 2020. November 10–13 (in English).
- Vyzhva S., Lisnyi H., Kruhlyk V. Zastosuvannia hrafichnykh protsesoriv dlia pobudovy seismichnykh zobrazhen heolohichnoho seredovyshcha [The use of graphics processors to build seismic images of the geological environment]. *Visnyk Kyivskoho universytetu. Heolohiia*. 2016. № 75. P. 45–49 (in Ukrainian).
- Vyzhva S., Soloviov I., Kruhlyk V., Lisnyi H. Prohnozuvannia zon pidvyshchenoi porystosti u hlynistykh porodakh skhodu Ukrainy [Forecasting of zones of increased porosity in clay rocks of the east of Ukraine]. *Visnyk Kyivskoho universytetu. Heolohiia*. 2018. № 80. P. 33–39. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.80.04> (in Ukrainian).
- Vyzhva S., Soloviov I., Kruhlyk V., Lisnyi H. Vykorystannia tekhnologii interaktyvnoi klasyfikatsii heolohichnykh til dlia prohnozuvannia pokladiv hazu na skhodi Ukrainy [Use of technology of interactive classification of geological bodies for forecasting of gas deposits in the east of Ukraine]. *Visnyk Kyivskoho universytetu. Heolohiia*. 2019. № 84. P. 70–76. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.84.10> (in Ukrainian).
- Vyzhva S., Soloviov I., Mykhalevych I., Kruhlyk V., Lisnyi H. Vykorystannia kilkykh danykh 3D seismorozvidky dlia vyavlennia pastok vuhlevodniv u mezhakh pivnichnoho bortu Dniprovsko-Donetskoï zapadyny [Use of quantitative 3D seismic data to detect

hydrocarbon traps within the northern side of the Dnieper-Donetsk basin]. *Visnyk Kyivskoho universytetu. Heolohiia*. 2020. № 91. P. 35–41 (in Ukrainian). doi:<http://doi.org/10.17721/1728-2713.91.05>.

Streltsova I.O., Chupryna A.M., Kruhlyk V.M. Vyznachennia naftohazoperspektyvnosti vidkladiv Nyzhnoi Permi v mezhakh Pivdenno-Khrestyshchenskoï ploshchi Dniprovsko-Donetskoi zapadyny iz zastosuvanniam seismichnoho atrybutyvnoho analizu [Determination of oil and gas prospects of Lower Permian sediments within the South Baptismal area of the Dnieper-Donetsk basin using seismic attributive analysis]. *Idei ta novatsii v systemi nauk pro Zemliu [Ideas and innovations in the system of Earth sciences]*: materialy VIII Vseukrainskoi molodizhnoi naukovoï konferentsii [materials of the VIII All-Ukrainian youth scientific conference]. Kyiv, 2019, April 10–12. Kyiv, 2019 (in Ukrainian).

Sergiy
VYZHVA

Doctor of Geological Sciences, Professor, director of the ESI «Institute of Geology», Taras Shevchenko National University, member of the UAG

Ihor
SOLOVYOV

Candidate of Geological Sciences, general director, GeoUnit LLC, member of the UAG

Ihor
MYKHALEVYCH

deputy chief geologist, CUB-GAS LLC

Viktoriia
KRUHLYK

senior geologist, GeoUnit LLC, member of the UAG

Georgiy
LISNY

Doctor of Geological Sciences, Associate Professor, advisor of general director, GeoUnit LLC, member of the UAG

APPLICATION OF DIRECT HYDROCARBON INDICATORS FOR OIL AND GAS PROSPECTING IN THE DNIPRO-DONETS DEPRESSION

Based on the results of numerous seismic studies carried out in the areas and fields of the Dnipro-Donets depression, the strategy to identify hydrocarbon traps in this region has been developed taking into account modern requirements for prospecting and exploration of gas and oil fields. The studies are designed to determine the favorable zones of hydrocarbon accumulations based on the analysis of the structural-tectonic model.

A necessary element for solving such a problem is to apply direct indicators of hydrocarbons to predict traps of the structural, lithological or combined type. It was determined that an effective approach to identify hydrocarbon traps in the region is attribute analysis employing seismic attributes such as seismic envelope, acoustic impedance or relative acoustic impedance. In most cases of practical importance, the analysis of the distribution of the values of these attributes turned out to be sufficient for performing the geological tasks. It is given an example of extracting additional useful information on the spatial distribution of hydrocarbon traps from volumetric images obtained from seismograms of common sources with a limited range of ray angles inclinations.

To analyze the distributions of seismic attribute values, it is recommended to use the Geobody technology for detecting geological bodies as the most effective when using volumetric seismic data. The distributions of various properties of rocks, including zones of increased porosity or zones of presence of hydrocarbons are determined depending on the types of seismic attributes used in the analysis. The use of several seismic attributes makes it possible to identify geological bodies saturated with hydrocarbons with increased porosity and the like.

The paper provides examples of hydrocarbon traps recognition in the areas and fields of the Dnipro-Donets depression practically proved by wells.

A generalization on the distribution of promising hydrocarbon areas on the Northern flank of the Dnipro-Donets depression and the relationship of this distribution with the identified structural elements of the geological subsoil is made.

Keywords: seismic survey; hydrocarbon traps; seismic attributes; geological bodies; direct indicators of hydrocarbons.

РОМЕНСЬКА СОЛЯНОКУПОЛЬНА СТРУКТУРА (ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКА ЗАПАДИНА): ГЕОЛОГІЧНА ІСТОРІЯ ТА НАФТОГАЗОНОСНІСТЬ

УДК 551.243:553.98(477.5)

Віктор ОГАР

доктор геологічних наук, професор ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, член правління Спілки геологів України

Олена ОЛІЙНИК

кандидат геологічних наук, науковий співробітник Інституту геологічних наук НАН України, член Спілки геологів України

Наталія НЕСІНА

кандидат геологічних наук, науковий співробітник ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, член Спілки геологів України



Ф.О. Лисенко (1887–1937)

Описано геологічну будову Роменської солянокупольної структури, з якою пов'язане перше з відкритих у Східному регіоні України Роменське нафтове родовище. Висвітлено історію його відкриття та розроблення, охарактеризовано геолого-геофізичну вивченість району. В результаті узагальнення геолого-геофізичних даних виконано палеотектонічні та палеогеотермічні реконструкції Роменської структури, пов'язані з результатами буріння пошукової свердловини Герасимівська-1. Продемонстровано циклічний переривистий розвиток солянокупольної структури. Показано, що міжсольові карбонатно-глинисті породи нижнього франу є нафтогазоматеринськими та генерували вуглеводні починаючи з раннього візе. За результатами сейсмічних досліджень у північній приштоковій зоні оконтурено піднятий блок. За сейсмопараметричними даними в межах блоку прогнозовано наявність покладів вуглеводнів у гранулярних колекторах візейського та серпуховського ярусів, а також у приштоковій брекчії. Потенційно нафтогазоносними можуть виявитися карбонатні колектори нижньої частини баширського ярусу, продуктивність яких встановлено на Великобубнівському родовищі.

Ключові слова: солянокупольна структура; генерація вуглеводнів; Роменське нафтове родовище; сейсмопараметричний аналіз.

ВСТУП

Відкриття першого в східній частині України Роменського нафтового родовища пов'язане з дослідженнями Роменської солянокупольної структури. Розташований не березі р. Сули поблизу давнього поселення Аксютинці (зараз с. Пустовітівка Роменського району Сумської області) пагорб («гора») Золотуха, що на відстані 6 км від сучасного міста Ромнів, здавна цікавив дослідників. Адже тут спостерігалися незвичайні для цих країв виходи гіпсів та діабазів, природа яких тривалий час залишалася дискусійною. Проведення докладних геологічних досліджень цієї місцевості було розпочато в 1932 році. Тоді під керівництвом співробітника Українського науково-дослідного геологічного інституту (нині Інститут геологічних наук НАН України) Ф.О. Лисенка на горі Золотуха було розпочато буріння з метою пошуків гіпсів та калійних солей. Улітку 1936 року було виявлено перші нафтопрояви в керні, а вже через рік, у 1937 році, під час випробування свердловини № 2-біс Ромни було отримано першу нафту, що ознаменувало відкриття нової нафтогазоносної провінції Європи.

Про історію відкриття першого нафтового родовища Східного регіону України й трагічну долю його першовідкривача, професора Федора Остаповича Лисенка (розстріляно в 1937 році, реабілітовано в 1956 році) докладно написано в статті, що вийшла друком на шпальтах журналу «Геолог України» (Созанський, 2004).

З часу відкриття першого родовища до наших часів у Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) відкрито понад дві сотні родовищ вуглеводнів. Розроблення частини з них уже завершено, але чимала кількість родовищ ще на завершальних стадіях розроблення. Поява та запровадження нових технологій у пошуках, розвідці та видобуванні вуглеводнів означають нові можливості як для відкриття невідомих, так і довивчення виснажених та повністю виведених із розробки родовищ. Поміж останніх – найдавніше з відкритих у ДДЗ Роменське нафтове родовище, промислове розроблення якого завершено ще в 1951 році (Атлас родовищ нафти і газу України, 1998).

Метою статті є узагальнення даних щодо геологічної будови та нафтогазоносності

Роменської солянокупольної структури, реконструкція її геологічної історії та оцінка перспектив виявлення нових покладів вуглеводнів на основі нових сейсмічних даних.

ГЕОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНА ВИВЧЕНІСТЬ РАЙОНУ

Після відкриття Роменського нафтового родовища в 1930–1950-х роках геологи і геофізики активно вивчали геологічну будову Роменської брахіантикліналі, уточнювали контури соляного штоку, глибину залягання й зону розташування брекчії кепроку (*Атлас родовищ нафти і газу України, 1998; Несіна, 2009*). У цей період було проведено варіометрію, що дало змогу оконтурити пов'язаний із соляним штоком Роменський гравітаційний мінімум. Водночас, за даними магнітометрії, було виявлено аномалії, обумовлені скупченнями базальтових брил на окремих ділянках кепроку. Сейсморозвідувальними роботами МВХ (метод відбитих хвиль) та КМЗХ (кореляційний метод заломлених хвиль) оконтурено Роменський соляний шток, побудовано структурні карти Роменської брахіантикліналі та карту ізогіпсу покрівлі солі. 1988 року завершено роботи на регіональному опорно-параметричному профілі МЗГТ (метод загальної глибинної точки) Березняки – Недригайлів, який разом з іншими підняттями осадового чохла перетнув виявлене раніше Герасимівське підняття. Інтерпретація результатів робіт КМЗХ підтвердила, що Герасимівська структура має північно-західне простягання осі та асиметричну форму з крутіше нахиленим південним крилом.

У 2007–2008 роках польовою сейсмічною експедицією ЗАТ «Укрнафтогазгеофізика» було проведено сейсморозвідувальні дослідження МСГТ (метод спільної глибинної точки) 2D, у результаті яких було відпрацьовано 17 розвідувальних профілів за технологією поздовжньо-непоздовжного 2D-профілювання, 5 зв'язувальних профілів та 1 косий профіль за технологією поздовжнього 2D-профілювання загальною довжиною 255 погонних км (*Несіна, 2009*).

Інтенсивне пошуково-розвідувальне буріння на Роменській структурі було розпочато одразу після відкриття родовища. В довоєнний період було пробурено 24 пошукові та розвідувальні свердловини глибиною від 305 до 2144 м, значну частину яких було ліквідовано з технічних причин. П'ять свердловин було пробурено під час окупації (лише одна з них виявилася продуктивною) і 12 – у післявоєнний період. Пробурені за останні десятиліття свердловини на Герасимівській, Зинівській та Вовківцівській структурах, що розміщені поблизу від Роменської структури, нових покладів вуглеводнів не виявили. Пошукову свердловину Герасимівську-1 (глибиною 2740 м), що розміщена на південно-східному крилі Роменської солянокупольної структури, закінчено бурінням у 1986 р. На різних стратиграфічних рівнях вона розкрила виключно обводнені горизонти.

Геолого-геофізичні матеріали щодо соляного тектогенезу ДДЗ загалом та Роменської структури зокрема було проаналізовано та узагальнено низкою дослідників (*Китык, 1970; Рослий, 2006; та ін.*).

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

Роменська солянокупольна структура знаходиться в межах північної прибортової зони ДДЗ поблизу північного крайового розлому (*рис. 1*). Роменське підняття є асиметрично брахіантиклінальною складкою північно-західного простягання, ускладненою в склепінній частині грибоподібним соляним штоком із дочетвертинним рівнем підняття солі. Складку розбито різноспрямованими розломами на низку блоків. Її північне крило відносно полого, південне переходить у крутий схил Бобрицької компенсаційної мульди. У приштоковій зоні палеозойські та мезозойські утворення стрімко здіймаються вгору, залягаючи під кутами 25–60° (*рис. 2*).

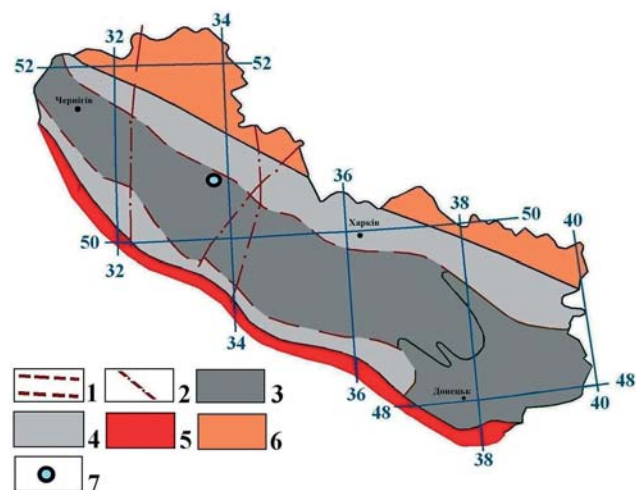


Рисунок 1. Схематична тектонічна карта Дніпровсько-Донецької западини: 1 – крайові розломи; 2 – поперечні розломи; 3 – грабен (рифт); 4 – прибортові зони; 5 – північний борт; 6 – південний борт; 7 – місце розташування Роменської та Герасимівської структур

Докембрійський фундамент бурінням не розкрито. За даними КМЗХ, він залягає на глибині 6,5–7,0 км. Девонські відклади на Роменській та Герасимівській структурах складено кам'яною сіллю євлановського та лівенського горизонтів (верхня частина франського ярусу; нижній соленосий комплекс). Солі містять прошарки сланців, вапняків, ангідритів, брили діабазів. Розкрита свердловиною № 10-р товщина солі сягає 1660 м, при цьому товщина діабазової й глинисто-вапнякової брекчії кепроку становить 33–380 м. Породи міжсолевого, верхнього соленосного й надсолевого комплексів у районі Роменської антикліналі не розкрито. Свердловинами, що розміщені поблизу північного контуру Роменської структури, Вовківцівською-1 на глибині 2873–3300 м та Зинівською-1 на глибині 2870–3050 м, розкрито міжсолеві відклади, що належать до задонського та елецького горизонтів нижнього фамену (*Котляр, 2013*). На низці структур ДДЗ виявлено потужну «руднянську світу» (нижню частину воронезького горизонту, верхньофранського під'ярусу) – карбонатно-глинисту товщу, яка має регіональне поширення та за літофаціальними, геохімічними і палеотермічними показниками, ймовірно, є нафтогенеруючою (*Олійник, Мачуліна та ін., 2018*).

Кам'яновугільні утворення в складі всіх трьох відділів незгідно залягають на девонських. У північно-східній частині та в межах соляного штоку Роменської структури турнейський ярус відсутній. Свердловиною Герасимівською-1 його розкрито на її південно-східному крилі в інтервалі 2376–2505 м. Це перешаровування аргілітів і пісковиків із малопотужними проверстками алевролітів. Візейський ярус у складі двох під'ярусів розкрито тією самою свердловиною в інтервалі 1861–2376 м. Нижньо-візейські відклади незгідно залягають на турнейських та утворюють дві товщі: нижню – піщано-глинисту й верхню – глинисто-карбонатну. Верхньовізейська частина розрізу складена чергуванням аргілітів, алевролітів, пісковиків та вапняків. Товщина нижнього візе у свердловині Герасимівська-1 становить 73 м, верхнього візе – 200–410 м. Схожі за своїм літологічним складом до верхньовізейських відклади серпуховського ярусу залягають незгідно на візейських та мають товщину 214 м.

Середній відділ у складі башкирського й московського ярусів незгідно залягає на серпухові. У складі башкирського ярусу виділено дві товщі: нижню (малопотужну) – карбонатно-глинисту й верхню – глинисто-алевролітову. Вапняки нижньої товщі утворюють регіонально поширену башкирську «плиту», що є хорошим маркуючим репером та сейсмічним горизонтом V62. Товщина башкирських відкладів становить 60–290 м.

Піщано-глиниста товща московського ярусу і верхнього карбону нарощує розріз кам'яновугільної системи; її товщина становить 245–450 м. Різко незгідно на карбоні залягає теригенно-сульфатно-карбонатна товща нижньої пермі, яка повністю виклинюється на північ від свердловини Герасимівська-1.

Мезокайнозой складається переважно з піщано-глинистих порід. Лише верхня крейда є відносно одноманітною мергельно-крейдяною товщею. Товщина мезокайнозою в межах Роменської та Герасимівської структур сягає 1000–1250 м. При цьому товщина палеогену різко збільшується в суміжній із Роменською структурою Бобриньській западині від 278–520 до 800 м.

За результатами аналізу товщин (Рослий, 2006) оцінено відносні швидкості осадконакопичення протягом геологічної історії району. Для території розміщення свердловини Герасимівська-1 максимальні значення швидкостей відповідають середньо- і пізньодевонській епохам, пізньовізейському часу, башкирському віку, середні – турнейському та московському вікам, мінімальні – ранньовізейському часу і серпуховському віку.

Отже, характерними особливостями будови Роменської структури є наявність різко виражених кутових і стратиграфічних незгідностей, а також мінливий склад і товщина стратиграфічних підрозділів на південному й північному крилах Роменської структури. Найзначніші незгідності встановлено між відкладами пермі й карбону, крейди та юри, верхньої та нижньої крейди, крейди й палеогену. Пермські, триасові та юрські породи в присклепінній частині структури повністю розмиті (рис. 2).

Кепрок штоку перекривають четвертинні відклади, місцями він виходить на денну поверхню (гора Золотуха). Брекчія кепроку Роменського штоку складена

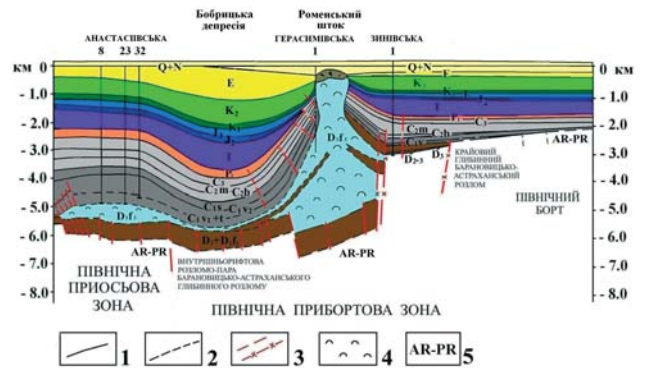


Рисунок 2. Фрагмент схематичного сейсмогеологічного розрізу за регіональним профілем МЗГТ Березняки – Недригайлів через Герасимівську структуру (за даними об'єднання «Укргеофізика»): 1 – розриви; 2 – розриви; 3 – кам'яна сіль; 4 – породи кепроку; 5 – докембрійський фундамент

переважно глинисто-вапняковими та гіпсовими різновидами. Крім того, трапляється діабазова брекчія, найпоширеніша в південній частині Роменської складки.

На південному сході Роменська структура ускладнена Герасимівським підняттям, основну роль у формуванні якого відіграв соляний тектоногенез (рис. 3).

НАФТОГАЗОНОСНІСТЬ

Роменське родовище було введено в розроблення в 1939 році та експлуатувалося до 1951 року. З 13 експлуатаційних свердловин завглибшки 350–550 м, розташованих на західній ділянці родовища, до 1951 року було видобуто 10 тис. т нафти. Дебіти нафти були незначними (у початковий період 0,2–4,0 т/добу), кількість води в нафтоводяній суміші становила 20–35%. Роменське родовище малорозмірне з незначними запасами й непостійним режимом. Колектори складено брекчією кепроку й належать до літологічно обмежених (Атлас родовищ нафти і газу України, 1998). На Роменському нафтовому родовищі виділялося два типи нафти: легка – з малим вмістом сірки й парафінів, а також важка – з високим. Це було пов'язано з наявністю щонайменше двох джерел її генерації.

Поміж інших заслуговують на увагу дані щодо нафтоносності башкирських відкладів, розкритих ще всередині минулого століття свердловиною 16К у межах східної перикліналі Роменської структури (Несіна, 2009).

Під час буріння пошукової свердловини Герасимівська-1 (1984–1986 рр.), розміщеної в південній приштоковій зоні, нафтогазопрояви не спостережено. В керні, піднятому зі свердловини, ознак нафтогазонасиченості також не виявлено. Свердловина розкрила горизонти з колекторами, проте всі вони виявилися водонасиченими. На ділянках, розташованих поблизу Роменської солянокупольної структури, знаходяться Великобубнівське, Південнопанасівське нафтогазоконденсатні родовища, Східнорогинцівське і Житне нафтові родовища. Продуктивними є горизонти візейського (від В-15 до В-26) та серпуховського (від С-6 до С-9) ярусів (Атлас родовищ нафти і газу України, 1998). Незвичайною для

регіону є порівняно недавно виявлена нафтогазоносність карбонатних порід башкирського ярусу Великобунівського родовища (горизонти Б-9, Б-10) (Прокопів, Кучер та ін., 2015; Ткаченко, 2016).

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

В основу статті покладено результати палеогеотермічного моделювання за результатами буріння свердловини Герасимівська-1, палеотектонічні реконструкції Роменської та Герасимівської структур за узагальненням комплексу геолого-геофізичних даних, а також результати сейсмічних досліджень, проведених на Роменській структурі в 2007–2008 роках польовою сейсмічною експедицією ЗАТ «Укрнафтогазгеофізика». Аналіз сейсмічних матеріалів здійснювали в Центрі обробки геолого-геофізичної інформації в системі Focus, інтерпретацію сейсмічних даних виконували в Центрі інтерпретації геолого-геофізичної інформації ЗАТ «Концерн "Надра"» у програмному комплексі Petrel компанії Schlumberger. Остаточний звіт про результати сейсморозвідувальних робіт складено ТОВ «Інтегровані нафтогазові технології» (Несіна, 2009).

Основна теоретична ідея методу палеотектонічних профілів базується на принципі вирівнювання покривель товщ, оскільки так відображається та «нульова» поверхня («рівень компенсації»), яка в інших методах палеотектоніки безпосередньо не фігурує. Палеотектонічні профілі дають змогу відтворити історію формування й зростання соляного ядра з кепроком упродовж конкретних відрізків геологічної історії.

Палеогеотермічне моделювання реалізовано під час побудови палеогеотермічного графіку занурення порід у зони нафтогазогенерації за даними буріння свердловини Герасимівська-1. На графіку за віссю ординат відкладено стратиграфічний розріз із товщинами стратиграфічних підрозділів, за віссю абсцис – стратиграфічну шкалу. Крім того, нанесено ізотерми, положення кожної з яких залежить від глибини і геологічного часу.

За сейсморозвідувальними даними МСГТ 2D із застосуванням програмного пакету Petrel побудовано тривимірну модель Роменської структури. Для прогнозування ділянок та інтервалів розрізу з покращеними колекторськими властивостями використано результати сеймопараметричного аналізу, зіставлені з результатами буріння свердловини Герасимівська-1. Проаналізовано розрізи та карти параметричних характеристик хвильового поля: розподіл значень миттєвих частот, миттєвих амплітуд, миттєвих фаз, відносних значень ПАК, параметрів Petrel «Relative acoustic impedance» і «Chaos» та комплексного атрибута. Із вказаних найінформативнішим виявився параметр миттєва частота (Petrel «Instantaneous Frequency») – часова похідна від фази. Породини-колектори зазвичай знижують високочастотні компоненти, тому цей параметр характеризує якість колекторів, даючи змогу визначати ділянки розвитку порід з покращеними колекторськими властивостями.

РЕЗУЛЬТАТИ

Палеотектонічний аналіз. Узагальнення та аналіз наявних геолого-геофізичних даних стали основою для побудови палеотектонічних профілів (профілів вирівнювання), що зображено на *рисунку 4*. Вони свідчать про те, що Роменський відкритий шток формувався тривалий час: від пізнього девону до сучасної епохи. У середньодевонську епоху на поверхні кристалічного фундаменту відклалися утворення підсоляного комплексу, а наприкінці франського віку – нижня соленосна товща. На початку середнього фамену на поверхні франської соляної товщі утворилася теригенно-глиниста міжсоляна товща, що була перекрита верхньою соленосною товщею лебедянського горизонту (*рис. 4, I*).

Формування Роменської та Герасимівської структур розпочалося на межі середньо- і пізньокам'яновугільної епох у результаті течії девонських солей, що позначилося на деструкції «міжсоляної» товщі й вигину залеглих вище шарів (*рис. 4, II–III*).

Упродовж кам'яновугільного–нижньопермського періодів розвиток структур був повільним, але на початку пізньої пермі відбулося стрімке пришвидшення росту, що призвело до денудації нижньопермських і частини верхньокам'яновугільних відкладів (*рис. 4, IV*).

Основний етап формування солянокупольної структури закінчився наприкінці юрського періоду (*рис. 3, V–VI*). Надалі відбувався її повільний розвиток з одночасним осадконакопиченням; пошкваллення росту зафіксовано на межі тріасу та юри і на початку ранньої крейди. Бурхливе здійснення відбулося на рубежі пізньої крейди й палеогену, що позначилося на розмиві відкладів. На південному

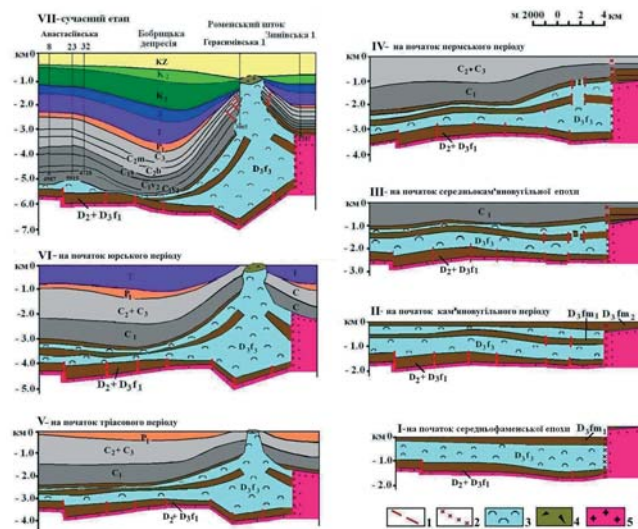


Рисунок 4. Схематичні палеотектонічні профілі через Роменську солянокупольну структуру: 1 – границі стратиграфічних комплексів за даними буріння, 2 – розломи, 3 – кам'яна сіль, 4 – брекчія кепроку, 5 – докембрійський кристалічний фундамент. Етапи розвитку: I – на початок середньодевонського часу, II – на початок кам'яновугільного періоду, III – на початок середньокам'яновугільної епохи, IV – на початок пермського періоду, V – на початок тріасового періоду, VI – на початок юрського періоду, VII – до сучасного етапу

крилі підняття протягом пізньої крейди і палеогену завдяки постійному відтоку солі з півдня в напрямку штока формувалася широка компенсаційна Бобрицька мульда, водночас продовжувала свій розвиток Герасимівська структура. Пізніше у неогеновий і четвертинний періоди на тлі загального підйому регіону Роменський та інші штоки цього типу продовжували активно рости (рис. 4, VII), переконливим доказом чого є відбиток Роменського штоку в сучасному рельєфі (гора Золотуха).

За спостереженнями В.І. Кітика (Кітик, 1970), Роменська солянокупольна структура, що належить до солянокупольних структур відкритого типу (соляні маси періодично проникають на поверхню), формувалася циклічно. Упродовж першого циклу соляного тектогенезу солі проникали на поверхню в передкам'яновугільний час, що призвело до розмивання надсолевих девонських утворень у склепінні складки. У турнейський вік зрізана ерозійним розмивом складка була трансгресивно перекрита осадовими породами; відбувалося лише потовщення соляного ядра. Далі структура розвивалася за відкритими циклами до юрського періоду включно – соляні відклади виходили на поверхню в передпізньпермський і передюрський час. У крейдовий період зростання соляного масиву відбувалося одночасно з осадконакопиченням.

Привертає увагу зміна характеру деформації соляних порід у процесі утворення ядра протикання. На початковому етапі ядро формується шляхом внутрішньопластової течії соляних порід і потовщення верств. Після проникнення солі у залеглі вище відклади й утворення штоко- або гребнеподібного соляного тіла верхня його частина поступово втрачала безпосередній зв'язок із верствами материнської товщі солі, перетворюючись на пасивний «корок», який нарощувався знизу й підіймався догори.

ПАЛЕОГЕОТЕРМІЧНИЙ АНАЛІЗ

Результати буріння свердловини Герасимівська-1 покладено в основу палеогеотермічних досліджень. Геологічну будову Герасимівської структури встановлено в результаті сейсмічних досліджень МЗГТ. За відбивальним горизонтом Vв3 вона є крутозануреною на південний захід «напівскладкою» північно-західного простягання, розташованою на південно-східному схилі Роменського соляного штоку (рис. 5). Її південно-західне крило ускладнене скидом з амплітудою 100 м. Крила та перикліналі складки асиметричні: північно-східне крило коротше ніж південно-західне, південно-західна перикліналь відносно довга й полого.

За нижньовізейським структурним планом Герасимівська структура має розміри 9–10 км у контурах ізогіпсу –3200 м. Амплітуда підняття 1200 м, кут падіння нижньовізейських порід – 45°. Угору за розрізом структура зберігає північно-західне простягання, видовжену форму, але стає більш пологою. Кут падіння середньокам'яновугільних відкладів становить 25°, крейдових – 15°. Структура ускладнена численними поздовжніми й поперечними скидами. У межах перикліналі гравіметричними роботами виявлено локальні аномальні ділянки, які пов'язують із прихованими підняттями.

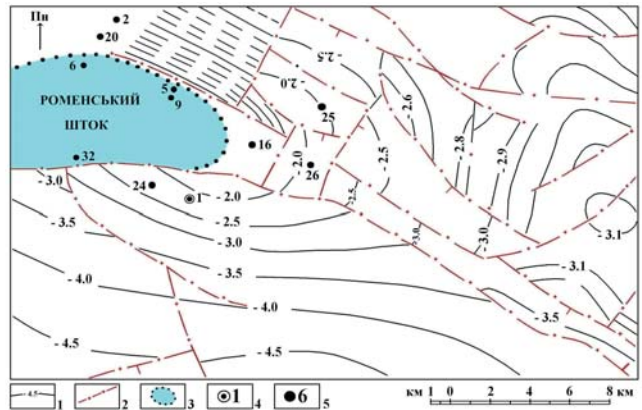


Рисунок 5. Структурна карта Герасимівської площі за відбивальним горизонтом Vв3(C1v1) (за даними УкрДГРІ, Київське відділення)
 1 – ізогіпси, 2 – розриви, 3 – контури Роменського соляного штоку, 4 – свердловина Герасимівська-1, 5 – інші свердловини

Стратиграфічне розчленування розкритого свердловиною розрізу проведено на основі літологічно-петрографічних і мікрофауністичних досліджень керна матеріалу й зіставлено з матеріалами геофізичних досліджень свердловин, пробурених на сусідніх площах (Несіна, 2009).

Сучасний термоградієнт для Герасимівської структури розраховано так: 85° С/3,0 км = 28,3°С/км. Значення палеоградієнтів обчислено з урахуванням коефіцієнта 1,15 у зв'язку з прогресуючим охолодженням осадового чохла: 28,3×1,15 = 32,5° С/км (50 млн років); 32,5×1,15 = 37,4° С/км (100 млн років) і т.ін.

Значення глибин залягання палеоізотерм отримано діленням їхніх значень на полеоградієнти відповідного часу. Наприклад, глибина залягання ізотерми 60°С дорівнювала: 60/32,5 = 1,85°С/км (50 млн років); 60/37,4 = 1,60°С/км (100 млн років) і т.ін.

З рисунку 6 вбачається, що міжсольова товща опинилася в головній зоні нафтогенерації (ГЗНГ) (60–90°С) у ранньому візі й перебувала в цій зоні до середини серпуховського віку (тривалість 19,2 млн років). Занурення продовжувалося до башкирського віку (тривалість 12,7 млн років), коли міжсольові відклади опинилися в зоні МК₃ (90–130°С). З башкирського віку до середньотріасової епохи товща перебувала під впливом температур 130–160°С (тривалість 83,2 млн років). На початку тріасового періоду вона почала підніматися в зону МК₃ (90–130°С), де розміщується й зараз, перебуваючи в ГЗНГ (загальна тривалість 218,3 млн років).

Турнейський комплекс наприкінці серпуховського віку і до середини пізнього карбону (тривалість 25 млн років) був занурений у зону 60–90°С. У зоні 90–130°С перебувала лише підшва турнейської товщі упродовж 18,55 млн років. Із середини ранньої пермі до початку середньої юри (тривалість 89,7 млн років) турнейські породи перебували в діапазоні температур 60–90°С, а з середньої юри до середини ранньої крейди (тривалість 55,4 млн років) вони вийшли з ГЗНГ

взагалі. Із середини ранньої крейди до початку палеогену товща на деякий час (47 млн років) занурилася в зону 60–90°C, але в еоцені (тривалість – 20,1 млн років) знову вийшла із зони генерації. З еоцену й дотепер турнейські відклади перебувають під впливом температур 60–90°C (тривалість – 12,26 млн років).

За графіком занурення свердловини Герасимівська-1 (рис. 6), з'ясовано, що тепловий режим був найсприятливішим для генерації вуглеводнів (ВВ) з міжсольової збагаченої органікою карбонатно-глинистої товщі воронезького горизонту. Відповідно, глибинний інтервал ГЗНГ у свердловині Герасимівська-1 коливається від 1180 до 4120 м. Міжсольову товщу в межах Герасимівської площі (Роменський шток) можна зіставити з промислово нафтогазоносним інтервалом сусіднього Козіївського родовища, а регіонально – з Прип'ятським прогином. Підсольова товща також перебувала під впливом температур, що сягали 170°C і більше, та могла генерувати ВВ. Генераційні можливості турнейських відкладів обмежені. Молодші утворення не досягали ГЗНГ.

Сейсмогеологічні дані. За результатами сейсмічних досліджень деталізовано геологічну будову Роменського нафтового родовища за відкладами середнього і нижнього карбону, вдосконалено тектонічну модель Роменської солянокупольної структури, уточнено контури соляного штоку з кепроком, проаналізовано параметричні характеристики хвильового поля.

Побудови за відбивальними горизонтами вказують на достатню узгодженість структурних планів проаналізованих частин розрізу. На всіх стратиграфічних рівнях чітко простежується Роменська брахіантикліналь північно-західного простягання, яка в центральній частині ускладнена соляним штоком.

З допомогою пакета Petrel побудовано об'ємну модель за умовною поверхнею солі, яка дала змогу уточнити уявлення про характер контакту соляного штоку з нормально залеглими осадовими породами (рис. 7). Згідно з побудованою геологічною моделлю шток має видовжену форму у плані. На рівні відкладів нижнього карбону видно, що соляні маси проникали в перекривні осадові породи розломами субширотного простягання. Розміри штоку на рівні відкладів нижнього карбону в плані становлять 2×8 км. Породи осадового чохла, що прилягають до його північної стінки, розбиті розломами з амплітудами 10–40 метрів.

Виконані структурні побудови не дали можливості закартувати нові перспективні пастки антиклінального типу. Натомість як перспективний розглядають вузький субширотно орієнтований піднятий тектонічний блок у північній приштоковій зоні Роменської структури (рис. 8). Перспективи його нафтогазоносності пов'язують із брекчією кепроку, башкирськими, верхньосерпуховськими та верхньовізейськими відкладами.

На якісному рівні оцінено ділянки поширення порід із покращеними колекторськими властивостями, локалізованих у башкирських, серпуховських і візейських товщах. Для цього застосовано сеймопараметричний аналіз і зіставлення його результатів із даними буріння свердловини Герасимівська-1.

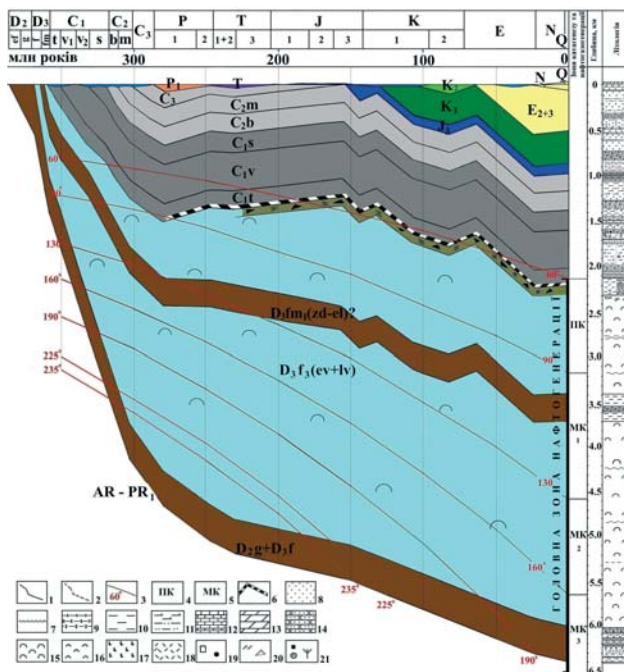


Рисунок 6. Палеогеотермічний графік занурення в зону нафтогазогенерації в межах Герасимівської структури (за даними свердловини Герасимівська-1):

- 1 – границі стратиграфічних горизонтів;
- 2 – умовна поверхня кристалічного фундаменту;
- 3 – ізотерми (підстадії: МК1 – 90–130°C; МК2 – 130–160°C; МК3 – 160–190°C; МК4 – 190–225°C і МК5 – 225–235°C);
- 4 – протокатагенез (ПК); 5 – мезокатагенез (МК);
- 6 – верхня межа зони нафтогенерації;
- 7 – стратиграфічні незгідності;
- 8 – піски; 9 – доломіти; 10 – аргіліти;
- 11 – алевроліти й алеврити; 12 – вапняки; 13 – мергелі;
- 14 – пісковики; 15 – сіль; 16 – ангідрити; 17 – діабазі;
- 18 – туфи й туфити; 19 – включення вуглистої речовини;
- 20 – уламки порід; 21 – пірит, рослинні рештки, вапняки

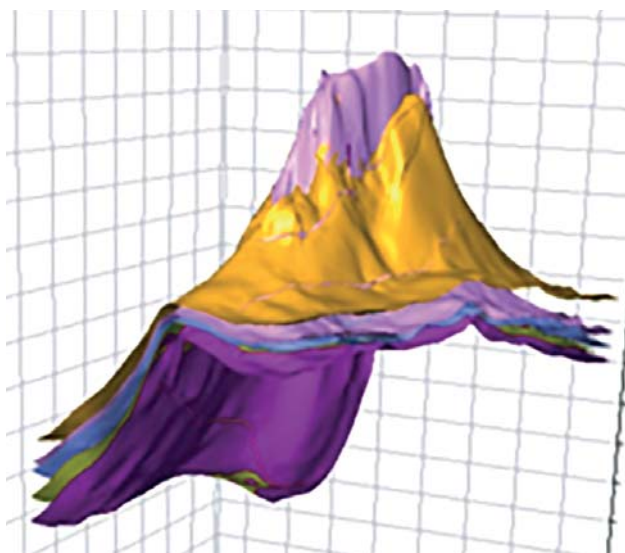


Рисунок 7. Структурно-тектонічна модель Роменської солянокупольної структури, виконана з допомогою програмного пакета Petrel (Несіна, 2009)

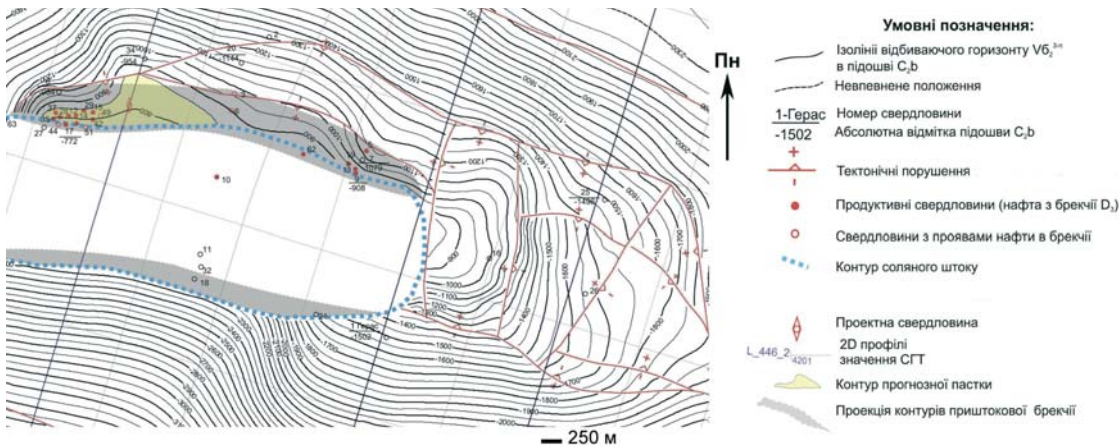


Рисунок 8. Фрагмент структурної карти за відбивальним горизонтом V6₂³⁻ⁿ (Несіна, 2009)

Нижня частина башкирського ярусу, що відповідає башкирській «плиті» (її товщина на Роменській площі 50 м), на картах параметрів хвильового поля характеризується підвищеними значеннями миттєвих амплітуд у північній приштоковій зоні (рис. 9).

Схожий розподіл миттєвих амплітуд спостерігається також на рівні верхньої частини серпуховських (горизонти С-6 – С-9) та верхньої частини верхньовізейських (горизонти В-15, В-16) відкладів.

За аналогією з сусідніми родовищами, де горизонти В-15–В-20 є нафтогазоносними, та на основі зіставлення результатів параметричного аналізу з результатами буріння свердловини Герасимівська-1, верхньовізейський під'ярус може бути очікувано продуктивним на Роменській структурі. Перспективними також можуть бути породи верхньої частини серпуховського ярусу (горизонти С-6, С-7, С-8).

За відбивальним горизонтом V6₂³⁻ⁿ у нижній частині башкирського ярусу Роменська складка успадковує форму брахіантикліналі з асиметричними крилами – пологим на півночі й крутшим на півдні. Враховуючи те, що в середині минулого століття зі свердловини № 16-К у межах Роменського нафтового родовища було отримано нафту з відкладів середнього карбону, потенційно продуктивними можна також вважати відклади башкирської карбонатної «плити» (продуктивний горизонт В-10). Окрім того, про це свідчать дані

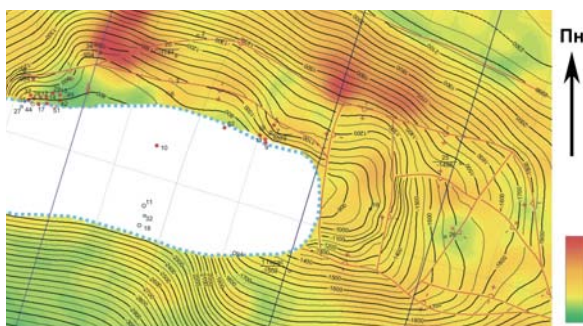


Рисунок 9. Фрагмент карти розподілу миттєвих амплітуд у нижній частині башкирського ярусу (Несіна, 2009)

Великобубнівського родовища, де порівняно недавно з горизонтів В-9 та В-10 отримано промислові припливи вуглеводнів (Прокопів та ін., 2015; Ткаченко, 2016).

ВИСНОВКИ

За даними палеотектонічних досліджень формування Роменської солянокупольної структури розпочалося на початку середньокам'яновугільної епохи. Далі її розвиток був багатофазним. Основними рубежами формування Роменської структури були: московський, передпізньопермський, передтріасовий, передюрський, передкрейдовий та передпалеогеновий. Ці рубежі відповідають висхідним фазам коливальних рухів у межах ДДЗ і належать до періодів регіональних підняттяв.

За результатами палеогеотермічного моделювання, генерація вуглеводнів розпочалася в ранньому візехі й продовжується дотепер. За графіком занурення, що ґрунтується на даних свердловини Герасимівська-1, з'ясовано, що найсприятливішим для генерації ВВ був тепловий режим міжсольової товщі, де основними нафтогазогенеруючими породами, ймовірно, є збагачені органікою карбонатно-глинисті (доманікоїдні) породи «руднянської світи» франського ярусу.

Перспективи Герасимівського підняття, що примикає до Роменської солянокупольної структури з південного сходу, засвідчили наявність колекторів у візейському, серпуховському та башкирському ярусах. Однак розріз свердловини виявився обводненим, тому перспективи Герасимівської структури розглядаються як обмежені.

Натомість піднятий блок у північній приштоковій зоні визначено як перспективний, що підтверджено даними сейсмопараметричного аналізу на рівні візейського, серпуховського та башкирського ярусів, а також приштокової брекчії.

Прогноз нафтогазоносності північної ділянки ґрунтується також на аналогії з сусідніми родовищами. Важливою є наявність карбонатних колекторів у нижньому башкирі, нафтогазоносність яких встановлено на розташованому неподалік Великобубнівському родовищі.

**СПИСОК
ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- Атлас родовищ нафти і газу України: в 6 т. Львів: Центр Європи, 1998. Т. 1. 494 с.
- Китык В.И. Соляная тектоника Днепровско-Донецкой впадины. Киев: Наукова думка, 1970. 203 с.
- Котляр О.Ю. Девон Доно-Дніпровського прогину. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України. Київ: Логос, 2013. С. 217–246.
- Несіна Н.І. Звіт про проведення сейсмозвідувальних робіт 2D МСГТ (поздовжньо-непоздовжнє профілювання) на Роменській площі в північно-західній частині північної прибортової зони ДДЗ. Київ: Інтегровані нафтогазові технології, 2009. 203 с.
- Олійник О.П., Мачуліна С.О., Куріленко В.С. Геологія і перспективи нафтогазоносності воронезької товщі Висачківсько-Ромоданівської структури. *Нафтогазова промисловість України*. 2018. № 1. С. 3–6.
- Прокопів В.Й., Кучер С.Ф., Нестеренко М.Ю., Федоришин Ю.І., Балацький Р.С. Петрофізичні властивості карбонатних порід башкирського ярусу Великобубнівського нафтогазоконденсатного родовища. *Нафтогазова галузь України*. 2015. № 4. С. 5–8.
- Рослий І.С. Регіональний рифтогенез, геодинаміка і нафтогазоносність Дніпровсько-Донецького авлакогену: монографія. Київ: УкрДГРІ, 2006. 330 с.
- Созанський В. Феномен Лисенка. *Геолог України*. 2004. № 2. С. 69–74.
- Ткаченко О. Основні характеристики карбонатних відкладів башкирського ярусу (на прикладі Великобубнівської площі ДДЗ). *Вісник Київського університету. Геологія*. 2016. № 3 (74). С. 23–32.

REFERENCES

- Atlas rodovysch nafty i hazu Ukrainy [Atlas of oil and gas fields of Ukraine]: v 6 t. Lviv: Tsentr Yevropy, 1998. Vol. 1. 494 p. (in Ukrainian).
- Kityk V.I. Soljanaja tektonika Dneprovsko-Donetskoy vpadiny [Salt tectonics of the Dnieper-Donetsk depression]. Kiev: Naukova dumka, 1970. 203 p. (in Russian).
- Kotliar O.Yu. Devon Dono-Dniprovs'koho prohynu. [Devonian of the Don-Dnipro Trough]. Stratyhrafiiia verkhnoho proterozoioi ta fanerozoioi Ukrainy [Stratigraphy of Upper Proterozoic and Phanerozoic of Ukraine]. Kyiv: Lohos, 2013. P. 217–246 (in Ukrainian).
- Nesina N.I. Zvit pro provedennia seismorozviduvalnykh robot 2D MSHT (pozdozhno-nepozdozhnie profiluвання) na Romenskii ploshchi v pivnichno-zakhidnii chastyni pivnichnoi prybortovoi zony DDZ [Report on 2D MSGT (longitudinal-non-longitudinal profiling) seismic investigation on Romny area in the north-western part of the northern near-edge zone of DDB]. Kyiv: Intehrovani naftohazovi tekhnolohii. 2009. 203 p. (in Ukrainian).
- Oliinyk O.P., Machulina S.O., Kurilenko V.S. Heolohiia i perspektyvy naftohazonosnosti voronezkoï tovshchi Vysachkivsko-Romodanivskoi struktury [Geology and prospects of oil and gas bearing capacity of the Voronezh field Visachkiv-Romodanovska structure]. *Naftohazova promyslovist Ukrainy*. 2018. No 1. P. 3–6 (in Ukrainian).
- Prokopiv V.I., Kucher S.F., Nesterenko M.Iu., Fedoryshyn Yu.I., Balatskyi R.S. Petrofizychni vlastyvyosti karbonatnykh porid bashkyrskoho yarusu Velykobubnivskoho naftohazokondensatnoho rodovysycha [Petrophysical properties of carbonate rocks of Bashkirian stage of Velykobubnovske oil and gas condensate field]. *Naftohazova haluz Ukrainy*. 2015. No 4. P. 5–8 (in Ukrainian).
- Roslyi I.S. Rehionalnyi ryftohenez, heodynamika i naftohazonosnist Dniprovs'ko-Donetskoho avlakohenu [Regional rifting, geodynamics and oil and gas potential of the Dniepro-Donets aulacogen]: monohrafiiia [monogr.]. Kyiv: UkrDHRI, 2006. 330 p. (in Ukrainian).
- Sozanskyi V. Fenomen Lysenka [Lysenko's phenomenon]. *Heoloh Ukrainy*. 2004. No 2. P. 69–74 (in Ukrainian).
- Tkachenko O. Osnovni kharakterystyky karbonatnykh vidkladiv bashkyrskoho yarusu (na prykladi Velykobubnivskoi ploshchi DDZ) [Main characteristics of the Bashkirian carbonate sediments (illustrated by the example of the Velyki Bubny field of the Dnipro-Donets Depression)]. *Visnyk Kyivskoho universytetu. Heolohiia*. 2016. No 3 (74). P. 23–32 (in Ukrainian).

ROMNY SALT DOME STRUCTURE (DNIPRO-DONETS BASIN): GEOLOGICAL HISTORY AND HYDROCARBON POTENTIAL

Viktor
OHAR

Doctor of Geological
Sciences,
Professor, Institute
of Geology,
Taras Shevchenko
National University
of Kyiv, member of the
board of the UAG

Nataliya
NESINA

Candidate of Geological
Sciences,
researcher,
Institute of Geology,
Taras Shevchenko
National University
of Kyiv, member
of the UAG

Olena
OLIYNYK

Candidate of Geological
Sciences, researcher,
Institute of Geological
Sciences of the National
Academy of Sciences
of Ukraine, member
of the UAG

The geological structure of the Romny salt dome and related the Romny oil field as the first discovered one in the Eastern region of Ukraine are described. The history of its discovery and development of the field are featured. The geological and geophysical study of this area is characterized. Under generalization of geological and geophysical data, paleotectonic and peoleogeothermal reconstructions on the Romny structure derived from the results of drilling of Gerasymivska-1 exploration well. The cyclic intermittent development of the salt dome structure is demonstrated. It is proved that the upper intersalt Frasnian source rocks could generate hydrocarbons starting from the early Viséan time. According to the results of seismic surveys the uplifted block is outlined in the area of the northern edge of the salt dome. The presence of hydrocarbon pools in of the Viséan and Serpukhovian granular reservoirs as well as in the salt breccia is predicted applying seismic attributes analysis for this block. The carbonate reservoirs of the lower part of the Bashkirian sequence, the productivity of which is established at the nearest located Velyki Bubny field, can be potentially oil and gas-bearing.

Keywords: *salt structure; generation of hydrocarbons; Romny oil field; seismoparametric analysis.*

ВІДКРИТТЯ НОВИХ КІМБЕРЛІТОВИХ ПОЛІВ НА ПІВДЕННОМУ СХИЛІ ЛЕОНО-ЛІБЕРІЙСЬКОГО ЩИТА (СЬЄРРА-ЛЕОНЕ)

Олександр БОБРОВ

доктор геолого-мінералогічних наук, професор, головний геолог геологорозвідувальної компанії Trinity Geomining Services (SL Ltd), член Спілки геологів України

Сергій КЛОЧКОВ

провідний геолог геологорозвідувальної компанії Trinity Geomining Services (SL Ltd), член Спілки геологів України

Сергій КАКАРАНЗА

кандидат геологічних наук, доцент кафедри загальної, морської геології та палеонтології Одеського національного університету імені І.І. Мечникова, член Спілки геологів України

Олександр КАКАРАНЗА

провідний геофізик геологорозвідувальної компанії Trinity Geomining Services (SL Ltd), член Спілки геологів України

Юрій ФЕДОРИШИН

доктор геологічних наук, професор, провідний науковий співробітник Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України, член Спілки геологів України

Тетяна ЯСЬКЕВИЧ

кандидат геологічних наук, науковий співробітник Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, член Спілки геологів України

Впродовж 2017–2018 рр. геологорозвідувальною компанією Trinity Geomining Services (SL Ltd) поблизу містечка Суафе провінції Коно (Сьєрра-Леоне) було виявлено низку невідомих раніше проявів кімберлітового магматизму у вигляді системи окремих жил, локалізованих на контакті мігматитового фундаменту та масивів ультрабазитів архейського віку або в безпосередній близькості з ультрабазитовими масивами, що є частиною фрагментів порід зеленокам'яного поясу. Відкриттю сприяла оптимальна послідовність проведення спочатку дистанційних (дешифрування космічних знімків різної роздільної здатності, неотектонічний та геоморфологічний аналіз, SRTM-моделювання), а потім польових геолого-геофізичних досліджень.

За даними буріння, кімберліти в різних ділянках прояву (ділянка Пундуру 1) представлені субвулканічними флогопіт-олівіновими (з перовськітом), олівіновими різновидами, а також жилами численних інтенсивно метасоматично змінених кімберлітових брекчій (ділянка Йомбі). Жили субвулканічних кімберлітів концентруються у контактній частині з ультрабазитовими масивами магматичної та лавової (ксеноліти метакоматитів) фацій. Кімберліти є наймолодшими жильними утвореннями в районі й перетинають навіть жильні пегматити, генерація яких спровокована інтрузією ультрабазитів у мігматити фундаменту (ефект Седерхольма).

Кімберліти виявлені в розрізі свердловин у вигляді окремих жил складної морфології, потужністю від 1 до 45 см. У свердловині P1-2 на глибині 92 м вони представлені мікропорфіровими кімберлітами базальтоїдного типу з мікролітовою основною масою, зміненою вторинними метасоматичними процесами. Порфірові вкраплення представлені псевдоморфозами карбонат-серпентинового складу по олівіну і поодиноким лускам флогопіту. Як мікропорфірові вкраплення виступають кристали олівіну другої генерації. Матрикс породи – карбонатний. Карбонат представлений тонкокристалічним кальцитом або ж заміщений доломітом. Окрім олівіну в основній масі виявлено релікти або псевдоморфози по флогопіту, а також магнетит, перовськіт (він може бути заміщений магнетитом), вторинний апатит. Кімберлітові ділянки Бамбаво представлені субвулканічними порфіровими базальтоїдними кімберлітами, автолітовими кімберлітами та кімберлітовими ксенотуфобрекчіями.

Ключові слова: *Леоно-Ліберійський щит; кімберліт субвулканічний; кімберлітова брекчія; ультрабазити.*

ВСТУП

На території Сьєрра-Леоне, більшу частину якої займає Леоно-Ліберійський щит, відомо безліч розсипних родовищ алмазів, передусім в алювіальних відкладах великих річок – основних магістральних колекторах дальнього знесення уламкового матеріалу. В той же час у цьому регіоні відомо лише два джерела корінних алмазів – це кімберлітові трубки, які виявлено і розробляють тривалий час в м. Койду, а також кімберліти району Тонго. На території країн, що межують зі Сьєрра-Леоне, виявлено низку кімберлітових тіл різної форми (дайки; суб-вулканічні, гіпабісальні частини трубок; діатремові фації з верхніх частин останніх) – це трубки системи Бананкоро в Гвінеї та невеликі трубки з групи Веасуа в Ліберії. Вважається, що є вікова зональність часу формування кімберлітів: трубки Дружба (153 млн р.) в Гвінеї → трубки Койду (146 млн р.) та кімберліти Тонго (140 млн р.) в Сьєрра-Леоне (Трофимов, 1980; Шульгин, 2003). Крім того, деякі з трубок групи Бананкоро в Гвінеї, трубки Койду в Сьєрра-Леоне та Веасуа в Ліберії складаються з гіпабісальних кімберлітів і доволі рідкісних кімберлітів діатремових фацій.

Під час проведення геологорозвідувальних робіт на замовлення компанії Seawright Mining (SL Ltd) в 2017–2018 рр. на території Концесії EL 45/2011 площею 49,380 км², а також Концесій EL 33/2017 та EL 34/2017 – на замовлення компанії Bright Mining Technical Services & Logistics Company (SL Ltd) в 2018–2019 рр. – поблизу містечка Суафе провінції Коно (Сьєрра-Леоне) виявлено ознаки прояву кімберлітового магматизму в нетипових регіонах, де вони не були відомі до цього часу, що дає можливість засвідчити перший досвід їхнього опису в цьому районі.

Відкриттю сприяла оптимальна послідовність проведення спочатку дистанційних (дешифрування космічних знімків різної роздільної здатності, неотектонічний та геоморфологічний аналіз, SRTM моделювання), а потім польових геолого-геофізичних досліджень. Після виділення ділянок розташування ультрабазитових масивів було проведено георадарне (GPR) профілювання в різних режимах знімання (тип та інтенсивність випромінювання, характер отриманого сигналу в умовах ідентичних комбінацій розташування антен), а геологічну інтерпретацію геофізичних даних на підставі погодження пройдених геофізичних профілів було локалізовано та пізніше деталізовано низку електрофізичних аномалій у районах ділянок Пундур 1, Йомбі та ін.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ділянка Пундур 1

Ділянка Пундур 1 розташована у верхній течії р. Севи безпосередньо в межах однойменного села Пундур.

За результатами GPR профілювання серед мігматитів фундаменту Леоно-Ліберійського щита локалізовано ізометричний ультрабазитовий масив зі змінною морфологією на різних гіпсометричних рівнях (рис. 1) у складі якого беруть участь метаперидотити і метадуніти.

На поверхні кристалічного фундаменту, що відповідає рівню –65 м, електрофізична аномалія має такий ізометричний вигляд (рис. 1 а). На глибині –120 м (рис. 2 б) її морфологія суттєво спрощується, набуваючи форми трьох злитих до купи кілець діаметром 200–250 м кожний.

Типові GPR електрофізичні аномалії, що ідентифікують ультрабазитовий масив у межах ділянки, свідчать про наявність двох різних частин аномалій, що перетинають верхні шари неоднорідностей геофізичних розрізів та такі, що ними перекриваються. Ймовірно, вони відповідають різним фазам інтрузії різновікових ультрабазитів.

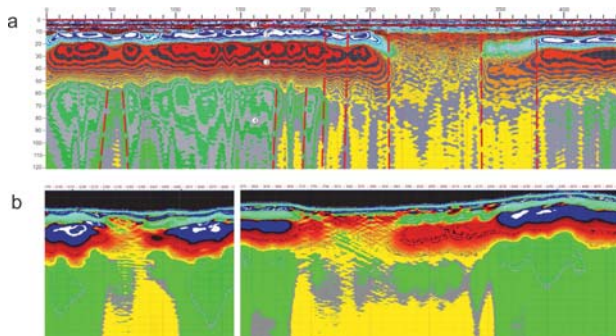


Рисунок 1. Порівняння кімберлітової трубки «Амакінська» (Російська Федерація) (а) та прогнозованої кімберлітової трубки, виявленої Trinity Geomining Services протягом 2017 року в Сьєрра-Леоне (б), на георадарному розрізі

На рисунку 1 надано порівняння характеру аномалій на геофізичних розрізах (GPR) на ультрабазитовому масиві Пундур 1 та типовій кімберлітовій трубці «Амакінська» в Російській Федерації. Як вбачається з рисунку, характер неоднорідностей в аномаліях, отриманих однотипними методами, практично ідентичний. Слід зазначити, що у верхній частині всесвітньо відомої Амакінської трубки (Російська Федерація, рис. 1 а, пункт 380) і в ультрабазитовому масиві Пундур 1 (Сьєрра-Леоне, рис. 1 б) справа спостерігається схожий сигнал ослаблення субгоризонтального шару, який «перетинає» трубка. Після погодження даних геофізичних розрізів було здійснено побудову об'ємних моделей масиву (рис. 2).

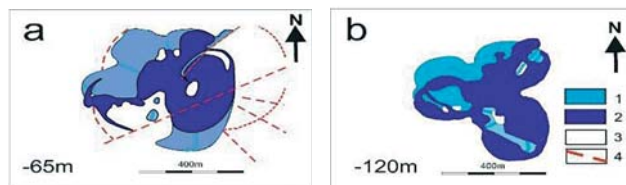


Рисунок 2. Схематичні карти результатів інтерпретації GPR електрофізичних аномалій на гіпсометричних рівнях –65 м (а) та –120 м (б) від поверхні:

1 – аномалії, що не «проривають» шарів неоднорідностей верхньої частини розрізу; 2 – аномалії, що «проривають» шари неоднорідностей верхнього шару розрізу; 3 – мігматитове оточення; 4 – розривні порушення

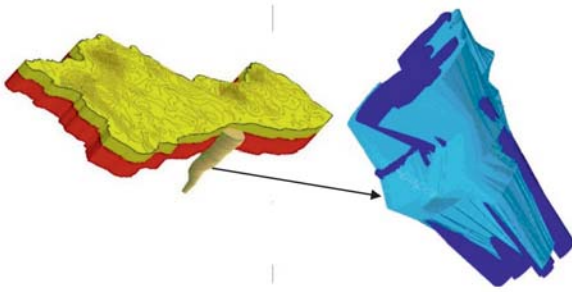


Рисунок 3. 3D модель (на глибині 1 км) ультрабазитового тіла Пундур 1 Напрямок візуалізації у просторі – з півдня на північ

На всій території Концесії було виконано аеромагнітне знімання масштабу 1:50 000, що на підставі геологічної інтерпретації дала змогу локалізувати аномалії, які відповідають просторово індивідуалізованим кімберлітовим трубкам (рис. 4).

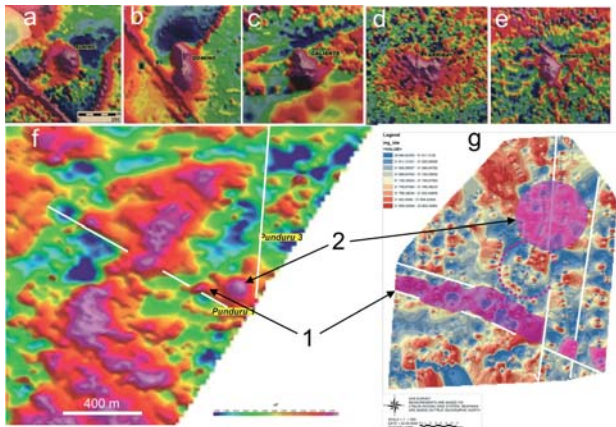


Рисунок 4. Магнітні поля ДТ над типовими кімберлітовими трубками світу

Канадського щита: а – Elnino; б – Domino; с – Caliente; д – Arriba; е – Bronco (наземні магнітні поля ДТ масштабу 1:10 000);

Леона-Ліберійського щита: ф – фрагмент аеромагнітного знімання ДТ району структур Пундур 1 та Пундур 3 (масштаб 1:50 000); г – наземне магнітне поле ДТ масштабу 1:1000

Поблизу структури Пундур 1 у делювіальних звалах заглиблених частин сучасного рельєфу та зумпфі св. Р1-1 встановлено уламки дуже змінених автолітових ксенотуфобрекчій кімберліту.

Припускаємо, що ці ультрабазити є делювіальними механічними ореолами розсіювання ультрабазитового масиву Пундур 1 та ідентифікують деякі типи порід, з якого він складається.

Шляхом буріння (рис. 8) встановлено наявність у верхніх рівнях ультрабазитового масиву (який не виведено на рівень ерозійного зрізу фундаменту) тонких (від 1 мм до 1 см) прожилок чорних землястих мас сильно вивітрілих ультрабазитів, які неможливо ідентифікувати як петротип. Ці жилки супроводжуються

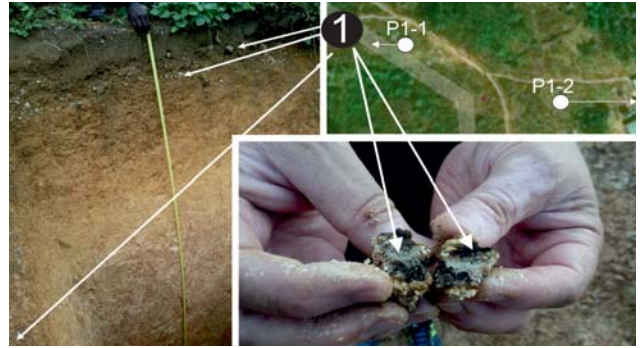


Рисунок 5. Відслонення вивітрілих ультрабазитів (а) та делювій у шурфі (б) поблизу свердловин Р1-2, що перетнула кімберліти

метасоматичними змінами та вторинною мінералізацією, типовою для кімберлітового магматизму. Так, у свердловині Р1-1, на глибині 92 м, серед кварцових діоритів/тоналітів було ідентифіковано характерні променисті виділення стронціаніту (рис. 6 а, б), що є типовим проявом вторинної мінералізації для кімберлітових інтрузій. Під час вивчення району шляхом буріння свердловин геологічними маршрутами було встановлено, що через 75 м на захід від свердловини Р1-2 в шурфі (зумпф свердловини Р1-1, рис. 5) та поряд з ним виявлено фрагменти вивітрілих та свіжих ультрабазитів. Серед уламків делювіального матеріалу вилучено кілька шматочків порід, що візуально можна ідентифікувати як порфірові пікродолерити та кімберлітоїди.

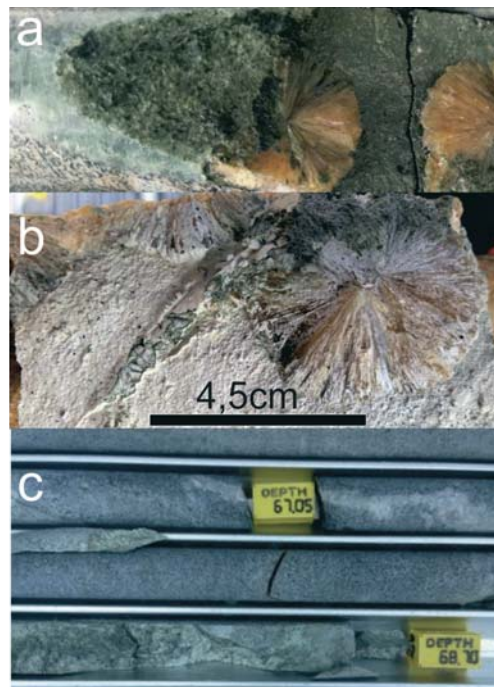


Рисунок 6. Мінералізація променистого стронціаніту (а, б) та субзгідні тонкі прожилки сильно вивітрілих та метасоматично змінених ультрабазитів лампрофірового типу (с) у св. Р1-1 (а-б-гл. 18,8-19,15 м; с – гл. 68,2-69,5 м)

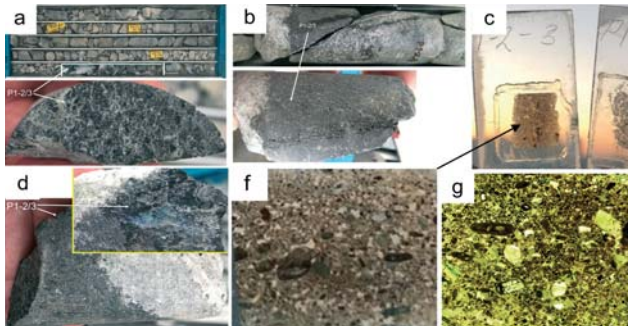


Рисунок 7. Жила субвулканічних кімберлітів (св. Р 1–2, гл. – 92,0 м): а, b, d – ядерний ящик та взірці кімберліту; с, f, g – шліфи з цих взірців

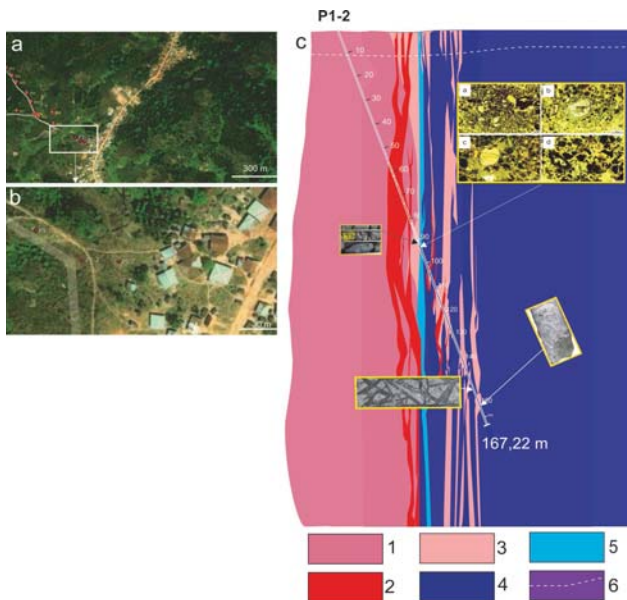


Рисунок 8. Розріз свердловини Р 1–2: 1 – тоналіти; 2 – жили пегматитів; 3 – мігматити фундаменту; 4 – ультрабазити; 5 – кімберліти; 6 – границя кори вивітрювання

Жили субвулканічних кімберлітів свердловини Р1-2 є дуже зміненими порфіровими мікролітовими кімберлітами базальтоїдного типу. Кімберліт цієї проби відрізняється від аволітових, брекчієвих, туфових та інших за внутрішньою будовою і структурою. Під мікроскопом структура породи – порфірова (рис. 9).

Порфірові вкраплення представлені псевдоморфозами по олівінових фенокристалах та лусками частково зміненого флогопіту. Розмір порфірових вкраплень – від 1 до 2 мм. Як мікропорфірові вкраплення виступають кристали олівіну другої генерації (OL II). Матрикс породи – карбонатний. Карбонат представлений тонкокристалічним кальцитом або ж заміщений доломітом. Крім олівіну II в основній масі наявні релікти або псевдоморфози по флогопіту другої генерації (FL II), магнетит, перовськіт (він може бути заміщений магнетитом), вторинний апатит.

Олівін порфірових вкраплень заміщений агрегатом карбонату, зеленуватого серпентину і пилеподібним магнетитом. Для основної маси характерна мікролітова структура. Вона утворена псевдоморфно заміщеними зернами олівіну другої генерації та незначною кількістю псевдоморфоз по флогопіту другої генерації. Розмір мікропорфірових вкраплень – від сотих часток мм до 0,4–0,5 мм. Загальний вміст флогопіту – не більше 3%. Поміж мінералами основної маси спостерігаємо також карбонатну тонкокристалічну фазу, серпентин зеленуватого кольору з різними відтінками, магнетит і перовськіт (заміщений магнетитом). Поширеними є апатитові агрегатні утворення, слюдисті агрегати. На *рисунку 9, а* зображено типовий порфіровий кімберліт базальтоїдного типу з мікролітовою основною масою. Вкраплення представлені псевдоморфозами карбонат-серпентинового складу по олівіну I і поодиноких лусках флогопіту I. Основна маса характеризується реліктовою мікропорфіровою структурою. На *рисунку 9, b* – порфірове вкраплення олівіну (в центрі), заміщене карбонат-серпентиновим (зеленуватого кольору) агрегатом. Розміри вкраплень – від 1 до 2 мм. Він розміщений в оточенні основної маси.

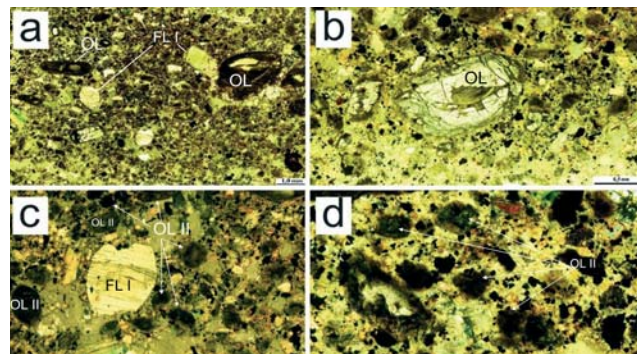


Рисунок 9. Субвулканічні кімберліти під мікроскопом

Частково заміщена порфірова луска флогопіту зображена на *рисунку 9, с*. Продуктом заміщення може бути і серпентин. Темні, без чітких контурів, вкраплення навколо луски – псевдоморфози по мікролітах олівіну другої генерації.

Результати хімічного аналізу проби Р1-2/3 (%): SiO₂ = 25,88; TiO₂ = 2,90; Al₂O₃ = 3,99; Fe₂O₃ = 1,14; FeO = 6,29; MgO = 15,79; MnO = 0,27; CaO = 21,44; Na₂O = 0,47; K₂O = 2,25; P₂O₅ = 1,26; H₂O = 1,53; SO₃заг. = 0,05; впп = 17,98; сума – 99,71. За хімічним складом кімберліти відповідають I групі кімберлітів за сучасною класифікацією (Аникин і др., 2015).

Окрім цього, в межах ділянок виявлених електрофізичних аномалій, стосовно яких виникали обґрунтовані підозри щодо відповідності структурам кімберлітового типу, було виконано наземні магнітометричні знімання масштабу 1:5–10 000 (рис. 10, 11), які дали змогу виявити типові структурні форми, властиві цим породам (різновеликі кальдери, підвідні канали, дайки).

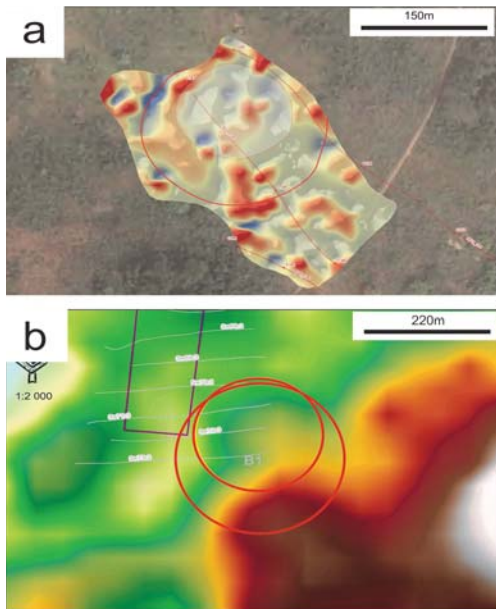


Рисунок 10. Кальдери західного борту р. Севи в магнітному полі ДТ масштабу 1:5 000 (а) та на моделі SRTM (b)

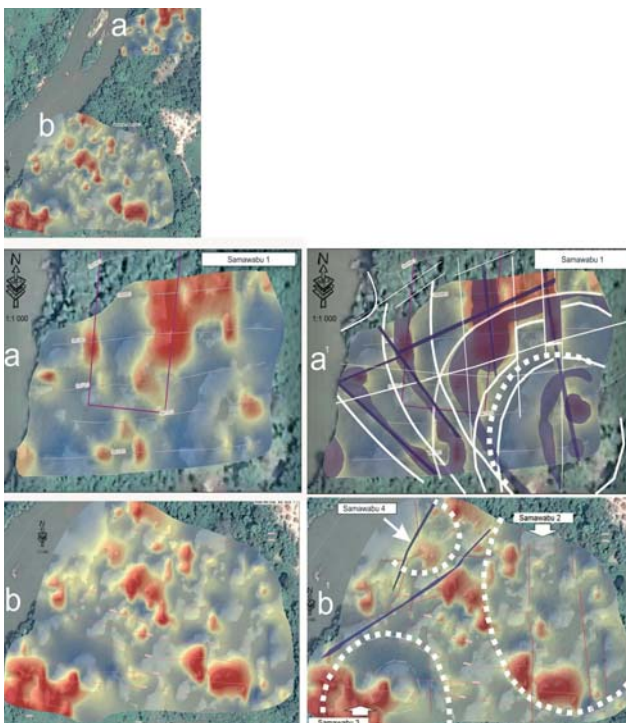


Рисунок 11. Кальдери східного борту р. Севи в магнітному полі ДТ масштабу 1:5 000 (а, b) та їхня геологічна інтерпретація (праворуч – а1, b1)

Ділянка Йомбі

Ділянка Йомбі розташована в районі верхньої течії р. Севи на правому борту одного з її притоків – р. Йомбі. За результатами GPR профілювання, поміж вмісних мігматитів фундаменту Леоно-Ліберійського щита локалізовано ізометричну електрофізичну (GPR) аномалію (рис. 12).

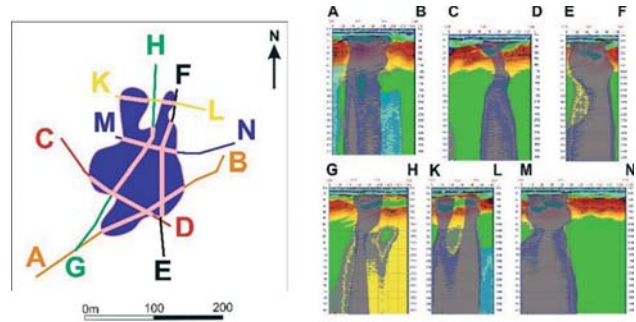


Рисунок 12. Електрофізична аномалія структури Йомбі та її основні геофізичні розрізи

Розбурювання останньої засвідчило (рис. 13–16) наявність на ділянці системи дайкових тіл ультрабазитів різного складу та долеритів/пікродолеритів. Ультрабазити представлені антофіліт-флогопіт-серпентин-тальковими породами з численними ін'єкціями кварцево-жильного і пегматоїдного матеріалу, диференціальними відокремленнями салічної та фемічної їхніх компонент, змішуванням кислого гранітоїдного та ультраосновного матеріалу. Безпосередньо на контакті, як правило, спостерігається особливо інтенсивна флогопітизація та збагачення цим мінералом ультрабазитів. Внутрішню будову породи характеризує масивна мікротекстура, новоутворена метаморфічною порфіробластою структурою. Порфіробласти представлені баститовими (з домішкою тальку) псевдоморфозами серпентину по ортопіроксену. Структура основної тканини – немотолепідобластова за рахунок наявності в породі видовженопризматичних кристалів антофіліту та лусок тальку і серпентину. Серед серпентинові маси, яка суттєво переважає, є розсіяні дрібні вкраплення магнетиту. В межах лусок тальку та подекуди поміж серпентинові маси зустрічаємо дуже дрібні утворення карбонатів (магнетит, брейнерит). Серпентин утворює дві морфологічні відмінності: трапляється у виді дрібноволокнистого хризотилу та у баститових формах, що утворились під час заміщення ортопіроксену. Разом з тим у породі зафіксовано поширені явища заміщення тальку серпентином та антофіліту тальком. Кімберлітові ділянки представлені жилами кімберлітових брекчій (рис. 1, 2) різного складу. Частина з них має практично монопородні або мономінеральні уламки, подібні до рами порід, які вони інтродують, а частину характеризують уламки різноманітного складу (рис. 3), поміж яких наявні долерити, кварц, вмісні граніти, ріоліти, сланці основного складу. Також у межах ділянки доволі поширені \pm олівін-клінопіроксенові долерити та пікродолерити, що часто містять ксеноліти.

Важливо при цьому розуміти, що, за численними останніми даними, алмазозносними є не лише кімберліти (Аникин и др., 2015; Каминский, 2012; Трофимов, 1980; Харьков, 1975; Шульгин, 2003), а й асоціюючі з ними породи (лампрофіри, лампроїти, долерити, базальти та ін).

Нижче наведено найбільш типові породи, які в польових умовах (до необхідного комплексу лабораторних досліджень), на нашу думку, варто називати

кімберлітами або близькими до них породами того самого сімейства. На ділянці Йомбі вони умовно представлені як мінімум двома типами.

Тип 1. Кімберлітові магматичні брекчії з матриксом, представленим субвулканічними або гіпабісальними кімберлітовими магмами різного ступеня розкристалізації та, вірогідно, різного складу.

Підтип 1-1. Кімберлітова магматична брекчія, в якій матриксу мало, а переважають уламки порід різного складу і кристалів.

В уламках кімберлітової брекчії цього типу виявлені різні типи порід, які відсутні в розрізах ділянки.

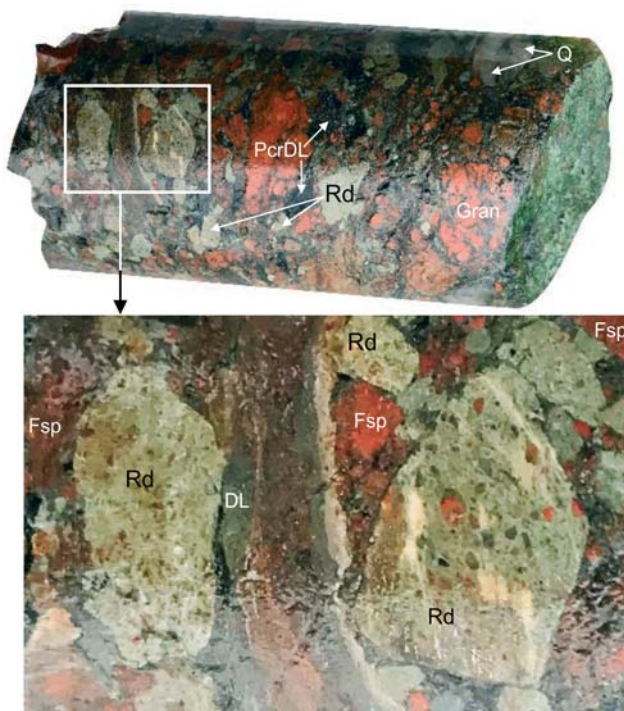


Рисунок 13. Кімберлітова брекчія (свердловина Y1-3, гл. – 179,0 м)
Rd – рюдацит; Fsp – польовий шпат; DL – долерит; PcrDL – пікродолерит; Grn – граніт; Q – кварц

Підтип 1-2. Кімберлітова магматична брекчія, в якій матриксу доволі багато – стільки ж (або більше), скільки уламків.

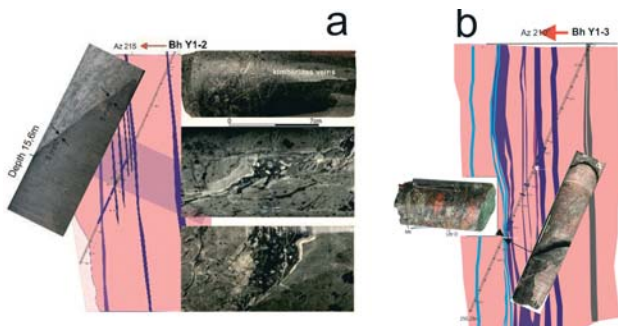


Рисунок 14. Геологічні розрізи свердловин Y1-2 та Y1-3

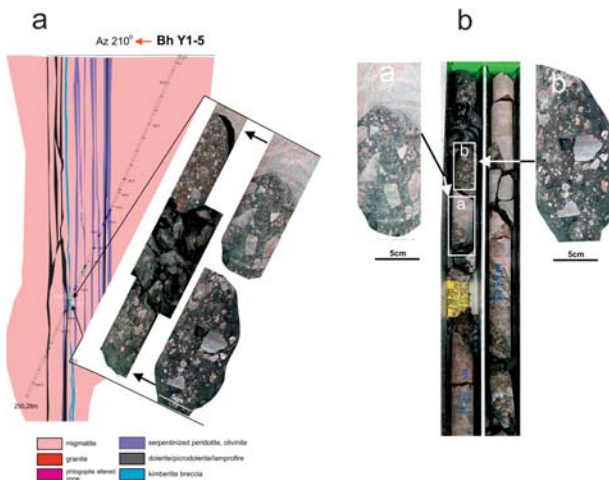


Рисунок 15. Геологічні розрізи свердловини Y1-5

Тип 2. Субвулканічні ультраосновні породи без видимих ознак наявності значної кількості уламків.

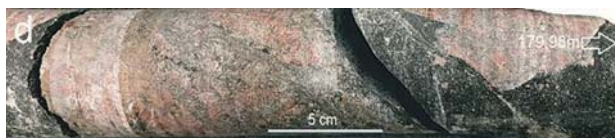


Рисунок 16. Свердловина Y1-5

Ділянка Бамбаво

Ділянку Бамбаво відкрито і вивчено за допомогою георадарних досліджень та геологічних маршрутів.

Так, на лівому боці струмка, за 5 м від місточка і через нього вгору за течією, у низці відслонень сумарного розміру 6x3 м (рис. 17) виявлено мігматити, паралельно-смугаті з субстратом амфіболітів та різною мірою перекристалізованими біотитовими плагіогнейсами і біотит-роговообманковими кристалосланцями. У мігматитах наявні пошарові ін'єкції тіл середньозернистих роговообманковобіотитових тоналітів, що будуються у пластичному середовищі мігматитів під час ультраметаморфічних змін (анатектоїдне плавлення, метасоматоз). Елементи залягання мігматитів у відслоненнях – аз. простягання 40–50°. Тріщини: аз. пад. 220–225°, кут 80–90°.

У межах відслонення (рис. 17, a, b) в окремих великих штуфах (рис. 17, c) наявні порфірові кімберлітоїди з афанітовою основною масою та слабо відчутною флюїдальністю. Колір порід – темний, аж до чорного, породи – масивні, порфірові. Порфірові виділення представлені олівіном до 1–1,3 см ізометричної та видовженої форми. Як правило, зберігаються кристаломорфологічні обриси кристалів олівіну. Поряд з окремими кристалами наявні сколкові скупчення олівіну. Вивітрювання підкреслює їхню морфологію і особливості конфігурації. У породі виявлено гнізда, утворені окремими механічно видаленими кристалами. Є також ізометричний флогопіт, ільменіт, блакитно-зелені ізометричні виділення хромшпінелідів.

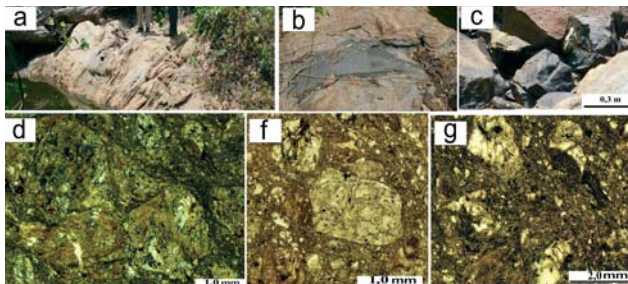


Рисунок 17. Відслонення контакту мігматитів фундаменту (а – с) з ксенотуфами кімберлітів (d – g – зображення під мікроскопом)

Значна маса породи має афанітовий вигляд. Представлена агрегатом розкристалізованого скла (олівін, серпентин, хлорит). У породі виявлено тонкі (від 1–2 мм) прожилки прозорого кварцу з мінералізацією піриту вкрапленого типу (окремі кристали і їхні скупчення розміром до 1–1,5 мм).

Основний петротип кімберлітоїдів перетинають більш тонкі та темніші (до чорного кольору) прожилки (2–9 мм) субвулканічних порфірових кімберлітів (рис. 17 f–g). Вони також містять порфірові виділення олівіну і відрізняються від перших тільки більш темним кольором.

Обсяг ксеногенного матеріалу в них сягає 60%. У будові породи розрізняють дві суттєво різні частини (рис. 17 d–g). Значна кімберлітова маса представлена зміненим автолітовим кімберлітом, який є цементом для ксеногенної частини породи. Автолітовий кімберліт складається з серпентин-талькової маси, забарвленої гідроокислами заліза. Структура породи – автолітова, основної маси – мікропорфірова за рахунок вкраплень олівіну. Поміж цієї маси можна розпізнати нечіткі контури поодиноких автолітів розміром 0,8–2 мм, які занурені в основну масу повністю зміненого кімберліту. Цементуюча маса дуже забруднена кристалокластами плагіоклазу з долеритів і мікропорфіровими вкрапленнями зміненого олівіну другої генерації. Інша частина породи – ксеногенна базитова, розмір уламків в якій становить діапазон від частки мм (переважають кристалокласти та уламки не встановленої наразі природи) до 1–2 мм (частково дезінтегровані ксенолітокласти долеритів та плагіоклазу). Всі уламки контаміновані кімберлітовим розплавом та занурені в кімберлітову масу. Цемент – у виді тальк-рудної речовини. Також наявні ін'єктивні утворення переважно темно-бурого кольору, які проникають в значну масу описаної породи (як в ксеногенну, так і в кімберлітову частину), повністю заміщені тальк-слюдистою речовиною і можуть становити окрему фазу кімберлітового розплаву.

Результати хімічного аналізу проби GT-3 (%): $\text{SiO}_2 = 47,79$; $\text{TiO}_2 = 0,85$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 13,23$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 9,15$; $\text{FeO} = 5,43$; $\text{FeO}_{\text{заг}} = 13,67$; $\text{MgO} = 3,52$; $\text{MnO} = 0,15$; $\text{CaO} = 7,70$; $\text{Na}_2\text{O} = 2,19$; $\text{K}_2\text{O} = 1,05$; $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,16$; $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,03$; $\text{H}_2\text{O} = 1,02$; $\text{S}_{\text{заг}} = 0,10$; впп = 5,82; сума = 99,91. За хімічним аналізом цей кімберліт характеризують дуже значні вторинні зміни і велика кількість ксеногенного матеріалу, що може значно спотворити хімізм породи.

Ділянка Гавама

Розмір тіла, що складається з ультрабазитів обох фаз, – 150×220м. Трубчасте тіло (подібне до діатреми) має еліпсоїдну форму і простягається в напрямку з південного заходу на північний схід. Утворення 2-ї фази проривають усі геологічні неоднорідності, створені в георадарних розрізах корою вивітрювання навколишніх мігматитів та ультрабазитів 1-ї фази.

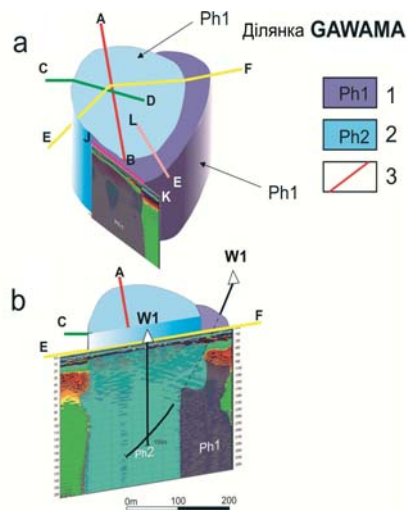


Рисунок 18. Геологічна 3D модель ультрабазитової структури Гавама, основаної на георадарних дослідженнях в її межах
Зображено окремі профілі: J–K (a) та E–F b) 1 – ультрабазити 1-ї фази; 2 – ультрабазити 2-ї фази; 3 – розломи

Ділянка Ньявама Коно

Розташована на лівому березі р. Севи, на зовнішній частині опуклості, що вона утворює (рис. 19). На космоснімку добре видно ділянки видобування місцевими копачами алмазів з напівкільцевими структурами (на кшталт алмазопродуктивних кальдер та дайок) в кристалічному фундаменті – місцевих джерел руйнування алмазів.

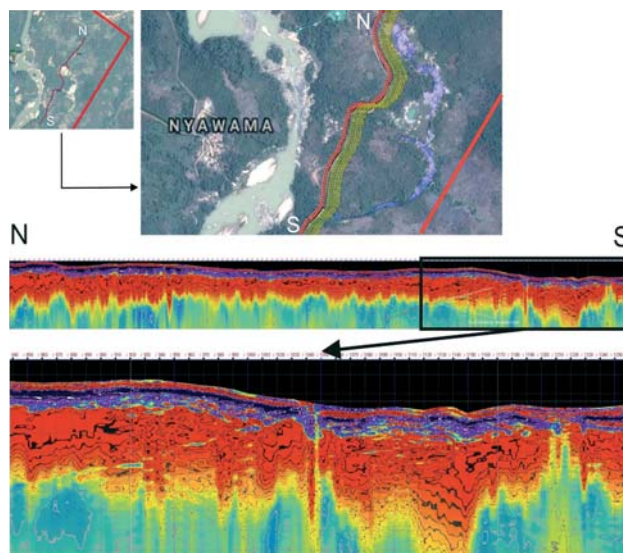


Рисунок 19. Ділянки видобування алмазів з дугоподібних коротких долин із місцевим джерелом акумуляції алмазів (на космоснімку Landsat)

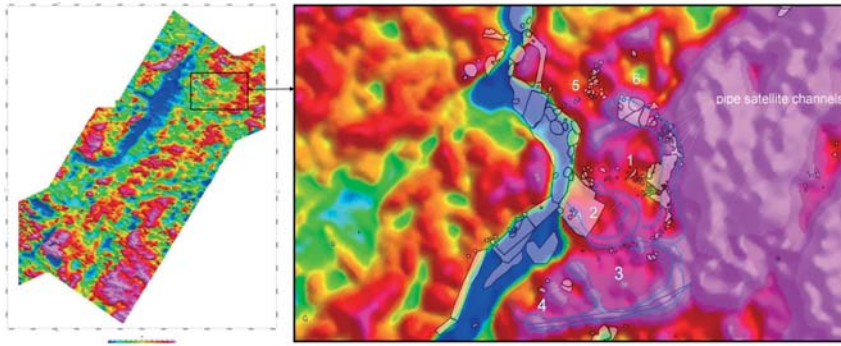


Рисунок 20. Ділянки видобування алмазів з дугоподібних коротких долин з місцевим джерелом алмазів (на SRTM – вгорі, а на карті магнітного поля – внизу)

На великомасштабній врізці з георадарним (GPR) профілем (рис. 19) зафіксовано два розривні порушення, що маркуються дайками основних/ультраосновних порід (долери, пікродолери, можливо, кімберліти) вертикального та похилого (20°) залягання.

На фрагменті карти аеромагнітного поля «Total magnetic signal» (рис. 20, праворуч) можна спостерігати кілька збережених від ерозії ізометричних напівкілець-кальдер

за номерами від 1 до 6. Кожна з них обмежена периферійним «валом», складеним доволі щільними магнітними породами типу долеритів/пікродолеритів/кімберлітів. Усередині кожної такої кальдери наявні ізометричні (зазвичай 100–200 м у діаметрі) тіла сателітних підводних каналів кімберлітів всередині кальдерного комплексу.

ВИСНОВКИ

Під час проведення геологорозвідувальних робіт завдяки ефективному застосуванню комплексу методів досліджень виявлено та всебічно вивчено низку нових кімберлітових проявів у нетрадиційних ділянках Леоно-Ліберійського щита. Ці знахідки можуть сприяти суттєвому доповненню знань про місця розташування кімберлітів в Сьєрра-Леоне, їхні типи та особливості геологічної будови.

ПОДЯКИ

Автори висловлюють щирю подяку компаніям Seawright Mining Ltd, Trinity Geomining Services Ltd за надану фінансову та адміністративну підтримку у проведенні робіт. Trinity Geomining Services Ltd вдячний геофізикам, які в різні роки та впродовж різного часу виконували польові георадарні дослідження: О. Півтораку, О. Фесенко, І. Голтуренко, Ю. Юрову.

СПИСОК

ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Аникин Л.П., Чубаров В.М., Еремина Т.С., Сидоров Е.Г., Сокоренко А.В., Ананьев В.В., Вергасова Л.П., Дунин-Барковский Р.Л., Карташева Е.В., Назарова М.А. Акцессорные минералы и новая находка алмазов в базальтах вулкана Плоский Толбачик, Камчатка. *Вулканизм и связанные с ним процессы: материалы ежегодной конференции, посвященной Дню вулканолога. Петропавловск-на-Камчатке: Петропавловск-Камчатский ИВиС ДВО РАН, 2015. С. 214–222.*

Каминский Ф.В. Некимберлитовые источники алмазов: современное состояние проблемы. *Моделі утворення алмазу та його корінних джерел. Перспективи алмазоносності Українського щита і суміжних територій: збірник тез міжнародної наукової конференції. м. Київ, 2012, 11–13 вересня. С. 86–87.*

Трофимов В.С. Геология месторождений природных алмазов. М.: Недра, 1980. 237 с.

Харьков А.Д. Кимберлитовые жилы, сопряженные с трубками, как самостоятельная фаза кимберлитового магматизма: докл. АН СССР. Т. 224. № 1. 1975. С. 190–193.

Шульгин А.Ю. К проблеме алмазоносности Лесной Гвинеи (Западная Африка). Щелочные комплексы Центральной Сибири. Красноярск: КНИИГГиМС, 2003 С. 183–190.

REFERENCES

Anikin L.P., Chubarov V.M., Eremina T.S., Sidorov E.G., Sokorenko A.V., Anan'ev V.V., Vergasova L.P., Dunin-Barkovskij R.L., Kartasheva E.V., Nazarova M.A. Accessory minerals and a new find of diamonds in the basalts of Plosky Tolbachik volcano, Kamchatka [Accessory minerals and a new find of diamonds in the basalts of Plosky Tolbachik volcano, Kamchatka]. *Vulkanizm i svyazannye s nim processy [Volcanism and related processes]: materialy ezhegodnoj konferencii, posvjashhennoj Dnju vulkanologa [Materials of the annual conference dedicated to the Volcanologist's Day]. Petropavlovsk-na-Kamchatke: Petropavlovsk-Kamchatskij IViS DVO RAN, 2015. P. 214–222 (in Russian).*

Kaminskij F.V. Nekimberlitovye istochnikialmazov: sovremennoe sostojanie problem [Non-kimberlite sources of diamonds: current state of the problem]. *Modeli utvorenniaalmazuta yoho korinnykh dzherel. Perspektivyalmazonosnosti Ukrainskoho shchytai sumizhnykh terytorij [Models of diamond formation and its primary sources. Prospects for the diamond content of the Ukrainian Shield and adjacent territories]: zbirnyk tez mizhnarodnoi naukovoї konferencii [collection of abstracts of the international scientific conference]. Kyiv, 2012, September 11–13. P. 86–87 (in Russian).*

Trofimov V.S. Geologija mestorozhdenij prirodnyhalmazov [Geology of natural diamond deposits]. M.: Nedra, 1980. 237 p. (in Russian).

Har'kiv A.D. Kimberlitovye zhily, soprjazhennye s trubkami, kak samostojatel'naja faza kimberlitovogo magmatizma [Kimberlite veins coupled with pipes as an independent phase of kimberlite magmatism]: dokl. AN SSSR [reports of the USSR Academy of Sciences]. T. 224. No 1. 1975. P. 190–193 (in Russian).

Shul'gin A.Ju. K probleme almazonosnosti Lesnoj Gvinei (Zapadnaja Afrika) [To the problem of diamond content in Forest Guinea (West Africa)]. *Shhelochnye komplekxy Central'noj Sibiri [Alkaline complexes in Central Siberia]*. Krasnojarsk: KNIIGiMS, 2003. P. 183–190 (in Russian).

DISCOVERY OF NEW KIMBERLITE FIELDS ON THE SOUTHERN SLOPE OF THE LEONE-LIBERIAN SHIELD (Sierra Leone)

Oleksandr BOBROV

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, chief geologist, Trinity Geomining Services (SL Ltd), member of the UAG

Sergii KLOCHKOV

senior geologist, Trinity Geomining Services (SL Ltd), member of the UAG

Serhiy KAKARANZA

Candidate in Geological Sciences, Associate Professor, Department of Physical, Marine Geology and Paleontology, member of the UAG

Oleksandr KAKARANZA

senior geophysicist, Trinity Geomining Services (SL Ltd), member of the UAG

Yuri FEDORISHIN

Doctor of Geological Sciences, Professor, Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the National Academy of Sciences of Ukraine, member of the UAG

Tetyana IASKEVYCH

Candidate in Geological Sciences, senior researcher, M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of sciences of Ukraine, member of the UAG

During 2017–2018 not far from Sewafeh town, Kono province (Republic of Sierra Leone), we identified a number of previously unknown manifestations of kimberlite magmatism in the form of a system of individual veins localized at the contact of the migmatite basement and Archean ultrabasic massifs, or in the immediate vicinity of ultramafic massifs, which is part of the rocks of the greenstone belt. The optimal sequence of conducting remote sensing studies, such as interpretation of space images of various resolution, neotectonic and geomorphological analysis, SRTM modeling, and then field geological and geophysical research have facilitated this discovery. According to drilling data, kimberlites in different spots of their occurrence (Punduru 1 area) are represented by subvolcanic phlogopite-olivine (with perovskite), and olivine varieties, as well as veins of numerous intensely metasomatic altered kimberlite breccias (Yomby area). Veins of subvolcanic kimberlites are concentrated in the contact part with ultramafic massifs of magmatic and lava (metakomatiite xenoliths) genesis. Kimberlites are the youngest vein formations in the area, crossing even vein pegmatites, the generation of which was provoked by the intrusion of ultramafic rocks in the basement migmatites (Cederholm effect). Kimberlites are present in the section of wells in the form of separate veins of complex morphology and thickness from a few centimeters to 45 cm. In well P1-2 at a depth of 92 m, these are represented by micro porphyry kimberlites of the basaltoid type with microlithic groundmass, altered by secondary metasomatic processes. Porphyry inclusions are represented by pseudomorphs of carbonate-serpentine composition after olivine and rare phlogopite flakes. Olivine crystals of the second-generation act as micro porphyry inclusions. The rock matrix is carbonate. Carbonate is represented by finely crystalline calcite, or replaced by dolomite. In addition to olivine, the groundmass contains relics or pseudomorphs after phlogopite, as well as magnetite, perovskite (it can be replaced by magnetite), secondary apatite. The kimberlites of the Bambawo area are represented by sub-volcanic porphyry basaltoid kimberlites, autolithic kimberlites and kimberlite xenotuff breccias.

Keywords:

Leone-Liberian shield; subvolcanic kimberlite; kimberlite breccia; ultrabasites.

КОРЕЛЯЦІЯ РОЗРІЗУ СИЛУРІЙСЬКИХ ВІДКЛАДІВ У СТРУКТУРНІЙ СВЕРДЛОВИНІ 25-КОТЮЖИНИ З ДНІСТЕРСЬКИМ ОПОРНИМ РОЗРІЗОМ СИЛУРУ ВОЛИНО-ПОДІЛЬСЬКОЇ ПЛИТИ

551.733(477.8)

Тамара
БОРИСЕНКО

член Спілки геологів
України

Статтю присвячено літостратиграфічному і біостратиграфічному розчленуванню силурійських відкладів структурної свердловини 25-Котюжини загальною потужністю 358 м та зіставленню зі стратотиповим Дністерським розрізом силурійської системи відповідно до Легенди до геологічної карти України Волино-Подільської серії масштабу 1:200 000, узгодженої з останньою модернізацією стратиграфічних схем силуру.

Описаний розріз є парастратотипом літостратонів силуру Ковельсько-Хотинської структурно-фаціальної зони й опорним для силурійських відкладів центральної частини цієї зони.

Силур у розрізі свердловини 25-Котюжини представлено нижнім (лландоверійський і венлокський яруси) та верхнім (лудловський і пржидольський яруси) відділами. За літологофаціальним складом і умовами формування в силурі виділяють три великі завершені етапи осадкоутворення – трансгресивно-регресивні цикли, що відповідають ярузькій, малиновецькій і рукшинській серіям, які доволі чітко розподіляються на 10 світ і 12 підсвіт.

За кореляцією з Дністерським опорним розрізом літостратони силуру характеризуються переважно карбонатним та глинисто-карбонатним складом, відносною витриманістю потужностей та фаціальною витриманістю, різноманітністю фауни з перевагою мілководних бентосних форм.

Для свердловини характерні прояви бітумінозності, що свідчить про ознаки нафтогазоносності території та перспективність її щодо виявлення родовищ сланцевого газу передусім в утвореннях верхнього відділу силуру.

Ключові слова: Волино-Поділля; літолого-стратиграфічний розріз; структурно-фаціальна зона; силурійські відклади.

ПЕРЕДУМОВИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У відслоненнях на берегових схилах Дністра, а також у долинах його приток – Студениці, Тернави, Мукші, Смотрича, Жванчика та Збруча – розкрито розріз силурійської системи південної частини Ковельсько-Хотинської структурно-фаціальної зони (СФЗ) Волино-Подільської плити, який є одним із найповніших розрізів силуру у світі.

У центральній та північній частинах цієї СФЗ відклади силуру розкрито параметричними та пошуковими на нафту і газ свердловинами: Залізці-1, Конопківка-1, Конопківка-18, Дарахів-2, 4–7 Хмелівка-1, Бережани-1, Золочів-1-4, 20, 21, Олесько-1, Підгайці-1-3, більшість яких пробурено майже без відбору керну. Стратифікацію розрізів, у тому числі силурійської системи з виділенням місцевих



Рисунок 1. Панорама Подільських Товтр Збаразького району Тернопільської області

стратиграфічних підрозділів рівня серій та світ, виконано головним чином на основі інтерпретації каротажних діаграм.

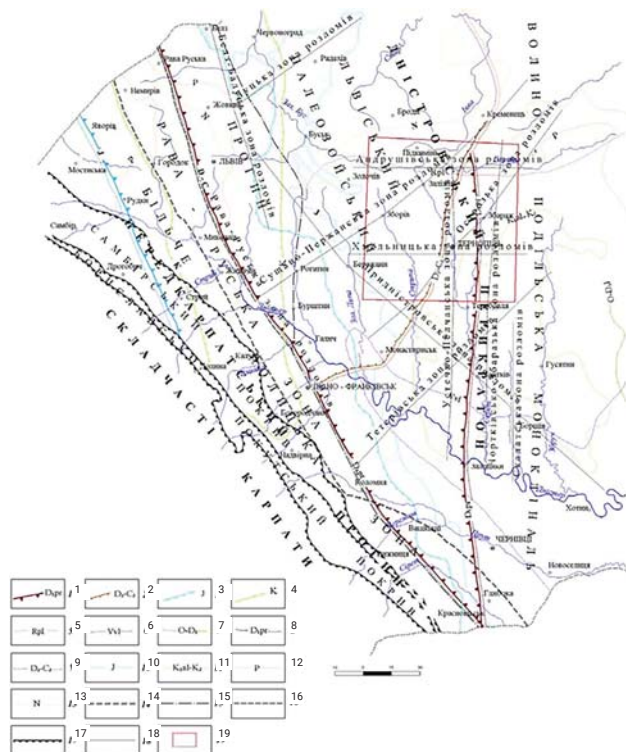


Рисунок 2. Схема тектонічного районування з межами поширення плитних комплексів (складена С.М. Турчиною за матеріалами І.Б. Вишнякова, С.С. Круглова (1990 р.); М.Я. Вуля (1987 р.); доповнена А.Й. Британом (2006 р.)).

Межі депресійних структур (поверхів):

- 1 - D₁rg – Боянецького;
- 2 - D₂-C₂ – Львівського палеозойського;
- 3 - J – Стрийського юрського;
- 4 - K – Львівської крейдової мульди.

Межі поширення плитних комплексів:

- 5 - Rpl – рифейського (поліська серія);
- 6 - V₁V₁ – ранньо-вендського (волинська серія);
- 7 - O-D₁ – ранньокаледонського (ордовік – нижній девон до лохківського ярусу включно);
- 8 - D₁rg – пізньокаледонського (нижній, празький ярус);
- 9 - D₂-C₂ – герцинського (середній девон – середній карбон);
- 10 - J – киммерійського (юрсько-неокомського);
- 11 - K₁al-K₂ – ранньоальпійського (альб – верхня крейда);
- 12 - P – середньоальпійського (палеогенового);
- 13 - N – пізньоальпійського (неогенового);
- 14 - зовнішня межа Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину;
- 15 - межа Західноєвропейської і Східноєвропейської платформ;
- 16 - Рава-Руський розлом;
- 17 - покриви;
- 18 - зони розломів у кристалічному фундаменті за даними гравірозвідки, магніторозвідки та ГСЗ;
- 19 - територія досліджень

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

З метою отримання опорного розрізу силуру центральної частини Ковельсько-Хотинської структурно-фаціальної зони (СФЗ) та кореляції його з Дністерським

опорним розрізом під час геологічного довивчення площі масштабу 1:200 000 території аркуша М-35-XX (Тернопіль), виконаного Центром регіональних геологічних досліджень Державного підприємства «Українська геологічна компанія» (ДП УГК), пробурено свердловину 25-Котюжини в Збаразькому районі Тернопільської області (рис.1) (Борисенко, 2008). Свердловину пройдено з повним відбором керну і розкрито розріз силуру на повну потужність. Вихід керну по свердловині становив майже 100 відсотків. У стовбурі (свердловині) проведено комплекс каротажних досліджень.

Докладний опис керну та стратифікація розрізу з виділенням літостратонів виконано автором (рис. 3). Стратифікацію підтверджено біостратиграфічними дослідженнями макро- та мікропалеонтологічними і палеонтологічними методами, проведеними співробітниками ІГН НАН України Л.І. Константиненком, В.І. Полетаєвим, О.І. Берченко, В.І. Єфіменко, А.В. Іваніною, Л.В. Гаврилець, О.Г. Стохманською та В.П. Гриценком, СНС Національного науково-природничого музею НАН України (Гожик та ін., 2011).

За результатами аналітичних досліджень, виконаних у Центральній лабораторії та Центрі геофізичних досліджень УГК ДП, стратони отримали літологічні, мінералогічні, геохімічні та петрофізичні характеристики (рис. 5).

Виділення стратиграфічних підрозділів виконано на основі Стратиграфічної схеми фанерозойських утворень



Рисунок 3. Документація щойно вилученого керну свердловини 25-Котюжини (11.08.2005)



Рисунок 4. Уточнення питань тектоніки: В.В. Лукаш, Т.С. Борисенко та В.П. Безвинний (2006 р.)

України до геологічних карт нового покоління та Легенди до геологічної карти України Волино-Подільської серії масштабу 1:200 000 (Матеюк, 1995), з урахуванням результатів модернізації стратиграфічної схеми силуру України в останні роки (Константиненко, 2014).



Рисунок 5. Стадія каротажних робіт

ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

У розрізі свердловини утворення силуру залягають на молодівській серії ордовіку і перекриваються тиверською серією нижнього девону. Загальна потужність силурійських відкладів у свердловині 25-Котюжини – 358,3 м, тоді як максимальна зведена потужність силурійського розрізу Волино-Поділля за відслоненнями Придністров'я – 460 м (Цегельнюк та ін., 1983) (рис. 6).

Силур представлено нижнім (ландоверський і венлокський яруси) та верхнім (лудловський і пржидольський яруси) відділами. За літологофаціальним складом і умовами формування в силурі виділяється три великих завершених етапи осадкоутворення – трансгресивно-регресивні цикли, що відповідають ярузькій, малиновецькій і рукшинській серіям.

Ярузька серія у складі фурманівської й тернавської світ відповідає лландоверському та венлокському ярусам нижнього відділу, а її верхня частина – баговицька світа – низам лудловського ярусу верхнього відділу силурійської системи.

Фурманівська світа (S_{1fr}) підрозділяється на нижню, базальну, рестівську та верхню, демшинську підсвіти.

Рестівська підсвіта (448,8–455,6 м) представлена перешаруванням мергелів та вапняків зі значною перевагою перших. У підшві аргіліти алевритисті, карбонатизовані, від темно-сірого до чорного кольору, піритизовані. Мергелі інтенсивно запісочені, зеленувато-темно-сірого кольору, грубо плитчасті, масивної текстури. Вапняки темно-сірого кольору, глинисті, крупногрудкуваті, згусткоподібної текстури. Загалом розріз підсвіти аналогічний такому в стратотипі, окрім невеликого прошарку піритизованих аргілітів чорного кольору в підшві, що свідчить про наявність некропланктону, який став причиною сірководневого зараження.

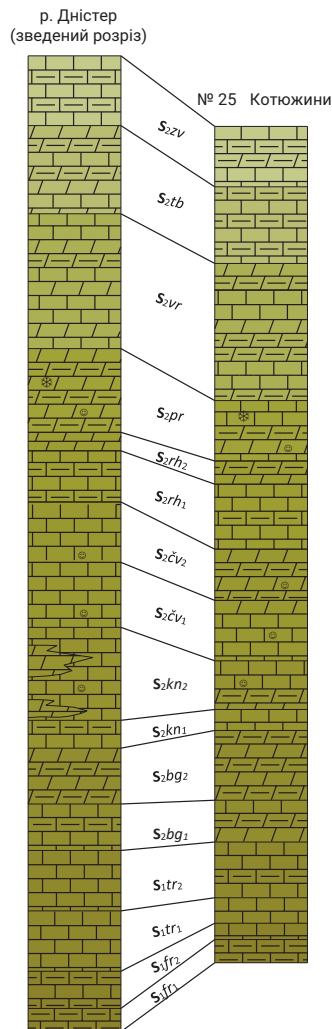


Рисунок 6. Стратиграфічна кореляція силурійських утворень (стратотипів) на відслоненнях р. Дністра та опорної свердловини 25-Котюжини

Демшинська підсвіта (441,0–448,8 м) представлена переважно детритовими вапняками з прошарками мергелистих вапняків. Вапняки – шламвополідетритові, від темно-сірого до чорного кольору, нечітко грудкуваті, тонкозернисті, з ділянками середньозернистих. Донизу зростає глинистість порід (до утворення малопотужних мергелистих прошарків). Характерна слабка доломітизація. Закономірне зменшення глинистості та зростання карбонатності вгору за розрізом відповідає зоні накопичення глинисто-мулистих осадків у прибережних частинах басейну, руслових дельтах та лагунах. Також характерна підвищена сульфідизація внаслідок сірководневого зараження. Трапляються рештки брахіопод, граптолітів, гладких остракод поганой збереженості. Діагностовані головоногі – *Ormoceras seretense* Bal. та пелециподи – *Grammysia cf. podolica* Siem.

Стратотиповий розріз аналогічний, але відрізняється більшою потужністю (12–16,5 м).

Тернавська світа (S_{tr}) поділяється на нижню – врублівецьку та верхню – суршинську підсвіти.

До складу врублівецької підсвіти (422,6–441,0 м) входять монотонна товща темно-сірих вапняків шламоводетритових, від дрібно- до крупногрудкуватих, здебільшого згустково-масивна, з глибиною, з елементами хвилясто-смуғастої текстури. Трапляються прошарки вапняків кристалічних, крупнозернистих, сірого кольору. В покрівлі вапняки – доломітизовані. Трапляються брахіоподи *Meristina bilobata* T. Modz.

Відмінністю характеру розрізу від стратотипового є слабка доломітизація вапняків, а також збільшена потужність (24–26 м) і перевага тонкоплитчастих вапняків у відслоненнях на схилах Дністра.

Суршинська підсвіта (397,2–422,6 м) представлена вапняками грудкуватими, органогенно-детритовими, сірого кольору від дрібно- до крупнозернистих, нерівномірно глинистими, згустково-масивної текстури, слабо доломітованими з малопотужними мергелистими прошарками. В покрівлі присутні грубоплитчасті вапняки. Зустрічаються рештки поганої збереженості: брахіопод *Atrypa cf. orbicularis* (Sow.), діагностовані В.І. Полетаєвим, і коралів *Plasmopora scita* M.Edw. et H, визначених В.П. Гриценком.

Баговицька світа (S_{bg}) представлена нижньою мукшинською та верхньою устівською підсвітами.

До складу мукшинської підсвіти (378,2–397,2 м) входять переважно вапняки шламово-детритові – від сірого до світло-сірого кольору з блакитним відтінком, від тонко- до дрібнозернистих, зі слабо проявленою згустково-масивною текстурою. Іноді відзначаються малопотужні прошарки вапнистих доломітів. Трапляються прошарки афанітових вапняків. Порооди сульфідизовані та сульфатизовані (поодинокі прошарки гіпсу). Доломіти мозаїчної структури складені мікрозернистою масою. На окремих ділянках спостерігаються низькоподібні смужки бітумінозної речовини. Вапняки складаються зі скупчення черепашок, різноманітних за формою і розміром; цементуюча маса представлена доломітованими вапняками.

У стратотипових розрізах вапняки мукшинської підсвіти менш доломітовані, прошарки гіпсу відсутні.

Устівська підсвіта (345,6–378,2 м) представлена перешаруванням доломітових мергелів і доломітів з підлеглою кількістю прошарків доломітованого вапняку. Доломітові мергелі – сіро-зеленого кольору, щільні, від грубо- до тонкосмуғастої текстури, з гніздами і прошарками гіпсів. Доломіти – від коричнево-сірого до темно-коричневого кольору, тонкозернисті, масивні, дуже міцні з малопотужними прошарками селеніту. Основна маса породи – однорідний тонко-мікрозернистий агрегат, в якому переважає доломіт. Спостерігаються плямоподібні виділення гіпсу. Розвинуті порожнини зумовлюють появу пористої текстури. Структура – мікрозерниста, мозаїчна.

Суттєва відмінність від стратотипу – поява у свердловині гіпсових гнізд.

У породах баговицької світи, фауни, придатної для діагностування, майже не знайдено через інтенсивну

доломітизацію порід. Відмічено лише нечисленні уламки брахіопод: *Rhynchotrete cuneate* (Dalm.) та *Meristina obtuse* (Sow.).

Малиновецька серія відповідає лудловському ярусу. Залягає трансгресивно на ярузькій серії та розділяється на три світи: конівську, цвиклівську та рихтівську.

Конівська світа (S_{kn}) поділяється на нижню – голосківську та верхню – шутнівську підсвіти.

Голосківська підсвіта (336,5–345,6 м) представлена перешаруванням вапняків плитчастих і дрібногрудкуватих з мергелистими вапняками. Грудкуваті вапняки – органогенно-полідетритові темно-сірі, дрібно-середньозернисті, з характерною нерівномірною глинистістю, слабкою бітумінозністю. Вапняки доломітовані складаються з крипто-мікрозернистої маси кальциту й доломіту зі скупченнями дрібноглобулярного піриту. Структура породи – криптимікрокристалічна з елементами пористої, яка зазвичай утворюється внаслідок часткового вилуговування чи доломітизації вапняку.

На відміну від стратотипових відслонень для порід підсвіти у свердловині характерна слабо помітна доломітизація (з ділянками пористої структури внаслідок доломітизації вапняків) та бітумінозність, але не виявлено строматопорово-коралово-водоростевих біогерм, які зазвичай акумулюються окремими ділянками.

Шутнівська підсвіта (315,2–336,5 м) складається з плитчастих вапняків з ділянками органогенно-детритових (рис. 7), що перешаровуються з доломітами та доломітовими мергелями. Грудкуваті й плитчасті вапняки забарвлені в темно-сірі кольори з зеленувато-коричневим відтінком, різнозернисті, від крипто- до середньозернистих. Зустрічаються прошарки світліших пелітоморфних вапняків. У підшві зустрічаються прошарки доломітових мергелів і доломітів із гніздами гіпсу.

Стратотиповий розріз представлений вапняками мікрозернистими плитчастими масивними з прошарками грудкуватих детритових. Вапняки – мергелисті. Трапляються два прошарки вулканічного попелу. На схилах р. Смотрича відслонені великі ділянки



Рисунок 7. Вапняки органогенно-детритові з коржеподібною текстурою (конівська світа, свердловина 25-Котюжини, глибина – 318,7 м)



Рисунок 8. Колонії коралів у вапняках цвиклівської світи (свердловина 25-Котюжини, глибина – 301,0 м)

вапняків крупнозернистих полідетритових з коралами й строматолітами, а у її верхів'ях мікрозернисті вапняки фаціально заміщуються шарами лагунних доломітів і домеритів. Потужність у середньому 15–19 м, досягаючи у відслоненнях на схилах р. Смотрича – 39,5 м.

Серед біорешток конівської світи визначено корали *Cylindrostilus lelehusi* Grits. (В.П. Гриценко) та брахіоподи *Sphaerirhynchia cf. wilsoni* (Sow.) (В.І. Полетаєв)

Цвиклівська світа (S_{2cв}) поділяється на нижню – сокольську та верхню – бернівську підсвіти.

Сокольська підсвіта (289,6–315,2 м) представлена вапняками від темно-сірого до зеленувато-чорного кольору, грудкуватими, здебільшого дрібно-середньозернистими з колоніями коралів (рис. 8) з прошарками вапняків плитчастих. У підосві – проверстки грубоплитчастого аргіліту. Трапляються рештки пелеципод *Ilionia prisca* His. та брахіопод *Ancillotoechia nucula* (Sow.), *Didymothyris canaliculata* (Wenjok.)

У Дністровському розрізі поміж вапняків дрібнокомкуватих глинистих із прошарками плитчастих уламководетритових відзначено два прошарки вулканічного попелу. У відслоненнях вапняки глинисті, у підосві – до мергелів. Аргіліти також зустрічаються, але не в підосві, а всередині розрізу. Потужність підсвіти у стратотипових відслоненнях становить 27–29 м.

Бернівська підсвіта (270,6–289,6 м) представлена перешаруванням доломітових мергелів і вапняків криптокристалічних доломітизованих. Зустрічаються малопотужні прошарки доломітів. Породи світло-сірого кольору з бежевим відтінком, масивної та плямисто-тонкосмугастої текстури з дрібною вкрапленістю піриту й окремими гіпсовими скупченнями вздовж тріщин. Розкрито бентонітовий прошарок потужністю 10 см. Діагностовано корали *Laceripora cribrosa* Eschw. *Atrypa ex gr. reticularis* (Sow.) (В.П. Гриценко), брахіоподи *Ancillotoechia nucula* (Sow.) (В.І. Полетаєв) та пелециподи *Ilionia prisca* His.

У стратотипі – плитчасті детритові вапняки з прошарками грудкуватих та чотирма прошарками вулканічного попелу. Зрідка проверстки мергелів та аргілітів. Доломіта в вапняках 6–7%. У підосві – коралові біогерми й конгломерати.

Рихтівська світа (S_{2rh}) поділяється на нижню – гринчуцьку та верхню – ісаковецьку підсвіти.

Гринчуцька підсвіта (240,7–270,6 м) представлена монотонною товщею вапняків органогенно-детритових темно-сірого кольору з брудно-зеленим відтінком, здебільшого крупногрудкуватих, від тонко- до дрібнозернистих. Зустрічаються прошарки плитчастих та криптокристалічних вапняків. У підосві – прошарок бентоніту, що всюди фіксує межу рихтівської і цвиклівської світ.

Трапляються брахіоподи *Atrypa reticularis* (Sow.), криноїдеї *Lingula* sp., трилобіти *Proetus cf. bragensis* Konst., *Encrinurus* sp., *Papillicalymene* sp., *Orthidae*, (Л.І. Константиненко), корали *Rugosa* sp., *Syringopora* Sp., (В.П. Гриценко), пелециподи *Howellella bragensis* Wenjuk., *Delthyris elevates* (Dalm) (В.І. Полетаєв).

На відміну від свердловини 25-Котюжини, у стратотиповому розрізі зустрічаються прошарочки мергелів і доломітизованих вапняків.

Ісаковецька підсвіта (231,2–240,7 м) представлена доломітовими мергелями від зеленувато-темно-сірого (в покрівлі) до чорного кольору, з поодинокими прошарками доломітів і доломітизованих вапняків, із проверстками селеніту та скупченнями гіпсо-ангідритових агрегатів. Встановлено брахіоподи *Howellella bragensis* (Wenjok.).

Загалом розріз схожий зі стратотиповим, але в свердловині зафіксовано трохи меншу доломітову складову, з тільки дрібними скупченнями гіпсу-ангідриту. Потужність підсвіти у відслоненнях становить 5–6 м.

Рукшинська серія – верхня з трьох серій силуру – відповідає скальському горизонту Пржидольського ярусу. Залягає на малиновецькій серії та, відповідно, перекривається тиверською серією нижнього девону. До складу рукшинської серії входять вапняки, що перешаровуються в нижніх частинах розрізу з доломітами та доломітовими мергелями, а у верхніх частинах – із мергелями й доломітизованими вапняками. За літологічними ознаками рукшинська серія поділяється на чотири світи (знизу вгору): пригородоцьку, варницьку, трубчинську та звенигородську.

Пригородоцька світа (S_{2pr}) (214,6–231,2 м) представлена переважно доломітовими мергелями з прошарками доломітів та доломітизованих вапняків. Доломітові мергелі мають зеленувато-темно-сіре забарвлення, в покрівлі – до чорного. Текстура масивна з елементами верстуватої. Для доломітових мергелів характерні прошарки бежевого селеніту. Доломіти – темно-сірого кольору з коричнюватим відтінком, тонкозернисті, з масивною текстурою; зустрічаються поодинокі гнізда гіпсу-ангідриту. Вапняки – доломітизовані від світло- до темно-сірих, тонкозернисті, грудкуваті, глинисті, з ділянками грубоплитчатих. У доломітизованих породах зрідка трапляються брахіоподи: *Coelospira pusilla* (His.), *Dalejina staszici* (Kozl.)

Характер розрізу майже не відрізняється від Дністровського. Можна відзначити трохи більш доломітовий профіль утворень у стратотипових відслоненнях та дещо більшу потужність – 20–23 м.

Варницька світа (S_{2vr}) (154,4–214,6 м) представлена ритмічним перешаруванням доломітових мергелів та вапняків доломітизованих, перехідних до доломітів, потужність прошарків яких становить від 1,0 м до 7,4 м. Вапняки криптокристалічні органогенно-детритові, часто плитчасті, від бурувато-сірого до темно-сірого кольору, переважно масивної текстури. Трапляються скупчення вуглистої речовини. Доломітові мергелі від світло-сіро-зеленого до бурувато-сірого кольору, мають пелітоморфну структуру. Текстура здебільшого тонкосмугаста. Породи сульфідизовані (велика кількість тонкозернистих піриту та сфалериту) і сульфатизовані (на окремих ділянках кількість малопотужних прошарків гіпсу-ангідриту досягає 10–15% породи). У вапнякових прошарках визначено корали: *Pachyfavosites* sp., *Perpexostroma* sp. (В.П. Гриценко), брахіоподи: *Collarothyris canaliculata* (Wen.) *Spirigerina quinquecostata* (Munt.) та остракоди *Leperditia* sp., риб'яча луска, черви-трубокжилки.

Основні відмінності розрізу світи в свердловині 25-Котюжини від стратотипового – підвищені сульфатизація і сульфідизація, а також характерне скупчення вуглистої речовини та відсутність біогерм.

Трубчинська світа (S_{2tb}) (122,1–154,4 м) представлена доволі одноманітним набором вапняків переважно тонко- і дрібнозернистих, грудкуватих, нечітко згусткової та масивної текстури. Вапняки органогенно-детритові від сірого до темно-сірого кольору з бежевим відтінком. Основну масу породи становлять фрагменти організмів, різні за формою і розміром, та цементуюча речовина, представлена криптокристалічним вапняком. Карбонатна маса має буруватий колір внаслідок забарвлення гідроокисами заліза. Визначено – брахіоподи: *Platyorthis cf. ovalis* Pask. (В.І. Полетаєв), корали: *Tuvaelites podolicus* grits. *Spongophylloides* sp. (В.П. Гриценко), трилобіти: *Calymene skalensis* Munn та *Proetus cf. skalicus* Balash., фрагменти іхтіофауни, одиничні ругози (cf. *Cantrillia* sp.), колоніальні корали, кріноїдеї, остракоди.

Розріз трубчинської світи у свердловині від стратотипового відрізняється меншим ступенем доломітизації.

Звенигородська світа (S_{2zv}) (97,3–122,1 м) представлена перешаруванням темно-сірих вапняків і доломітових мергелів. Вапняки – органогенно-детритові від тонко- до криптокристалічних, від сірого до темно-сірого кольору з жовтуватим відтінком. Мають масивну текстуру з елементами смугастої на ділянках перешарування з мергелями. У нижній частині розрізу з'являються доломітовані вапняки з характерними стилітовими швами, у мергельно-вапняковій товщі зустрічаються малопотужні прошарки масивних доломітів. Визначено корали *Tuvaelites podolicus* sp. Nov., *Stromatopora* sp. (В.П. Гриценко) та великі остракоди *Lepeditia cf. schmidti* Krand. (Л.І. Константиненко).

У свердловині на відміну від стратотипу помітна місцями слабка доломітизація та піритизація і трохі зменшена потужність.

З наведеної характеристики силурійських відкладів дослідженої свердловини і порівняння їх із Дністерським опорним розрізом та з урахуванням даних щодо перерахованих вище нафтогазових свердловин можна зробити висновок, що в межах усєї Ковельсько-Хотинської СФЗ літолого-фаціальний склад, потужність, фауністична характеристика нижньосилурійських порід мало відрізняються, що свідчить про тотожні палеогеографічні умови та відносно стабільний характер розвитку території. Верхньосилурійські утворення в межах СФЗ повільно набувають більшої потужності в південно-західному напрямку. Також із заходу на схід спостерігається для більшої світ верхнього відділу силуру зростання доломітової складової карбонатних та теригенно-карбонатних порід. Склад баговицької світи свідчить про максимальне обміління Силурійського моря під час її формування. При цьому якщо в районі Придністров'я відбувалося опріснення вод басейну річками з південного заходу, про що свідчить відсутність мінералів-індикаторів підвищеної солоності (гіпс), то в центральній і північній частинах Ковельсько-Хотинської СФЗ басейн не опріснявся, і, відповідно, в породах устівської підсвіти присутні гнізда і прошарки гіпс-ангідритів. У кінці силурійського періоду на Поділлі сталося значне

обміління моря внаслідок підняття території, а Волинський виступ на півночі став областю денудації.

ВИСНОВКИ

Загалом Ковельсько-Хотинська СФЗ східна частина Волино-Подільської моноклінали, є областю накопичення неритових карбонатних відкладів, характерних для шельфу, Львівсько-Коломийська СФЗ, західна, – областю батіальних карбонатно-глинисто-теригенних відкладів, характерних для більш глибинних умов формування. Умовна субмеридіональна межа між СФЗ проходить за лінією м. Рогатин – с. Устилуг (Устилуг-Рогатинська зона розломів) (рис. 2).

На всій території Волино-Подільської плити відомі прояви бітумінозності в карбонатних породах силуру (в тому числі в структурній свердловині 25-Котюжини, де були відібрані зразки на визначення пористості, вологомісткості та насиченості порід бітумною речовиною). За результатами сучасних досліджень перспектив нафтогазоносності, найбільш перспективними щодо видобутку сланцевого газу є відклади лудловського ярусу верхнього силуру Волино-Поділля, північно-східної та східної частин Львівського прогину. За вмістом органічної речовини, попередньо встановленої в сланцях (понад 1–1,5%), катагенез тут характеризується найсприятливішими для нафтогазоутворення етапами, які могли забезпечити генерацію газу метану в значних обсягах (Чепіль, 2015). У верхньосилурійських відкладах майже в усіх свердловинах у теригенно-карбонатних породах фіксуються чорні та темно-бурі плівки органіки, для малопотужних прошарків часто характерне бітумінозне просякнення, відзначають примазки чорної в'язкої нафти, наявність газових включень, навіть темно-коричневу рідку нафту в кавернах. Трапляються прожилкові скупчення в'язкого жовтувато-коричневого бітуму (нафти) порових порід, характерних для родовищ сланцевого газу.

У північній частині Ковельсько-Хотинської СФЗ у її межах розкрито Локачинське родовище. Колекторами слугують кавернозні та тріщинуваті вапняки й доломіти з хорошою ємнісною характеристикою (з пористістю до 10% і проникливістю – 12–46 мД) рукшинської та малиновецької серій та баговицької світи ярузької серії (Крупський, 2014). У покрівлі майже кожного нафтогазоперспективного горизонту є непроникині породи – це морські й лагунні фації, які переважно не вміщують колекторів: вони є покривками для рифогенних порід тих самих горизонтів. Загальною регіональною покривкою для силурійських утворень слугують аргіліти нижньої частини нижнього девону. З наведених вище даних можна зробити висновок про те, що рифогенні силурійські відклади, у тому числі в межах Ковельсько-Хотинської СФЗ, знаходяться в умовах, сприятливих для формування й збереження вуглеводневих покладів.

Слід зазначити, що супутніми гідрогеологічними дослідженнями у свердловині 25-Котюжини виявлено підземні води високої якості з водоносних горизонтів силуру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Борисенко Т.С. та ін. Державна геологічна карта України. Волино-Подільська серія. Аркуш М-35-XX (Тернопіль). Київ, 2008.
- Геотектоника Волино-Подоліи. Київ: Наукова думка, 1990. 244 с.
- Гожик П.Ф., Константиненко Л.І., Полетаєв В.І. Модернізація стратиграфічних схем фанерозою України: сучасний стан, проблеми і шляхи їх вирішення. *Геологічний журнал*. 2011. № 1. С. 7–13.
- Константиненко Л.І., Берченко О.І., Котляр О.Ю., Полетаєв В.І., Єфіменко В.І. Головні напрями та результати модернізації стратиграфічних схем кембрію, ордовіку, силуру і девону України (1993–2013 рр.). *Геологічний журнал*. 2014. № 1. С. 64–71.
- Крупський Ю.З. та ін. Нетрадиційні джерела вуглеводнів України: монографія: у 8 кн. Кн. 2: Західний нафтогазоносний регіон. Київ: Ніка-Центр, 2014. 400 с.
- Матеюк В.В. Легенда к государственной геологической карте Украины масштаба 1:200 000 Волино-Подольской серии. Ровно, 1995.
- Цегельнюк П.Д., Гриценко В.П., Константиненко Л.І. Силур Подоліи. *Путеводитель экскурсий*. Київ: Наукова думка, 1983.
- Чепіль В.П. Геологія, Першочерговий комплекс геологорозвідувальних робіт на сланцевий газ Волино-Поділля на початковій стадії вивчення, розвідка та промислова геофізика нафтових і газових родовищ 28 ISSN 1993–9965. *Науковий вісник ІФНТУНГ*. 2015. № 2 (39).

REFERENCES

- Borysenko T.S. et al. Derzhavna heolohichna karta Ukrainy [State geological map of Ukraine]. Volyno-Podilska seria. Arkush M-35-XX (Ternopil). Kyiv, 2008 (in Ukrainian).
- Cegel'njuk P.D., Gricenko V.P., Konstantinenko L.I. Silur Podolii [Silur Podolia]. *Putevoditel' jekskursij [Excursion guide]*. Kyiv: Naukova dumka, 1983 (in Russian).
- Chepil V.P. Heolohiia, rozvidka ta promyslova heofizyka naftovykh i hazovykh rodovyshch 28 ISSN 1993–9965 [Geology, exploration and industrial geophysics of oil and gas fields 28 ISSN 1993–9965]. *Naukovyi visnyk IFNTUNH*. 2015. № 2 (39) (in Ukrainian).
- Geotektonika Volyno-Podolii [Geotectonics of Volyn-Podolia]. Kyiv: Naukova dumka, 1990. 244 p. (in Russian).
- Hozhyk P.F., Konstantynenko L.I., Polietaiev V.I. Modernizatsiia stratyhrafichnykh skhem fanerozoii Ukrainy: suchasnyi stan, problemy i shliakhy yikh vyrishennia [Modernization of stratigraphic schemes by the Phanerozoic of Ukraine: current state, problems and ways of their solution]. *Heolohichniy zhurnal*. 2011. No 1. P. 7–13 (in Ukrainian).
- Konstantynenko L.I., Berchenko O.I., Kotliar O.Iu., Polietaiev V.I., Yefimenko V.I. Holovni napriamy ta rezultaty modernizatsii stratyhrafichnykh skhem kembriiu, ordoviku, syluru i devonu Ukrainy (1993–2013 rr.) [The main directions and results of modernization of stratigraphic schemes of the Cambrian, Ordovician, Silurian and Devonian of Ukraine (1993–2013)]. *Heolohichniy zhurnal*. 2014. No 1. P. 64–71 (in Ukrainian).
- Krupskiy Yu.Z. et al. Netradytsiini dzherela vuhlevodniv Ukrainy [Unconventional sources of hydrocarbons of Ukraine]: monohrafiia [monogr.]: u 8 kn. Kn. 2: Zakhidnyi naftohazonosnyi rehion [Western oil and gas region]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2014. 400 p. (in Ukrainian).
- Matejuk V.V. Legenda k gosudarstvennoj geologicheskoy karte Ukrainy mashtaba 1:200 000 Volyno-Podol'skoj serii [Legend to the state geological map of Ukraine at a scale of 1: 200,000 Volyn-Podolsk series]. Rovno, 1995 (in Russian).

CORRELATION OF THE SILURIAN SEQUENCE OF THE 25-KOTYUZHINY STRUCTURAL WELL WITH THE DNIESTER REFERENCE SECTION OF THE SILURIAN IN THE VOLYN-PODILLYA PLATE

Tamara
BORYSENKO

member
of the UAG

The paper is devoted to lithostratigraphic and biostratigraphic subdivision of the Silurian deposits of 358 m total thickness in the 25-Kotyuzhiny structural well and its comparison with the stratotypic Dniester section of the Silurian system in accordance with Legend to the geological map of Ukraine, the Volyn-Podolsky series of 1: 200 000 scale, consistent with the latest modernization of Silurian stratigraphic charts.

The described section is a parastratotype for Silurian litho-stratons of the Kovel-Khotyn structural and facies zone and a reference one for Silurian deposits in the central part of this zone.

The Silurian in the 25-Kotyuzhiny well is represented by the lower (Llandoveryan and Wenlockian stages) and upper (Ludlovian and Przhidolian stages) series. According to the lithological-facies composition and sedimentation conditions during Silurian times, there are 3 major completed stages of sedimentation as transgressive-regressive cycles, corresponding to the the Yarugian, Malinovetsian and Rukshinian series, which are quite clearly subdivided into 10 suites and 12 sub-suites.

In correlation with the Dniester reference section, litho-stratons of the Silurian are characterized mainly by carbonate and clay-carbonate composition, relative stable thickness and facies pattern, diversity of fauna with a predominance of shallow benthic forms.

The well is characterized by bituminous manifestations indicating hydrocarbon potential of the area and its prospectivity for shale gas accumulations in the formations of the upper Silurian in particular.

Keywords: *Volyn-Podillya; lithostratigraphic section; formation structural and facies zone; Silurian deposits.*

ТИПОМОРФНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗОЛОТА З КОРИ ВИВІТРЮВАННЯ СУРСЬКОЇ ЗЕЛЕНОКАМ'ЯНОЇ СТРУКТУРИ

УДК 549.283:551.311.231 (477.63)

Мирон
КОВАЛЬЧУК

доктор геологічних наук, професор, завідувач відділу Інституту геологічних наук НАН України, член Спілки геологів України

Віталій
СУКАЧ

доктор геологічних наук, завідувач відділу Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, член Спілки геологів України

На підставі узагальнення фактичного матеріалу виробничих звітів, публікацій у наукових виданнях та власних досліджень наведено відомості щодо типоморфних особливостей самородного золота з кори вивітрювання різного мінерального складу золотоносних порід фундаменту в межах родовищ і рудопроявів Сурської зеленокам'яної структури. Досліджено зміну типоморфних особливостей золота у вертикальному розрізі кори вивітрювання.

Ключові слова: Середньопридніпровська граніт-зеленокам'яна область; Сурська зеленокам'яна структура; кора вивітрювання; золото; типоморфні особливості.

ВСТУП

Значна кількість великих родовищ золота в межах кристалічного фундаменту давніх платформ світу, зокрема й на Українському щиті, приурочена до ранньодомбрийських граніт-зеленокам'яних поясів. У більшості структур Середньопридніпровської граніт-зеленокам'яної області теж наявна золоторудна мінералізація. Золоторудні об'єкти Середньопридніпровської граніт-зеленокам'яної області належать до родовищ і проявів гідротермально-метасоматичних руд, приурочених до архейських зеленокам'яних структур, які зіставляються з добре відомими крупними архейськими родовищами провінцій давніх кристалічних щитів Канади, Австралії та інших, у яких родовища золота розташовані поміж змінених вулканогенних порід основного складу та залізистих кварцитів, що тісно асоціюють із субвулканічними гіпабісальними диференціатами основної магми (Гаєва та ін., 2006; Сукач та ін., 2006). Однією з найбільш вивчених і багатих на золото є Сурська зеленокам'яна структура, що виповнена мезоархейськими стратифікованими петротипами конкської серії, у складі якої виокремлюють (знизу вгору): сурську світу, аполонівську товщу, алферівську світу та пашенівську товщу, а також синхронні їм інтрузивні та субвулканічні утворення (верхівцевський базит-ультрабазитовий комплекс, сергіївська асоціація

метагаброїдів) (Гаєва та ін., 2006; Сукач та ін., 1999, 2006). Із завершальним етапом формування структури пов'язано укорінення сурського плагіогранітоїдного комплексу (Гаєва та ін., 2006). В її межах виявлено два родовища золота (Сергіївське і Балка Золота), перспективні рудопрояви (Аполонівський, Східно-Аполонівський, Тетянин, Розрахунковий, Дорожній, Новий, Новий-1, Південно-Петрівський, Північний, Карнаухівський, Правдинський, Павлівський, Північносурський), десятки пунктів мінералізації золота в кристалічних породах, їхній корі вивітрювання, а також поховані розсипи золота в алювіальних відкладах середнього еоцену осадового чохла (Гаєва та ін., 2006; Сукач та ін., 1999, 2006).

Сукупний рудоносний потенціал кристалічних та осадових петротипів, їхнє просторово-парагенетичне суміщення, гірничо-геологічні умови локалізації рудовмісних різновікових і різногенетичних товщ, високий ступінь вилучення золота з руд дає змогу стверджувати, що найближчим часом полігенно-поліхронну рудоносну систему Сурської структури (переважно в межах родовищ Сергіївське та Балка Золота) буде залучено до розроблення (Ковальчук, Сукач, 2018). У зв'язку з цим дослідження типоморфних особливостей самородного золота в одній із формаційних одиниць рудоносної системи структури є актуальним.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вчення про геологію й корисні копалини кори вивітрювання отримало розвиток завдяки працям Ю.С. Білібіна, І.І. Гінзбурга, В.П. Казарінова, В.П. Петрова, Б.Б. Полинова, І.С. Рожкова, Д.Г. Сапожнікова, С.С. Смірнова, М.М. Страхова та інших дослідників. Історія дослідження кори вивітрювання Українського щита почалася ще в XIX сторіччі та пов'язана з іменами багатьох виробничників, за керівництва яких були здійснені геолого-картувальні та геолого-пошукові роботи в межах окремих територій. Значний внесок у дослідження кір вивітрювання здійснили також науковці, з яких слід виокремити виробничі звіти та наукові праці Ю.О. Аверіна, Ю.Б. Басса, О.Б. Боброва, Л.В. Бочая, А.П. Василенка, С.П. Василенко, М.Ф. Веклича, А.С. Войновського, В.Ф. Володіна, Л.С. Галецького, Ю.Г. Герасимова, А.А. Гончара, О.Д. Додатка, М.М. Дупляка, М.Д. Ельянова, В.Д. Євтехова, Е.Я. Жовинського, В.М. Жужоми, Р.І. Заболотної, П.К. Заморія, О.І. Зарицького, К.М. Заруцького, П.А. Земятченського, Е.Я. Каплуна, М.С. Ковальчука, В.Ю. Кондрачука, П.К. Корнієнка, М.М. Костенко, Г.О. Кузьманенко, Ю.В. Крошко, Є.О. Куліша, М.І. Лебеда, Г.Д. Лепігова, А.У. Литвиненко, В.Т. Льохового, О.Ф. Маківчука, Е.В. Мельничука, В.С. Металіди, С.В. Нечаєва, В.В. Омельченка, Т.В. Охоліної, Є.С. Перкова, П.Г. Пігулевського, В.Т. Погрібного, С.Є. Поповченка, Г.О. Ремезової, Ю.А. Руська, В.А. Рябенка, М.А. Самаріна, Г.С. Соловйова, О.П. Старожука, В.В. Сукача, К.Г. Суцук, Л.Г. Ткачука, О.Ю. Шестакова, І.І. Шоцького, В.І. Шунька та ін.

Тривале дослідження кори вивітрювання знайшло свій відбиток в численних виробничих звітах, наукових публікаціях та монографіях і спонукало вчених і виробничників розглядати кору вивітрювання кристалічних порід як важливий об'єкт вивчення загальної рудоносності щита, а також визначило високий ступінь перспектив рудоносної кори вивітрювання на відкриття нових об'єктів руд чорних, кольорових, рідкісних та благородних металів. З останніх провідне місце в економіці усіх країн посіло золото. Під час дослідження золотоносності формаційних одиниць значна увага приділяється дослідженню типоморфних особливостей самородного золота, які слугують інформаційною базою щодо фізико-хімічних параметрів та глибини рудоутворення.

Золотоносності осадових формаційних одиниць України та мінералогії самородного золота, що міститься в них, присвячені численні наукові публікації, зокрема: Ю.Л. Аверіна, В.М. Артеменка, І.М. Афанасьєвої, Л.В. Бочая, Ю.М. Брагіна, Ю.Ф. Веліканова, В.В. Грицика, К.М. Заруцького, В.Т. Кардаша, В.М. Квасниці, М.С. Ковальчука, Г.Л. Кравченка, Ю.В. Крошко, Ю.О. Кузнецова, Є.О. Куліша, Є.К. Лазаренка, І.К. Латиша, М.І. Лебеда, О.І. Матковського, М.О. Маслакова, Є.В. Мельничука, С.В. Нечаєва, Б.С. Панова, І.С. Паранько, Ю.О. Полканова, В.П. Резніка, М.П. Семененка, К.Г. Суцук, Л.А. Фігури, О.Ю. Шестакова, Є.Ф. Шнюкова, В. О. Шумлянського, С.В. Яблокової, М.Я. Яценка та ін.

Пріоритет у дослідженні золотоносності кори вивітрювання в межах України належить Л. Хрипкову та О. Зайцеву. Надалі золотоносність кори вивітрювання

України в різні роки вивчали І. Абрамов, І. Гаєв, Н. Гаєва, К. Заруцький, М. Ковальчук, П. Корнієнко, Ю. Крошко, Є. Куліш, Г. Лепігов, Е. Мельничук, Г. Наумов, С. Нечаєв, В. Погрібний, В. Сукач, Л. Фігура, О. Шестаков, О. Вишневський та ін. З огляду на значний золотоносний потенціал кори вивітрювання України Ю. Аверін, О. Зарицький, М. Лебідь, О. Маківчук віднесли формацію кори вивітрювання Українського щита до однієї з чотирьох провідних золоторудних формацій і розглядали її як золото-аргілізитову.

В останні роки пріоритет щодо дослідження типоморфізму самородного золота з кристалічних порід фундаменту, кори вивітрювання та алювіальних відкладів Сурської зеленокам'яної структури належить авторам цієї публікації. Зібраний новий фактичний матеріал спонукає до доповнення раніше отриманих результатів та коригування їх на основі нових даних.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Фактичним матеріалом досліджень слугували матеріали виробничих звітів, власні дослідження, зерна самородного золота, які було досліджено під бінокляром та за допомогою методів електронно-мікроскопічних і мікрозондових досліджень (на електронному мікроскопі JSM-6700F, обладнаному енергодисперсійною системою для мікροаналізу JED-2300).

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Золотовміщувальні породи кристалічного фундаменту в межах родовищ золота Сергіївське, Балка Золота та рудопроявів Тетянин, Розрахунковий, Новий, Північний, Південно-Петрівський, Карнаухівський зазнали гіпергенних змін, унаслідок чого частина рудних тіл продовжується у корі вивітрювання, в якій утворює золото-аргілізитову формацію. У більшості випадків кора вивітрювання має площову форму з потужністю до 70 м; незначне поширення має лінійний тип кори, який переважно розміщений вздовж розломів і зон розсланцювання, де потужність кори досягає понад 150 м (Гаєва та ін., 2006; Сукач та ін., 2006). У повному профілі кори вивітрювання наявні три зони: I зона – зона дезінтеграції та вилугування; II зона – зона проміжних продуктів вивітрювання; III зона – зона стійких продуктів вивітрювання. Профіль кори вивітрювання – повний або скорочений (відсутня одна або дві зони). Контури поширення рудних зон у корі вивітрювання приблизно відповідають контурам розвитку корінної золотої мінералізації. Залежно від вихідних порід субстрату та збережених від розмиву їхніх зон кора вивітрювання в межах родовища має кварц-каолінітовий, кварц-серицит-каолінітовий, вохристо-сидерит-каолінітовий, гетит-сидерит-каолінітовий, гідрохлоритовий, гідрохлорит-каолінітовий, гідрогетит-гідрохлоритовий, каолініт-гетит-гідрогетитовий склад (Гаєва та ін., 2006; Сукач та ін., 1999, 2006, Ковальчук, Сукач, 2016).

Загалом зерна золота з кори вивітрювання мають золотисто-жовте, буро-жовте, брудно-жовте забарвлення. Краї зерен – гострі, колючі, округлі, зглажені. Поверхня –

блискуча, дрібношагренева, кавернозна, з відбитками зерен інших мінералів. Заглиблення на поверхні золотин часто заповнені прозорим і молочно-білим кварцом та залишками зерен магнетиту. Частина золота перебуває в зростках з великими зернами кварцу і магнетитом, який часто має форму правильних кристалів.

Найбільш повно нами досліджено золото з кори вивітрювання родовища Балка Золота (рис. 1).

Золото з кварц-каолінітової кори вивітрювання (рис. 2) ксеноморфне: округлої, пластинчастої, дрото-, грудкоподібної і неправильної форми з широким діапазоном форм розміром 0,1–0,2 мм, іноді до 0,3 мм, а також гіпідіоморфне золото у виді псевдокубооктаедричних зерен та їхніх гантелеподібних зростків. Золото середньо- і високопробне (Au – 88,87–94,44%; Ag – 3,96–9,33%). Розмір зерен – 0,1–0,3 мм.

Золото з вохристо-сидерит-каолінітової кори вивітрювання – округлої, дротоподібної, неправильної форми розміром 0,1–1,0 мм. В окремих випадках золото наявне у тріщинах зерен магнетиту, всередині стяжінь сидериту й агрегатів гідрокислів заліза. Золото – високопробне і дуже високопробне (Au – 92,0–97,2%; Ag – 3,7–8,0%).

Золото з каолініт-гідрохлоритової кори вивітрювання (рис. 3) – неправильної, пластинчастої, грудкоподібної форми з зазубреними гострими краями розміром 0,1–0,15 мм (переважає) і менше; часто наявні зерна розміром до 0,5 мм. Зустрічаються недосконалі октаедри та октаедри зі згладженими краями. Часто золото наявне на гранях магнетиту і піриту у виді плям або наростає на межі мінералів у виді грудочок, а також у тріщинах кварцу та в зростках із ним. Золото – середньо- і високопробне (Au – 89,4–94,2%; Ag – 5,6–10,0%).

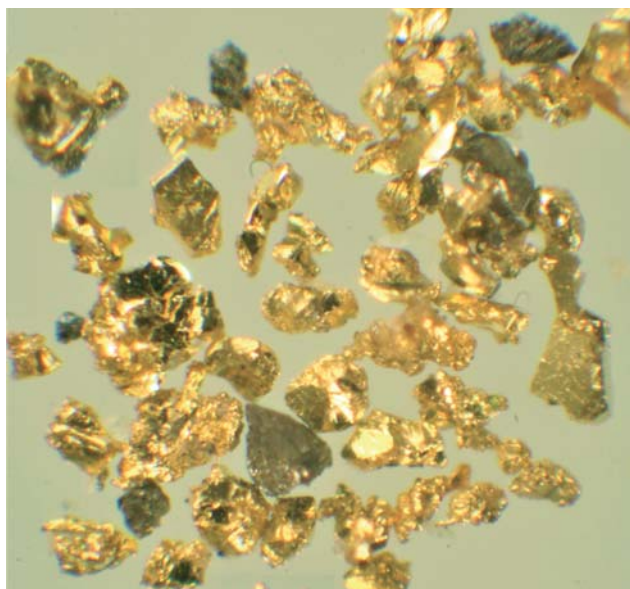
Золото з гідрогетит-гідрохлоритової кори вивітрювання – ізометричної, видовженої в одному напрямку,

неправильної форми з гострими краями розміром 0,15 мм і менше, подекуди 0,5–4,5 мм. Наявні зрощення золота з кварцом і зрідка з магнетитом. На поверхні деяких зерен наявна присипка гіпергенного золота. Золото дуже високопробне (Au – 97,5%; Ag – 3,1%).

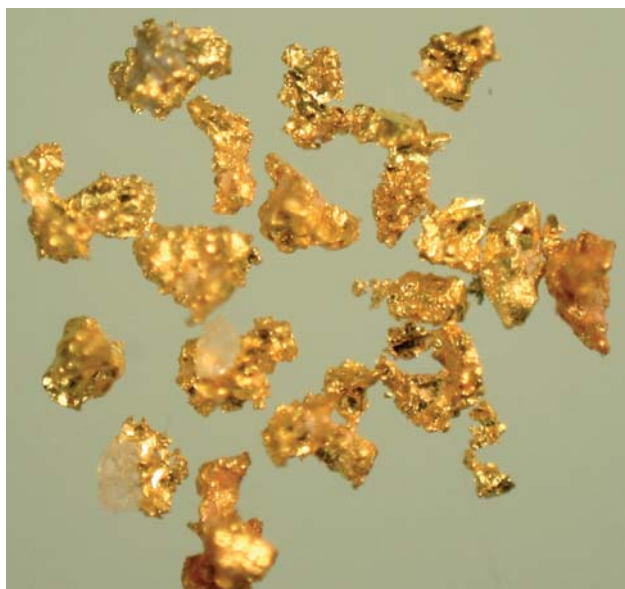
Золото з каолініт-гетит-гідрогетитової кори вивітрювання – грудкоподібної, ажурної форми часто утворює агрегати з зерен золота неправильної форми. Золото – дуже високопробне (Au – 97,7%; Ag – 1,7%).

Золото з кір вивітрювання рудовмісних кристалічних порід Сергіївського родовища характеризується строкатістю морфологічних форм (рис. 4). У корі вивітрювання Сергіївського родовища майже 90% становлять зерна золота розміром 0,15 мм і менше. Проба золота – здебільшого 900–958.

Найґрунтовніше досліджено золото з каолінітової кори вивітрювання Північної рудної зони східної частини Сергіївського родовища, яке представлено ідіоморфними зернами (спотвореними кристалами куба і октаедра); гіпідіоморфними зернами з ознаками кристалографічної огранки; ксеноморфними індивідами, які представлені грудкоподібними зернами з численними короткими відростками, ямчато-пагорбковою поверхнею і включенням прозорого кварцу; об'ємно-видовженими (переважають) зернами неправильної форми зі зрізаними краями, дірочками, блискучою, шагреневою, ямчато-пагорбковою поверхнею та залишками у поглибленнях звітрених мінералів; ніздрюватими зернами неправильної форми з відростками та включеннями кварцу; золотом із широким діапазоном форм; поодинокими зернами сигароподібної видовженої форми (рис. 5) (Ковальчук, Сукач, Рязанцева, 2019). Зерна золота переважно розміром менше 0,07 мм, подекуди до 0,7 мм; їхній розмір часто збільшується через незаконні зрощення кількох індивідів. Золото – високопробне



а



б

Рисунок 1. Розмаїття морфології зерен золота з кори вивітрювання рудоносних кристалічних порід родовища Балка Золота:

а – свердл. 544; б – свердл. 971

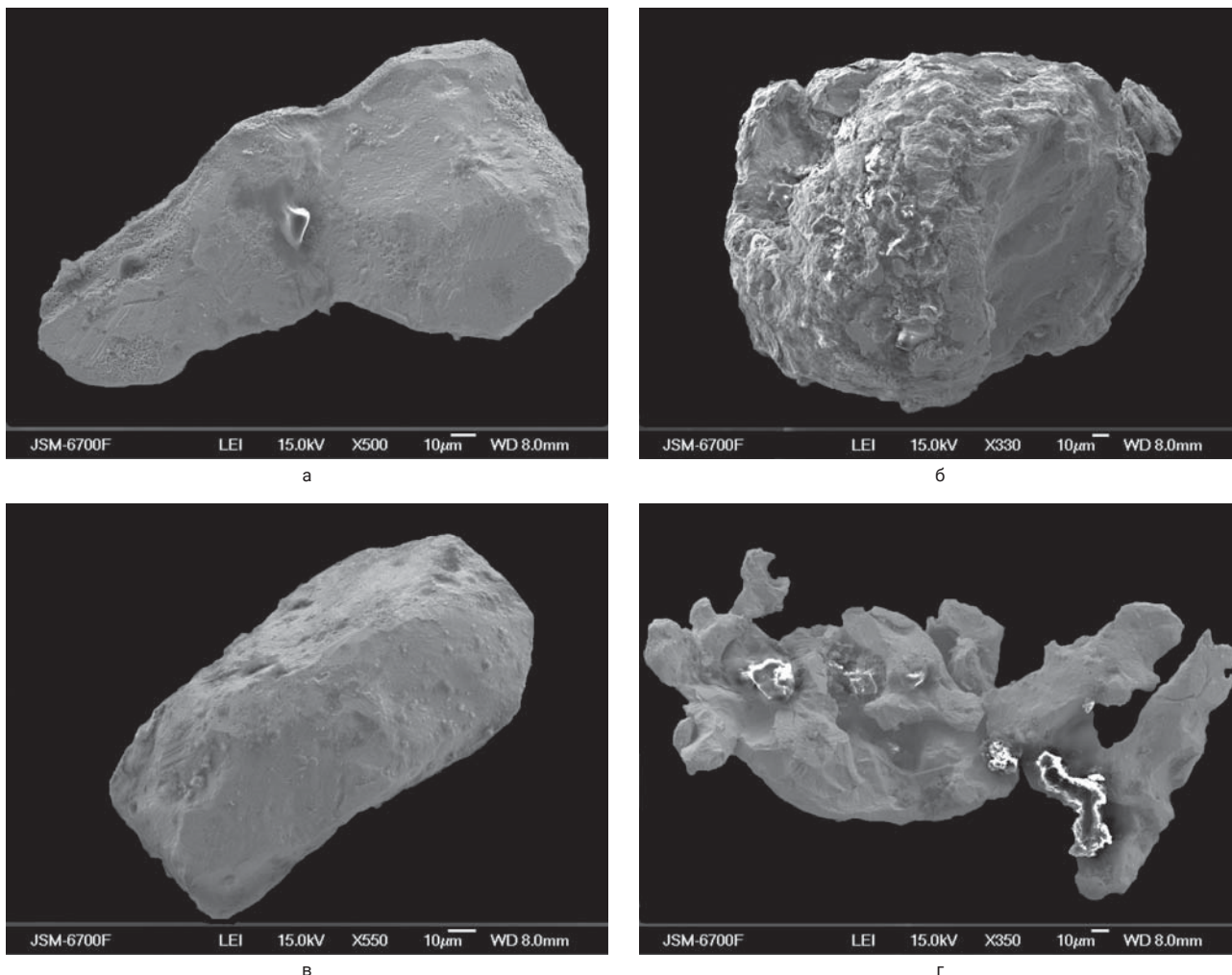


Рисунок 2. Золото з кварц-каолінітової кори вивітрювання (свердл. З):
а – гіпідіоморфне; б – грудкоподібне; в – дрогоподібне; г – з широким діапазоном форм

і дуже високопробне (Au – 90,1–95,4%; Ag – до 8,73%; Cu – до 2,88%; Zn – до 0,18%).

У межах рудопроаяву Тетянин у каолінітової кори вивітрювання потужністю 1,0–4,0 м самородне золото – ксеноморфне у вигляді грудкоподібної та пластинчастої форми. Розмір зерен – до 0,1 мм.

У межах рудопроаяву Розрахунковий у каолінітової кори вивітрювання потужністю 0,5–4,0 м самородне золото – ксеноморфної форми, наявне у вільному стані і в зрощеннях із кварцом (Ковальчук, Сукач, Гаєва, 2015). Форма зерен – грудкоподібна, неправильна. Розмір золотинок – 0,05–0,15 мм.

У межах рудопроаяву Новий у каолінітової кори вивітрювання потужністю 2,0–4,0 м самородне золото представлено дендритоподібними і друзоподібними зернами розміром до 0,5 мм, а також ксеноморфними зернами луско-, грудкоподібної форми розміром 0,03–0,1 мм (Гаєва та ін., 2006; Ковальчук, Сукач, Гаєва, 2015). Золото високопробне (Au – 90,4%; Ag – 9,4%).

У межах рудопроаяву Північний у каолінітової кори вивітрювання потужністю 3,0 м самородне золото

представлене ксеноморфними і геміідоморфними зернами (Ковальчук, Сукач, Гаєва, 2015). Ксеноморфне золото розміром 0,05–0,4 мм має таблитчасту, округлу й грудкоподібну форму. Геміідоморфне золото представлено автоепітаксичними наростами золота на золоті.

У межах Південно-Петрівського рудопроаяву з каолініт-гетит-гідрогетитової кори вивітрювання потужністю 2,5–4,0 м золото досліджено не було.

У межах Карнаухівського рудопроаяву з нонтроніт-каолінітової кори вивітрювання золото представлено зернами з ознаками кристалографічної огранки, а також ксеноморфним золотом пластинчастої, короткостовпчастої, округлої, грудкоподібної форм, зрідка пластинчастими зрощеннями (Гаєва та ін., 2006).

Зміну типоморфних особливостей золота (морфології, проби, розміру, забарвлення) у вертикальному розрізі кори вивітрювання було прослідковано на прикладі гідрохлорит-каолінітової кори вивітрювання золотомісних кристалічних порід фундаменту родовища Балка Золота. Аналіз морфології зерен золота

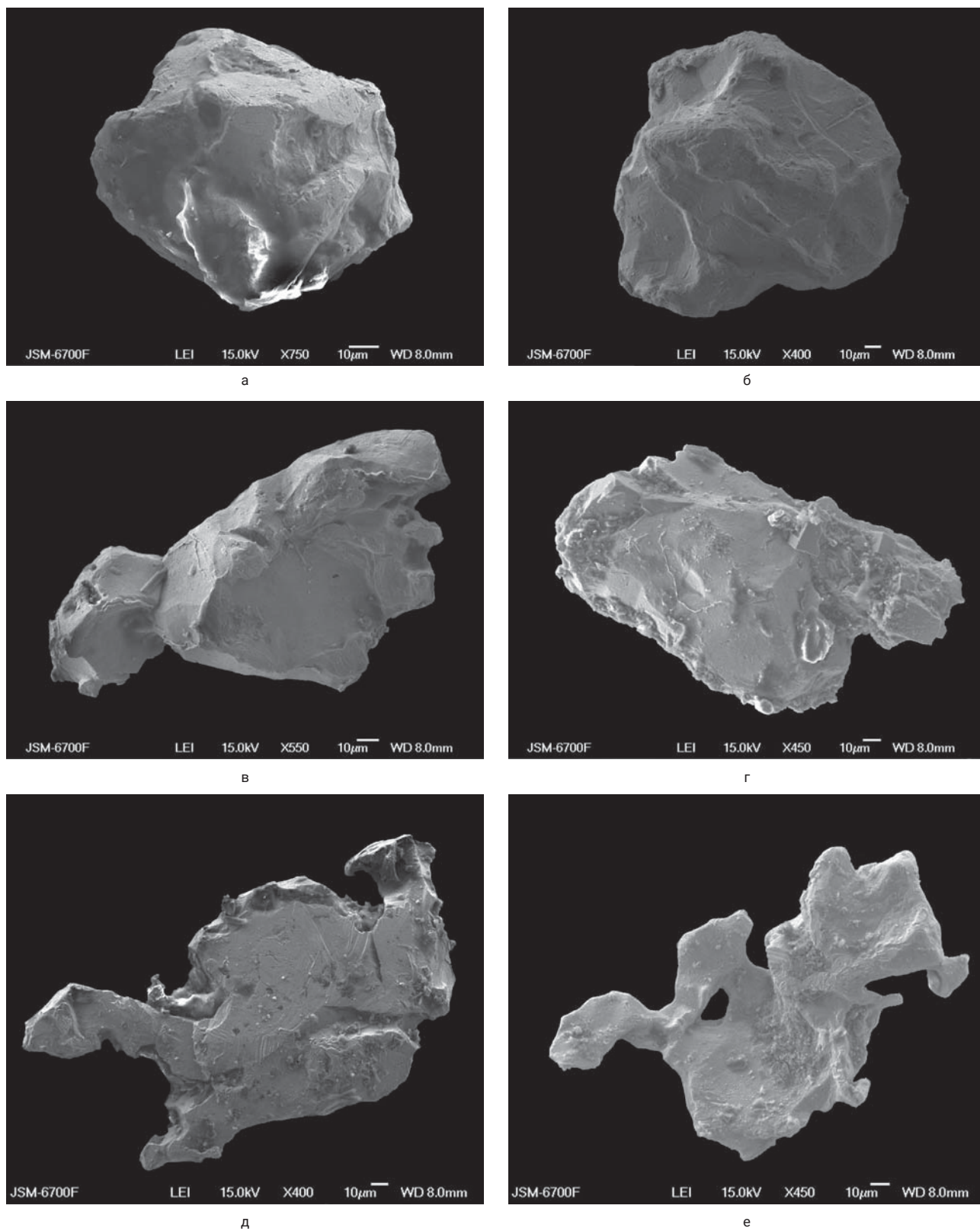


Рисунок 3. Золото з каолініт-гідрохлоритової кори вивітрювання:
 а, б – гіпідіоморфні зерна (свердл. 544); в, г, – грудкоподібні зерна (свердл. 544 і 545);
 д, е – золото з широким діапазоном форм (свердл. 544 і 545)

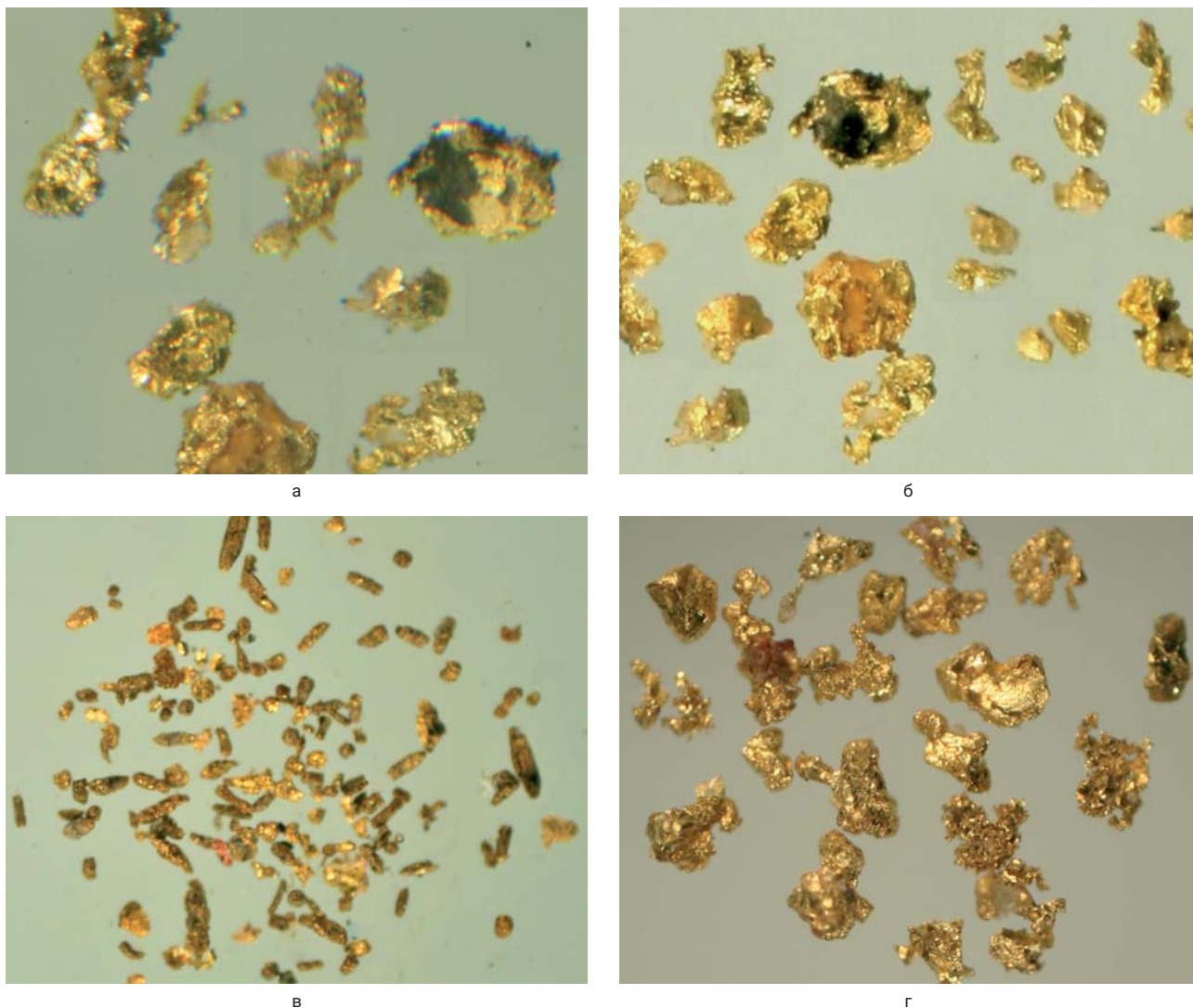


Рисунок 4. Розмаїття морфології зерен золота з кори вивітрювання рудовмісних кристалічних порід родовища Сергіївське: а – свердл. 1733; б – свердл. 1911; в – свердл. 1966; г – свердл. 3210

дав змогу зробити висновок, що у верхніх горизонтах кори вивітрювання морфологія зерен більш проста в порівнянні з більш глибокими горизонтами, що, ймовірно, пов'язано зі спрощенням його морфології у верхній зоні елювіальної товщі. Залежно від глибини, у напрямку до незмінених гіпергенезом рудних тіл морфологія зерен золота стає більш строкатою, зокрема, поряд із ксеноморфними зернами з'являються ідіоморфні, гіпідіоморфні, геміідіоморфні форми. Також залежно від глибини змінюється проба золота в напрямку від високопробного (в верхніх горизонтах кори вивітрювання) до середньопробного (в нижніх горизонтах кори вивітрювання). Вниз за розрізом забарвлення золота змінюється від золотисто-жовтого до брудно-жовтого, жовто-бурого. Залежно від глибини зменшується також розмір зерен золота.

За результатами фазового аналізу золота, руди з кори вивітрювання належать до легко збагачувальних,

кількість вільного золота в них становить 75,17% (Гаєва та ін., 2006; Сукач та ін., 2006). Золото, яке може бути вилучене традиційними технологічними засобами, становить до 97% (Сукач та ін., 2006).

ВИСНОВКИ

Золотоносність кори вивітрювання визначається золотоносністю вихідних порід субстрату. Збільшені концентрації золота приурочені до ділянок підвищення поверхні підшви і покрівлі елювіальної товщі. Мінеральні типи зон кори вивітрювання обумовлені речовинним складом порід субстрату. Повний профіль кори вивітрювання складено трьома зонами, однак у більшості випадків унаслідок розмивання кори вивітрювання профіль елювіальної товщі є скороченим.

Мінералогічні дослідження самородного золота з різних мінеральних типів кір вивітрювання різних зон дали змогу встановити ідіоморфне, гіпідіоморфне,

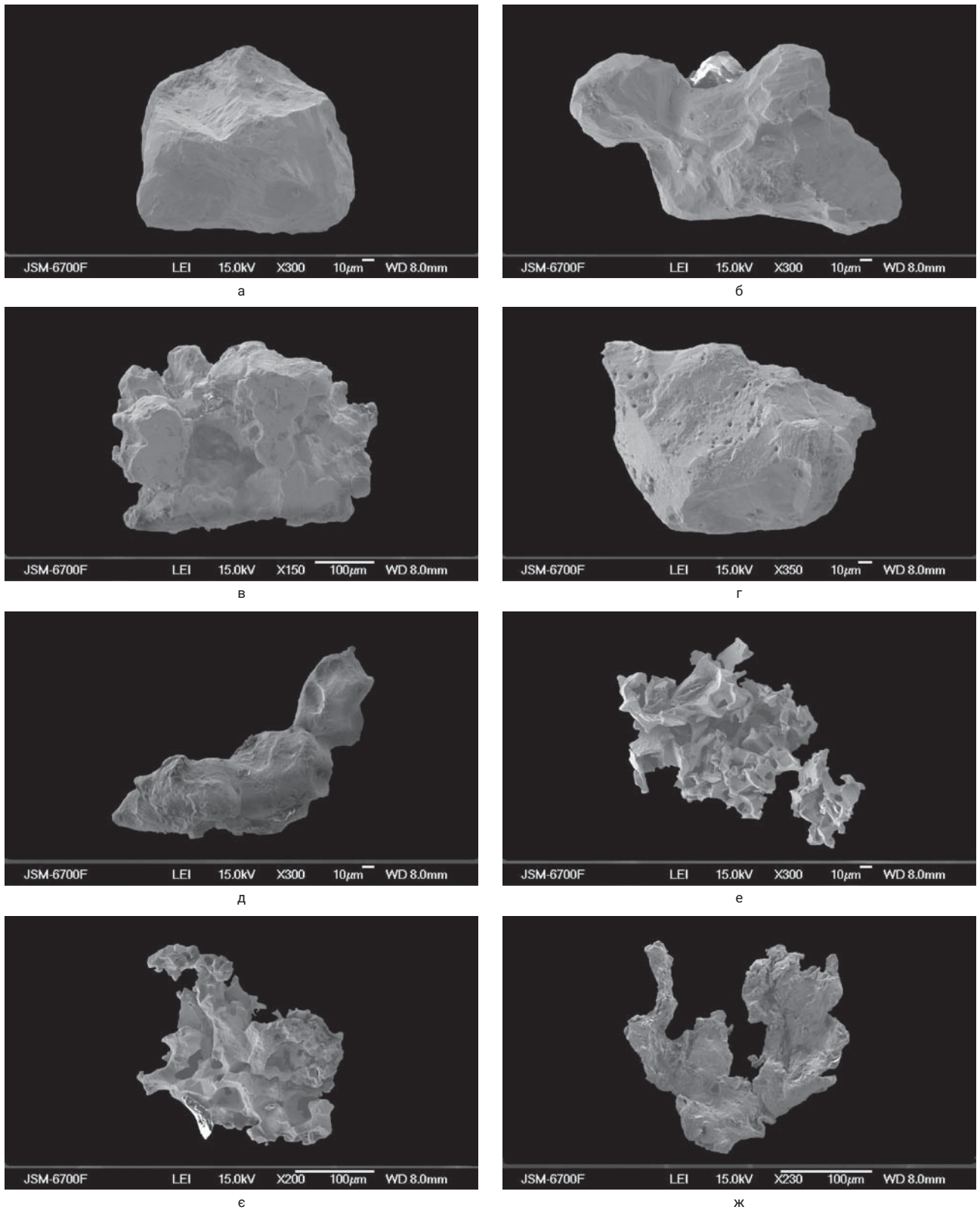


Рисунок 5. Розмаїття морфології зерен золота з каолінітової кори вивітрювання північної рудної зони східної частини Сергіївського родовища (свердл. 3210): а – сплотивлений кристал; б – зростки сплотивлених кристалів; в – грудкоподібний зросток кількох зерен; г – грудкоподібне зерно; д – об’ємно видовжене зерно; е, є – ніздрюваті зерна з відростками; ж – ксеноморфне зерно з широким діапазоном форм

ксеноморфне і геміідоморфне золото. Завдяки порівняльному аналізу типоморфних особливостей золота з кори вивітрювання та рудних зон незмінених гіпергенезом порід (були досліджені раніше) автори дійшли висновку, що золото в корі вивітрювання переважно залишкове, зрідка з невеликою кількістю новоутвореного, у вигляді дрібних автоепітаксичних наростів золота на золоті.

Гіпергенне перетворення самородного золота в корі вивітрювання виражене у зміні забарвлення, проби та морфології. Збільшення розміру зерен уверх за розрізом кори вивітрювання є віддзеркаленням рудної зональності та частково наслідком укрупнення зерен золота в елювіальній товщі. Зміни типоморфних особливостей самородного золота зростають зі збільшенням гіпергенного перетворення рудоносних порід. Найбільш гіпергенно змінене золото наявне в зоні стійких продуктів вивітрювання.

Золотоносна кора вивітрювання Сурської зеленокам'яної структури містить у значній кількості вільне золото і є достатньо легкозабагачувальною. У зв'язку з цим вона разом із золотоносними породами кристалічного фундаменту й золотоносними континентальними флювіальними утвореннями середнього еоцену, що сформувалися унаслідок розмивання й перевідкладення матеріалу елювію, становлять просторово-парагенетичний ряд різночасових і різногенетичних золотовмісних формаційних одиниць Сурської зеленокам'яної структури, які об'єднані причинно-наслідковими зв'язками й мають загалом значний ресурсний потенціал.

Проведені дослідження типоморфних особливостей самородного золота з кори вивітрювання Сурської зеленокам'яної структури є підґрунтям для створення Атласу самородного золота.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Гаєва Н.П. та ін. Особливості речовинного складу самородного золота та золотовміщуючих руд зеленокам'яних комплексів Середнього Придніпров'я: звіт про НДР. Новомосковськ, 2006.

Ковальчук М.С., Сукач В.В. Просторово-парагенетична, полігенно-поліхронна золоторудна система Солонянського рудного поля. *Тектоніка і стратиграфія*. 2018. № 45. С. 123–132.

Ковальчук М.С., Сукач В.В. Типоморфні особливості самородного золота з кори вивітрювання рудоносних порід Сурської зеленокам'яної структури. *Записки Українського мінералогічного товариства*. 2016. Т. 13. С. 43–45.

Ковальчук М.С., Сукач В.В., Гаєва Н.М. Типоморфні особливості самородного золота из кор выветривания рудоносных пород Сурской зеленокаменной структуры (Среднее Приднепровье, Украина). *Минералогия во всем пространстве сего слова: доклады XII Съезда РМО* (СПб., 13–16 окт. 2015 г.). СПб., 2015. С. 110–112.

Ковальчук М.С., Сукач В.В., Рязанцева Л.О. Типоморфні особливості самородного золота з кори вивітрювання східного флангу комплексного Au-Mo Сергіївського родовища. Середнє Придніпров'я. *Здобутки і перспективи розвитку геологічної науки в Україні: збірник тез наукової конференції, присвяченої 50-річчю Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка* (Київ, 14–16 трав. 2019 р.): у 2 т. Київ, 2019. Т. 2. С. 183–184.

Сукач В.В. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые среднего течения р. Мокрая Сура: отчет Сурского геолого-поискового отряда о результатах геологического доизучения масштаба 1:50000 южной части Сурской структуры совместно с поисковыми работами на золото в 1989–1999 гг. (листы М-36-142-Б-в,г; -Г,а,б). Новомосковск, 1999.

Сукач В.В., Ковальчук М.С., Гаєва Н.М. Типоморфні особливості золота з рудних зон та кори вивітрювання родовища Балка Золота. *Мінералогічний збірник*. 2014. № 64. Вип. 2. С. 88–94.

Сукач В.В. та ін. Геолого-формаційні типи золотого зруденіння та мінералого-геохімічна характеристика самородного золота зеленокам'яних комплексів Середнього Придніпров'я: звіт про НДР. Дніпропетровськ, 2006.

REFERENCES

Haieva N.P. et al. Osoblyvosti rečovynnoho skladu samorodnoho zolota ta zolotovmishchuiuchykh rud zelenokamianykh kompleksiv Serednoho Prydniprovia [Features of the material composition of native gold and gold-bearing ores of greenstone complexes of the Middle Dnieper]: zvit pro NDR [research report]. Novomoskovsk, 2006 (in Ukrainian).

Kovalchuk M.S., Sukach V.V. Prostorovo-parahenetychna, polihenko-polikhronna zolotorudna systema Solonianskoho rudnoho polia [Spatial-paragenetic, polygenic-polychronic gold ore system of Solonyansky ore field]. *Tektonika i stratygrafia*. 2018. No 45. P. 123–132 (in Ukrainian).

Kovalchuk M.S., Sukach V.V. Typomorfni osoblyvosti samorodnoho zolota z kory vyvitriuvannia rudonosnykh porid Surskoi zelenokamianoї struktury [Typomorphic features of native gold from the weathering crust of ore-bearing rocks of the Sura greenstone structure]. *Zapysky Ukrainskoho mineralohichnoho tovarystva*. 2016. Vol. 13. P. 43–45 (in Ukrainian).

Koval'chuk M.S., Sukach V.V., Gaeva N.M. Tipomorfnye osobennosti samorodnogo zolota iz kor vyvetrivaniya rudonosnyh porod Surskoj zelenokamennoj struktury (Srednee Pridneprov'e, Ukraina) [Typomorphic features of native gold from the weathering crusts of ore-bearing rocks of the Sursk greenstone structure (Middle Dnieper, Ukraine)]. *Mineralogija vo vsem prostranstve sego slova [Mineralogy in the entire space of this word]: doklady XII S'ezda RMO [reports of the XII Congress of the RMO]* (SPb., 13–16 okt. 2015 g.). SPb., 2015. P. 110–112 (in Russian).

Kovalchuk M.S., Sukach V.V., Riazantseva L.O. Typomorfni osoblyvosti samorodnogo zolota z kory vyvitriuvannya skhidnogo flanhru kompleksnogo Au-Mo Serhiivskoho rodovyshcha. Serednie Prydniprov'ia [Typomorphic features of native gold from the weathering crust of the eastern flank of the Sergievsk complex of the Au-Mo deposit. Middle Dnieper]. *Zdobutky i perspektyvy rozvytku heolohichnoi nauky v Ukraini [Achievements and prospects for the development of geological science in Ukraine]: zbirnyk tez naukovoï konferentsii, prysviachenoï 50-richchiu Instytutu heokhimii, mineralohii ta rudoutvorennia imeni M.P. Semenena [proceedings of the scientific conference dedicated to the 50th anniversary of the M.P. Semenenko]* (Kyiv, 14–16 trav. 2019 r.): u 2 t. Kyiv, 2019. Vol. 2. P. 183–184 (in Ukrainian).

Sukach V.V. i dr. Geologicheskoe stroenie i poleznye iskopaemye srednego techenija r. Mokraja Sura [Geological structure and minerals of the middle course of the Mokraya Sura river]: otchet Surskogo geologo-poiskovogo otrjada o rezul'tatah geologicheskogo doizuchenija masshtaba 1:50000 juzhnoj chasti Surskoj struktury sovmestno s poiskovymi robotami na zoloto v 1989–1999 gg. (listy M-36-142-B-v, g; -G-a, b) [report of the Sursk geological prospecting detachment on the results of a geological additional survey of 1: 50000 scale of the southern part of the Sura structure in conjunction with prospecting for gold in 1989–1999 (the territory of sheets M-36-142-B-v, g; -G-a, b)]. Novomoskovsk, 1999 (in Russian).

Sukach V.V., Kovalchuk M.S., Haieva N.M. Typomorfni osoblyvosti zolota z rudnykh zon ta kory zvitriuvannya rodovyshcha Balka Zolota [Typomorphic features of gold from the ore zones and the crust of the deposition of the deposit of the Balka Zolota]. *Mineralohichniy zbirnyk*. 2014. No 64. Iss. 2. P. 88–94 (in Ukrainian).

Sukach V.V. ta in. Heoloho-formatsiini typy zolotoho zrudennia ta mineraloho-heokhimichna kharakterystyka samorodnogo zolota zelenokamianykh kompleksiv Serednogo Prydniprov'ia [Geological formations of gold mineralization and mineralogical-geochemical characteristics of native gold of green-stone complexes of the Middle Dnieper]: zvit pro NDR [research report]. Dnipropetrovsk, 2006 (in Ukrainian).

TYPOMORPHIC FEATURES OF GOLD FROM OF THE SURSK GREENSTONE STRUCTURE WEATHERING CRUST

Myron
KOVALCHUK

Doctor of Geological Sciences, Professor, head of the department, Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, member of the UAG

Vitalii
SUKACH

Doctor of Geological Sciences, head of the department, M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine, member of the UAG

Based on the generalization of the actual material of production reports, publications in scientific journals and own research, information on the typomorphic features of native gold from the weathering crust of different mineral composition of gold-bearing rocks within the deposits and ore occurrences of the Sura greenstone structure are given. The change of typomorphic features of gold in the vertical section of the weathering crust is investigated.

Keywords: Middle Dnieper granite-greenstone region; Sura greenstone structure; weathering crust; gold; typomorphic features.

ВНЕСОК СПІЛКИ ГЕОЛОГІВ УКРАЇНИ В ІННОВАЦІЙНУ ТРАНСФОРМАЦІЮ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ: ДОСВІД УЧАСТІ У ГРАНТОВИХ ПРОГРАМАХ

Ганна
ЛІВЕНЦЕВА

кандидат геологічних
наук, голова правління
ГО «Спілка геологів
України»

Громадська організація «Спілка геологів України» (СГУ, Спілка) веде активну міжнародну діяльність.

З 2015 року СГУ працює над проектами, започаткованими Європейською федерацією геологів (EFG) в межах Рамкової програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій «Горизонт 2020»: KINDRA, INTRAW, UNEXMIN, CHPM2030, INFAC, CROWDTHERMAL, ENGIE, REFLECT. Проекти KINDRA, INTRAW, UNEXMIN, CHPM2030 успішно завершено. Активна фаза проектів INFAC, REFLECT, CROWDTHERMAL, ENGIE триває.

Олена
ІВАНОВА

член правління
ГО «Спілка геологів
України», куратор
грантових програм

Зміст роботи над проектами цілком збігається з цілями та завданнями Стратегії діяльності Спілки геологів України зі сприяння впровадженню положень Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом щодо ефективного та збалансованого використання природних ресурсів на 2018–2025 рр. «Геологія для європейського майбутнього України» та Міжнародної платформи «Впровадження положень Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом щодо ефективного та збалансованого використання природних ресурсів», ініційованої з метою сприяння підвищенню ефективності та конкурентності економіки України шляхом застосування у сфері природокористування механізмів і практик, передбачених відповідними європейськими законодавчими актами, вимогами європейських стандартів у контексті реалізації положень Угоди про асоціацію України з Європейським Союзом (ЄС).

Юлія
ДЕМЧУК

заступник голови
правління ГО «Спілка
геологів України»

Проекти спрямовані на: систематизацію/упорядкування знань для створення мереж стейкхолдерів проектів; оцінювання наявних практичних та наукових знань, пов'язаних з підземними водами (KINDRA); розширення спільноти геологів та фахівців з ефективного та збалансованого використання природних ресурсів, зокрема, мінеральної сировини, розроблення і випробування інноваційних, неінвазивних геологорозвідувальних технологій (INFAC); співпрацю ЄС з іншими технологічно розвиненими країнами у сфері ефективного управління мінеральною, насамперед критичною, сировиною (INTRAW); переоцінення мінерального потенціалу покинутих шахт для майбутніх видобувних робіт (UNEXMIN); розроблення нового та потенційно проривного технологічного рішення, яке зможе допомогти задовольнити європейські потреби в енергії та стратегічних металах у єдиному взаємопов'язаному процесі; переоцінення потенціалу мінеральних ресурсів у Європі (CHPM2030); розширення можливостей європейської громадськості безпосередньо брати участь у розробленні геотермальних проектів за допомогою альтернативних схем фінансування (краудфандинг) та інструментів соціального залучення (CROWDTHERMAL); реалізацію Європейського атласу геотермальних флюїдів (REFLECT); розширення просвітницької діяльності поміж учнівської молоді та подолання гендерних стереотипів, що панують у геології та суміжних дисциплінах (ENGIE).

Ключові слова: грантова діяльність СГУ; геологія для майбутнього; сталий розвиток; геологія для суспільства.

СПІЛКА ГЕОЛОГІВ УКРАЇНИ: 20 РОКІВ ДІЯЛЬНОСТІ

Громадську організацію «Спілка геологів України» (СГУ, Спілка) організовано у 2000 році за активної участі геологів NADRA Group.

Спілка є добровільною, незалежною, прозорою, відкритою, публічною та самоврядною всеукраїнською громадською організацією, що об'єднує своїх членів на основі спільності їхніх інтересів для здійснення та захисту прав і свобод, задоволення суспільних, зокрема економічних, соціальних, культурних, екологічних та інших потреб (<https://geologist.org.ua>).

За 20 років громадської діяльності реалізовано понад 300 соціальних проєктів різного рівня та тривалості, в яких взяли участь тисячі геологів-дослідників, представників виробничих компаній, викладачів профільних навчальних закладів, ветеранів галузі, студентська та учнівська молодь з різних регіонів України.

Деякі проєкти є унікальними й назавжди увійшли в історію вітчизняної геології: програма підготовки та перепідготовки персоналу українських науководослідних, сервісних та видобувних підприємств «Підвищення кваліфікації фахівців нафтогазової галузі України для міжнародного співробітництва та роботи в західних компаніях»; «Програми працевлаштування та адаптації до умов ринкової економіки фахівців геологорозвідувальної галузі з метою збереження кадрового та інтелектуального потенціалу української геології»; проєкт для учнівської молоді та її наставників «Надра земні, надра духовні». Міжнародну платформу «Впровадження положень Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом щодо ефективного та збалансованого використання природних ресурсів» ініційовано з метою сприяння підвищенню ефективності та конкурентності економіки України шляхом застосування у сфері природокористування механізмів і практик, передбачених відповідними європейськими законодавчими актами, вимогами європейських стандартів у контексті реалізації положень Угоди про асоціацію України з ЄС.

Початком системної та послідовної міжнародної інтеграції СГУ до світової геологічної співдружності стала реалізація освітнього проєкту «Підвищення кваліфікації фахівців нафтогазової галузі для міжнародної співпраці та роботи в західних компаніях». Участь в освітній програмі взяли 2000 фахівців.

Мета програми – підтримка та підготовка наступного покоління професіоналів. Вже реалізовано лекційні курси за напрямом AAPG, EAGE, EFG, SEG за підтримки світових компаній Shell, Schlumberger, RAG, Halliburton Company, Discovery Drilling Equipment, спеціалізовані курси з вивчення англійської мови на

професійному рівні, семінари для опанування міжнародних стандартів праці, що необхідно для роботи з іноземними компаніями.

На замовлення Європейської комісії експерти Спілки також взяли участь у партнерському розробленні роз'яснювального документа «Геологія для суспільства» про роль і значення геологічної науки й практики для вирішення глобальних проблем, які постають перед людством у XXI столітті. Документ створювався Геологічним товариством Лондона спільно з EFG.

Спілка провела шість з'їздів геологів України, присвячених важливим темам, що не втратили актуальності й сьогодні:

2000 р. – I з'їзд геологів України – прийняття Концепції реформування геологічної галузі України відповідно до умов ринкової економіки;

2003 р. – II з'їзд геологів України – збереження геологічної спадщини («Збережемо та примножимо надбання поколінь геологів України!»);

2005 р. – III з'їзд геологів України – поглиблення співпраці з міжнародними організаціями та підвищення ролі осередків Спілки;

2010 р. – IV з'їзд геологів України – підсумки діяльності СГУ за 10 років: проблеми галузі, шляхи їхнього вирішення та плани щодо майбутнього розвитку організації;

2012 р. – V з'їзд геологів України – прийняття «Програми працевлаштування та адаптації до умов ринкової економіки фахівців геологорозвідувальної галузі з метою збереження кадрового та інтелектуального потенціалу української геології»;

2017 р. – VI З'їзд геологів України – старт Міжнародної платформи «Впровадження положень Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом щодо ефективного та збалансованого використання природних ресурсів» (<https://geologist.org.ua/>).

Проведення сьомого, ювілейного з'їзду, що мав відбутися у 2020 році, перенесено через карантинні обмеження у зв'язку з пандемією COVID-19.

Ідеологія СГУ ґрунтується на прихильності/вірності принципам сталого розвитку – усвідомленні того, що використання природних ресурсів має сприяти економічному зростанню в інтересах сучасного покоління без шкоди для майбутніх генерацій.

З початку своєї діяльності СГУ бере активну участь у міжнародному геологічному житті та впровадженні української геології в глобальний контекст.

З метою розширення професійних контактів СГУ стала членом впливових міжнародних громадських геологічних організацій (рисунки 1). Співпраця з деякими інтернаціональними організаціями триває понад десятиріччя, до інших долучилися нещодавно.

	Європейська федерація геологів. Членство СГУ European Federation of Geologists Membership of UAG www.eurogeologists.eu		Товариство геофізиків-дослідників. Індивідуальне членство членів СГУ Society of Exploration Geophysicists Individual membership of UAG members www.seg.org
	Європейська асоціація геологів та інженерів. Членство СГУ European Association of Geoscientists & Engineers Membership of UAG www.eage.org		Європейська мережа досліджень в геоенергетиці. СГУ European Network for Research in Geo-Energy. Membership of the UAG www.energnet.eu
	Американська асоціація нафтових геологів. Членство СГУ American Association of Petroleum Geologists Membership of UAG www.aapg.org		Європейський альянс критичної сировини. Членство СГУ European Raw Materials Alliance Membership of UAG www.erma.eu

Рисунок 1. СГУ – член міжнародних геологічних організацій

Окрім цього, СГУ співпрацює з національними геологічними організаціями Європи:

- Асоціація грецьких геологів, Association of Greek Geologists, Greece;
- Болгарське геологічне товариство, Bulgarian Geological Society;
- Естонське геологічне товариство, Geological Society of Estonia;
- Італійська національна рада геологів, Italian National Council of Geologists;
- Королівське геолого-гірничє товариство Нідерландів, Royal Geological and Mining Society of the Netherlands;
- Лондонське геологічне товариство, Geological Society of London;
- Національна асоціація фахівців з геології та гірництва – ANPGM (Румунія), National Association of Professionals in Geology and Mining (ANPGM), Romania;
- Офіційна іспанська асоціація професійних геологів, Spanish Official Professional Association of Geologists;
- Польська асоціація оцінювачів мінеральних ресурсів, Polish Association of Minerals Asset Valuers;

Сучасна геологія (науки про Землю) є не лише сукупністю наукових напрямів з вивчення твердої оболонки Землі, її будови, речовинного складу, історії розвитку, динаміки та процесів, що її створили, а й вченням, що вишло далеко за межі традиційних геологічних знань.

Сьогодні геологія повинна відповісти на виклики, що постали перед сучасним суспільством, та бути більше спрямована на довгострокові потреби людства та забезпечення його сталого майбутнього (<https://www.geolsoc.org.uk/Posters>):

- забезпечення сталого доступу до чистої питної води;
- пошук і видобування критично важливих корисних копалин за допомогою зелених технологій, таких як сонячна та вітрова енергія;

- Асоціація португальських геологів, Portuguese Association of Geologists;
- Професійна асоціація німецьких геологів-науковців, Professional Association of German Geoscientists;
- Сербське геологічне товариство, Serbian Geological Society;
- Словенське геологічне товариство, Slovenian Geological Society;
- Турецька асоціація економічних геологів, Turkish Association of Economic Geologists;
- Угорське геологічне товариство, Hungarian Geological Society;
- Союз професіоналів в галузі природничих, екологічних та лісових наук Liomu (Фінляндія), The Union of Professionals in Natural, Environmental and Forest Sciences of Liomu (Finland);
- Французьке геологічне товариство, French Geological Society;
- Хорватське геологічне товариство, Croatian Geological Society;
- Чеська асоціація економічних геологів, Czech Association of Economic Geologists

- вивчення надр для використання геотермальної енергії, гарантування безпечного розвитку інфраструктури та технологій уловлювання та зберігання вуглецю;
- вплив на державну політику у сфері сталого розвитку шляхом вивчення і прогнозування наслідків зміни клімату з метою попередження негативних явищ і стихійних лих.

Спілка є загальноукраїнською громадською організацією, учасниками якої нині є понад 4 500 осіб. Досвід СГУ є унікальним для України, потенціал можливостей – величезний, завдяки взаємодії усіх її членів та участі у багатьох міжнародних партнерських проектах. Створення та функціонування національного фахового об'єднання

дає змогу ухвалювати виважені рішення та взаємодіяти з громадськістю на місцевому рівні.

Широка мережа зв'язку з геологами, незалежно від статі, віку та професійних напрямів, дає можливість спілкуватися, під час плідних дискусій доходити спільної думки та якісніше виконувати проектні завдання.

ДІЯЛЬНІСТЬ У МЕЖАХ РАМКОВОЇ ПРОГРАМИ ЄС З ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ІННОВАЦІЙ «ГОРИЗОНТ 2020»

«Горизонт 2020» – це найбільша Рамкова програма Європейського Союзу з фінансування науки та інновацій із загальним бюджетом близько 80 мільярдів євро, реалізація якої запланована на 2014–2020 роки.

Україна стала асоційованим членом у межах цієї програми у 2015 р., що надало українським учасникам рівноправний статус з їхніми європейськими партнерами.

Програма зосереджена на досягненні трьох головних завдань:

- зробити Європу привабливим місцем для першокласних науковців;

- сприяти розвитку інноваційності та конкурентності європейської промисловості й бізнесу;
- за допомогою науки вирішувати гострі питання сучасного європейського суспільства (<https://mon.gov.ua/eng/tag/gorizont-2020>)

У 2015 році Спілка геологів України як повноправний член EFG приєдналася до реалізації проектів, що були замовлені Європейською комісією в межах Рамкової програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій «Горизонт 2020».

З того часу СГУ також працює над міжнародними проектами, започаткованими EFG у межах зазначеної програми, – KINDRA, INTRAW, UNEXMIN, CHPM2030, INFAC, REFLECT, CROWD THERMAL, ENGIE.

Ця діяльність отримала фінансування від Європейського інституту інновацій та технологій (EIT), органу ЄС, в межах Рамкової програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій «Горизонт 2020».

KINDRA – Інвентаризація знань з гідрогеологічних досліджень

KINDRA – Knowledge Inventory for Hydrogeology Research



Проект KINDRA
www.kindraproject.eu



ID грантової угоди: 642047
Старт проекту: 01.01.2015
Фініш проекту: 31.03.2018

У проєкті брали участь шість партнерів.

За проєктом KINDRA на основі нової Класифікаційної системи гідрогеологічних досліджень (Hydrogeological Research Classification System, HRC-SYS) на рівні ЄС здійснювалось оцінювання наукових та практичних знань, пов'язаних з підземними водами.

Ця класифікаційна система дає можливість систематизувати результати робіт, документи, проєкти, звіти, бази даних для полегшення подальшого пошуку та аналізу релевантної інформації, сприяє наближенню теорії до практики, об'єднує наукові фахові спільноти та розширює європейське товариство гідрогеологів й інших дослідників підземних вод.

KINDRA та онлайн-кадастр European Inventory of Groundwater Research and Innovation (EIGR) – єдині інструменти, призначені виключно для вивчення та дослідження підземних вод. EIGR є міжнародною точкою доступу (віддаленим доступом) до національних джерел знань.

Аналіз бази даних використовувався для підтримки політики ЄС та реалізації Водних рамкових директив (Water Framework Directives, WFD).

Таблиця 1

Основні робочі пакети (WP) для реалізації діяльності в межах KINDRA

Гармонізована ЄС Класифікаційна система гідрогеологічних досліджень	WP1 – Розроблення методологічної бази
Інвентаризація стаціонарних джерел досліджень підземних вод у масштабі ЄС (з членами EFG)	Цей робочий документ сприяє створенню гармонізованої основи для звітування про результати досліджень та інновацій у галузі гідрогеології (підземних вод) (що надходять від програм, проєктів, програм тощо) в Європі: HRC-SYS. Цій класифікації надає підтримку сховище метаданих вебсервісу – Європейського кадастру досліджень підземних вод (EIGR).
Європейський реєстр досліджень та інновацій у сфері підземних вод (EIGR)	

Таблиця 1. Закінчення

Тестування і популяризація інвентаризації EIGR шляхом збирання та оброблення даних	WP2 – Збирання та оброблення даних
Прогалини в дослідженнях і надані пропозиції за програмами досліджень відповідно до Водних рамкових директив (WFD)	Цей робочий документ створений на підтримку оцінювання наукових та практичних знань щодо досліджень та інновацій у галузі гідрогеології в Європі. Оцінювання було проведено за допомогою національних асоціацій – членів EFG з використанням розробленої системи класифікації / джерел даних, визначених у WP1.
EIGR як відкритий кадастр – оцінює постійні, доступні для пошуку послуги з поточних гідрогеологічних досліджень	WP3 – Прогалини/недоліки у дослідженнях та рекомендаціях У цьому робочому документі визначено прогалини у дослідженнях у галузі гідрогеології, які мають значення для імплементації Водних рамкових директив (WFD та GWD), передбачено чітке розуміння взаємодії підземних і поверхневих вод, впливу змін клімату та адаптації до них (https://kindraproject.eu/approachimage-of-the-workflow)

СГУ також підготувала аналітичне зведення з метою розроблення заходів інтеграції, у яке вміщено:

- консолідовані графічні дані щодо запасів і ресурсів підземних вод в Україні;
- інформацію про лабораторно-аналітичну базу води в Україні;
- критичний аналіз геологічних робіт в Україні, рекомендації щодо імплементації підходів ЄС.

Підбиваючи підсумок, можна стверджувати, що і класифікація HRC-SYS, і кадастр EIGR були реалізовані, щоб дати можливість легко ідентифікувати результати проєкту для майбутнього впровадження Водних рамкових директив. Зокрема, зроблено такі висновки:

- соціальні виклики, зазначені у програмі «Горизонт 2020», є однією з категорій, що лежать в основі HRC-SYS;
- ключові слова, використані в класифікації та названі в EIGR, обрано на підставі офіційних документів ЄС;
- однією з вимог EIGR – щоб кожний вставлений документ був класифікований з точки зору соціальних проблем і шляхом обрання одного або кількох ключових слів, вміщених в обраний список;
- інші індикатори для класифікації документів попередньо проглядають в EIGR, щоб полегшити виявлення та оцінювання тенденцій і прогалин, що сприятиме визначенню рекомендацій для європейських досліджень підземних вод, необхідних для розроблення і підтримання загальної стратегії реалізації WFD і GWD та, врешті, забезпечення гарного стану всіх водних об'єктів і екосистем Європи в інтересах добробуту людства.

20 членів EFG взяли участь у KINDRA.

Національні асоціації організували низку семінарів-практикумів у своїх країнах, зокрема в Україні.

Головний внесок СГУ в реалізацію проєкту – виконання таких завдань:

- огляд стадійності розвідки підземних вод (гідрогеологічні роботи), яку практикують в Україні, для розроблення заходів упровадження прийнятих в Європі підходів;
- аналіз дієвої процедури громадської експертизи, оцінювання мінеральних ресурсів, зокрема, підземних вод, та визначення способів уніфікації для поліпшення наявної європейської системи;
- систематизація інформації про Україну, адаптованої до системи обліку і класифікації запасів та мінеральних ресурсів, в тому числі питної води та промислових підземних вод (для підготовки процесу з метою інтеграції в ЄС).

INTRAW – Міжнародна обсерваторія для розвідки сировини

INTRAW – The International Raw Materials Observatory



Проєкт INTRAW
www.intraw.eu



ID грантової угоди: 642130
Старт проєкту: 01.02.2015
Фініш проєкту: 01.02.2018

У проєкті брали участь 15 партнерів.

INTRAW створений для сприяння міжнародному співробітництву у галузі мінеральної сировини. Загальною метою проекту є ознайомлення з найкращими практиками та створення нових можливостей співпраці, пов'язаних із сировиною, між ЄС та технологічно розвиненими країнами у відповідь на глобальні виклики.

Європейська федерація геологів (EFG) є координатором консорціуму, до якого входять представники з різних країн, включаючи Австралію, США і Південну Африку. Більшість членів EFG долучилися на правах учасників – пов'язаних третіх сторін.

Головний внесок СГУ в реалізацію проекту – виконання досліджень стосовно:

- вивчення гірських порід та руд;
- політики та стратегії щодо вивчення сировини, особливо в Україні (заходи із забезпечення енергетичної незалежності, гармонізації незбалансованої мінерально-сировинної бази України);
- спільних освітніх програм та програм підвищення кваліфікації (підготовка інформаційних пакетів та надання пропозицій європейським університетам щодо унікальних спеціалізованих полігонів для різних напрямів студентської практики);
- процедур ліцензування та отримання дозволів (підходи до стандартизації, розроблення процедур запобігання корупційним схемам, сприяння створенню сприятливого інвестиційного клімату).

Окрім цього, остаточні результати проекту INTRAW полягають у тому, щоб розробити:

- нові можливості співпраці, пов'язані з сировиною, між ЄС і такими технологічно розвиненими країнами, як Австралія, Канада, Японія, Південна Африка і США;
- політики та стратегії щодо сировини;
- спільні освітні та професійні програми;
- ліцензійні та дозвільні процедури, роялті та податкову політику;
- системи звітності даних;
- методи розвідки, видобування, оброблення і перероблення;
- систему управління критичною сировиною та її заміщення.

Результати аналітичних досліджень, які проводились у перші два роки реалізації проекту, були використані для створення і запуску Міжнародної обсерваторії Європейського Союзу як завершеної інфраструктури з розвідки сировинних матеріалів. Обсерваторія є міжнародним органом, який постійно функціонує та продовжить свою діяльність і по завершенні проекту, спрямованого на встановлення й підтримання міцних довгострокових відносин з ключовими світовими гравцями у галузі сировинних технологій і наукових розробок.

Сьогодні INTRAW – це неприбуткова міжнародна асоціація, створена для підтримки всесвітньої співпраці з питань досліджень та інновацій у сфері мінеральної сировини, освіти та пропаганди, промисловості, торгівлі, перероблення, управління та заміни стратегічної сировини.

UNEXMIN – Підводні дослідження затоплених шахт
UNEXMIN – Underwater Explorer for Flooded Mines



Проект UNEXMIN
www.unexmin.eu



ID грантової угоди: 690008
Старт проекту: 01.02.2016
Фініш проекту: 01.10.2019

У проекті брали участь 12 партнерів.

UNEXMIN – це європейський проект у контексті досліджень недоступних та затоплених шахт, який фінансується науково-інноваційною програмою ЄС в межах Рамкової програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій «Горизонт 2020», за участю установ з різних країн Європи.

Розроблена UNEXMIN технологія дає можливість за допомогою безконтактних методів повторної розвідки глибоко розташованих затоплених шахт здійснити переосвітку мінерального потенціалу покинутих шахт, зменшити витрати на розвідку та збільшити надходження інвестицій для майбутніх видобувних робіт.

Згідно з результатами оцінювання в Європі налічується близько 30 000 копалень, де припинено видобування. Частина з них все ще може містити значну кількість сировини, однак ці шахти зараз затоплені, й остання інформація про їхній статус і розташування не оновлювалась десятки, а можливо, й сотню років. Складне підземне планування, топологія і геометрія більшості підземних рудників/шахт/копалень унеможливають будь-які знімання за допомогою звичайного або дистанційного керуваного обладнання. Наприклад, залучення водолазів може бути неефективним і небезпечним за складних умов роботи у глибокій шахті.

Мета проекту UNEXMIN – створення автономного багатоплатформного (multi-platform) робота-дослідника, що складається з трьох роботів, які розділяють робоче навантаження, використовуючи безконтактні й нешкідливі методи для розвідки й тривимірного картування затоплених і глибоких шахт. Новаторська технологія UNEXMIN дала змогу розробити нові сценарії розвідки закритих європейських шахт.

Кінцеві цілі проекту UNEXMIN:

- проектування і створення багатоплатформного робота-дослідника для автономного 3D- картування затоплених глибоких шахт;
- демонстрація роботи прототипу на кількох типових пілотних об'єктах;

- створення платформи з відкритим доступом для поширення технологій з їхнім подальшим розвитком зацікавленими сторонами;
- розроблення плану досліджень на підтримку подальшого розвитку технологій;
- формування комерційних послуг з використання технології.

Такі цілі передбачають погодження наукових і технологічних рішень глибоководної робототехніки з вимогами користувачів з гірничодобувної промисловості.

Головний внесок СГУ в реалізацію проєкту:

- узагальнення інформації про полишені шахти в Україні з класифікацією видів видобутих там корисних копалин;
- створення вичерпного реєстру шахт з відомостями про них (дані про географічне місце, підземну та наземну інфраструктуру, поточний стан підтоплення тощо);
- збирання геологічних даних про корисні копалини, що видобувались із цих покинутих шахт (<https://www.unexmin.eu/the-project/objectives>).

У кожного проєкту є ключові етапи – важливі віхи розвитку, які необхідно пройти, щоб в результаті проєкт можна було назвати успішним.

UNEXMIN має шість етапів.

1. Визначення вимог кінцевих користувачів, початок діяльності, оцінювання компонентів.
2. Надання технічних специфікацій UX-1.
3. Розроблення та випробування наукових приладів.
4. Введення в дію першого прототипу (UX-1 а).
5. Упровадження багатофункціональної платформи (<https://www.unexmin.eu/the-project/objectives/key-milestones>).

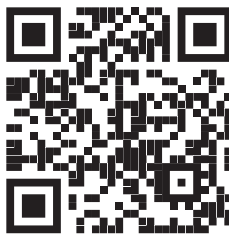
Проєкт UNEXUP, фінансований EIT Raw Materials, є продовженням проєкту Horizon 2020 UNEXMIN. Зусилля UNEXMIN були спрямовані на розроблення, підготовку та тестування інноваційної технології розвідки підземних затоплених шахт, а мета UNEXUP полягає в тому, щоб вивести цю технологію на ринок з подальшим поліпшенням апаратного, програмного забезпечення і можливостей системи.

CHPM2030 – Комбіноване вилучення тепла, енергії і металу

CHPM2030 – Combined Heat, Energy and Metal Extraction



Проєкт CHPM2030
www.chpm2030.eu



ID грантової угоди: 654100
Старт проєкту: 01.02.2016
Фініш проєкту: 01.07.2019

У проєкті брали участь 12 партнерів.

Мета проєкту CHPM2030 – розроблення нового та потенційно проривного технологічного рішення, яке сприятиме задоволенню потреб в енергії та стратегічних металах в одному взаємопов'язаному процесі.

Європейська економіка значною мірою залежить від постачання енергії та мінеральної сировини для промисловості й суспільства.

Тому ключовими завданнями/викликами є: зменшення витрат і екологічних наслідків виробництва енергії та зменшення залежності від імпорту стратегічної сировини. Відповідаючи на ці виклики, під час проєкту CHPM2030 було розроблено нову технологію, яка поєднала виробництво геотермальної енергії та видобування металів з геотермальних флюїдів у одному взаємопов'язаному процесі (комбіноване виробництво теплової енергії та металів – CHPM). Проєкт зосереджено на лабораторних дослідженнях технології вилугування на місці, електрохімічного вилучення металу, збирання електрохімічної енергії, системної інтеграції для об'єктів нового типу та передбачає розроблення концепцій нового типу щодо встановлення, моделювання економічної доцільності й екологічної життєздатності для запропонованих технологічних сценаріїв.

Головний внесок СГУ в реалізацію проєкту за трьома робочими пакетами: оцінювання джерел даних (WP1), просування пілотних заходів (WP6) та розвиток напрямку (WP7), що передбачає:

- узагальнення стану робіт з виявлення металів, які становлять основу розроблення нових схем єдиних, узгоджених з ЄС, підходів до категоризації/термінології для звітності з дослідження критичних матеріалів;
- просування нових форм досліджень для виявлення і вивчення нестандартних наявних форм певних металів, які можуть допомогти задовольнити європейський попит на стратегічні метали, важливі для економіки європейських країн;
- створення каталогу ділянок різної геологічної будови, де можливе одночасне освоєння геотермальних ресурсів та вилучення мінеральної сировини;
- сприяння створенню Європейського реєстру досліджень та інновацій у сфері критичних металів, розглянутих у проєкті;
- використання даних реєстру й аналітичних інструментів, розроблених для оцінювання основних поточних показників європейських, національних, регіональних, міжнародних досліджень та інновацій у сфері критичних металів.

Експерти з усієї Європи об'єднали зусилля, щоб ця нова технологія стала реальністю. Робота була розділена на вісім взаємопов'язаних частин – робочих пакетів, завдання яких успішно виконані.

Наскрізна мета – надати нового імпульсу розвитку геотермальної енергетики в Європі, що досі перебував на низькому рівні технологічної готовності, шляхом вивчення раніше незвіданих шляхів (low-Technology Readiness Levels, TRL). Це буде досягнуто методом розроблення Дорожньої карти на підтримку пілотного впровадження такої системи до 2030 року і повномасштабного комерційного впровадження до 2050 року.

INFACT – Інноваційні, неінвазійні та цілком прийнятні технології геологічної розвідки

INFACT – Innovative, Non-Invasive and Fully Acceptable Exploration Technologies

INFACT

Проект INFACT
www.infactproject.eu



Майбутнє розвідки корисних копалин в ЄС

ID грантової угоди: 776487
Старт проекту: 01.11.2017
Фініш проекту: 01.11.2020

У проєкті брали участь 16 партнерів –

Це геологічні та екологічні громадські організації, наукові установи, заклади освіти.

ЄС є одним із найбільших світових споживачів корисних копалин та металовмісної сировини, де можна очікувати значного зростання попиту в майбутньому. Проєкт INFACT спрямований на забезпечення сировинної безпеки у Європейському Союзі шляхом посилення ролі Європи як території для геологічної розвідки.

Попри багату історію видобування корисних копалин та значну кількість невикористаних мінеральних ресурсів, в ЄС є низка соціальних, політичних, законодавчих, економічних, технічних та фізичних проблем, пов'язаних з геологічною розвідкою мінеральної сировини. Щоб відкриття стали можливими, необхідно полегшити доступ до нових локацій та застосовувати інноваційні методи.

Головний внесок СГУ в реалізацію проєкту за трьома робочими пакетами WP2, WP3 та WP7.

Залучення зацікавлених сторін (WP2)

СГУ робить внесок в онлайн-дослідження, що охоплює теми:

- Громадська думка та основні проблеми дослідження та видобування корисних копалин.
- Пошук досвідчених стейкхолдерів.
- Вища освіта (огляд можливостей вищої освіти в прикладних геологічних науках).
- Стандарти передової практики.
- Пропозиції щодо рішень для спрощення процесів дослідження в майбутньому.

Проєкт об'єднує відповідні зацікавлені сторони з громадянського суспільства, держави, науки та промисловості. Громадянське суспільство та геологорозвідувальна галузь є головними бенефіціарами цієї концепції.

Дорожня карта відкриття (WP3)

Дорожня карта відкриття є одним із вагомих результатів проєкту, що стосується вдосконалення систем, які впливають на умови розвідки в ЄС, роблячи регіон привабливим для інвесторів з видобування, а також результат досліджень та діалогу із зацікавленими сторонами. У цьому контексті будуть вивчені бар'єри/перешкоди для розвідки (включаючи правові та законодавчі обмеження, якість та доступність даних, політичні та соціальні виклики, наявність прав на землю, ліцензій тощо), досліджені механізми спрощення доступу, фінансових та часових витрат і ризиків, пов'язаних з розвідкою корисних копалин. Окрім цього, партнери проєкту сприяють поширенню знань і сприйняттю інноваційних, екологічно чистих та безпечніших підходів до розвідки представниками громадськості, державними діячами та фахівцями галузі.

Створення взаємодії (WP7)

СГУ поширює інформацію про результати проєкту INFACT на національному рівні: на вебпорталах, в інформаційних бюлетенях, журналах, статтях на конференціях, семінарах, навчальних заходах, виствах тощо.

Кінцеві цілі:

- гірничодобувні проєкти в ключових регіонах – Фінляндії, Німеччині та Іспанії – були зосереджені на:
 - (а) зниженні зовнішньоекономічної залежності;
 - (б) зниженні впливу на довкілля і здоров'я;
 - (в) забезпеченні участі громадськості у процесах прийняття державних рішень;
 - (г) посиленні співпраці та прозорості між державним і приватним секторами;
 - (г) поживленні наявних гірничодобувних регіонів, а не розширенні в нові райони (це дає змогу уникнути ефекту «Не на моєму задньому дворі» («Not in my back yard», NIMBY),

виявленого в трьох країнах (термін означає незгоду місцевих мешканців на будівництво або інші зміни в інфраструктурі чи на прибудинкових територіях: <https://www.infactproject.eu/deliverables>)).

- міст між соціологією та геологією.

Неінвазивні технології розвідки корисних копалин допомагають картографуванню родовищ корисних копалин та посилюють спрямування на розвідку з мінімальним впливом на довкілля, демонструючи при цьому, що галузь дбає про громади та довкілля, де вони працюють.

INFACT поєднує геологічні та соціальні знання з метою зменшення бар'єрів/перепон для розвідки та сприяє ефективнішим, більш сталим і прийнятним технологіям та практикам розвідки.

Під час впровадження проекту було створено групу постійних та доступних Європейських довідкових сайтів (European Reference Sites, ERS) для випробування та оцінювання придатності технологій розвідки для виявлення рудних родовищ, беручи до уваги вплив на довкілля та сприйняття місцевими стейкхолдерами. ERS забезпечують різноманітні розвідувальні роботи, включаючи великі свердловинні та геофізичні бази даних.

Використання ERS INFACT дають:

- можливість для постачальників технологій розробляти тематичні дослідження та підвищувати рівень технічної готовності своїх інструментів;
- надійну схему сертифікації передового досвіду розвідки корисних копалин, що забезпечує підтримку та довіру осіб, що приймають рішення, інвесторів та представників громадянського суспільства (https://www.infactproject.eu/wp-content/uploads/2020/03/INFACT_brochure_2020.pdf).

CROWD THERMAL – Системи розвитку геотермальної енергетики на базі громад

CROWD THERMAL – Community-based Development Schemes for Geothermal Energy



Проект CROWD THERMAL
www.crowdthermalproject.eu



ID грантової угоди: 857830
Старт проекту: 01.09.2019
Фініш проекту: 31.11.2022

У проєкті беруть участь 10 партнерів.

CROWD THERMAL спрямований на надання можливості європейській громадськості безпосередньо брати участь у розробленні геотермальних проєктів за допомогою альтернативних схем фінансування (краудфандинг) та інструментів соціального залучення. Для досягнення цієї мети заплановано насамперед збільшити прозорість геотермальних проєктів та технологій шляхом створення взаємозв'язків між геотермальними суб'єктами та громадськістю з отриманням соціальної ліцензії/дозволу на ведення такої діяльності.

Це буде реалізовано методом оцінювання характеру суспільних інтересів щодо різних типів геотермальних технологій, шляхом розгляду глибоких та неглибоких геотермальних установок, а також змішаних/гібридних та нових технологічних рішень.

CROWD THERMAL передбачає створення моделі соціального сприйняття геотермальної енергії, що буде використовуватися як базовий напрям подальших дій для посилення громадської підтримки геотермальної енергії.

Паралельно та синергетично з цим у проєкті будуть визначені деталі альтернативного фінансування та варіанти зменшення ризиків, що поширюються на різні види геотермальних ресурсів та різноманітні соціально-географічні умови.

Моделі будуть розроблені та затверджені за допомогою трьох прикладних досліджень в Ісландії, Угорщині та Іспанії та загальноєвропейського опитування, проведеного третіми сторонами EFG.

На основі цих даних буде створено набір інструментів для розробників з метою просування нових геотермальних проєктів у Європі. Проєкти, що підтримуватимуться новими формами фінансування та схемами зменшення інвестиційних ризиків, планується розробити таким чином, щоб тісно співпрацювати з сучасними передовими інженерними та мікроекономічними практиками, а також використовувати загальноприйнятні фінансові інструменти.

Головний внесок СГУ в реалізацію проєкту:

- застосування принципів фінансування геотермальної енергетики на базі громади (метою тут є перегляд регіональних та національних обмежень щодо залучення державного фінансування для геотермальних проєктів);
- збирання даних геотермальних проєктів для альтернативного фінансування.

У межах робочого пакету 2 (WP2) було опрацьовано анкету «Принципи фінансування геотермальної енергетики на рівні/основі громад».

Питання анкети, що були винесені на обговорення:

1. Фінансова інфраструктура та регулювання в Україні.
2. Енергетичне регулювання в Україні (джерелами інформації може бути Міненерго або регулятори енергії).

3. Положення для юридичних осіб (компаній) в Україні (ця інформація повинна бути доступна в Торгово-промисловій палаті України).

REFLECT: Переоцінка властивостей геотермальних флюїдів (рідин) в екстремальних умовах для оптимізації майбутнього видобування геотермальної енергії

REFLECT: Redefining Geothermal Fluid (Properties) at Extreme Conditions to Optimize Future Geothermal Energy Extraction



Проект REFLECT
www.reflect-h2020.eu



ID грантової угоди: H2020 850626
Старт проекту: 01.01.2020
Фініш проекту: 31.01.2023

У проєкті беруть участь 14 партнерів.

Ефективність використання геотермальної енергії залежить від поведінки флюїдів/рідин, які переміщують тепло між геосферою та інженерними конструкціями електростанції.

REFLECT спрямований на попередження проблем, пов'язаних з хімічними властивостями флюїдів/рідин, а не їхню ліквідацію/вирішення.

Фізико-хімічні властивості флюїдів/рідини часто погано визначені, оскільки відбирання проб на місці та вимірювання в екстремальних умовах сьогодні важко здійснювати. Тому в сучасних прогнозах моделей мають місце великі невизначеності, які вирішуватимуться в REFLECT шляхом збирання нових якісних даних у критичних областях.

Ці дані будуть використані в Європейському атласі геотермальних флюїдів/рідин та в прогнозах моделей, що дадуть можливість подати рекомендації щодо найкращого функціонування геотермальних систем для сталого використання.

З урахуванням відомих експлуатаційних проблем та спостережень під час реалізації REFLECT буде визначено вплив певних властивостей рідини та реакцій з метою посилення прогнозного геохімічного моделювання і, відповідно, експлуатації енергії та життєвого часу геотермальних електростанцій.

Переходячи від усунення проблем до активних дій з їхнього попередження, прогнозовано, що результати

проекту можуть докорінно змінити стратегію вирішення запитів геотермальних операторів, що передбачає:

- розширення бази даних (розчинність, активність, кінетику реакцій) до вищих температур і більшої солоності за допомогою лабораторних експериментів та підходів до моделювання;
- з'ясування ступеня дегазації та фронту розташування геотермальних рідин у процесі виробництва (польові, лабораторні підходи, моделювання);
- виявлення видів органічних речовин та мікроорганізмів у різних геотермальних рідинах та їхній вплив на масштабування та утворення біоплівки за допомогою лабораторних досліджень;
- визначення теплоємності, щільності, електро- та теплопровідності, звукової швидкості та в'язкості за різних P, T за допомогою лабораторних експериментів та моделювання;
- розроблення свердловинної техніки відбирання проб, придатної для збирання рідини на обраній глибині в гарячих та надгарячих системах (доказ принципу прототипу);
- перевірка та впровадження вдосконаленого набору даних за допомогою програми моделювання;
- створення Європейського атласу геотермальних флюїдів/рідин, де збирається інформація про властивості геотермальних рідин у всій Європі разом із їхнім геологічним середовищем.

Досягаючи цілей проєкту, REFLECT прагне вирішити низку серйозних проблем експлуатації/використання геотермальної енергії.

Це відповідає цілям плану ЄС щодо стратегічних енергетичних технологій (EU-SET) стосовно остаточного зниження вартості ключових відновлюваних технологій та підвищення стійкості й безпеки енергетичної системи.

З огляду на досвід СГУ результати діяльності організації такі:

- збирання загальнодоступних даних про флюїди в Україні, які використовуються для виробництва електроенергії (зібрані відомості можна поширити на дієві опалювальні установки);
- створення мережі відповідних зацікавлених сторін/стейкхолдерів.

ENGIE – Заохочення дівчат до вивчення геологічних наук та інженерії

ENGIE – Encouraging Girls to Study Geosciences and Engineering



Проект ENGIE
www.engieproject.eu



ID грантової угоди: 19042
Старт проєкту: 01.01.2020
Фініш проєкту: 31.12.2022

У проєкті беруть участь 26 партнерів.

Систематична робота зі студентською молоддю є одним із пріоритетів СГУ (*Liventseva, 2014; Загороднюк, 2017; Лівенцева, 2019; Liventseva, 2020*), тому досвід роботи над проєктом ENGIE є дуже цікавим.

Загальна гендерна структура в геознавстві, особливо в секторах розвідки та видобування корисних копалин, безумовно є незбалансованою. Значно переважають чоловіки, як і стійкі чоловічі стереотипи майже у всіх професійних групах, спільнотах та в суспільстві загалом.

Разом з тим дослідження засвідчують, що об'єднані команди – більш творчі та новаторські.

Участь жінок у галузях, пов'язаних із сировиною, є необхідною і може вважатися елементом стратегії галузі.

Проєкт ENGIE має на меті посилити зацікавленість дівчат 13–18 років до вивчення геології та суміжних інженерних дисциплін.

Оскільки кар'єрні рішення приймаються переважно у цей життєвий період, то проєкт, принаймні так очікується, сприятиме покращенню гендерного балансу в цих галузях.

У партнерстві беруть участь три університети, два науково-дослідні центри та Європейська федерація геологів (EFG) – професійна організація, яка об'єднує 26 національних геологічних асоціацій-членів.

Для впровадження проєкту розробляється стратегія підвищення обізнаності в галузі геології та формується міжнародна мережа співпраці зацікавлених сторін з метою реалізації комплексу конкретних дій.

Це наукові події, заходи в польових умовах, робота шкільних дослідницьких клубів/гуртків, відвідування гірничих підприємств, участь у програмах наставництва, міжнародних учнівських конференціях, можливість публікацій та отримання винагород, літні курси для викладачів та виготовлення навчальних матеріалів.

Виявляється, набагато простіше розробити сценарій, організувати та провести тригодинний захід офлайн із сотнею дітей на десятках локаціях, ніж забезпечити зворотній зв'язок найпростішого опитування в Інтернеті.

Проведення в межах проєкту спектру заходів сприяло відкриттю захопливого світу геологічних явищ та об'єктів для сотень дівчат з різних регіонів України, з якими ведеться діалог про чудову професію геолога, який пізнає таємниці природи та Землі.

Сподіваємось, що в душах і думках дітей сформувався бажання пов'язати свою майбутню професію з сучасною геологією.

ВИСНОВКИ

Завдяки Угоді між Україною і ЄС про участь України у програмі «Горизонт 2020» – Рамковій програмі з досліджень та інновацій (2014–2020) Спілка геологів України долучилася до багатьох цікавих та корисних заходів та ініціатив.

Станом на 2021 рік СГУ взяла участь у восьми європейських грантових проєктах в межах Рамкової програми ЄС з досліджень та інновацій «Горизонт 2020»: KINDRA, INTRAW, UNEXMIN, REFLECT, SHPM2030, INFAC, CROWD THERMAL, ENGIE. Проєкти KINDRA, INTRAW, UNEXMIN, SHPM2030 завершено, активна фаза проєктів INFAC, REFLECT, CROWD THERMAL, ENGIE ще триває.

В очікуванні нових програм Horizon Europe («Горизонт Європа») та «European Green Deal Call H2020» («Європейський зелений курс» «ЄЗК») заплановано масштабувати діяльність у цьому напрямі та значно розширити портфель європейських/міжнародних проєктів.

«Горизонт Європа» – семирічна науково-дослідна програма ЄС. Європейська комісія (Єврокомісія) розробила та затвердила план цієї програми, що передбачає підвищення фінансування науки в ЄС на 50% протягом 2021–2027 років для подолання кризи, спричиненої поширенням COVID-19. Сучасна пропозиція Єврокомісії щодо «Горизонт Європа» – це амбітна програма досліджень та інновацій на 95,5 млрд євро у сфері науки та освіти з метою закріплення успіху, досягнутого проєктом «Горизонт 2020». Головні напрями нової програми: глобальні виклики та Європейська промислова конкурентність (<http://prof.nau.edu.ua/innonews/horizon-europe-nastupna-ramkova-programa-doslidzhen-ta-innovacij>)

У межах дослідницької та інноваційної програми Європейського Союзу «Горизонт 2020» Європейська комісія оголосила про проведення першого комплексного конкурсу проєктів «European Green Deal Call H2020» за напрямом «Європейський зелений курс». Представники наукової спільноти, фінансових інституцій, експерти та профільні громадські організації України, зокрема СГУ, готові брати участь у реалізації нової міжнародної програми – «Європейського зеленого курсу».

Єврокомісія буде фінансувати проєкти за напрямками:

- підвищення кліматичних амбіцій (скорочення викидів на 55% до 2030 року);
- чиста, доступна і безпечна енергія;
- промисловість чистої та замкнутої економіки;
- енергоощадні та економічні будівлі;
- екологічний і розумний транспорт;
- стратегія «Від лану до столу» – доцільна, здорова й екологічно чиста система харчування;
- біорізноманіття та екосистеми;
- нульове забруднення, нетоксичне середовище;
- зміцнення знань про ЄЗК;
- розширення прав і можливостей громадян, їхнє залучення до реалізації ЄЗК (<http://fmf.kpi.ua/news/gorizont-2020-yek-zapustila-konkurs-proyektiv-european-green-deal-call-h2020/>).



Сьогодні Україна докладає зусиль з метою створення кліматично нейтрального європейського континенту та є невіддільною частиною реалізації цілей ЄЗК. Концепція ЄЗК поміж іншого є логічним продовженням міжнародних зусиль із «озеленення» економіки.

СГУ готова застосовувати набуті нові знання та практичний шестирічний досвід під час виконання

робіт за грантовими проектами у нових міжнародних програмах, тим самим допомагати формуванню в Європі привабливого середовища для науковців, сприяти розвитку інноваційності та конкурентності європейської промисловості й бізнесу, за допомогою науки розв'язувати найактуальніші питання сучасного європейського суспільства та стати впливовим гравцем європейської спільноти професійних організацій, що формують майбутнє інноваційної Європи (<https://mon.gov.ua/ua/news/mon-provodit-obgovorennya-ta-konsultaciyi-z-gromadskisty-shodo-uchasti-ukrayini-v-yevropejskomu-zelenomu-kursi>).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Горизонт 2020. *Міністерство освіти і науки України*: сайт. URL: <https://mon.gov.ua/eng/tag/gorizont-2020>

«Горизонт 2020». ЄК запустила конкурс проектів «European Green Deal Call H2020». *Фізико-математичний факультет НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»*: сайт. URL: <http://fmf.kpi.ua/news/gorizont-2020-yek-zapustila-konkurs-proyektiv-european-green-deal-call-h2020/>

«Горизонт Європа» – продовження програми Горизонт 2020. *NAU Project Office*: сайт. URL: <http://prof.nau.edu.ua/innews/horizon-europe-nastupna-ramkova-programa-doslidzen-ta-innovacij/>

Загороднюк П.О., Крочак М.Д., Лівенцева Г.А. Досвід впровадження навчальних стандартів Європейського Союзу в шкільну геологічну освіту України. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування: IV Міжнародна науково-практична конференція*. Київ: Салон Софт, 2017.

Лівенцева Г.А. Крочак М.Д. Літературно-письмовий твір «Програма курсу для середньої загальноосвітньої школи «Надра земні» (основи геології)». Київ, 2019. (Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір).

МОН проводить обговорення та консультації з громадськістю щодо участі України в Європейському зеленому курсі. *Міністерство освіти і науки України*: сайт. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/mon-provodit-obgovorennya-ta-konsultaciyi-z-gromadskisty-shodo-uchasti-ukrayini-v-yevropejskomu-zelenomu-kursi>

Плакаты. *The Geological Society*: сайт. URL: <https://www.geolsoc.org.uk/Posters>

Liventseva G., Krochak M. Primary geological education in Ukraine. *European Geologist*. 2014. No 38. P. 70–72.

Liventseva H. Interactive methods of studying geology with Z-generation children. *European Geologist*. 2020. No 50. P. 68–71.

REFERENCES

Liventseva G., Krochak M. Primary geological education in Ukraine. *European Geologist*. 2014. No 38. P. 70–72 (in English).

Liventseva H. Interactive methods of studying geology with Z-generation children. *European Geologist*. 2020. No 50. P. 68–71 (in English).

Horyzont 2020 [Horizon 2020]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy [Ministry of Education and Science of Ukraine]: sait [site] <<https://mon.gov.ua/eng/tag/gorizont-2020>> (in Ukrainian).

«Horyzont 2020» [Horizon 2020]. YeK zapustyla konkurs proiektiv «European Green Deal Call H2020» [The EC has launched a European Green Deal Call H2020 call for proposals]. *Fizyko-matematychnyi fakultet NTUU «KPI im. Ihoria Sikorskoho» [Faculty of Physics and Mathematics of NTUU «KPI named after Igor Sikorsky»]*: sait [site] <<http://fmf.kpi.ua/news/gorizont-2020-yek-zapustyla-konkurs-proiektiv-european-green-deal-call-h2020>> (in Ukrainian).

«Horyzont Yevropa» – prodovzhennia prohramy Horyzont 2020 [Horizon Europe is a continuation of Horizon 2020]. *NAU Project Office*: saite <<http://prof.nau.edu.ua/innonews/horizon-europe-nastupna-ramkova-programa-doslidzen-ta-innovacij/>> (in Ukrainian).

Liventseva H.A. Krochak M.D. Literaturno-pysmovyi tvir «Prohrama kursu dlia serednoi zahalnoosvitnoi shkoly «Nadra zemni» (osnovy heolohii)» [Literary and written work «Course program for secondary school «Nadra zemni» (basics of geology)»]. Kyiv, 2019. (Svidotstvo pro reiestratsiiu avtorskoho prava na tvir [Certificate of registration of copyright to the work]) (in Ukrainian).

MON provodyt obhovorennia ta konsultatsii z hromadskistiu shchodo uchasti Ukrainy v Yevropeiskomu zelenomu kursu [The Ministry of Education and Science holds discussions and consultations with the public on Ukraine's participation in the European Green Course]. *Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy [Ministry of Education and Science of Ukraine]*: sait [site] <<https://mon.gov.ua/ua/news/mon-provodit-obgovorennia-ta-konsultaciyi-z-gromadskisty-shodo-uchasti-ukrayini-v-yevropeiskomu-zelenomu-kursu>> (in Ukrainian).

Plakaty [Posters]. *The Geological Society*: sait [site] <<https://www.geolsoc.org.uk/Posters>> (in Russian).

Zahorodniuk P.O., Krochak M.D., Liventseva H.A. Dosvid vprovadzhennia navchalnykh standartiv Yevropeiskoho Soiuzu v shkilnu heolohichnu osvitu Ukrainy [Experience of implementation of educational standards of the European Union in school geological education of Ukraine]. *Nadrokorystuvannia v Ukraini. Perspektyvy investuvannia [Subsoil use in Ukraine. Investment prospects]*: IV Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia [IV International scientific-practical conference]. Kyiv: Salon Soft, 2017 (in Ukrainian).

THE CONTRIBUTION OF UKRAINIAN ASSOCIATION OF GEOLOGISTS TO THE INNOVATIVE TRANSFORMATION OF THE EUROPEAN UNION: THE EXPERIENCE OF PARTICIPATION IN THE EU FUNDING PROGRAMS

Hanna
LIVENTSEVA

The public organization Ukrainian Association of Geologists (UAG) is active internationally.

Candidate of Geological Sciences, chairman of the board of the UAG

Since 2015 UAG (EC UAG) has been working on projects initiated by the European Federation of Geologists (EFG) within the framework of the European Union Framework Program for Research and Innovation «Horizon 2020»: KINDRA, INTRAW, UNEXMIN, CHPM2030, INFAC, CROWD THERMAL, ENGIE, REFLECT. Projects KINDRA, INTRAW, UNEXMIN, CHPM2030 are successfully completed. The active phase of the INFAC, REFLECT, CROWD THERMAL, engie projects continues.

Olena
IVANOVA

member of the board of the UAG, curates the work with funding programs

The content of work on the projects fully coincides with the goals and objectives of the Strategy of the Ukrainian Association of Geologists to promote the implementation of the provisions of the Association Agreement between Ukraine and the European Union regarding the efficient and balanced use of natural resources for 2018-2025. “Geology for the European Future of Ukraine” and the International Platform “Implementation of the provisions of the Association Agreement between Ukraine and the European Union regarding the effective and balanced use of natural resources”, carried out with the aim of promoting the efficiency and competitiveness of the Ukrainian economy through the application of mechanisms and practices in the field of natural resources relevant European legislative acts, requirements of European standards in the context of the implementation of the provisions of the Association Agreement between Ukraine and the European Union (EU).

Yuliia
DEMCHUK

deputy chairman of the board of the UAG

These projects are aimed at systematization / streamlining of knowledge to create networks of project stakeholders; assessment of available practical and scientific knowledge related to groundwater (KINDRA); expansion of the community of geologists and experts in the efficient and balanced use of natural resources, and mineral raw materials in particular; development and testing of innovative, non-invasive geological exploration technologies (INFAC); EU cooperation with other technologically advanced countries in the field of effective management of mineral, primarily critical, raw materials (INTRAW); reassessment of the mineral potential of abandoned mines for future mining operations (UNEXMIN); development of a new and potentially breakthrough technological solution that can help meet European needs for energy and strategic metals in a single interconnected process; reassessment of mineral resource potential in Europe (CHPM2030); empowering the European public to directly participate in the development of geothermal projects through alternative schemes (crowdfunding) and social engagement tools (CROWD THERMAL); implementation of the European Atlas of Geothermal Fluids (REFLECT); expanding educational activities among young students and overcoming of gender stereotypes prevailing in geology and related disciplines (ENGIE).

Keywords: UAG EU – funded projects; geology for the future; sustainable development; geology for society.

СПОГАДИ ПРО НАВЧАЛЬНУ ПРАКТИКУ З ГЕОЛОГІЧНОЇ ЗЙОМКИ

Марина
КРОЧАК

кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент кафедри геології нафти й газу ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, член Спілки геологів України

Статтю присвячено спогадам про проходження автором практики з геологічного картування в студентські роки в межах навчального полігону в Хакасії (Красноярський край, Росія). Проаналізовано практичні методи навчання, спрямовані на творчу самостійну роботу студентів. Згадано оригінальний підхід до картування товщ тільки за літологічними ознаками без зазначення їхнього реального геологічного віку, що сприяло кращій концентрації студентів на методах зйомки. На основі власних спогадів описано сприйняття методики студентами та оцінено результат навчання. З певною долею гумору, дещо іронічно зображено враження молодого людини від польової геологічної практики.

Ключові слова: польова практика; геологічне картування; студенти; методики навчання; літологічні ознаки; відклади; спогади.



Фото 1
Доцент кафедри
геології нафти й газу
М.Д. Крочак

Спогади юності для багатьох є найприємнішими, тому що повертають нас у той час, коли ми були молодими та безтурботними, коли нам здавалося, що у нас все попереду, що ми багато побачимо та досягнемо, що нам усе до снаги, що життя прекрасне, коли все довкруг видавалося зафарбоване в рожеві кольори. Студентські роки – найкращі роки життя, тому пригадувати той період приємно вдвічі. Моїм alma mater став Новосибірський університет (геолого-геофізичний факультет), який я закінчила в 1982 році.

Нещодавно виповнилося 50 років навчальному полігону Новосибірського університету на просторах Хакасії в Красноярському краї, де проходила друга навчальна практика з геологічного картування. Тому хочу згадати ті незабутні емоції, що панували під час нашої студентської практики, яку ми пройшли після другого курсу на цьому полігоні та отримали

фундаментальні практичні навички нашої професійної освіти.

Минуло вже майже 40 років із того часу, як ми, тоді юні й галасливі, згуртовані двома роками навчання в стінах університету та однією практикою на Алтаї, прибули на полігон у Хакасії. Щоб згадати ті відчуття в чистому, не зміненому наступним життєвим досвідом виді, я починаю відтворювати свої спогади, очищаючи їх від нашарувань подальших подій мого життя та професійних знань. Я намагаюся згадати думки та почуття дев'ятнадцятирічної студентки, яка опинилася на полігоні та проходила практику з геокартування. Голий степ, чий звук доволі співзвучний зі словом «Хакасія», запах посушлих під палючим літнім сонцем трав, мальовничі озера Іткуль та Шира, перше – з чистою прісною водою, як подарунок після запарованих маршрутів, друге – солоне, як море. Пам'ятаю постійне бажання з'їсти щось смачненьке, гарно засмагнути, щоб хизуватися після практики у відкритій сукні, спортивні змагання з вболівальниками, що горланили до хрипоті, та любовні страждання.

Ну, а зараз по суті. Мені було дуже цікаво, як можна побудувати карту доволі великої площі, нанести межі верств та розфарбувати їх у різні кольори. Невже треба побувати в кожній точці полігону? На це, здавалося б зараз, наївне запитання того часу в мене є чітка відповідь. Потрібно пройти маршрутами вхрест до простягання шарів, зафіксувати межі верств, протягнути їх за аерокосмознімками, нанести на топографічну основу. Далі визначити вікову приналежність шарів за відібраними зразками, позначити місця їх виходів відповідними індексами стратиграфічної шкали та зафарбувати відповідними кольорами. Геологічна карта загалом



Фото 2. Студентка геолого-геофізичного факультету Новосибірського державного університету на практиці з геологічної зйомки (1979 р.).



Фото 3. Бригада студентів із викладачем на просторах Хакасії біля оз. Шира.

готова. Опанування цієї методики було головною метою практики, якої й було досягнуто. Особливостей реальної геології в пам'яті майже не залишилося. Пам'ятаю тільки структури – монокліналі та куестові форми рельєфу. А ще наявність інтрузивного тіла, до якого ми їздили доволі далеко на машині.

Зараз, маючи певний педагогічний досвід, я розумію нюанси навчальної методики наших викладачів та їхню оригінальність. Під час знайомства з геологією району в опорних маршрутах жодним словом не згадували про реальний відносний геологічний вік товщ, які відслонювалися та були об'єктом спостереження. Шари виділяли за літологією, об'єднували в світи, назви яким ми давали самі. Деякі назви світ залишилися в мене в пам'яті дотепер: відклади, що склалися з бурих пісковиків, ми назвали чадською світою (асоціювалася з розпеченими пісками Сахари та озером Чад), а блакитно-сірі мергелі об'єднали в мар'їнську світу (за кольором порід, схожих на орнамент жіночої хустинки). Зараз я розмірковую, чому викладачі не навантажували нас вивченням справжніх стратиграфічних назв? Чи для того, щоб ми не змогли зрисувати справжню геологічну карту (до чого за нагоди часто схиляються студенти), чи з метою позбавити нас «зайвої» інформації, яка не була важливою для поставлених завдань та могла відволікати від принципів геокартування, чи через відсутність у породах палеонтологічних решток, завдяки яким можна довести геологічний вік? А можливо, викладачі просто хотіли дати нам можливість відчути себе тими першопрохідцями-геологами, які працювали на нових, ще не вивчених

територіях, здійснювали на них геологічну зйомку та давали стратиграфічним комплексам нові імена. Але ми про таке в ті роки не замислювалися. А зараз мені дуже дивно, що ні в кого з наших студентів не було бажання дізнатися справжній вік картованих товщ. Уже потім, через майже 30 років, мені на очі потрапила великомасштабна геологічна карта приблизно того регіону, в якому розташований полігон. Я з великою цікавістю розглядала її та зрозуміла, що картували ми тоді девонські відклади.

Протягом півтора місяця пройшли десятки кілометрів, дерлися на куести, відбирали зразки, міркували, рисували та нарешті виконали все, що від нас вимагалось. Самі побудували геологічну карту та захистили звіт на відмінні оцінки. Але, якщо чесно, тоді в мене не було усвідомленого ставлення до пізнання геологічної будови регіону та геології взагалі. Усвідомленість прийшла пізніше, вже під час самостійної роботи. Та зараз, коли я стискаюся з неусвідомленим ставленням до навчання сьогоднішніх студентів, я час від часу згадую себе дев'ятнадцятирічною.

«Чого взагалі ми досягли та що втратили?» Залишилися на все життя відчуття студентського братства, перші реальні навички роботи в маршруті, відповідальність за прийняття власного рішення, досвід написання першого польового звіту в останню ніч перед захистом. А ще пам'ятаю дуже темні ночі та надзвичайно яскраві зорі, на які дивилися, лежачи на теплій, прогрітій за день землі, гостро відчуваючи запахи степових трав та спостерігаючи над собою зоряного Лебедя, що розкинув велетенські крила, вічно несеться Чумацьким шляхом.

ІСТОРІЯ ДЕКАДИ ПОПУЛЯРИЗАЦІЇ ГЕОЛОГІЧНИХ ЗНАНЬ ГРОМАДСЬКОЮ ОРГАНІЗАЦІЄЮ «СПІЛКА ГЕОЛОГІВ УКРАЇНИ»

УДК: 551.1

Катерина
ДЕРЕВСЬКА

доктор геологічних наук, професор, професор кафедри екології Національного університету «Кієво-Могилянська академія», член Спілки геологів України

Ксенія
РУДЕНКО

кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник відділу геології Національного науково-природничого музею НАН України, член Спілки геологів України

Розглянуто хронологію подій тривалістю десять років – з 2010 до 2020 р., присвячених популяризації геологічної галузі. Громадська організація «Спілка геологів України» виконує свою місію і підтримує наукові заходи, сприяє професійній консолідації вчених та спеціалістів, які працюють у сфері геології та суміжних галузях, підвищує престиж професій, пов'язаних із дослідженням та використанням надр, охороною геологічного середовища.

Ключові слова: популяризація; геологічна галузь; Спілка геологів України; Геологічний музей.

Громадська організація (ГО) «Спілка геологів України» активно бере участь у поширенні геологічних ідей та знань поміж широких верств населення України. У цій публікації буде розглянуто хроніку подій у проміжку часу тривалістю десять років (2010–2020 рр.), присвячених популяризації геологічної галузі, обміну досвідом між фахівцями.

Разом із Національним науково-природничим музеєм (ННПМ) НАН України, ННІ «Інститут геології» КДУ імені Тараса Шевченка, кафедрою екології Національного університету «Кієво-Могилянська академія» ГО «Спілка геологів України» влаштувала і супроводжувала близько 20 заходів різного рівня. З 2010 року Геологічний музей ННПМ НАН України розпочав свою співпрацю з ГО «Спілка геологів України» з метою створення освітньо-просвітницького простору, у межах якого проводяться семінари, лекції, школи, олімпіади, конференції, екскурсії, круглі столи, презентації, майстер-класи, тренінги тощо. Приводом для таких дій послугувала активізація наукової спільноти у зв'язку з нелегальним видобуванням бурштину в рівненському Поліссі. Науково-просвітницькі заходи, присвячені геології Полісся і сонячному каменю, а також негативним наслідкам видобування бурштину, проводились на різних майданчиках і з залученням багатьох закладів та інституцій. У співпраці благодійного фонду «Українська родина», асоціації «Український бурштиновий світ» та Спілки геологів

України на базі Музею було проведено наукову конференцію «Негативні наслідки незаконного видобутку бурштину в Поліссі», яка пройшла 26 квітня 2010 р. (рис. 1). Результатом роботи заходу стало виокремлення чинників незаконного видобування бурштину в Україні та його загрози. Запропоновано застосувати дії, спрямовані на його припинення, і розглянуто шляхи збереження навколишнього середовища Полісся. Відбулося відкриття музейної тематичної виставки «Бурштин України», яка тривала впродовж року.

Наступної весни, 16–20 травня 2011 р., Геологічний музей разом зі Спілкою геологів організував і провів міжнародну науково-практичну конференцію «Геологічні пам'ятки – яскраві свідчення еволюції Землі», яка пройшла на базі Національного природничого парку «Подільські Товтри» у м. Кам'янці-Подільському.

Головною рушійною силою заходу стала ГО «Спілка геологів України». Як співорганізатори долучаються ІГН НАН України, Державна геологічна служба, ДП «Державний гемологічний центр України».

Тематикою конференції охоплено такі питання:

- 1) геологічні пам'ятки (визначення, класифікація, геологічна будова, літолого-стратиграфічні та мінералогічні особливості, кореляція тощо);
- 2) законодавча база геологічної спадщини; актуальність і перспективи утворення геологічних парків;



1



2



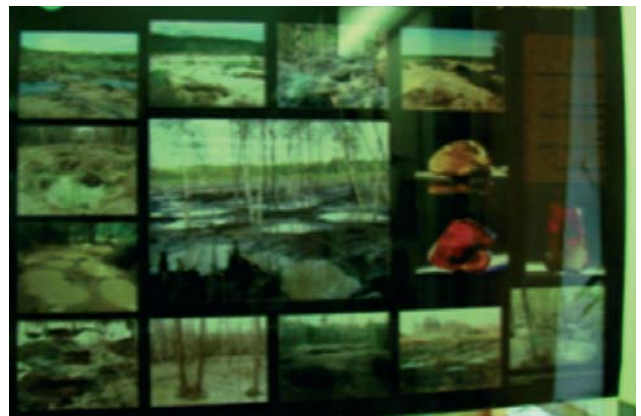
3



4



5



6

Рисунок 1. Наукова конференція «Негативні наслідки незаконного видобутку бурштину в Поліссі»

1. Привітання з днем народження академіка НАН України Є.Ф. Шнюкова
 2. Експозиція виставки «Бурштин України»
 3. Учасники наукової конференції
 4. Експозиція виставки «Бурштин України»
 5. Вироби з бурштину на виставці «Бурштин України»
 6. Інформаційний плакат «Негативні наслідки видобутку бурштину в Поліссі»
-
- 3) типізація, стандартизація та універсалізація геологічної спадщини;
 - 4) менеджмент, моніторинг та охорона геологічної спадщини, небезпека її знищення: геоecологічний аспект;
 - 5) туризм і популяризація геологічних пам'яток (навчальні геологічні практики, геологічні стежки, маршрути, інформаційна підтримка, археологічний аспект тощо);
 - 6) геологічні пам'ятки – музеї та літотеки просто неба; геологічна спадщина в експозиціях музеїв.



Рисунок 2. Учасники конференції на екскурсії каньйоном р. Смотрича (м. Кам'янець Подільський) та берегом р. Дністра

До конференції було розроблено путівник, де описано геологічні розрізи середнього Подністров'я, і проведено триденну екскурсію каньйонами Дністра. В путівнику репрезентовано геологічну, стратиграфічну та геоморфологічну будову району, а також коротку історію геологічного вивчення. Більшість геологічних

об'єктів, розташованих у долині р. Дністра, можливо об'єднати у геологічні маршрути та геологічні парки. Отримані на конференції результати стали у пригоді студентам і викладачам вишів, виробничим геологам, науковцям, краєзнавцям, спеціалістам природоохоронної сфери, працівникам музеїв і туристам (рис. 2).



1



2



3



4



5

Рисунок 3. Наукова конференція «Такий різний світ мінералогії», присвячена 100-річчю з дня народження видатного українського науковця, патріота, заслуженого діяча науки, видатного мінералога ХХ ст., академіка Євгена Костянтиновича Лазаренка

- 1, 2. Відкриття меморіальної вітрини, присвяченої академіку Є.К. Лазаренку
3. Зустріч Євгена Федоровича Шнюкова та Юрія Олексійовича Руська перед пленарним засіданням
4. Учасники пленарного засідання
5. Видатний головний геолог Закарпатської експедиції (60-ті рр.) Віра Миколаївна Зайцева та доктор геологічних наук Катерина Ігорівна Деревська

За рік, у межах святкування Днів науки та музеїв 19–20 травня 2012 р. Геологічний музей ННПМ НАН України разом з ГО «Спілка геологів України» організували наукову конференцію «Такий різний світ мінералогії», присвячену 100-річчю з дня народження видатного українського науковця, патріота, заслуженого діяча науки, видатного мінералога ХХ ст., академіка Євгена Костянтиновича Лазаренка. Спеціально до цієї дати співробітники Музею розробили меморіальну вітрину, в експозицію якої вміщено його особисті речі (дипломи, нагороди, інструменти, фотографії, книжки з підписами тощо) (рис. 3).

Співорганізаторами ювілейного заходу виступили ГО «Спілка геологів України» та Інститут геологічних наук НАН України. Як інформаційні спонсори долучилися Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення НАНУ імені М.М. Семененка, Київське відділення Українського мінералогічного товариства, Державний геологічний центр України, геологічний факультет КНУ імені Тараса Шевченка, Інститут фундаментальних досліджень УНА, ПП «Геологічна компанія „Геомандри“», ДУ «Музей кошового і декоративного каміння». У роботі конференції взяли участь викладачі, виробничники, науковці з Києва, Львова, Одеси, Москви та інших міст.

На конференції висвітлювали актуальні теми:

- 1) загальні проблеми мінералогії;
- 2) регіональна мінералогія;
- 3) космічна мінералогія;
- 4) генетична мінералогія;
- 5) прикладна мінералогія та металогенія;
- 6) мінералогія і музей.

Особливу увагу учасники конференції приділили пам'яті академіка Євгена Костянтиновича Лазаренка та його внеску в розвиток мінералогії. Згадуючи Є.К. Лазаренка, доповідачі відзначили його глибокий патріотизм, послідовну боротьбу за збереження і розвиток української мови та культури, життєрадісність, доброзичливість і надзвичайну працездатність.

Науково-практична конференція завершилася екскурсіями (рис. 4) у Музей кошовного та декоративного каміння (м. Володарськ-Волинський), у пегматитовий кар'єр та на Корнинське родовище граніту (с. Корнин Попільнянського району Житомирської обл.).

Захід засвідчив необхідність:

- 1) проведення щорічних семінарів з питань мінералогії;
- 2) організації щорічних мінералогічних виставок;
- 3) створення в музеї постійної експозиції «Регіональна мінералогія».

У Києві в травні також відбувся Міжнародний науковий семінар «Від смоли хвойних до бурштину. Ідентифікація викопних смол». В організації заходу разом зі співробітниками Геологічного музею взяли участь ГО «Спілка геологів України», Інститут геологічних наук НАНУ, Державний гемологічний центр, ДП «Українська геологічна компанія», міжнародний благодійний фонд «Українська родина». У межах семінару відбулася виставка фотографій мінералів (рис. 5).

Тематика семінару дала змогу обговорити новітні наукові досягнення у сфері теорії походження викопних смол (етапи фосилізації рослинних смол на шляху переходу у викопні копаліни та бурштин-сукциніт), залучити молодь до ознайомлення з проблемами геології бурштину. При цьому особливий інтерес викликав всебічний аналіз палеогеологічного і палеоекологічного стану на території Українського щита (Дніпровському буровугільному басейні) в нижній половині середнього еоцену, пізньому еоцені – ранньому олігоцені, а також результати новітніх досліджень оптичних властивостей викопних смол (проблеми «археологічного бурштину», використання бурштину-сукциніту та продуктів його перероблення в промисловості, медицині та інших галузях сучасного виробництва).

Найвагомішими результатами заходу стало поцінування стану вивченості взаємозв'язків виявлених властивостей різних видів викопних смол та їхньої



1



2



3



4

Рисунок 4. Екскурсії в межах проведення наукової конференції «Такий різний світ мінералогії»



5



6

Продовження рисунка 4. **Експерсії в межах проведення наукової конференції «Такий різний світ мінералогії»**

- 1, 2. Візит до музею Музей коштовного і декоративного каміння (Житомирська обл., м. Хорошів)
- 3, 4. Зупинка екскурсії на Корнинському родовищі граніту (с. Корнин, Попільнянського району Житомирської обл.)
5. Зупинка під час 2-денної екскурсії
6. Експерсія пегматитовим кар'єром (м. Хорошів, Житомирська обл.)



1



2



3



4

Рисунок 5. **Міжнародний науковий семінар «Від смоли хвойних до бурштину. Ідентифікація викопних смол»**

1. Збірка матеріалів міжнародного наукового семінару
2. Доповідь співробітниці Інституту археології НАНУ Олени Журухіної
- 3, 4. Виставка мікрофотографій бурштину та мінералів

генези; особливостей будови, структури, прогнозу, ідентифікації. Важливим підсумком семінару є встановлення нових перспективних шляхів подальших досліджень сфери наукового прогнозування розсіпів бурштину-сукциніту.

21 листопада 2012 року з метою популяризації геології поміж школярів ГО «Спілка геологів України» разом з Геологічним музеєм ННПМ НАН України та геолого-географічним факультетом Одеського національного університету активно взяла участь в:

- 1) організації та проведенні круглого столу для вчителів географії шкіл Одеси та Одеської області;
- 2) відкритті геологічної школи при геолого-географічному факультеті Одеського національного університету;
- 3) проведенні обласної олімпіади.

Під час заходу для учасників олімпіади була організована екскурсія в університетський Геологічний музей, який має цікаву мінералогічну колекцію.

28 лютого 2013 р. під головуванням ГО «Спілка геологів України», Геологічний музей ННПМ НАН України та НВНЗ «Інститут Тутковського» організували семінар для методистів та вчителів географії шкіл м. Києва, на якому було розглянуто питання можливості використання геологічних музеїв для поглиблення знань геології в школі. Продовженням такого починання стає Перша шкільна відкрита геологічна олімпіада, яка відбулася у квітні того самого року у Києві. До названих заходів долучаються: Департамент освіти й науки, молоді та спорту ВО Київської міської ради; Державна служба геології та надр; геологічний факультет КНУ імені Тараса Шевченка. Питання на олімпіаді були пов'язані з геологічною тематикою шкільного курсу географії. Слід зазначити, що проведення семінарів для методистів та вчителів географії Києва та Київської області було продовжено у 2014 р.

Одним із найважливіших спільних заходів Музею і Спілки за десятиріччя можна вважати Міжнародну наукову конференцію «Сучасні проблеми природничих наук», присвячену 155-річчю з дня народження першого українського академіка-землезнавця П.А. Тутковського. Вона проходить 15–17 травня 2013 р., до співорганізаторів долучаються: ІГН НАН України; ДП «Українська геологічна компанія»; Державний гемологічний центр України; ІФД УНА; ТОВ «Водоспад»; ПП «Геологічна компанія „Геомандри“». Спонсорами конференції стали: Громадська організація «Спілка геологів України», Інститут Тутковського; ТОВ «Водоспад»; Представництво компанії Robert Bosch в Україні (рис. 6, 7).

Конференція завершилася дводенною екскурсією Житомирським Поліссям, до початку якої було розроблено путівник «Дорогами Тутковського» (рис. 6, 8). Територія проведення геологічної екскурсії: північ Житомирського Полісся; заказник державного значення; низка кар'єрів та природних відслонень, які демонструють давні кристалічні породи Волинського мегаблоку Українського щита в межах Коростенського плутону

та Словечансько-Овруцького кряжу. Під час екскурсії учасники ознайомилися з геоморфологічною будовою території та простежили: розріз нижньо-, середньопротерозойських порід регіону починаючи з тетерівської серії та гранітоїдів житомирського комплексу, які зустрічаються в урочищі р. Уж та в межах геологічного заказника «Кам'яне село»; відклади білокорицької світи топільнянської серії, які відслонюються у Білорівницькому кар'єрі; утворення вулканогенних порід збранківської світи овруцької серії в кар'єрі с. Красилівки; корінні виходи кварцитів толкачівської світи овруцької серії в районі с. Листвина, а також у Первомайському кар'єрі на північ від м. Овруча.

У 2013 р. Геологічний музей ННПМ НАН України разом з ГО «Спілка геологів України» ініціюють проведення одного з неординарних і важливих науково-популяризаційних заходів – Міжнародної наукової конференції «Від мінералогії до геохімії», присвяченої 130-річчю з дня народження академіка О.Є. Ферсмана. Вона відбулась 5–7 червня 2013 року в Криму на базі географічного факультету Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського за участі КРУ «Центральний музей Тавриди». Організаторами конференції були: Національний науково-природничий музей НАН України; геологічний факультет КНУ імені Тараса Шевченка; кримська республіканська установа «Центральний музей Тавриди»; географічний факультет Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського.

До конференції долучилися: Державний гемологічний центр України, Інститут фундаментальних досліджень УНА, організація «Спілка геологів України», ПП «Геологічна компанія „Геомандри“». Напрямами роботи заходу були геохімія, мінералогія, петрологія, корисні копалини та металогенія, регіональна геологія, музейна справа та популяризація науки, історія каменю в культурі людини. У межах конференції було проведено геологічні екскурсії кар'єрами Криму та відслоненнями Чорноморського узбережжя (рис. 9).

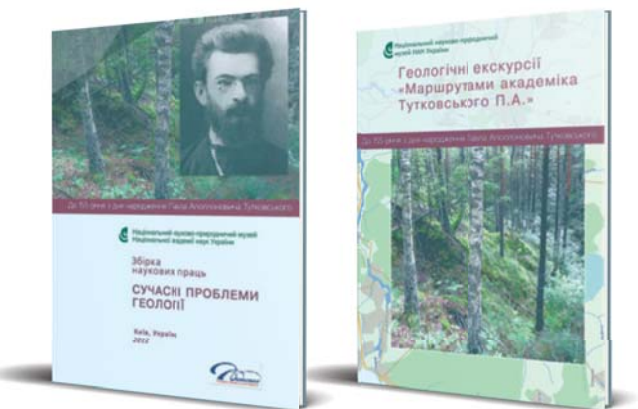


Рисунок 6. Збірник наукових праць та путівник геологічної екскурсії, опубліковані у межах Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми природничих наук», присвяченої 155-річчю з дня народження першого українського академіка-землезнавця П.А. Тутковського



1



2



3



4

Рисунок 7. Міжнародна наукова конференція «Сучасні проблеми природничих наук», присвячена 155-річчю з дня народження першого українського академіка-землезнавця П.А. Тутковського

1. Реєстрація учасників конференції
2. Урочисте відкриття пленарного засідання
3. Експерсія експозицією «Естетика каменю» ННПМ НАНУ
4. Обговорення стендових доповідей під час перерви між сесійними доповідями



1



2

Рисунок 8. Дводенна геологічна екскурсія житомирським Поліссям

1. Перша зупинка екскурсії
2. Олександр Валерійович Митрохин розповідає про геологічну будову території



3



4



5



6

Продовження рисунка 8. **Дводенна геологічна екскурсія житомирським Поліссям**

3. Виходи рожевого кварциту
4. Зупинка у державному геологічному заказнику «Кам'яне село»

- 5, 6. Урочиста зустріч учасників конференції з учнями та колективом середньої школи с. Листвина (Житомирська обл., Овруцький р-н)



Рисунок 9. **Геологічні екскурсії від Балаклави й далі – відслоненнями Чорноморського узбережжя**

ГО «Спілка геологів України» у 2015 р. стає активним провідником просвітницьких ідей разом зі своїми партнерами, якими стали ННПМ НАН України, НВНЗ «Інститут Тутковського» та геологічний факультет КНУ імені Тараса Шевченка.

У межах Центру «Геологія для всіх» при Геологічному музеї ННПМ НАН України за підтримки Спілки геологів у 2015 р. було:

- підготовлено команду та здобуто 3 місце поміж команд київських шкіл у вікторині «Тайни третьої планети», присвяченій дню народження академіка П.А. Тутковського (25.02.2015);
- проведено геологічне стажування під час весняних канікул (24.03–09.04.2015), а також конкурсне тестування учасників стажування;
- проведено майстер-класи з мінералогії та палеонтології (День геолога, День науки, День музею);
- підготовлено команду та здобуто 1 місце поміж команд київських шкіл у вікторині, присвяченій 110-річчю з дня народження академіка В.Г. Бондарчука;
- організовано семінар-практикум «Інноваційна діяльність як рушійна сила оптимізації діяльності навчального закладу».

27–30 жовтня 2015 р. у м. Києві за ініціативи й на базі ННПМ НАН України проходила конференція «Природничі музеї та їхня роль в освіті та науці». Співорганізаторами стають Музей природи Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, природничі секція ICOM України, геологічний факультет КНУ імені Тараса Шевченка. Партнерами музейної конференції виступили: ГО «Спілка геологів України»; ТОВ «Водоспад»; ПП Геологічна компанія «Геомандри».

Напрями роботи конференції були сформовані наступним чином.

1. Загальні питання музеології: історія природничих музеїв і персоналії; фундаментальні й прикладні наукові дослідження у природничих музеях; музейні колекції: створення, типізація, паспортизація, облік, експонування; бази даних та сучасні методи організації музейної справи; експертиза музейних колекцій та оцінювання їхньої вартості; природничі музеї як майданчик для формування наукового світогляду у відвідувачів; університетські музеї та європейський досвід співпраці; досвід співпраці з навчально-освітніми закладами.

2. Геологічний напрям: геологічні пам'ятки та геотуризм; камінь у мистецтві, архітектурі, археології; геологічні депозитарії.

3. Біологічний напрям: роль музеїв у вивченні та збереженні біорізноманіття; колекції як матеріал для вивчення біорізноманіття; роль колекцій у розробленні основних біологічних концепцій.

4. Організаційне засідання природничої секції ICOMU.

Збірник матеріалів конференції охопив широкий спектр сучасних проблем музейної справи у галузі природничих наук: історію природничих музеїв, фундаментальні й прикладні наукові дослідження, музейні колекції (створення, типізація, експонування та експертиза). Він став у пригоді спеціалістам музейної справи, науковцям природничих спеціальностей, гемологам, колекціонерам та студентам природничих факультетів.

12 квітня 2018 р. за ініціативи ННІ «Інститут геології» КНУ імені Тараса Шевченка та кафедри екології НУ «Києво-Могилянська академія», за інформаційної та фінансової підтримки ГО «Спілка геологів України» і НВНЗ «Інститут Тутковського» відбувся круглий стіл «Незвідане Полісся», присвячений 160-річчю з дня народження П.А. Тутковського. Тематикою заходу, до якого долучилися ННПМ НАН України та ТОВ «Водоспад», став науковий внесок академіка Павла Тутковського у розвиток географії, геології, етнографії та музейництва України.

Вагоме значення у таких заходах мають нагородження і заохочувальні відзнаки спеціалістів, які запровадила ГО «Спілка геологів України». Для відзначення особистих заслуг своїх членів та інших осіб у сфері її діяльності розроблено та виготовлено нагороди Спілки геологів України – срібний та золотий нагрудні знаки, медаль «За заслуги» I, II та III ступенів; Іменний геологічний молоток. До ювілею академіка Євгена Костянтиновича Лазаренка запроваджено медаль «За внесок у мінералогію», якою Спілка нагороджує за поданням Українського мінералогічного товариства. Спілці

надано право вносити пропозиції про нагородження вищою відзнакою – медалю «За видатні заслуги» імені П.А.Тутковського, яку розроблено та виготовлено з нагоди 100-річного ювілею НАН України та Геологічної служби України. Оцінювання діяльності геологів – складна справа, тому вручення цінних нагород важливі для спільноти. Кожен розуміє, що докладає чимало зусиль на своєму професійному терені, а визнання власного внеску в загальну справу чекають усі.

Спілка геологів України, виконуючи свою місію і підтримуючи наукові заходи, сприяє професійній консолідації вчених та спеціалістів, які працюють у сфері геології та суміжних галузях; підвищує престиж професій, які пов'язані з дослідженням та використанням надр, охороною геологічного середовища. Представники Спілки геологів на заходах різного рівня: беруть участь як модератори за секціями або ведучі під час круглого столу; надають спонсорську допомогу у проведенні екскурсій чи експедицій; виділяють призи та проводять нагородження учасників конференції тощо.

Усі заходи, до яких долучається Спілка геологів висвітлюють у випусках журналу «Геолог України», що є важливим для популяризації поміж широкого кола населення.

ГО «Спілка геологів України» володіє значним потенціалом у сфері популяризації геологічних знань, головним завданням якої є: сприяння розвитку і піднесенню престижу геології; пропаганда значущості пошуково-розвідувальної діяльності; оперативне і максимально повне інформування громадськості про важливі результати наукових і науково-технічних досягнень у геологічній галузі.

Нижче пропонуємо список опублікованих матеріалів наукових конференцій і семінарів, про які згадувалось вище.

1. Геологічні пам'ятки – яскраві свідчення еволюції Землі: зб. матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції. Київ: Логос, 2011. 142 с.

2. Гриценко В.П., Деревская Е.И., Константинович Л.И., Манюк В.В., Геологические памятники – яркое свидетельство эволюции Земли. Геологическая экскурсия. Київ: Логос, 2011. 32 с.

3. Від смоли хвойних до бурштину. Ідентифікація викопних смол: зб. матеріалів наукового семінару (м. Київ, 17 травня 2012 р.). Київ, 2012. 63 с.

4. Такий різний світ мінералогії: зб. матеріалів наукової конференції, присвяченої 100-річчю з дня народження академіка Євгена Костянтиновича Лазаренка. Київ, 2012. 176 с.

5. Деревская Е., Коженевський С., Митрохин А., Гриценко В. Маршрутами Павла Аполлоновича Тутковського. Геологическая экскурсия. Київ: Логос, 2013. 31 с.

6. От минералогии к геохимии: сб. научных трудов, посвященный 130-летию со дня рождения академика Александра Евгеньевича Ферсмана. Київ, 2013. 532 с.

7. Природничі музеї та їхня роль в освіті й науці: матеріали Міжнародної наукової конференції (м. Київ, 27–30 жовтня, 2015 р.). Київ, 2015. Ч. 1. 152 с.

HISTORY OF THE DECADE OF GEOLOGICAL KNOWLEDGE POPULARIZATION BY THE PUBLIC ORGANIZATION UKRAINIAN ASSOCIATION OF GEOLOGISTS

Kateryna
DEREVSKA

Doctor of Geological
Sciences, Professor,
professor of ecology,
National University
«Kyiv-Mohyla Academy»,
member of the UAG

The article reveals the chronology of events lasting ten years from 2010 to 2020, which are devoted to the geological industry promotion. The Public Organization Ukrainian Association of Geologists fulfils its mission and supports scientific activities, promotes the professional consolidation of scientists and specialists working in geology and related fields; boosts the prestige of professions related to the exploration and use of mineral resources, the geological environment protection.

Keywords: *popularization; geological branch; Union of Geologists of Ukraine; Geological Museum.*

Kseniia
RUDENKO

Candidate of Geological
Sciences, senior
researcher,
Department of geology,
National Science and
Natural History Museum
of the National
Academy of Sciences
of Ukraine, member
of the UAG

ВНЕСОК NADRA GROUP У РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ ГЕОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ

УДК 550.8(09)(477)

Ганна
ЛІВЕНЦЕВА

кандидат геологічних
наук, голова правління
ГО «Спілка геологів
України»

Павло
ГРИЩУК

кандидат геологічних
наук, доцент,
директор ТОВ
«Апстрім Сервіси»,
член СГУ

Розглянуто внесок NADRA Group у розвиток геологічної освіти в Україні. Виокремлено основні напрями діяльності: підтримка профільних закладів освіти, зокрема геологічного факультету (ННІ «Інститут геології») Київського національного університету (КНУ) імені Тараса Шевченка; підвищення кваліфікації співробітників галузі; системна робота зі школярами; видання спеціалізованих книжок та фахового журналу «Геолог України».

На геологічному факультеті КНУ відремонтовано та оснащено комп'ютерною технікою чотири класи, створено іменну аудиторію імені професора О.Л. Ейнора, відремонтовано приміщення геологічного музею.

Надано вагому благодійну матеріальну допомогу під час геологічних студентських практик: пальне, оплата проживання студентів, харчування, польове оснащення тощо. Багато молодіжних вікторин, олімпіад, екскурсій, квестів, фестивалів, конференцій здійснено коштом NADRA Group. За сприяння компанії організовано гуртки палеонтології, геології та геологічного краєзнавства для учнівської молоді.

NADRA Group ініціювала написання та видала друком книжку «Нариси з історії геологічних досліджень у Київському університеті» (1999). Починаючи з першого випуску у 2003 р., журнал «Геолог України» видається завдяки інформаційній та фінансовій підтримці NADRA Group. У 2008 р. видано матеріали до 100-річчя О.Л. Ейнора. Збірник наукових праць Інституту Тутковського виходив друком протягом 2009–2011 рр. коштом компанії. Юним геологам України адресується книжка Ростислава Фурдуя «Сонця і вітру брат» (2011), видана до 20-річчя компанії. У цей самий період розпочато роботу проекту «Надра земні, надра духовні», сутність якого полягає в заохоченні школярів до вивчення геології та суміжних дисциплін.

Важлива складова геологічної освіти – підвищення кваліфікації: актуальними є курси з новітніх технологій, лекції провідних вітчизняних та закордонних фахівців, конференції, семінари, тренінги.

Загалом діяльність NADRA Group спрямована на впровадження новітніх технологій у виробництво, розвиток закладів освіти, поширення знань у професійній спільноті. За тридцятирічну історію NADRA Group здійснила значний внесок у розвиток геологічної галузі в Україні та за її межами.

Ключові слова: геологічна освіта; геологія школярів; геологічні заходи; просвітницька діяльність; нагороди.

ВСТУП

За 30-річний період здійснено величезний внесок у розвиток геології в Україні та за її межами. Об'єднання різних за сферами діяльності компаній у єдину групу розширило можливості й дало змогу виконувати широкий спектр завдань.

Мета цієї статті – дослідити внесок NADRA Group у профільну освіту.

NADRA Group (Акціонерне товариство (АТ) «Надра») створена 1991 року, коли Україна виборола незалежність. Змінювались назви компанії: АТ «Надра» (1991–1999), Група компаній «Надра» (1999–2014), ПрАТ «Група Надра» з 2015 р., але незмінною лишалась її сутність – звитяжна робота, спрямована на розвиток геологічної галузі. Нова геологія повинна надавати відповіді на виклики, що постали перед сучасним суспільством, та бути більше спрямованою на довгострокові потреби людства та забезпечення його сталого майбутнього.

ПІДТРИМКА ГЕОЛОГІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ КИЇВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Співпраця з геологічним факультетом КНУ імені Тараса Шевченка – один з пріоритетів освітньої діяльності NADRA Group.

За ініціативи декана факультету Віктора Степановича Шабатина та його заступника з наукової роботи Володимира Всеволодовича Шунька у 1995 році було створено Закрите акціонерне товариство «Геологічний інститут Київського університету» (ЗАТ «ГІКУ») (засновники: Київський національний університет імені Тараса Шевченка та АТ «Надра»). На геологічному факультеті було відремонтовано чотири приміщення, в одному з яких облаштовано комп'ютерний клас. Це значно розвантажило Інформаційно-обчислювальний центр факультету і збільшило можливості для розвитку студентів і викладачів. Новостворений інститут займався проведенням наукових та науково-виробничих робіт, перепідготовкою кадрів, залученням студентів та аспірантів до виконання виробничих та наукових завдань. ЗАТ «ГІКУ» запросив на роботу понад 50 кваліфікованих фахівців, з них 8 докторів та 25 кандидатів наук. Основні напрями роботи пов'язані з геологічними, геофізичними, гідрогеологічними, інженерно-геологічними та екологічними дослідженнями. Замовники робіт: Держкомгеології, ДГП «Укргеофізика», Мінекобезпеки, Інститут геологічних наук НАН України, АТ «Укргазпром», АТ «Київпроект», Інститут гідротехніки й меліорації та інші.

Свого часу NADRA Group та українська зовнішньо-економічна нафтогазова корпорація «Укрзарубіжнафтогаз» виділили кошти на реконструкцію Геологічного музею у Київському університеті (Вижва та ін., 2011). У цій роботі багато зусиль доклали Володимир Петрович Гриценко, Віктор Антонович Нестеровський, Олександр Миколайович Коробченко, Костянтин Анатолійович Вакулєнко, Ольга Михайлівна Вакулєнко, Людмила Олександрівна Волконська, Андрій В'ячеславович Пічугін. В результаті було відремонтовано приміщення, оновлено меблі, створено відеозалу та виконано

оформлення інтер'єру Геологічного музею, урочисте відкриття якого після ремонту відбулося 27 листопада 1998 року. Оновлення дало змогу в межах статуту займатися створенням електронних колекцій, впорядкуванням наявного експозиційного фонду, створенням і поповненням обмінних фондів. Геологічний музей став окрасою геологічного факультету, його гордістю, що надало можливість проводити в його приміщеннях наукові конференції різних рівнів, симпозиуми, виставки, лекції, освітньо-просвітницьку роботу. Музей, площею 550 м², складається з 4-х відділів: загальної геології та геологічних процесів; історії Землі та палеонтології; мінералогії і петрографії; геології і корисних копалин України.

NADRA Group підтримувала проекти Ростислава Сергійовича Фурдую, викладача університету (з 2004 р. – співробітника геологічного музею), кандидата геолого-мінералогічних наук, доцента, справжнього геолога-польовика, вченого-палеонтолога, письменника і майстра виробів з деревини (Гришук та ін., 2016). Було реалізовано багато задумів Ростислава Сергійовича, зокрема, створено експозицію «Історія геологічного факультету» та удосконалено експозиції «Строматоліти», «Едіакарська фауна» і «Карст». Також було оформлено стендову інформацію над вітринами до розділу «Геологічні процеси» (рис. 1). Спільно з П.І. Грищуком були створені стенди: «Видатний геолог України – В.Г. Бондарчук (100 років з дня народження)» (2005), «Сонця і вітру брат» (2006), «Захисники Вітчизни. Геологи Університету на фронтах II світової війни» (2007) та «О.Л. Ейнор – видатний палеонтолог і стратиграф (100 років з дня народження)» (2008). У 2007 р. Ростислав Фурдуй реалізував свою мрію – функціонування розділу «Космос», де розміщено матеріали про Всесвіт, метеорити, невпізнані літальні об'єкти та інше.



Рисунок 1. Стенди над вітринами геологічного музею та малюнками роботи Р.С. Фурдую у першій залі з розділами «Космос» й «Загальна та регіональна геологія» (05.12.2016)

Упродовж 1994–2003 рр. база практик для студентів 2 курсу розміщувалася у колишній споруді дитячого садка «Сонечко» у селі Кичкирі Радомишльського району Житомирської області (рис. 2). Можливість користуватися цим приміщенням – заслуга NADRA Group, яка, крім цього, надавала автотранспорт для потреб практики, покривала витрати на пальне, забезпечувала інші побутові потреби практикантів.



Рисунок 2. Студенти біля входу до бази геологічної практики (с. Кичкирі, червень 2000 р.)

За пропозицією професора В.В. Огаря та підтримки NADRA Group у 2012 р. було відремонтовано аудиторію (№ 404) і названо на честь видатного стратиграфа і палеонтолога професора Ольгерда Леонардовича Ейнора (1908–1991) (Гришук, Вижва, 2016) (рис. 3).



Рисунок 3. Збори студентського осередку SEG в аудиторії імені О.Л. Ейнора (№ 404) Київського університету (09.11.2011)

Багато студентів проходили виробничі практики в компаніях NADRA Group і захищали дипломи за отриманими матеріалами. Чимало випускників геологічного факультету Київського національного університету працювало на її підприємствах. Набутий у NADRA Group практичний досвід допоміг сформувати із молодих спеціалістів фахівців високого рівня, що надалі дало їм можливість працювати не лише в Україні, а й у всьому світі.

ВИДАВНИЧА ДІЯЛЬНІСТЬ

У 1999 році за фінансової та інформаційної підтримки NADRA Group вийшла друком книжка «Нариси з історії геологічних досліджень у Київському університеті». Ця унікальна праця стала вагомим внеском у збереження пам'яті про геологів-освітян (рис. 4).



Рисунок 4. Перша книжка про освітян-геологів, видана за ініціативи та підтримки NADRA GROUP (1999)

Справжнім подарунком майбутнім геологам України став вихід друком науково-популярної книжки Ростислава Фурдюя «Сонця і вітру брат», виданої з нагоди 20-річного ювілею Групи компаній «Надра» (рис. 5). Ця збірка геологічних історій розрахована здебільшого на молодіжну аудиторію – учнівську молодь. Книжка знайомить читачів з важливою і цікавою професією геолога, з теплим і яскравим гумором змальовано польове життя фахівців, не применшуючи їхньої звичайної щоденної праці, чим сприяє професійній орієнтації молодого покоління. Але і доросла аудиторія читачів сприймає книжку із захопленням – багато нового можуть дізнатися всі, хто мріє розширити знання про планету Земля, її природні багатства, геологічний фах.



Рисунок 5. Книжка про геологів, видана до 20-річчя NADRA GROUP (2011)

Важливою складовою комунікаційного середовища сучасного інформаційного суспільства є професійні періодичні видання, що забезпечують процес обміну знаннями між усіма групами суспільства, відіграють вирішальну роль у формуванні світогляду.

З 2003 року видається журнал «Геолог України» – друкований орган Громадської організації (ГО) «Спілка геологів України» (рис. 6). Тематика журналу охоплює широкий спектр: у випусках публікуються статті про події у галузі, результати наукових досліджень (матеріали з вивчення геологічної будови території України та інших регіонів світу, родовищ корисних копалин і розроблення нових технологій їхньої розвідки та видобування), нариси з історії вітчизняної геології, цікаве про світ мінералів, інформація про геологічні мандри. Особливе місце в журналі відведено оповіданням про непересічних особистостей, що працювали у сфері геології в різні роки: героїчні часи та періоди розквіту, трагічні часи занепаду та репресій. Розгорнувши будь-який з номерів журналу, можна прочитати захопливі історії про наших земляків, усвідомити, як багато зроблено для відновлення історичної справедливості. «Геолог України» цікаво читати з першої сторінки до останньої. Це відоме професійне видання, що об'єднує українську геологічну спільноту, незалежно від місця та досвіду роботи, напругу спеціалізації та сфери діяльності!

Журнал спрямовано на висвітлення тем, що відповідають сучасному розумінню геології. Тепер геологія повинна надавати відповіді на виклики, що постали перед сучасним суспільством, та бути орієнтованою на довгострокові потреби людства й забезпечення його сталого майбутнього. Органічне поєднання академічних міркувань, важливої інформації про діяльність геологічної спільноти, вражень від професійних заходів зробило журнал найцікавішим та найактуальнішим науково-просвітницьким періодичним геологічним виданням в Україні. «Геолог України» – нестандартне, яскраве видання. «Геолог України» – це наші наукові здобутки та досягнення, наша спільна історія, сучасність та майбутнє.

Протягом 2010–2012 років виходило друком видання «Збірник наукових праць Інституту Тутковського» (рис. 7).

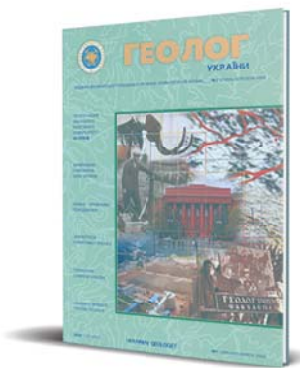


Рисунок 6. Випуск № 1 2004 року присвячено історії геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка



Рисунок 7. Щорічне видання «Збірник наукових праць Інституту Тутковського»

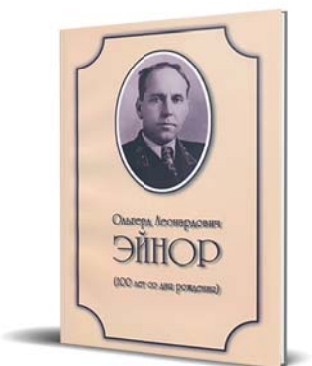


Рисунок 8. Біографічна книжка до 100-річчя Ольгерда Леонардовича Ейнора

Спільно з Українським мінералогічним товариством щороку випускалися мінералогічні календарі. Окремі з них присвячені пам'ятним та ювілейним датам. NADRA Group фінансувала видання матеріалів тез наукових заходів, зокрема, видано біографічну книжку та збірник наукових праць міжнародної конференції «Проблеми стратиграфії кам'яновугільної системи», яка відбулася 16–17 квітня 2008 р. у Києві та присвячена 100-річчю з дня народження видатного геолога, стратиграфа, палеонтолога, професора Київського національного університету імені Тараса Шевченка Ольгерда Леонардовича Ейнора (рис. 8).

ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ПРАЦІВНИКІВ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ

Грунтуючись на принципах постійного зростання і вдосконалення професійного рівня працівників геологічної галузі, керівництво NADRA Group ухвалило рішення щодо створення Приватного вищого навчального закладу післядипломної освіти «Інститут професійного розвитку „Надра“», реорганізувавши ЗАТ «Інститут прикладної геофізики», заснований 1996 р. спільно з Інститутом геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України.

Необхідність створення такого інституту зумовлена потребою вдосконалення в Україні системи постійного неперервного навчання і підвищення кваліфікації

фахівців, які володіли б сучасними методами та технологіями, що впроваджуються у галузі геолого-геофізичних досліджень нафти й газу.

2008 року, з нагоди 150-річчя з дня народження академіка Павла Аполлоновича Тутковського, заклад перейменовано на Інститут Тутковського. Короткотермінові та довготривалі курси підвищення кваліфікації, лекції, семінари, тренінги, майстер-класи – основна діяльність інституту. З 2009 року за фінансування NADRA Group на базі Інституту Тутковського започатковано навчальну програму «Підвищення кваліфікації фахівців нафтогазової галузі України для міжнародного співробітництва та роботи в західних компаніях». До навчального процесу залучаються провідні українські та іноземні фахівці, поміж яких лектори від Спілки геологів України, AAPG, SEG, EAGE та інших партнерів. Крім викладачів названих міжнародних профільних громадських організацій запрошуються фахівці з вивчення і використання широкого спектра природних ресурсів за напрямом Європейської федерації геологів (EFG). Заходи організовано як на базі Інституту Тутковського, так і наукових інститутів НАН України, закладів вищої освіти, інших установ і організацій, сервісних і видобувних компаній. Президент AAPG Пол Веймер 16 березня 2012 р. провів лекційний курс із практичними завданнями з геолого-геофізичної інформатики родовищ вуглеводнів (рис. 9). Результат плідної співпраці Інституту Тутковського з міжнародними осередками – організація серії виступів фахівців з різних куточків світу. Студентський осередок Товариства геологів-розвідників (SEG) при геологічному факультеті Київського університету, який очолював П.І. Гришук, взяв участь в організації візиту Яна Джонса (рис. 10).

У освітніх проектах, організованих за сприяння NADRA Group, триває співпраця з відомими вченими НАН України та провідними закладами вищої освіти, дійсними членами та членами-кореспондентами Української нафтогазової академії, Академії педагогічних і соціальних наук, менеджерами MBA. Поміж них автори монографій з питань геології, геофізики, а також практики з великим досвідом роботи. Крім того, є угоди про співробітництво з Інститутом геологічних наук Національної академії наук України (ІГН НАНУ), Івано-Франківським національним технічним університетом нафти й газу (ІФНТУ НГ), Київським національним університетом (КНУ) імені Тараса Шевченка, Українським державним геологорозвідувальним інститутом (УкрДГРІ), Національним авіаційним університетом (НАУ), згідно з якими відбувається залучення провідних вчених та викладачів для опанування нових актуальних курсів та програм.

Слухачі програм підвищення кваліфікації на практичних прикладах вивчають нові технології буріння нафтогазових свердловин, знайомляться з управлінням розроблення родовищ, методами інтенсифікації видобування, геофізичними дослідженнями свердловин (ГДС) та обробленням отриманих результатів, сучасними технологіями інтерпретації геолого-геофізичної



Рисунок 9. Лекція «Від побудови сейсмічних зображень до інверсії», яку проводить сейсмолог з компанії ION GX Technology Ян Джонс в Інституті Тутковського (07.03.2012)



Рисунок 10. Лекційний курс Пола Веймера на геологічному факультеті Київського університету імені Тараса Шевченка (16.03.2012)

інформації, набувають необхідного досвіду для використання нових знань на практиці. З досвіду реалізації освітніх програм з підвищення кваліфікації найактуальнішими для слухачів є теми, що стосуються ознайомлення з технологіями пошуково-розвідувальних робіт, новітніми інформаційними технологіями у геології, сучасними методами оброблення та інтерпретації геолого-геофізичних даних, технологіями розроблення родовищ корисних копалин, методами підвищення ефективності розроблення вуглеводневих родовищ, геолого-економічним оцінюванням запасів корисних копалин, геолого-економічним інструментарем надрокористування тощо. Цікавою й актуальною є тема дотримання правил техніки безпеки під час проведення геологорозвідувальних робіт, зокрема в експедиціях, майстернях, на бурових, під час перевезення працівників автотранспортними засобами, на конкретних прикладах робіт в Україні.

Завжди актуальною є тема нових геолого-економічних принципів у сфері надрокористування. Запровадження нового механізму фінансування геологорозвідувальних робіт, впровадження плати за користування надрами, ринкові підходи до геолого-економічного оцінювання родовищ корисних копалин та екологічних наслідків гірничовидобувних робіт – теми поточних лекцій та семінарів.



Рисунок 11. Проведення Європейської регіональної щорічної конференції AARPG (м. Київ, Український дім, 17–19 жовтня 2010 р.)



Рисунок 12. Доповідь П.О. Загороднюка «Нафта і газ в Україні: міфи і реальність» (м. Київ, Будинок вчених)

NADRA Group організувала та провела упродовж 2009–2013 років міжнародні науково-технічні конференції у м. Донецьку: «Видобуток та використання газу-метану: залучення інвестицій» (2009) та «Оцінка, видобуток та використання нетрадиційних видів газу: залучення інвестицій» (2011, 2013). У партнерстві з ГО «Спілка геологів України» з 17 до 19 жовтня 2010 р. відбулася Європейська регіональна щорічна конференція Американської асоціації геологів-нафтовиків «Геологічна розвідка в Чорноморському та Каспійському регіонах» (рис. 11).

NADRA Group організаційно й фінансово підтримувала проведення усіх шести з'їздів геологів України, на яких розглянуто важливі питання геологічної галузі.

Засновник NADRA Group П.О. Загороднюк та інші співробітники завжди охоче діляться досвідом, виступаючи з доповідями на актуальні теми перед широкою аудиторією (рис. 12).

Таким чином, NADRA Group була ініціатором, організатором та виконавцем понад 300 заходів, що підвищували кваліфікацію працівників, поширювали геологічні знання та виконували наукові дослідження.

ГЕОЛОГІЧНА ПРОСВІТА ШКОЛЯРІВ

Одним із пріоритетів освітньої та просвітницької роботи NADRA Group є виховання дбайливого ставлення до довкілля, популяризація геологічних знань та підвищення престижу професій, пов'язаних з вивченням та використанням геологічного середовища.

Цікава передісторія цього напрямку. У середині 70-х років за ініціативи молодих співробітників кафедр загальногеологічного циклу створено Школу молодих геологів, керівником якої був П.О. Загороднюк. Основна мета роботи Школи – популяризація геологічних знань. З гуртківцями проводили цікаві заняття, організовували поїздки на геологічні об'єкти. Тут навчалося понад 200 школярів м. Києва. Це була чудова профорієнтаційна робота, багато хто зі школярів згодом стали студентами геологічного факультету, відомими в Україні та за її межами фахівцями.

У 1984 р. П.О. Загороднюк став науковим керівником Палеонтологічного музею, де регулярно проводив

зі студентами заняття, які виходили далеко за межі навчальної програми. Особисто формував навчальні колекції з фондів музею та зразків, привезених з першої й другої геологічних практик. Організовував поїздки до Пирогівського кар'єру, на Київське море та інші цікаві геологічні локації. Студенти вчилися правильно відбирати зразки, визначати гірські породи та мінерали, їхній вік, будувати геологічні карти та стратиграфічні колонки.

З 2001 р. NADRA Group та Спілка геологів України почали відроджувати в країні дитячо-юнацький геологічний рух. Просвітницька діяльність для молоді здійснюється через шкільне геологічне та екологічне виховання, організацію та підтримку гуртків та шкіл, друк науково-популярної літератури, спрямованої на підліткову аудиторію.

2011 р. запроваджено просвітницький проєкт для учнівської молоді та її наставників – «Надра земні, надра духовні». Мета цього проєкту – виховати людей з правильною науковою картиною світу, щоб діти розуміли, для чого вони вчать ту чи іншу науку, як її можна практично застосовувати для пояснення процесів. Геологія дає уявлення про масштабність дій усіх процесів на Землі, незалежно від того, чи відбуваються вони на рівні атомів і молекул, чи у планетарному просторі, долі секунд чи протягом геологічного часу в мільйони та мільярди років.

Предмет «Основи геології» започатковано у столичних школах №№ 256, 143, 13, 2 (Лівенцева, Крочак, 2019). Шкільний клас-лабораторія, названий на честь українського палеонтолога та тектоніста Ростислава Фурдуга (1933–2012), відкрито коштом NADRA Group у загальноосвітній середній школі № 256 Оболонського району м. Києва 1 вересня 2012 року. Відремонтовано та технічно оснащено приміщення, сформовано тематичну бібліотеку та колекцію навчальних геологічних карт різного масштабу, зібрано мінералогічну, палеонтологічну, літологічну колекції. У іменній аудиторії створено мінімузей Ростислава Сергійовича – виставлено книжки його авторства, змайстровані ним вироби з дерева, особисті речі геолога-польовика: компас, планшет, пікетажка, молоток. На шкільному подвір'ї біля центрального входу школи

встановлена велетенська брила – подарунок школярам від національного виробника будівельних матеріалів фірми UNIGRAN. Брила з червоного малинського граніту перетворила звичайне шкільне подвір'я на справжню геологічну атракцію, а ще графіті на стінах школи: страстиграфічна колонка й об'ємна модель будови планети Земля з усіма її оболонками-геосферами.

У межах проекту «Надра земні, надра духовні» проведено лекції, семінари, науково-практичні конференції, екскурсії, квести, фестивалі. Учасники проекту беруть активну участь у щорічних олімпіадах юних геологів у Києві, Харкові, Рівному та інших містах. Поміж школярів – переможці олімпіад з геології, призери конкурсів – захистів учнівських наукових робіт з геології Малої академії наук. Студенти геологічних спеціальностей є призерами Всеукраїнських студентських олімпіад з геології, учасниками міжнародних геологічних конкурсів, організованих AAPG та EAGE. З 2017 року проєкт координується в межах інноваційної екосистеми Sikorsky Challenge, створеної в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (рис. 13).

Форми роботи з учнівською молоддю постійно змінюються та трансформуються. Початком стали лекційні курси та конференції, що відбувались у Київському палаці дітей та юнацтва (КПДЮ). Найцікавіші з них: «Тварини та динозаври: еволюційна гонитва озброєнь на 200 мільйонів років (проблема вимирання динозаврів)», «Вогняні гори (вулкани)», «Геологічні дослідження українських вчених в Антарктиді», «Земля в космічному просторі», «Астроблеми – космічні рани Землі» тощо. З 2013 року започатковано наукові читання, присвячені ювілеям відомих українських геологів: Володимира Вернадського, Павла Тутковського, Євгена Лазаренка, Володимира Бондарчука та інших. Діти отримали завдання підготувати доповіді про свої власні експерименти, спостереження в неживій природі, дослідження печер та ін. Цей формат став більш вдалим, охопив понад 1000 дітей з різних шкіл міста і викликав значний інтерес. Безпосередню участь дітей в обговореннях, презентація власних результатів досліджень спрацювали на позитивний результат. Усі юні учасники читань із задоволенням отримали в подарунок книжки про геологів, запропоновані організаторами. Паралельно відбувались польові геологічні

олімпіади, де школярі мали описати власні експерименти, в яких взяли участь понад 300 дітей з різних шкіл Києва.

У 2014 році почали проводити вікторини. Тут команди школярів відповідали на запитання, виконували практичні завдання з геології, малювали, ліпили, співали та створювали живі скульптури. І все це на геологічну тематику. Дух змагання, прагнення стати кращими, перемогти і отримати перший приз стало значним стимулом для школярів дізнатися більше про геологію, набути практичні навички. Діти вчилися правильно збирати похідний рюкзак, визначати гірські породи, документувати зразки. Під час творчих конкурсів вони створювали з пластиліну модель сонячної системи, шкатулку із самоцвітами й багато іншого. Ця форма роботи стала однією з улюблених як у організаторів, так і в учасників.

Таким чином, керівники проекту «Надра земні, надра духовні» поступово прийшли до розуміння, що для сучасних дітей необхідно розробляти нові й нестандартні форми навчання. Це передбачає впровадження нових методів, заснованих передусім на візуалізації інформації та поетапному (розділеній на смислові блоки) поданні матеріалу. Нові методи враховують бажання дітей спробувати власні сили, самостійно знайти відповіді на запитання і зробити правильні висновки, своїми руками створити моделі геологічних об'єктів на основі отриманої інформації.

Подальшим кроком роботи (2015–2016 рр.) стало перенесення геологічних змагань у польові умови. Це не передбачало експедиційного режиму, досить було міського парку. Така локація значно розширила можливості. З'явилася можливість додати завдання з орієнтування на місцевості за картою і компасом, завдання з використанням найпростіших геофізичних приладів, з організації експедиційного побуту геологів (встановлення намета, збирання рюкзака і т.ін.). Школярів вчили описувати елементи рельєфу і методики відбирання зразків опадів і гірських порід. Обов'язкові умови всіх етапів: усі змагання повинні проходити в динамічній формі як конкретні практичні завдання. Ні нудним лекціям! У фіналі – обов'язкове нагородження кожного учасника.

Школярі виконували завдання з орієнтації на місцевості з допомогою карти й компаса, а також здійснювали вимірювання геофізичними приладами (рис. 14), змагалися у спритності встановлення намету, пакування рюкзака та інше. Для новачків були підготовлені цікаві



Рисунок 13. Нагородження кращих школярів на Sikorsky Challenge (жовтень 2018 р.)



Рисунок 14. Магнітна зйомка під час 2-ї польової олімпіади поміж учнів 8–10 класів загальноосвітніх шкіл №№ 2, 13, 256 м. Києва (7.10.2016)

етапи з орієнтування на місцевості, польових робіт на відслоненні гірських порід, опису точок спостереження, з навичок відбирання та документування зразків, ведення геологічної документації, визначення зразків мінералів, гірських порід та корисних копалин. «Ветерани» змагались у навичках інструментальних вимірювань природної намагніченості ґрунтів за заданою мережею, комп'ютерному обробленні даних та побудові карти в програмі Surfer. Поки команди змагалися, їхні члени, не залучені в етапах, готували мальовничі плакати із зображенням геологічних об'єктів. Такі заходи не лише допомогли школярам здобути нові навички з польових геологічних робіт, а й навчили працювати в команді, дали можливість відчувати азарт змагання та перемоги, відкрити для себе нові цікаві місця в межах рідного міста. Суддівська бригада – кваліфіковані та віддані справі професіонали.

Гарною можливістю отримати знання є відвідування природничих (геологічних) музеїв. Освітній проєкт дав можливість провести десятки екскурсій, в яких взяли участь сотні школярів. У місті Києві, де проєкт «Надра земні, надра духовні» реалізується, налічується 7 геологічних музеїв, не рахуючи приватних колекцій, доступних для огляду. На екскурсіях діти знайомляться з геологічними об'єктами і явищами, розширюють світогляд, здобувають нові знання про Землю. Але хоч як цікаво і яскраво проводилася би екскурсія, частина дітей нової генерації не бачить сенсу в прослуховуванні інформації та втрачає до неї інтерес.

У 2016–2017 рр. було розроблено нову форму роботи в геологічних музеях у виді квесту. Це своєрідне змагання, де школярі отримують маршрутний листок залами музею із завданнями, виконати які можна, тільки вивчивши експонати та стенди музею. У цьому випадку дитина мотивована знайти потрібну відповідь, з'являється азарт. На кожному етапі за виконання завдання учасник отримує фішки або пазли, з яких на фініші він може скласти картинку або карту, за яку отримає приз. Найчастіше це солодкі призи (цукерки й шоколад). Результат – нова інформація, яка закріплюється в пам'яті, оскільки отримана в процесі самостійного пошуку та гри.

За підтримки NADRA Group у Науково-природничому музеї Національної академії наук України поміж учнів кийських шкіл пройшли змагання geoquest «Природні багатства України». У квесті взяли участь сім команд: гуртка геології відділу туризму, краєзнавства КПДЮ; Русанівського ліцею; 8-х класів СЗШ № 2 імені Д. Карбишева; 9-Б класу СЗШ № 2 імені Д. Карбишева; СЗШ № 13; 8-А класу СЗШ № 167; 10-Б класу СЗШ № 256. Під час змагання учасники шукали експозиції, присвячені природним багатствам окремих регіонів України, та відповідали на запитання, знаходячи підказки в залах музею. Головна ідея квесту – показати учням, що усі регіони України багаті природними ресурсами, кожний із регіонів має свої природні особливості, є важливим для загального економічного розвитку країни.

Однією з найбільш вдалих і цікавих форм роботи з популяризації наук про Землю і професії геолога є геологічні свята (фести), присвячені ювілейним датам. 1 березня відбувся геологічний фестиваль GEOFEST, в якому взяли активну участь: школярі кийських шкіл №№ 13; 49; 143;

209; 256; учасники команди ПАТ «Укргазвидобування». Свято проходило в залах Київського палацу дітей та юнацтва. Були підготовлені й працювали десять майданчиків з іграми й завданнями на геологічні теми. Так, на одній локації школярі грали в шахи зі зразків горючих корисних копалин, на іншій створювали макет нафтогазового резервуара з різних видів шоколаду, на третій прокладали маршрут перших автомобілів з Києва до Відня, що їздили на гасі від однієї аптеки-заправки до іншої. Окремо була представлена локація, присвячена історії нафтовидобування в Україні. На спортивному майданчику працювали імпровізовані пожежники-рятувальники. В артстудії діти малювали картини нафтою і вугіллям, в концертній залі співали пісні про геологів. Перераховані конкурси та ігри не тільки були місцем розваг, а й давали частку інформації про геологію і геологів. На кожному майданчику команди отримували бали, за якими у підсумку визначили переможця. Примітно, що поміж наставників (організаторів, тренерів, членів журі) було два доктори та чотири кандидати геолого-мінералогічних наук.

Загалом у межах проєкту «Надра земні, надра духовні» було підготовлено та реалізовано багато різних заходів для школярів та викладачів: понад 100 лекцій, семінарів, наукових конференцій, екскурсій, геологічних вікторин/квестів у музеях, польових олімпіад та фестивалів.

З 2012 року спецкурс «Основи геології» внесено до варіативної частини навчальних програм кийських шкіл з поглибленим вивченням дисциплін природничого циклу (*Загороднюк та ін., 2017*).

Так, крок за кроком, розвиваються і вдосконалюються заходи, впроваджуються нові методи роботи зі школярами з урахуванням особливостей нового покоління, комбінуються накопичений практичний досвід і теоретичні знання.

Європейський проєкт ENGIE (Encouraging Girls to Study Geosciences and Engineering) став логічним продовженням системної та послідовної роботи зі школярами. Він спрямований на те, щоб зацікавити дівчат вивчати геонауки та геоінженерію, а отже, покращити гендерний баланс у цих дисциплінах. У межах проєкту розроблено стратегію підвищення обізнаності та долучено до співпраці зацікавлені сторони для реалізації комплексу роз'яснювальних заходів у понад 20 європейських країнах (*Ливенцева, Крочак, 2020*).

Важливою складовою ENGIE є репрезентативні соціологічні опитування для виявлення зацікавленості школярів геологією. Опитування засвідчили підвищення інтересу до наук про Землю і професії геолога у дітей, які беруть участь у проєкті «Надра земні, надра духовні». Близько третини опитаних українських школярок на запитання: «Чи могли б ви припустити можливість працювати професійним геологом?» відповіли: «Так». Зазначимо, що попередні опитування, проведені до початку проєкту, дали 100% негативний результат (*Liventseva, Krochak, 2020*).

26 листопада 2020 відбулась «Ніч дослідників» в межах європейського проєкту ENGIE Project. Захід відбувся у школі № 13 м. Києва. Головні стейкхолдери заходу – школярки віком від 13 років (44 учасниці), педагоги школи, науковці-геологи.



Рисунок 15. Учасниці української «Ночі дослідників» - учениці школи №13 м.Києва

Європейські «Ночі дослідників» – це публічні заходи, покликані наблизити науковців до суспільства. Вони демонструють різноманітність досліджень та їхній вплив на наше повсякденне життя. Мета також полягає в тому, щоб мотивувати юних людей розпочати дослідницьку кар'єру. Заходи пропагують внесок науковців у життя суспільства. Метою «Ночі дослідників» ENGIE є підвищення зацікавленості дівчат геологією і науками про Землю, щоб мотивувати їх згодом почати будувати кар'єру в цій царині.

20 травня 2021 року відбувся День відкритих дверей Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Для учасниць проєкту – школярок школи № 13 презентацію навчального заходу озвучила Олена Михайлівна Іванік, професор, завідувач кафедри загальної та історичної геології, доктор геологічних наук. Вона розповіла про Інститут геології Київського національного університету імені Тараса Шевченка, кафедри Інституту, напрями наукових досліджень, історії успіху випускників Інституту. Зустріч була інтерактивною, і Олена Михайлівна отримала багато запитань від школярок. Приємно, що дівчата добре відповіли на запитання професорки та розповіли, що зацікавились геологією під час заходу «Ночі дослідників», який проводився на базі їхньої школи.

ВИСНОВКИ

За тридцятирічний період діяльності NADRA Group здійснила вагомий внесок у навчальний процес, поширення знань, популяризацію геології, формування прогресивного екологічного, природничого світогляду в молоді.

NADRA Group є соціально відповідальним об'єднанням, що дотримується принципів корпоративного громадянства, де бізнес зосереджується не стільки на цінностях максимального прибутку акціонерів, скільки на важливості турботи про добробут зацікавлених сторін, усвідомлює, що розвиток компанії може бути більш органічним, якщо у планети не лише брати, а й віддавати.

NADRA Group є бізнес-структурою, що системно взаємодіє з соціальними інститутами для досягнення глобальних цілей та завдань у сфері сталого розвитку людства, поєднуючи прибуткові види діяльності з роботою, що приносить користь суспільству. NADRA Group усвідомлює відповідальність за прямий та опосередкований вплив, який вона здійснює на соціальну, екологічну та економічну системи (People, Planet, Prosperity).

NADRA Group здолала тривалий шлях пліч-о-пліч з геологічною громадськістю, довівши, що бізнес не може функціонувати поза суспільством. Системна підтримка NADRA Group різнопланових освітніх проєктів значно підвищила матеріально-технічний, науково-виробничий та історичний аспекти розвитку профільних закладів вищої освіти, зокрема геологічного факультету Київського університету, і мотивувала студентів та співробітників до вдосконалення своїх знань. Учасники освітніх проєктів NADRA Group змогли реалізувати власні ідеї, сприяти тим самим формуванню нових методів роботи з молоддю.

Молоде покоління звертає особливу увагу на соціальну відповідальність бізнесу. Його представники хочуть мати справу з компаніями, які дбають про людей і довкілля. І можна сміливо сказати, що NADRA Group багато зробила для побудови громадянського суспільства, формування у молоді свідомого ставлення до планети, її ресурсів і багатств, а отримання прибутків компанією завжди узгоджується з високими стандартами збереження довкілля та безпеки життєдіяльності людей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Вижва С.А., Гришук П.І., Зінченко О.В., Киселевич Л.С., Кошляков О.Є., Кравченко Д.В., Михайлов В.А., Нестеровський В.А., Павлишин В.І., Рева М.В., Толстой М.І., Шостак А.В. Геологія в Київському університеті. Київ: Київський університет, 2011. 479 с.

Гришук П.І., Вакулєнко О.М., Козіонова О.О. Ростислав Сергійович Фурдуй – ентузіаст геологічної справи. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2016. Вип. 2 (73). С. 71–77.

Гришук П.І., Вижва С.А. Випускники геологічного факультету Київського університету: довідкове видання. Київ: Київський університет, 2016. 586 с.

Загороднюк П.О. Досвід впровадження навчальних стандартів Європейського Союзу в шкільну геологічну освіту України. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування: IV Міжнародна науково-практична конференція*. Київ: Салон Софт, 2017.

Лекція сейсміка з компанії ION GX Technology Яна Джонса. *Студентський осередок SEG: вебсайт*. URL: http://seg.univ.kiev.ua/meet_jonesu.php

Лівенцева Г.А. Геологія – наука універсальна. На день знань у столичній школі відкрився перший в Україні геологічний клас. *Геолог України*. 2012. № 3 (39). С. 5–7.

Лівенцева Г.А. До наукових основ формування геолого-екологічного світогляду молоді. *Геолог України*. 2012. № 1–2 (37–38). С. 120–126.

Лівенцева Г. Європейський проєкт ENGIE – розширення прав і можливості дівчат стати геологами завтрашнього дня. *Геотуризм: практика і досвід*: матеріали IV науково-практичної конференції (м. Львів, 22–24 жовтня 2020 р.). Львів: Каменяр, 2020. С. 171–173.

Лівенцева Г.А., Крочак М.Д. Літературно-письмовий твір «Програма курсу для середньої загальноосвітньої школи „Надра земні” (основи геології)». Київ, 2019.

Нагороди. *Спілка геологів України*: вебсайт. URL: <https://geologists.org/ua/about/awards>

Нариси з історії геологічних досліджень у Київському університеті. Київ: Рада, 1999. 328 с.

Liventseva G. & Krochak M. Primary geological education in Ukraine. *European Geologist*. 2014. № 38. P. 70–72.

Liventseva H. & Krochak M. Interactive methods of studying geology with Z-generation children. *European Geologist*. 2020. № 50. P. 69–72.

REFERENCES

Liventseva G. & Krochak M. Primary geological education in Ukraine. *European Geologist*. 2014. № 38. P. 70–72 (in English).

Liventseva H. & Krochak M. Interactive methods of studying geology with Z-generation children. *European Geologist*. 2020. № 50. P. 69–72 (in English).

Hryshchuk P.I., Vakulenko O.M., Kozionova O.O. Rostyslav Serhiiovych Furdai – entuziast heolohichnoi spravy [Rostyslav Sergiyovych Furdai – enthusiast of geological work]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Heolohiia*. 2016. Iss. 2 (73). P. 71–77 (in Ukrainian).

Hryshchuk P.I., Vyzhva S.A. Vypuskniky heolohichnoho fakultetu Kyivskoho universytetu [Graduates of Geological Faculty at the University of Kyiv]: dovidkove vydannia [reference edition]. Kyiv: Kyivskiy universytet, 2016. 586 p. (in Ukrainian).

Lektsiia seismika z kompanii ION GX Technology Yana Dzhonsa [ION GX Technology seismic lecture by Jan Jones]. *Studentskyi oseredok SEG [SEG student chapter]*: website <http://seg.univ.kiev.ua/meet_jonesu.php> (in Ukrainian).

Liventseva H.A. Do naukovykh osnov formuvannia heoloho-ekolohichnoho svitohliadu molodi [To the scientific bases of formation of geological and ecological worldview of youth]. *Heoloh Ukrainy*. 2012. No 1–2 (37–38). P. 120–126 (in Ukrainian).

Liventseva H.A. Heolohiia – nauka universalna. Na den znan u stolychnii shkoli vidkryvsia pershyi v Ukraini heolohichnyi klas [Geology is a universal science. The first geological class in Ukraine opened on the day of knowledge in the capital's school]. *Heoloh Ukrainy*. 2012. No 3 (39). P. 5–7 (in Ukrainian).

Liventseva H.A. Yevropeyskyi proiekt ENGIE – rozshyrennia prav i mozhlyvosti divchat staty heolohamy zavtrashnoho dnia [The European project ENGIE – empowering girls to become the geologists of tomorrow]. *Heoturyzm: praktyka i dosvid [Geotourism: practice and experience]*: materialy IV naukovo-praktychnoi konferentsii [materials of the IV scientific-practical conference] (m. Lviv, 22–24 zhovtnia 2020 r.). Lviv: Kameniar, 2020. P. 171–173 (in Ukrainian).

Liventseva H.A., Krochak M.D. Literaturno-pysmovyi tvir «Prohrama kursu dlia serednoi zahalnoosvitnoi shkoly „Nadra zemni” (osnovy heolohii)» [Written «Course program for secondary school “Depth of the Earth” (basics of geology)». Kyiv, 2019 (in Ukrainian).

Nahorody [Awards]. *Spilka heolohiv Ukrainy [Association of Ukrainian Geologists]*: website <<https://geologists.org/ua/about/awards>> (in Ukrainian).

Narysy z istorii heolohichnykh doslidzhen u Kyivskomu universyteti [Essays from the history of geological studies in Kyiv University]. Kyiv: Rada, 1999. 328 p. (in Ukrainian).

Vyzhva S.A., Hryshchuk P.I., Zinchenko O.V., Kyselevych L.S., Koshliakov O.Ie., Kravchenko D.V., Mykhailov V.A., Nesterovskiy V.A., Pavlyshyn V.I., Reva M.V., Tolstoi M.I., Shostak A.V. Heolohiia v Kyivskomu universyteti [Geology at the University of Kyiv]. Kyiv: Kyivskiy universytet, 2011. 479 p. (in Ukrainian).

Zahorodniuk P.O. Dosvid vprovadzhennia navchalnykh standartiv Yevropeiskoho Soiuzu v shkilnu heolohichnu osvitu Ukrainy [Experience of implementation of educational standards of the European Union in school geological education of Ukraine]. *Nadrokorystuvannia v Ukraini. Perspektyvy investuvannia [Subsoil use in Ukraine. Investment prospects]*: IV Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia [IV International scientific-practical conference]. Kyiv: Salon Soft, 2017 (in Ukrainian).

CONTRIBUTION OF THE NADRA GROUP TO THE DEVELOPMENT OF MODERN GEOLOGICAL EDUCATION

Hanna
LIVENTSEVA

Candidate of Geological
Sciences, chairman
of the board of UAG

Pavlo
GRYSHCHUK

Candidate of Geological
Sciences, Associate
Professor,
director of Apstream
Services LLC, member
of UAG

The contribution of the NADRA Group to the development of geological education in Ukraine is featured. The main areas of its activity are highlighted, including the support of the Geological Faculty (ERI «Institute of Geology») at the Taras Shevchenko National University of Kyiv (KNU), advanced training of industry employees, geological education of schoolchildren, publication of specialized books and the professional magazine «Geologist of Ukraine» in particular. At the Geological Faculty of KNU four classrooms were renovated and equipped with computers, the auditorium named after Prof. Olgierd L. Einor was established, the premises of the Geological Museum were reorganized and renovated, etc.

The valuable charitable assistance was provided during student geological field courses, namely the fuel, student accommodation, meals, field equipment, and the like. Many youth quizzes, olympiads, excursions, quests, festivals, conferences were carried out at the expense of NADRA Group. With its assistance, the clubs of paleontology, geology and geological local history were organized for students.

NADRA Group has initiated the writing and publishing the book «Essays on the history of geological research at Kiev University» (1999). Since its first issue in 2003, the «Geologist of Ukraine» magazine has been published thanks to the information and financial support of NADRA Group. In 2008 it was published materials for the centenary of Prof. Einor. The «Treatises of the Tutkovsky Institute» were published during 2009 – 2011 at the expense of the company. The book by Rostislav Furduy «Brother of the Sun and Wind» (2011) was addressed to young geologists in Ukraine and published on the occasion of the 20th anniversary of the company. In the same period, the work on the project «Depths of the Earth, the spiritual depths» was started, the essence of which was to encourage schoolchildren to study geology and related disciplines.

The important components of geological education as advanced training, courses on the modern technologies, lectures by leading domestic and foreign experts, conferences, seminars, and trainings are very relevant.

In general, the activities of NADRA Group are aimed at introducing leading decisions into the practice, developing educational institutions, and disseminating knowledge among the geological community. Over its thirty-year history, the NADRA GROUP has made a great contribution to the development of the geological industry in Ukraine and abroad.

Keywords: *geological education; geology for schoolchildren; geological events; publications; educational activities; awards.*

МАГІЯ АГАТУ

УДК 549.61



**Віктор
МЕРЦІЙ**

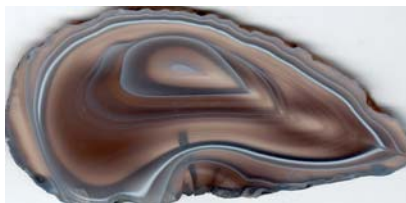
кандидат
технічних наук, член
ГО «Спілка геологів
України»

Уперше в житті я побачив агат у природному середовищі влітку 1962 року на кримському Кара-Дазі, наприкінці гірського походу від Севастополя до Феодосії, відтоді агат – мій улюблений камінь. Звісно, що на той час я вже багато знав про агат, тому що, за сімейною традицією, з дитинства цікавився геологією, зачитувався книжками В.А. Обручева та О.Є. Ферсмана, але власноруч уперше «видобув» агат саме на Кара-Дазі.

Потім в різні пори року ще не раз довелось бути в Коктебелі (тоді іще Планерському), блукати сипучими стежками ущелини Гяур-Бах, спускатися в Малу та Велику сердолікові бухти, збирати кольорову гальку, підійматися на скелі, висіти на мотузці над прірвою задля невеликої (а часом і доволі пристойної) жеоди, та навіть ховатись вночі від прикордонників, бо в радянські часи усе морське узбережжя вночі було забороненою зоною.

Тоді Кара-Даг іще не був заповідником, тому часто там можна було зустріти знайомих любителів каменю. В ущелині Гяур-Бах неодноразово доводилось стикатись з відомим мандрівником Борисом Владимирським, автором книжки «Камни: тайны и таинства» (Владимирский, 1995), керівником клубу ім. Отто Шмідта. Та й сам Борис своєю коштаю бородою був разуче схожий на знаменитого мандрівника, математика та космогоніста.

Якось на січневі студентські канікули, десь на початку 1970-х років, ми поставили намет в одному з гротів Гяур-Баху, на примусі напекли на сніданок млинців і збирались вже вийти на «полювання за камінням». Раптом в намет зазирнула борода Бориса Володимирського, він упізнав мене і сказав: «Як у вас



Мій перший агат

тепло! І млинцями пахне! А чи є у вас вільна мотузка? Ми хочемо спуститись у Велику сердолікову бухту. Завтра поверну». Мотузку ми знайшли, але назад її так і не повернули... Тим більше, що ця мотузка мала давню історію, пов'язану саме з Б. Владимирським.

...Навчаючись в Київському геологорозвідувальному технікумі, я займався в секції альпінізму. Одного разу друзі покликали мене на туристський вечір у Палац піонерів, з гуртком цього закладу я починав ходити в гірські походи. Звісно, я запросив і колег по секції альпінізму. Несподівано був оголошений конкурс спочатку туристської пісні, а потім альпіністської техніки. В обох конкурсах ми перемогли учасників клубу ім. Отто Шмідта, а призом була саме та тридцятиметрова альпіністська мотузка.

Тут, на Кара-Дазі, якось мені довелось знімати зі скель двох

допитливих дівчаток, які, на жаль, не читали новели О.Є. Ферсмана «У вогні вулкану» з книжки «Спогади про камінь» (Ферсман, 1958), залізли в пошуках кольорових камінців бозна-куди й не змогли самостійно злізти донизу. Я спочатку навіть не зрозумів, звідки лунає переляканий дівочий голосок: «Дядечку, дядечку, спустіть нас донизу!» Щоб виконати їхнє прохання, знадобився увесь мій альпіністський досвід. Довелось спочатку підняти вертикальним «комином» під навислу «полицю», на якій стояли дівчата, прийняти старшу з них, заспокоїти, силою втикнувши її ногу в надійну щілину на скелі та притиснувши до стіни, а потім вже вдвох після довгих умовлянь ми стягнули з «полици» молодшу дівчинку, яку тіпало від страху. Мабуть, це був найбільший стрес в моєму житті. Парадоксально, але дівчатка, лише ступивши на гальку Малої сердолікової бухти, ще не відійшовши від «мандражу», одразу спробували розтягти по кишнях розкладені на моїй штормівці агати та халцедони, зібрані протягом дня.

Ось дві розрізані з однієї жеоди пластини агату, добуті цього дня зі стрімкої карадазької скелі неподалік того «комину», а також сердоліковий карадазький агат, який автор обміняв на один зі зрізів цієї жеоди.



Два зрізи агата з однієї жеоди (Кара-Даг)



Сердоліковий агат (Кара-Даг)

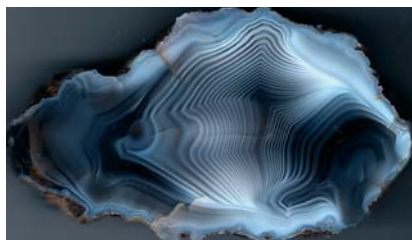


Якось разу взимку, піднімаючись з важкими, набитими камінням рюкзаками Гяур-Бахом до скелі Сфінкс, ми «впіймали вітер» висхідного потоку, який буквально випхав нас нагору. А іншим разом ми наразились на потужний зустрічний вітер, який намагався не випустити нас з Гяур-Баху. До речі, мій знайомий, який служив на радарній станції, що колись стояла на одній з вершин масиву Кара-Даг, розповідав, що до їдальні та туалету взимку доводилося пересуватися, пристебнувшись до поручнів карабіном, щоб ураганний вітер не скинув у море.

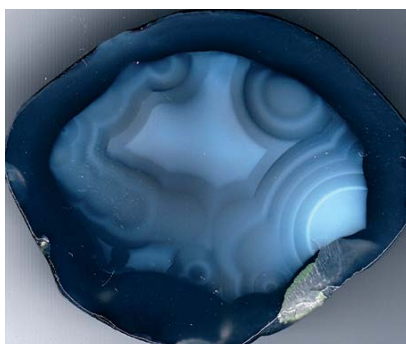
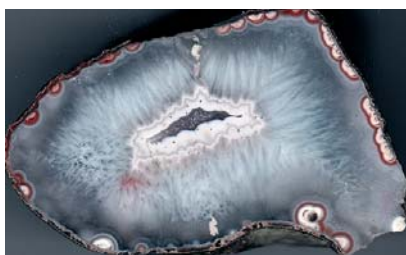
Інший ареал агату на теренах Криму міститься в межиріччі Альми та Бодрака, зокрема, біля села Кизилівки (колишня назва – Карагач), неподалік Сімферополя. Партизанське водосховище залило майже всі оголення, але мені таки вдалося знайти поблизу дамби водосховища вельми ефектний агат.

Агати Полісся менш відомі широкому загалу. Найбільші родовища агату, халцедону та аметисту містяться в базальтах біля сіл Рафалівки, Полиць, Янвої Долини та Берестовця на Рівненщині, в басейні річки Горині. Ці агати подарував мені мій колега, фанатичний колекціонер агатів Володимир Бондаренко, якого вже немає з нами... Практично усі агати з моєї колекції розрізав та відшліфував саме він.

А наступний агат має таку історію. Ще студентом я був на весіллі мого



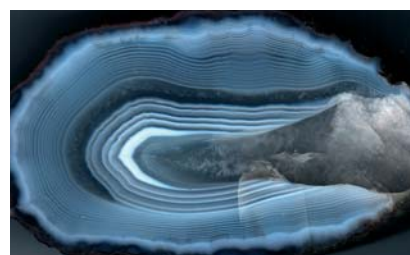
Агат із Кизилівки (Крим)



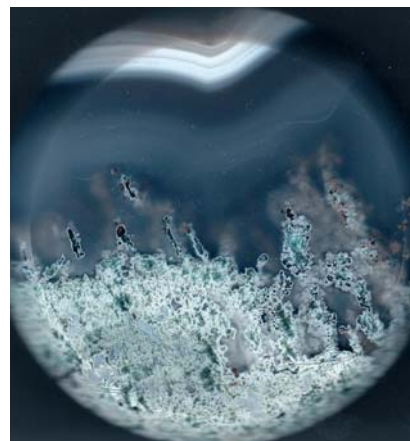
Агати з Рафалівки (Полісся)

друга Юрія Скляра у Володарську-Волинському (тепер знову Хорошів). Батько молоді – геолог, тому й більшість гостей мали ту ж професію. В перерві застілля один з гостей почав показувати хазяїну свою колекцію агатів, а коли хтось ненароком сказав, що я нібито знавець агатів, з іншого кінця напівтемної кімнати мені показали агат, а я інтуїтивно або навіть навмання сказав: «Тіман». Гість дуже здивувався і подарував мені цей тіманський агат, який таки вартий уваги, тому що в ньому міститься вродження кальциту.

Вірменські агати родовища Іджеван добре відомі геологам. Перебуваючи в Єревані, я придбав декілька виробів місцевих каменерізів, зокрема, моховий агат. У вихідні дні один з центральних бульварів Єревану між вулицями Арам та Бузанд перетворюється на виставку-продаж кольорового каміння, яку мешканці міста називають Ринок «Вернісаж». Окрім халцедонів та агатів



Агат Тіманського півострова



Моховий агат (Вірменія)



Ринок «Вернісаж» (Єреван)

тут дуже багато виробів з обсидіану, яким Господь Бог дуже щедро наділив Вірменію.

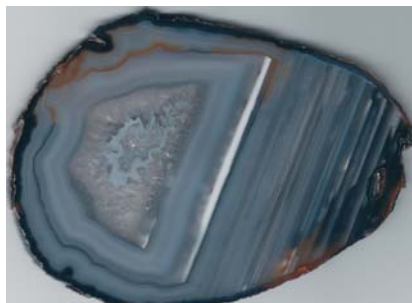
Бразильські агати добре відомі усьому світові. Маю два агатових зрізи різного кольору, придбані в аеропорту міста Сан Паулу, дорогою на конгрес Асоціації геофізиків Бразилії (SBGf) в м. Салвадорі.

А цей бразильській агат придбаний в Барселоні, під час перебування на EAGE, в невеличкій лавці мінералів, звідки мене треба було витягати силою. А в Китаї вдалося придбати печатку з сердолікового агату, на якій майстер вправно вирізав мої ініціали, та ще й дав як бонус коробочку з червоною пастою.



Бразильські агати

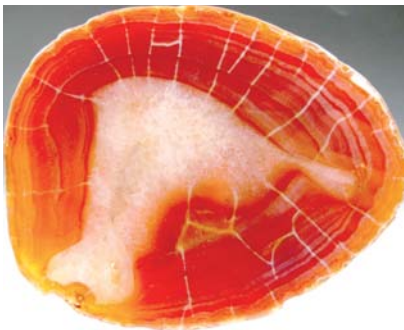
Але повернімося, власне, до агату... Його неповторність пробуджує уяву. Загадкове шовковисте переливання його тонесеньких шарів тішить зір. Кольорова гама не має меж. Його концентричні або ламані лінії вимальовують фантастичні форми. Несподівані включення інших мінералів вражають. Розкварцовані центральні частини жеоди аметисту або гірського кришталю, оточені агатовою «шкаралупою», випромінюють незбагненну енергію. Іноді агати бувають «задумливими»: на агатовий зріз або в середину можна дивитись годинами... Мені здається, що, розглядаючи зріз агату або жеоди з вкрапленнями кристалів кварцу чи аметисту,



Бразильський агат

можна заглянути в минуле планети Земля. А ще агат іноді буває схожий на карти нафтогазових структур або горизонтальні зрізи сейсмічного куба, які будують сейсмозвідники, та й тріщинки в агаті часом подібні до тектонічних зрушень.

Несподівана краса агату пов'язана й з іншою його особливістю:



Агат іноді нагадує зріз сейсмічного куба

іноді агатова жеода ззовні виглядає як простий, непоказний камінь, і лише розрізавши, можна побачити її внутрішню «сутність», часом просто дивовижну. Саме тому агат іноді називають «прихованою красою світу» (Hurst, 2012).

Парадокс агату ще й у тому, що половинки розрізаної жеоди не повністю схожі одна на одну, оскільки у разі розпилювання втрачається частина каменю, трохи більша ніж товщина пилки. Таким чином, можна сміливо стверджувати, що двох однакових агатів не буває.

Як відомо, агат – це приховано-кристалічний різновид природного кремнезему (SiO_2), який має шарувату текстуру і складається з про-



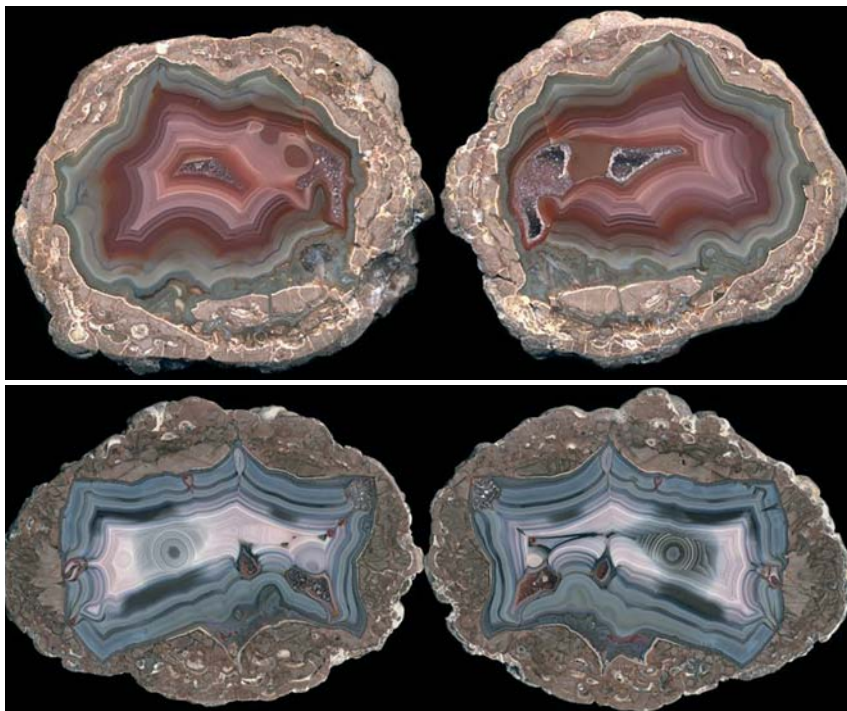
Так ззовні виглядає агатова жеода
www.strahlen.org

жилок переважно халцедону зі смугастим розподілом забарвлення. Агат найчастіше утворюється в порожнинах гірських порід і має вигляд жезд, центральна частина яких часто заповнена кристалами кварцу, зокрема, аметисту або цитрину. Агат має багато різновидів залежно від кольору, форми й товщини смуг та інших структурних та текстурних ознак. Звісно, всі ці різновиди також добре відомі геологам.

Мабуть, не варто переказувати в цій статті таку популярну в наш час інформацію про магічні властивості агату чи сердоліку, історичні дослідження про виключну роль агата в культурі людства. Подібну інформацію можна знайти в кількох номерах журналу «Геолог України» або, наприклад, на сайті за посиланням: <http://www.webois.org.ua/jewellery/stones/amulet-talisman.htm> Слід лише відзначити, що агат здавна вважається каменем тих, хто народився під сузір'ям Близнюків, та захисним талісманом.

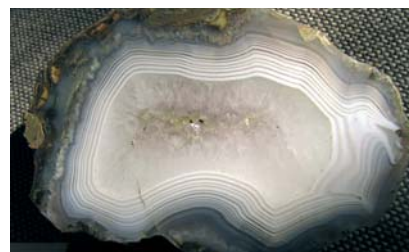
Разом з тим не хочеться також заглиблюватись в наукові нетрі, тому що переважна більшість читачів журналу «Геолог України» прекрасно знають, що таке агат. Магія цього каменю вже тривалий час спонукає до роздумів про цей чудовий, неповторний витвір природи. Також з часом виникло бажання доповнити свою не дуже велику колекцію, яка з незалежних від автора причин в якийсь момент суттєво зменшилася, віртуальною збіркою зображень агатів з різних сайтів (і, відповідно, країн та континентів) та показати її геологічній спільноті.

Вважається, що слово «агат» походить від назви річки Acates в



**Агат з Мулиної Гори
(Читинська обл.)**
klopotow.narod.ru/agate

Основні регіони розповсюдження агату в світі та типові зразки агатів наведені, наприклад, на сайті www.lithos-graphics.com. Навіть просте перерахування родовищ та країн, де знаходять агати, потребує кількох сторінок. Тому краще витратити місце не на словесний опис агатів та назви місцевостей, а на зображення їх в усій неповторній красі!



**Агати з Голутвіна (Росія),
Іджевану (Вірменія) та Ахалцихе
(Грузія)**

Половинки розрізаних жеод www.sailorenergy.net

провінції Ragusa на острові Сицилія, зараз ця річка називається Дирильо (Dirillo). Колись на її берегах були звалища кольорових смугастих агатів, як зараз на деяких пляжах Верхнього озера (Lake Superior), розташованого на межі Канади та США.

Комерційний термін «агат» часом вводить в оману: агатом називають різновиди халцедону без будь-якої смугастості або з різними включеннями. Чого варта, наприклад, назва «чорний агат»? Що вже казати про циркон, який часто звуть «цирконієм», або «кремній» замість кременю. Що ж стосується поетів, то тут часом доходить до повної профанації: «Глаза блестяли, как агаты...» чи щось подібне. Правда, добре відполірований агат таки непогано блищить, але блищить й будь-який відполірований камінець...

РОЗПОВСЮДЖЕННЯ АГАТА

На території колишнього СРСР (Евсеев, 2004; Евсеев, 2011; Сейранян, 1987) агат знаходять в Підмосков'ї (Голутвін), Карелії (о. Суйсарі, узбережжя Онезького озера),

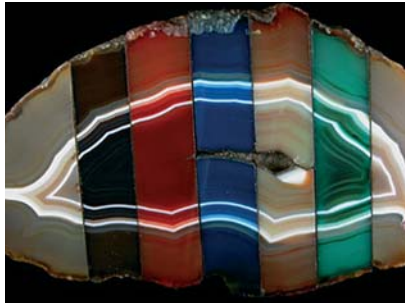
на Південному Уралі (Магнітогорськ, Сінар, р. Шанда), Північному Тімані (Волонга, р. Сула), Чукотці (Ривієм, Каненмивієм, р. Крем'янка), в Бурятії (р. Тулдун), Іркутській області (р. Ігірма), Читинській області (Абагайтуй, Мулина Гора), у Вірменії (Іджеван, Ханкаван), Грузії (Ахалцихе, Казреті), Туркменії (Кафікшем), Азербайджані (Гарабаг) та багатьох інших місцях. На наступних рисунках демонструються типові агати з цих родовищ.



**Агати з р. Тулдун (Бурятія),
р. Ривієм (Чукотка)**
klopotow.narod.ru/agate



Agate Beach (Lake Superior)
www.agate-beach.com



Приклад фарбування агата
www.minerals.net



Агатове шоу в Міннеаполісі
(Міннесота, США) (2012)



Агатова шахта Crazy Lace
(Chihuahua, Мексика)
www.mindat.org

Агати в природі зустрічаються доволі рідко, але є й винятки з цього правила. Окрім Верхнього озера, де пляжі буквально завалені кольоровою агатовою галькою, дуже по-таланило з агатами Мексиці: тут є місця, де їх можна збирати цілими брилами.

ФАРБУВАННЯ АГАТА

В більшості випадків натуральний агат має чергування сіро-блакитних або жовтувато-коричневих напівпрозорих смуг з непрозорими білими шарами, тому ще з древніх часів його навчилися фарбувати. Особисто я не люблю фарбовані агати і вважаю їх штучними.

Агат сприймає фарбу залежно від пористості, вмісту опалу і води в окремих шарах. Іноді агат змінює колір окремих смужок навіть у разі нагрівання чи випалювання. Червоного кольору досягають нагріванням у розчині нітрату заліза, а жовтого – у розчині хлориду заліза. Зелений колір агату отримують за допомогою розчину солі хрому або нітрату нікелю з наступним нагріванням, синього досягають, витримуючи в розчині

жовтої кров'яної солі (фероціаніді калію), а потім варячи в залізному купоросі, чорний – обробляючи нагрітою сірчаною кислотою та ін. (Шуман, 2006). Як бачимо, це вже не мінералогія чи гемологія, а чиста хімія...

Рисунок наочно демонструє, що можна зробити з агатом за допомогою барвників.

АГАТОВІ ФОРУМИ

Наразі у світі, особливо в США, регулярно проводяться агатові шоу, фестивалі та навіть симпозиуми, присвячені чарівному та неповторному світу агатів. Наступного року фестиваль агатів відбудеться у місті Ягатс (Yachats, Орегон, США).

КНИЖКИ ПРО АГАТ

Кількість книжок про агат, що видаються в країнах СНГ та за рубежом, величезна (Владимирский, 1995; Шуман, 2006 тощо). Лише агатам Верхнього озера (Lake Superior) присвячено не один десяток книжок та альбомів.



Після фантастичного успіху книжки австрійського колекціонера Йохана Ценца «Агати» (Zenz, 2005), що мала понад 2000 ілюстрацій, у 2009 році вийшло друге видання – «Агати II» (Zenz, 2009). Третє видання книжки «Агати III» (Zenz, 2011) фактично присвячене вже не агату, а яшмі. Справді, іноді знайти межу між яшмою та агатом непросто: що ближче до агату – агатова яшма чи яшмовий агат? Автор цих книжок Й. Ценц має сайт, присвячений агату та яшмі (www.achate.at). Він також є автором справжньої енциклопедії про виникнення, історію та родовища агатів (Zenz, 2009).

Також користуються великою популярністю збірки фотографій агатів на CD або DVD.

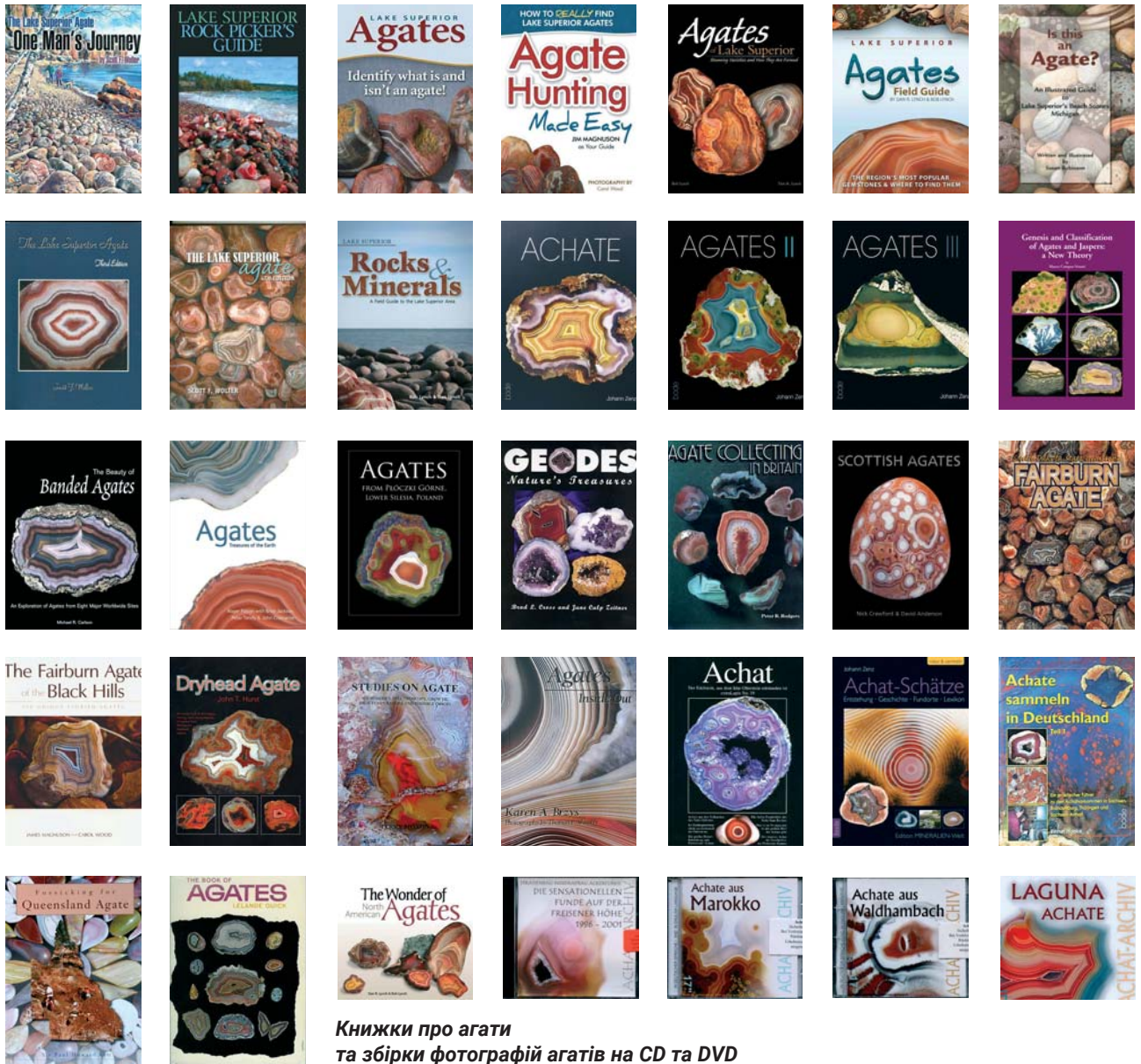
АГАТ У ФІЛАТЕЛІЇ

Блукаючи просторами Інтернету, можна впевнитись в тому, що агат подобається більшості людей, а не лише окремим особам чи колекціонерам-фанатикам, тому що кількість присвячених йому поштових марок, виданих в різних, іноді дуже екзотичних країнах, надто велика (наприклад, сайти: www.geostamps.eu, mineralstamps.rbnet.net, mineralstamps.com та багато інших).

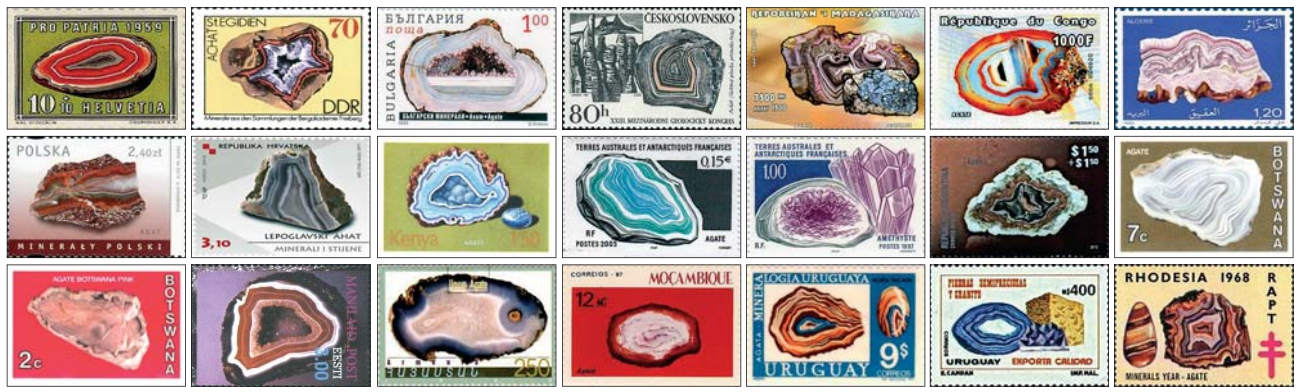
А що ж до українських марок? Виявляється, наші співвітчизники також не оминули увагою агат, зокрема волинський.

ВІРТУАЛЬНА КОЛЕКЦІЯ АГАТІВ

Щоб повністю «зануритись» в чарівний світ агату, потрібно неспішно передивитись кілька великих колекцій цього загадкового та неповторного каменю, яких можна знайти безліч на сайтах колекціонерів



Книжки про агати та збірки фотографій агатів на CD та DVD



Агат на поштових марках



Агат на поштових марках

Дуже цікаві колекції агатів можна побачити на сайтах: agatenodule.com, fairburnsuperagate.com або agatesanonymous.com. А найбільша збірка лінків на агатові сайти знаходиться за посиланням: www.mineraltivadar.hu. На чудовому

сайті: http://www.achat-almanach.de/html/achat_engl.html можна передивитися величезну колекцію агатів із різних родовищ, які нанесено на карту світу.

Австралійські агати з родовища Agate Creek, Queensland характеризуються різноманітною кольоровою гамою та довершеністю поєднання яскравих забарвлень

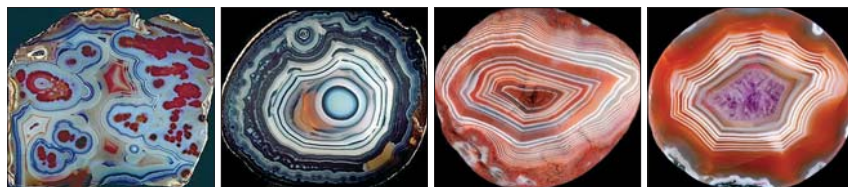
(rayerminerals.homestead.com), попри те, що Австралію називають Зеленим континентом.

Кольорова гама агатів Колумбії з родовища Rio Magdalena характеризується переважно забарвленням, характерним для сердолику (www.lithos-graphics.com).

Дивовижну віртуальну колекцію агатів можна знайти на сайті



Українська марка із зображенням агату



Бразилія

Lake Superior (США)



Queensland (Австралія)

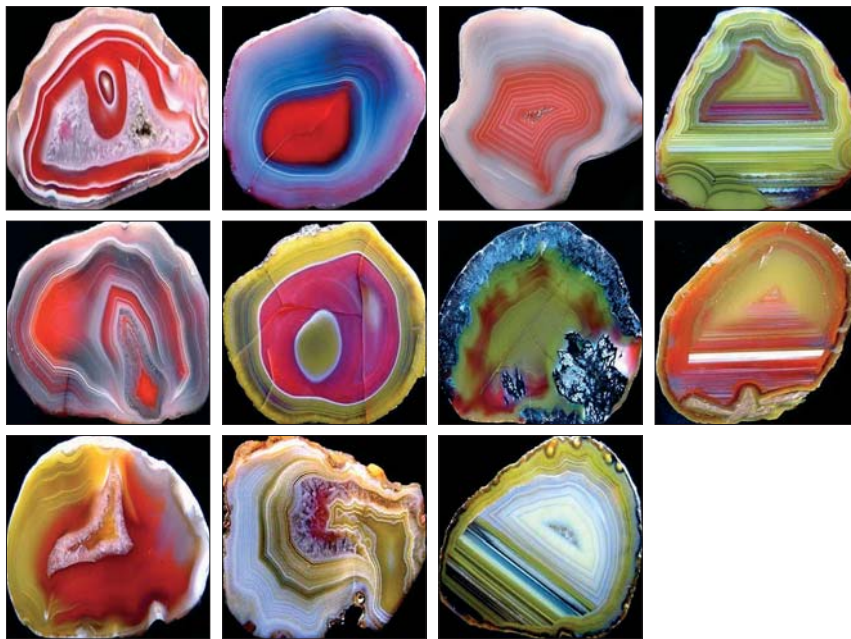
Fireburn (США)

Dryhead (США)

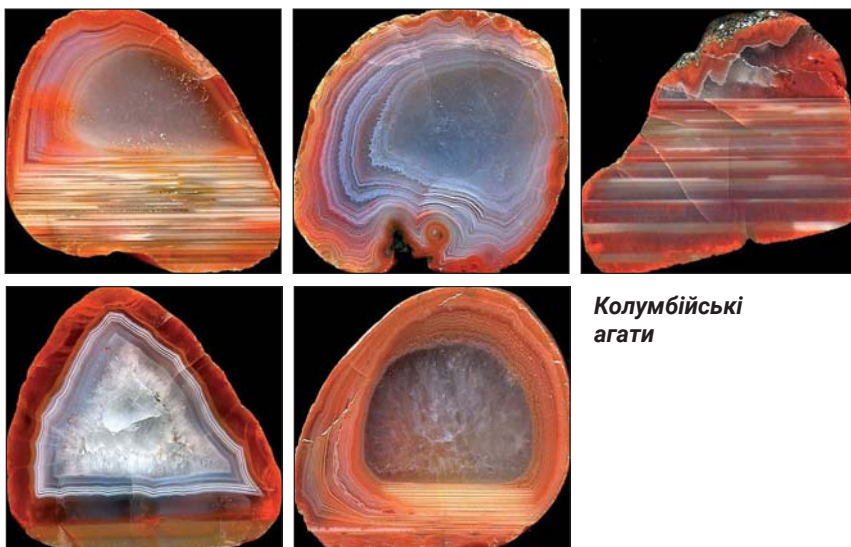
Марокко

*Laguna (Мексика)**Condor (Аргентина)**Колекція агатів із сайту agatenodule.com*

авторки однієї з численних книжок про агати (Brzys, 2010), «агатою леді» Карен Бжис (Karen Brzys) з містечка Grand Marais (Мічиган, США), що стоїть на березі Верхнього озера (agatelady.blogspot.com). У цій колекції зібрано агати з Австралії

*Австралійські агати*

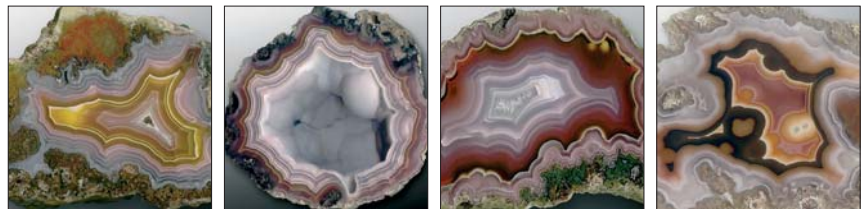
(Queensland), Аргентини (Condor, Black River), Бразилії (Rio Grande do Sul, Paraiba), Канади (Michipicoten, Lake Superior), Мексики (Laguna), а також США (Fairburn, South Dakota; Dryhead, Montana; Lake Superior, Minnesota; Grand Marais, Santa Monica, Paradise, Whitefish Point, Marquette, Houghton and Keweenaw, Michigan; Thundereggs, Oregon). Розмаїття кольорів та малюнку цих агатів нагадує яскраві кольори бразильського карнавалу...

*Колумбійські агати*

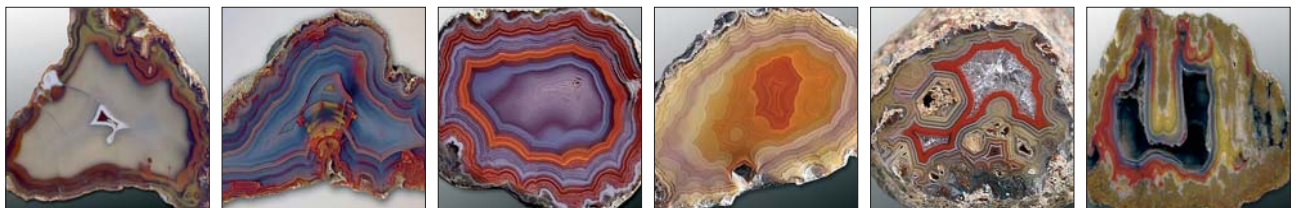
Чудова колекція яскравих мексиканських (Agua Nueva, Arache, Laguna та Soyamito) та аргентинських (Condor) агатів демонструється на сайті: thegemshop.com. Ось кілька зразків з неї.



Агати з колекції Карен Бжис

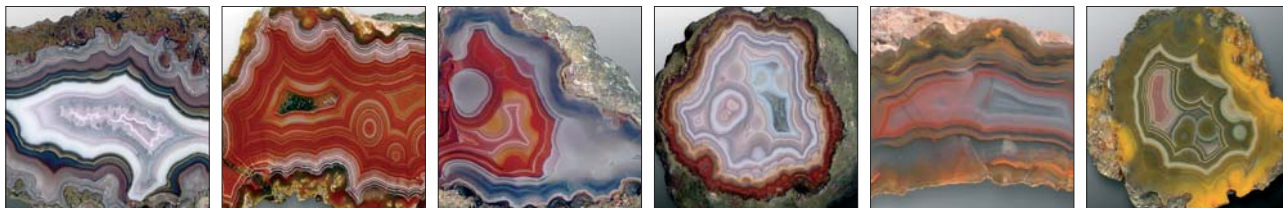


Agua Nueva (Мексика)

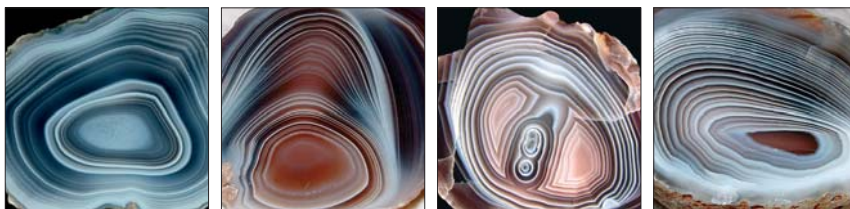


Arache (Мексика)

Soyamito (Мексика)

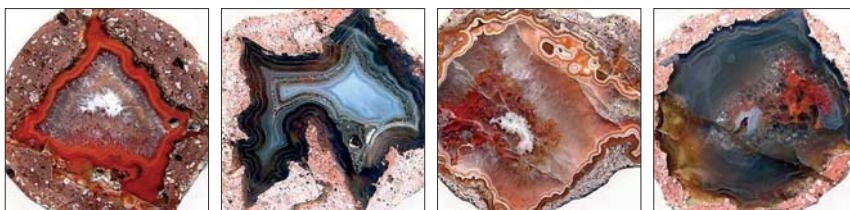
**Agua Nueva (Мексика)****Laguna (Мексика)****Condor (Аргентина)**

Ефектні, але більш традиційні агати знаходять також у Ботсвані (www.agatesanonymous.com).

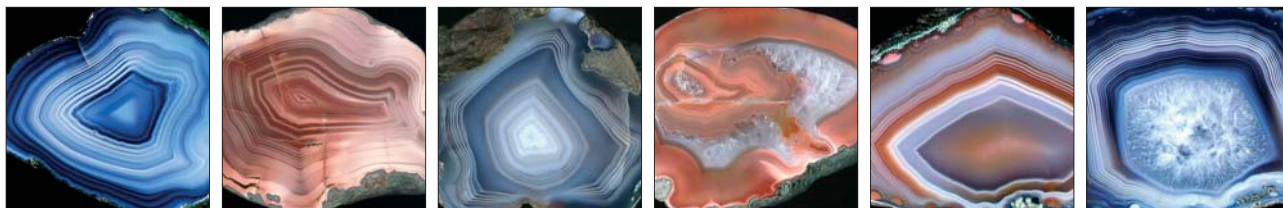
**Агати з Ботсвани**

Однак ми живемо в Європі, тому приділимо увагу родовищам нашого континенту.

Ефектні агати має Польща (Ploczki Gorne та Nowy Kosciol, Судети), колекції яких можна побачити на сайтах: rayminerals.homestead.com та www.agates.eu.

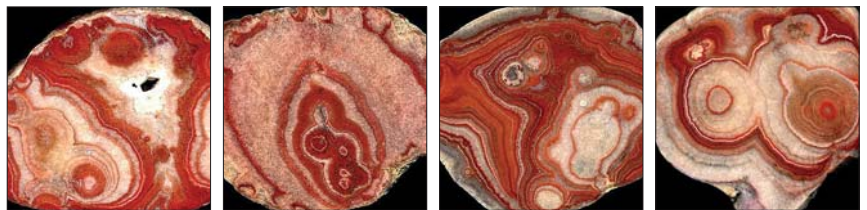
**Агати з місцевості Nowy Kosciol (Польща)**

Не можна не продемонструвати маловідомі геологічному загалу шотландські агати з місцевостей Ardownie, Ethiebeaton, Montrose, Cheviots (www.agatesofscotland.co.uk), не такі показні та яскраві, як представники американського континенту, але, мабуть, подібні до квітучих луків на тлі суворой шотландської природи.

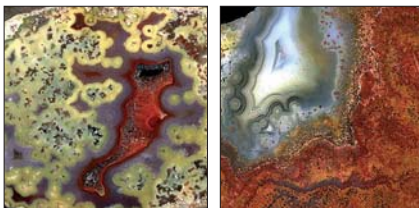
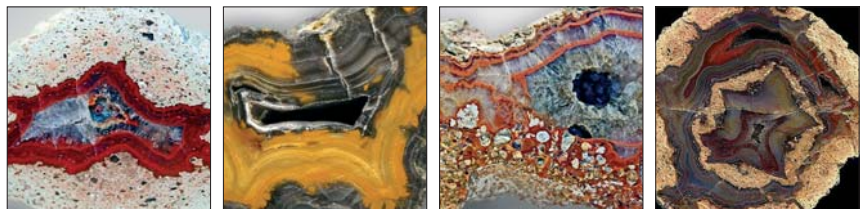
**Агати з місцевості Ploczki Gorne (Польща)****Агати з Шотландії**

**Агати з Шотландії**

Англійські агати знаходять в місцевостях Dulcote (графство Somerset) та Longsleddale (графство Cumbria). В принципі, вони не дуже відрізняються від шотландських (www.lithos-graphics.com).

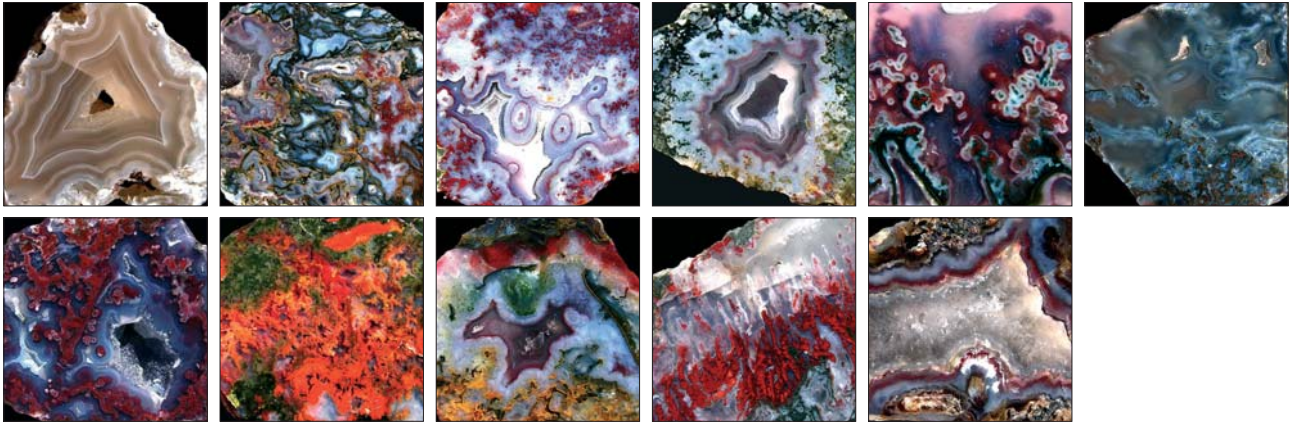
**Англійські агати**

А ось кілька німецьких агатів зі Шварцвальду та Саксонії (achate.npage.eu), місцевостей Idar Oberstein, Steinbach, Freisen та Arenrath (www.lithos-graphics.com).

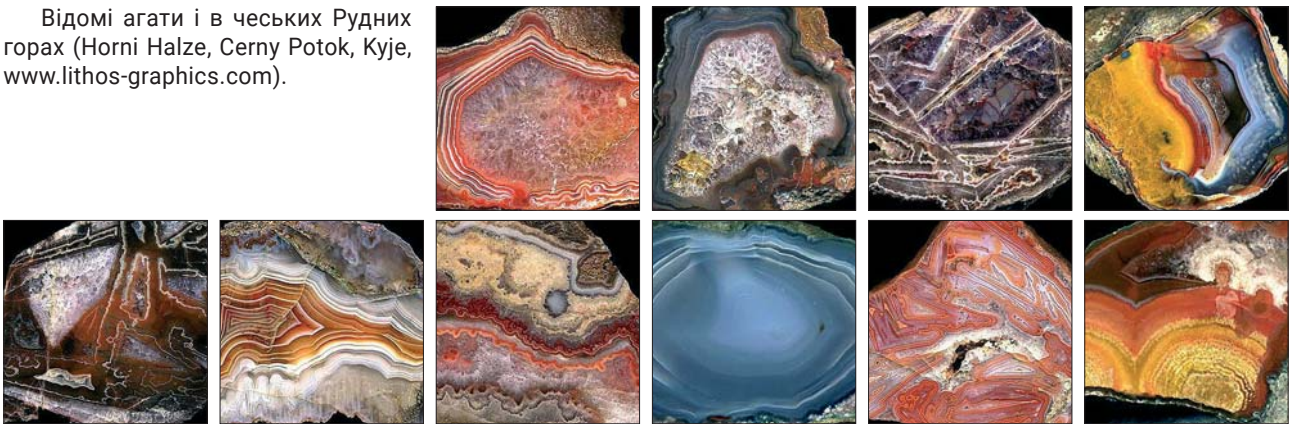
**Агати з Німеччини**

Чарівні угорські агати знаходять біля підніжжя масиву гір Матра у місцевості Gyöngyöstarján (www.hungarianachat.hu, www.mineraltivadar.hu).

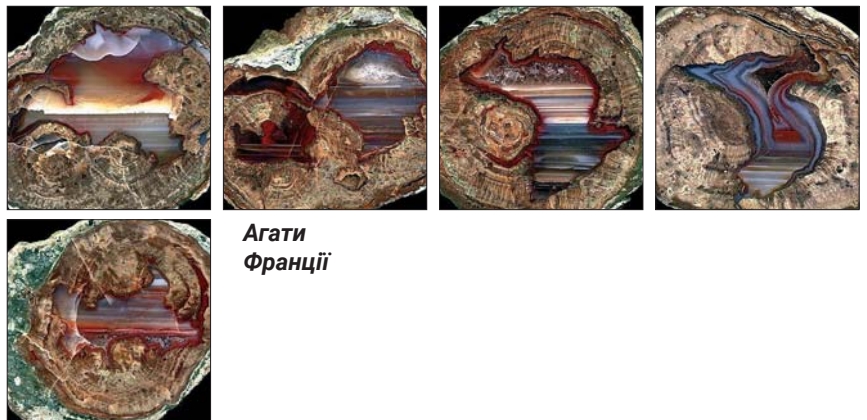
**Агати з Угорщини**

**Агати з Угорщини**

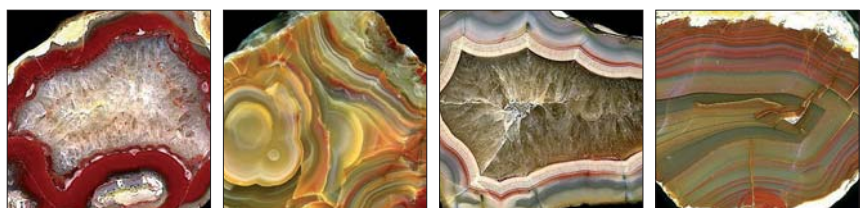
Відомі агати і в чеських Рудних горах (Horní Halže, Černý Potok, Kuje, www.lithos-graphics.com).

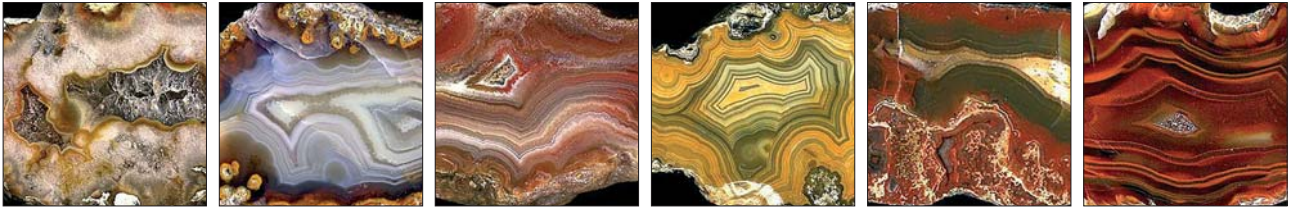
**Агати з Чехії**

Приголомшливі «пейзажні» агати знаходять у місцевості L'Esterel поблизу Канн у Франції (www.lithos-graphics.com).

**Агати
Франції**

Маленькі Нідерланди також не обділені родовищами агатів (Arceh). Ось кілька з них (www.lithos-graphics.com).

**Голландські агати**

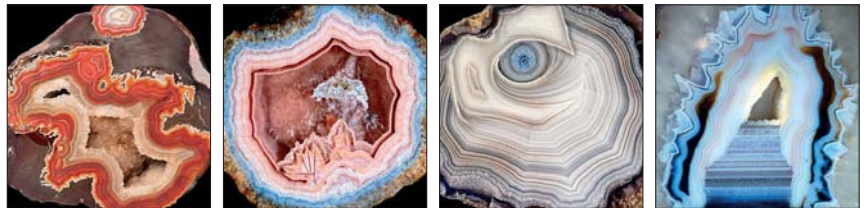


Голландські агати

Яскраві та різноманітні агати знаходять у Монголії (місцевості Chara-Ayrak, Budjeger, гори Burugdi) (www.lithos-graphics.com).

Агати з
Монголії

Між іншим, деякі жінки мають за кращих друзів не діаманти, а саме агати, і вважають їх надзвичайно сексуальними. І взагалі, більшість жінок залюбки носять прикраси саме з агату. Ось кілька агатів з різних географічних місць, які така собі Lia von Damm із Каліфорнії (pinterest.com/whispersiren/agates-are-sexy) вважає сексуальними.

«Звабліві»
агати

Чесно кажучи, під час написання статті, сканування власної колекції, пошуку і збирання зображень агатів та поштових марок із численних сайтів колекціонерів автор іще більше заховався в цей загадковий та неповторний камінь...

Хай живе АГАТ!

**СПИСОК
ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

- Буканов В.В. Цветные камни: энциклопедия. СПб: Гранит, 2008. 416 с.
- Владимирский Б.С. Камни: тайны и таинства. Харьков: Паритет, 1995. 224 с.
- Годовиков А.А., Рипинен О.И., Моторин С.Г. Агаты. Москва: Недра, 1987. 368 с.
- Довгаль Ю.М., Радзивил В.Я., Токовенко В.С., Чернявский С.В., Михаленок Д.К. Вулканы Карадага. Київ: Наукова думка, 1991. 104 с.
- Евсеев А.А. Атлас мира для минералога. Москва: Экост, 2004. 284 с.
- Евсеев А.А. Атлас для минералога. Россия и бывший СССР. Москва: РАН, 2011. 248 с.
- Обручев В.А. Основы геологии. Москва: АН СССР, 1956. 360 с.
- Сейранян В.Б. Армянские самоцветы. Ереван: Айастан, 1987. 78 с.
- Супрычев В.А. Сказание о камне-самоцвете. Київ: Реклама, 1975. 174 с.
- Ферсман А.Е. Воспоминания о камне. Москва: АН СССР, 1958. 168 с.
- Ферсман А.Е. Занимательная минералогия. Москва: АН СССР, 1959. 240 с.
- Ферсман А.Е. Путешествия за камнем. Москва: АН СССР, 1960. 392 с.
- Ферсман А.Е. Рассказы о самоцветах. Ленинград: Детгиз, 1957. 260 с.
- Шуман В. Драгоценные и полудрагоценные камни. Москва: БММ, 2006. 312 с.
- Brzys K.A. Agates: Inside out. Gitche Gumee Agate & History Museum, 2010. 258 p.
- Campos-Venuti M. Genesis and classification of agates and jaspers: a new theory. 2012. 167 p.
- Carlson M.R. The beauty of banded agates: an exploration of agates from eight major worldwide sites. Fortification press, 2002. 160 p.
- Clark R. South Dakota state gemstone: Fairburn agate. Silverwind Agates, 2009. 130 p.
- Crawford N., Anderson D. Scottish agates. Lapidary Stone Publications, 2010. 210 p.
- Cross B.L., Zeitner J.C. Geodes: Nature's treasures. Gem Guides Book, 2006. 292 p.
- Gauthier K., Mueller B. Lake Superior rock picker's guide. University of Michigan Press, 2007. 120 p.
- Getten S. Agates. Finishing Line Press, 2005. 30 p.
- Haake R. Achate sammeln in Deutschland. Teil 1: Ein praktischer Führer zu den Achatvorkommen in Sachsen, Brandenburg, Thüringen und Sachsen-Anhalt. Bode Verlag, 2000. 95 p.
- Howard P. Fossicking for Queensland agate. KRO, 2005. 132 p.
- Hurst J.T. Dryhead Agate: an inside look at the history, mining, and natural beauty of agates from Montana's Dryhead region. Agate Treasures, 2012. 88 p.
- Jaselli L. Agates and chalcedonies of Sardinia. 2012. 256 p.
- Laarmann U., Landmesser M., Glas M., Hochleitner R., Droschel R., Jeckel P. Achat: Der Edelstein aus dem Idar-Oberstein entstanden ist: Geschichte, Entstehung, Funde. Christian Weise Verlag, 2000. 96 p.
- Landman A. Gems & Minerals. Shiffer Publishing, 2008. 176 p.
- Lynch B., Lynch D.R. Lake Superior rocks & minerals: a field guide to the Lake Superior area. Adventure Publications, 2008. 208 p.
- Lynch B., Lynch D.R. Agates of Lake Superior: Stunning varieties and how they are formed.
- Lynch B., Lynch D.R. Agates of Lake Superior. Adventure Publications, 2012. 160 p.
- Macpherson H.C. Agates (Earth). Stationery Office, 1996. 72 p.
- Magnuson J. Agate hunting made easy. Cambridge: Adventure Publications, 2012. 120 p.
- Magnuson J., Wood C. The Storied agate. Adventure Publications, 2011. 144 p.
- Magnuson J., Wood C. The Fairburn agate of the Black Hills. Adventure Publications, 2012. 144 p.

-
- Moxon T. Studies on agate. Terra Publications, 2009. 102 p.
- Moxon T. Agate: Microstructure and possible origin. Terra Publications, 1996. 106 p.
- Pabian R.K., Cromarie J., Tandy P. Agates: Treasures of the Earth. Firefly Books, 2006. 184 p.
- Praszkier T., Bogdanski J., Siuda R. Agates from Ploczki Gorne, Lower Silesia, Poland. Spirifer, 2011. 200 p.
- Quick L. The book of agates and other quartz gems. Chilton Books, 1963. 232 p.
- Robinson S. Is this an agate? An illustrated guide to Lake Superior's beach stones Michigan. Book Concern Printers, 2001. 23 p.
- Rodgers P.R. Agate collecting in Britain. Batsford, 1975. 96 p.
- Schneider K.M. Seltene Achate und farbige Quarze: Fundort Franken. J.H. Röhl Verlag, 2005. 120 p.
- Wolter S.F. The Lake Superior agate. 4th edition. Lake Superior Agate, 2008. 111 p.
- Wolter S.F. Amazing agates: Lake Superior banded gemstone. Kollath Stensaas Publishing, 2010. 40 p.
- Wolter S.F. The Lake Superior agate. One men's journey. Outernet Publishing, 2001. 175 p.
- Zenz J. Achate. Bode Verlag, 2005. 656 p.
- Zenz J. Achate II. Alles über Achate, Achatfundstellen und Jaspis. Bode Verlag, 2009. 656 p.
- Zenz J. Agates III. Bode Verlag, 2011. 656 p.
- Zenz J. Achat-Schätze. Entstehung. Geschichte. Fundorte. Lexikon der Achate. Bode Verlag, 2009. 160 p.
-

REFERENCES

- Brzys K.A. Agates: Inside out. Gitche Gume Agate & History Museum, 2010. 258 p. (in English).
- Hurst J.T. Dryhead Agate: an inside look at the history, mining, and natural beauty of agates from Montana's Dryhead region. Agate Treasures, 2012. 88 p. (in English).
- Zenz J. Achate. Bode Verlag, 2005. 656 p. (in German).
- Zenz J. Achate II. Alles über Achate, Achatfundstellen und Jaspis. Bode Verlag, 2009. 656 p. (in German).
- Zenz J. Agates III. Bode Verlag, 2011. 656 p. (in German).
- Zenz J. Achat-Schätze. Entstehung. Geschichte. Fundorte. Lexikon der Achate. Bode Verlag, 2009. 160 p. (in German).
- Shuman V. Dragocennye i poludragocennye kamni [Precious and semi-precious stones]. Moskva: BMM, 2006. 312 p. (in Russian).
- Vladimirkij B.S. Kamni: tajny i tainstva [Stones: secrets and mysteries]. Har'kov: Paritet, 1995. 224 p. (in Russian).

THE MAGIC OF AGATE

Victor
MERSHCHIY

—
Candidate in
Engineering Sciences,
member
of the UAG

The article examines the magical properties of agate, a striped modification of chalcedony. Images of several agates from the author's personal collection are shown. Memories of the author's adventures related to the search for agates are given. Images of agates on postage stamps are featured, as well as numerous books about agates. A virtual collection of agates from different continents of our planet is shown.

ЛІРИКА

ВАСИЛЬ
ЗАГОРОДНЮК

За фахом – професійний геолог, польовик. Романтик і поет за станом душі.

Видані збірки: «Частица сердца моего» (2001), «Чарівна криниця» (2003), «За далями – дали» (2008), «Синяя ваза» (2008), «Чумацький шлях» (2013), «Світло і тінь» (2013), «Пам'ять» (2013).



* * *

Знов дороги розійшлися.
І не втямлю – куди йти?!
Вже до крові збиті ноги
У зневірені шляхи.

На шляхах питань багато,
А доріженька – одна,
Через поле, ліс, болото.
Літо. Осінь. І зима.

Тут ніхто не допоможе.
Ти один на цілий світ.
Тільки воля переможе,
Думки впевнений політ.

Не впадеш, дійдеш до краю.
Що то ноги збиті в кров?!
Привідкриєш двері Раю,
В серці визріє любов:

До Життя! До всього світу,
До людей, і до землі,
Аж до неба! І до лету,
Аж до Бога – у собі.

ТРАХТЕМИРІВ

Серце б'ється. Трахтемирів.
Поклонись, перепроси...
Загорнувся в обрій сивий,
У яруги і ліси...

Цей півострів – мара, сила,
Закодована земля,
В ній столиця і могили
Ще прадіда козака.

Обійнявся Трахтемирів
З братом сивим – із Дніпром,
Хто заглибиться в їх вимір
Стане справжнім відьмаком,

Характерником відважним,
Зможе знати все, змогти,
Хоч людиною, хоч вовком
Враз дістатися мети.

Як колись, отут, бувало,
Жили справжні козаки,
Захищали свою волю,
Землю рідну берегли.

Він мовчить, не всім розкриє
Свою мудрість, не проси,
Нерозумних геть відшуй,
Щоб не скоїли біди.

Тільки обраним покаже
Шлях до істини, прийми,
Вузол Гордіїв розв'яже,
Лише серце відпусти.

Відпусти, довірся тиші,
В ній дух пращурів живе.
Враз обніме, і покличе,
Мов туманом огорне.

Все згадаєш, ніби збудиш
Серце сповнене віків...
З ним відродишся, не зрадиш,
Не промовиш зайвих слів.

ЧЕРНІГІВ

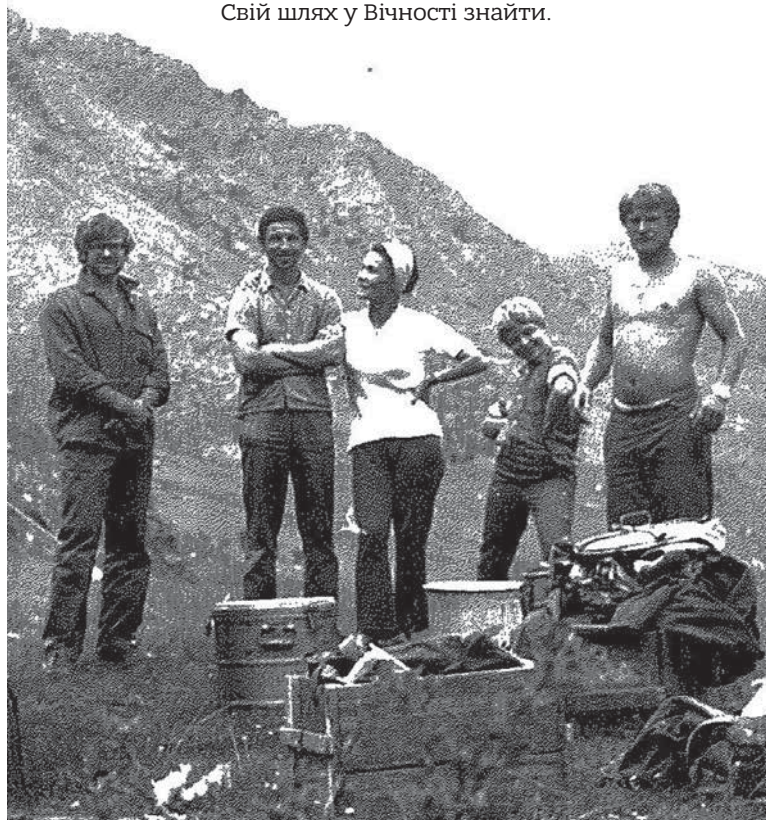
Чернігів – місто відпочинку.
Не для бездумних дій, розваг.
В нім робиш в Вічності зупинку,
У спокої душевних благ.

Про спокій, що розповідати?
Як описати спів, тепло?
Словами – не переказати.
Спитайте в серденька мого.

Мое серденько краще знає:
Про Вал, гармати і церкви...
Їх енергетику вбирає,
Ширя над плесами Десни.

Що може смертний сповідати
Про Вічності душевний спів?!
Мабуть, частіше приїжджати
На роздоріжжя Величі Віків.

Замріятись і заблудитись,
Знайти небачені стежки...
У Спаськім Храмі помолитись,
Свій шлях у Вічності знайти.



ВИМОГИ ДО РУКОПISУ, ЩО ПОДАЄТЬСЯ ДЛЯ ОПУБЛІКУВАННЯ У ЖУРНАЛІ «ГЕОЛОГ УКРАЇНИ»

1. ВИМОГИ ДО ТЕМАТИКИ

На сторінках журналу публікуються матеріали оригінальних наукових досліджень у галузях наук про Землю; результати теоретичних, експериментальних та методичних досліджень у сфері вивчення та використання енергетичних, мінеральних, водних, земельних, біологічних, кліматичних природних ресурсів; актуальні питання раціонального та ощадливого використання природних ресурсів, дружнього ставлення до довкілля; аналітичні огляди, інформаційні звіти, стислі нотатки, рецензії на книжки, біографії видатних вчених та інші матеріали.

2. ВИМОГИ ДО ЗМІСТУ

- 2.1. Відповідність рукопису тематиці журналу.
- 2.2. Науковий стиль викладу (точність, логічність, лаконічність, зрозумілість, зв'язність, цілісність, завершеність) – для наукових статей, для інших матеріалів – публіцистичний стиль.
- 2.3. Наукова стаття має містити такі структурні елементи:
 - а) постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями (необхідно розкрити сутність і стан проблеми, її теоретичну та/або практичну значущість, зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; обґрунтувати актуальність дослідження, його важливість для подальшого розвитку відповідної галузі);
 - б) аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання порушеної проблеми та на які спирається автор; виокремлення не вирішених раніше аспектів загальної проблеми, яким присвячено статтю;
 - в) мета дослідження (необхідно висловити основну ідею публікації, яка повинна впливати з постановки проблеми й аналізу останніх досліджень і публікацій);
 - г) виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих результатів;
 - г) висновки (стислий, чіткий, логічний виклад одержаних автором відповідно до мети результатів дослідження, що містять наукову новизну і мають теоретичне та/або практичне значення).
- 2.4. Стаття ненаукового змісту може мати довільну структуру, проте необхідно дотримуватися вимог щодо логічності викладу і цілісності матеріалу.

3. ВИМОГИ ДО ОБСЯГУ

- 3.1. Рекомендований обсяг статті (відомості про автора, назва, анотація українською мовою, ключові слова українською мовою, текст, список використаних джерел, анотація і ключові слова англійською мовою) – не більше 15 сторінок.
- 3.2. Обсяг анотації не повинен перевищувати 2000 символів.
- 3.3. Ключові слова – не більше 8 слів.

4. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ

- 4.1. До розгляду приймаються статті, підготовлені українською або англійською мовою. Статті, підготовлені англійською мовою, обов'язково коригуються носієм англійської мови.
- 4.2. Текст статті має бути надруковано у текстовому редакторі MS Word (із розширенням *.doc або *.docx); формат паперу: А4 (21×29,7 см); орієнтація сторінок: книжкова із вирівнюванням по ширині; поля: верхнє, нижнє, праве – 2,5, лівє

– 3 см; шрифт: Times New Roman (розмір шрифту – 12 pt); міжрядковий інтервал – 1. У тексті не повинно бути перенесень і макросів.

- 4.3. У статті інформацію необхідно подавати у зазначеній послідовності.

- 4.3.1. Інформація про автора/співавторів (необхідно зазначити з вирівнюванням по центру (ім'я та прізвище українською мовою, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи, населений пункт, країна, адреса електронної пошти).

- 4.3.2. Шифр за Універсальною десятиковою класифікацією (УДК) слід зазначити з вирівнюванням по правому краю (скорочені таблиці – на вебсайті УДК).

- 4.3.3. Назву статті потрібно подавати великими літерами з вирівнюванням по центру (без скорочень і аббревіатур); вона має відбивати зміст дослідження, відповідати меті, науковим результатам і висновкам.

- 4.3.4. Анотація українською мовою повинна мати обсяг 1,5–2 тисячі знаків. Вона, як і основний текст, умовно структурується за змістом. Анотація обов'язково повинна містити: постановку проблеми (1–2 речення), мету статті (1 речення), головний текст (перебіг та результати дослідження), висновки (1–3 речення). Кожний структурний елемент анотації починається з абзацу без заголовків. Сукупність ключових слів повинна відповідати змісту і відбивати тематику дослідження (перелік слів подають у називному відмінку). Вимоги до оформлення: шрифт – Times New Roman (розмір шрифту – 12 pt), міжрядковий інтервал – 1.

- 4.3.5. До додаткових вимог належать такі:

- аббревіатури (або скорочення) мають бути розшифровані: після першого згадування, яке виписується повністю, в дужках подається скорочення.

- посилання на цитовані джерела потрібно подавати курсивом в круглих дужках, воно не повинно містити ініціалів авторів, наводиться мовою оригіналу, вказується тільки прізвища, рік видання: для одного автора (*Шевчук, 1981*); для двох авторів (*Шевчук та Дудник, 2010*); для більшої кількості авторів (*Шевчук та ін., 2001*); для порівняння (див. *Шевчук, 1981, с. 24, рис. 1, табл. 1*). Якщо цитуються два чи більше джерел одночасно, то їх зазначають в одних дужках (*Шевчук, 1981; Захаров, 1994*). Посилання для іноземних видань оформлюються аналогічно: (*Armstrong, 1998*), (*Armstrong&Bamber, 2012*), (*Armstrong et al., 2005*). Якщо здійснюється посилання на роботу під назвою (коли автора (редактора/укладача) праці великого розміру (наприклад, книжки) встановити неможливо), тоді на місці автора необхідно вказати два слова назви праці (*Земельний кодекс, 2002*).

- Посилання на додаткові елементи статті виконуються так: рисунки (*рис. 12*), таблиці (*табл. 1*), схеми (*сх. 4*). Підсторінкові винесення не допускаються;

- у тексті слід застосовувати одиниці вимірювання фізичних величин Міжнародної системи SI;

- для формул необхідно застосовувати редактор формул (*MathTypeEquation*);

- термінологія, застосована в статті, має відповідати українським та міжнародним стандартам для відповідної галузі науки, зокрема міжнародним правилам петрологічної, стратиграфічної, зоологічної та ботанічної номенклатури.
- 4.3.6. Висновки потрібно викласти із дотриманням вимог до змісту й оформити, як основний текст.
- 4.3.7. Перед списками джерел рекомендується помістити короткий розділ Подяки (Acknowledgements) та відомості про фінансування досліджень (гранти, програми, планова тематика тощо).
- 4.3.8. У кінці публікації розміщують списки використаних джерел (вимоги визначено у розділі 6), а потім відомості про автора й анотацію з ключовими словами англійською мовою.
- 4.3.9. Для статей, виконаних англійською мовою, застосовують таку саму послідовність, але анотації міняють місцями (на початку – англійською мовою, в кінці – українською мовою). Англомовні анотації обов'язково коригуються носієм англійської мови.

5. ВИМОГИ ДО РИСУНКІВ (ІЛЮСТРАЦІЙ), ТАБЛИЦЬ, ДІАГРАМ, ГРАФІКІВ, СХЕМ

- 5.1. Оригінальні рисунки (ілюстрації, фото) не повинні перевищувати розміри сторінки (17×22,5 см) або колонки (8×22,5 см) та мають створюватися з максимальним заощадженням простору. Усі рисунки мають супроводжуватися підписами (під рисунком, окремим абзацом, вирівнювання по центру, без відступу). Назви ілюстрацій потрібно розміщувати після їхніх номерів. (Рис. 1. Назва; Fig. 1. Title). За необхідності ілюстрації доповнюють поясненнями (підрисунковий підпис). Мінімальний розмір шрифту на рисунках має бути читабельний. Стиль та розмір шрифту має бути однаковий для всіх рисунків.
Ілюстрації (фото) потрібно оформити у форматі: tiff, jpg (maximum quality), вони мають бути належної якості. Роздільна здатність має бути не меншою ніж 300 dpi. Формат Word чи Excel не допускається. Кожний рисунок має надаватися окремим файлом з англомовною назвою, яка дасть змогу легко його ідентифікувати та правильно розмістити в тексті статті. Варто уникати фотографування або сканування ілюстрацій із друкованих джерел без належних посилань. Векторні ілюстрації повинні бути у форматах: ai, eps чи pdf.
- 5.2. Таблиці повинні мати порядковий номер і тематичний заголовок, які необхідно розмістити над нею, симетрично до тексту. Таблиці необхідно виконувати у форматі MS Word (rtf або doc). Кожна таблиця має надаватися окремим файлом з англомовною назвою, яка дасть змогу легко її ідентифікувати та правильно розмістити в тексті статті.
- 5.3. Діаграми та графіки мають бути зроблені за допомогою векторних редакторів (Adobe Illustrator або MS Excel). Легенда має бути присутня у файлі. Схеми мають бути оформлені у векторному форматі (eps, pdf, ai). Діаграми, графіки (схеми, формули) не варто розміщувати в окремій рамці, поверх тексту або застосовувати обтікання.
Рисунки та таблиці мають розміщуватися після першого посилання на них в тексті.

6. ВИМОГИ ДО СПИСКІВ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Відповідно до вимог МОН України та міжнародних стандартів щодо наукових публікацій необхідно подавати два окремі списки використаних джерел (Список використаних джерел і References).

- 6.1. Список використаних джерел формують в алфавітному

порядку, без нумерації, мовою цитованих джерел, спочатку розміщують написані кирилицею, потім латиницею. Джерела оформлюють згідно з Національним стандартом України ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».

- 6.2. References необхідний для коректного індексування посилань статті наукометричними та пошуковими системами. Список формують латиницею, позиції розташовують в алфавітному порядку за прізвищем автора, без нумерації. Видання без автора повинні бути зазначені в алфавітному порядку за назвою.

Назви кирилических джерел, прізвища й імена авторів, назви журналів, конференцій (семінарів, симпозіумів, з'їздів, круглих столів тощо) потрібно транслітерувати латинськими літерами. Далі у квадратних дужках необхідно розмістити переклад англійською мовою назви: книжки, монографії або іншого виду видання, наукової статті, тез наукової доповіді (повідомлення), а також назви: конференції, семінару, симпозіуму, з'їзду, круглого столу тощо. Після кожної позиції необхідно в дужках вказати мову оригіналу джерела.

Наприклад: Liventseva H.A. Yevropeyskyi proiekt ENGIE – rozshyrennia prav i mozhyvosti divchat staty heolohamy zavtrashnoho dnia [The European project ENGIE – empowering girls to become the geologists of tomorrow]. *Heoturyzm: praktyka i dosvid [Geotourism: practice and experience]: materialy IV naukovo-praktychnoi konferentsii [materials of the IV scientific-practical conference]* (m. Lviv, 22–24 zhovtnia 2020 r.). Lviv: Kameniar, 2020. P. 171–173 (in Ukrainian).

Транслітерацію потрібно здійснювати залежно від мови оригіналу джерела: для української мови використовують офіційну транслітерацію, затверджену постановою Кабінету Міністрів України від 27 січня 2010 року № 55; для російської мови застосовують транслітерацію згідно з вимогами наказу ФМС Російської Федерації від 3 лютого 2010 року № 26. Онлайн-сервіси для транслітерації: україномовних джерел – публічна система транслітерації українського алфавіту латиницею «УКРЛІТ.ORG»; російськомовних джерел – «ТРАНСЛІТ.СС». Іноземні джерела залишаються без змін. Їх треба розміщувати перед транслітерованими та перекладеними кирилическими.

Обов'язково потрібно вказувати міжнародний цифровий ідентифікатор DOI (digital object identifier) для всіх процитованих джерел (за наявності такого).

References необхідно оформити у текстовому редакторі MS Word з вирівнюванням по ширині; шрифт: Times New Roman (розмір шрифту – 12 pt); міжрядковий інтервал – 1.

- 6.3. Під час формування списків джерел не рекомендується робити посилань на неопубліковані джерела, але допускається звернення до них в тексті статті.
- 6.4. На всі джерела, вказані у списках, мають бути відповідні посилання в тексті статті.

7. ВИМОГИ ДО ПОДАННЯ

- 7.1. До розгляду приймаються матеріали, які не були опубліковані раніше і не розглядаються для опублікування в інших виданнях.
- 7.2. Статтю необхідно надіслати на адресу електронної пошти журналу (UAGboard.secretary@geologists.org). Назва файлу має містити прізвище автора і помітку «стаття». Рисунки (за наявності), таблиці тощо мають бути оформлені окремими файлами у відповідних форматах (див. пункт 5); назви файлів мають містити прізвище автора і помітку «ілюстрація».

- 7.3. Автору необхідно надати інформацію про себе (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи, повна адреса місця роботи, e-mail, номер контактного телефону). Ця інформація (розміщена після усіх структурних елементів статті, в тому числі після англійської анотації, яка завершує матеріал) згодом буде використана для формування сторінки «Відомості про авторів», куди будуть занесені дані про всіх авторів номера журналу.
- 7.4. Автор несе відповідальність за правдивість викладеного матеріалу, належність останнього йому особисто та якість перекладу цитат з іншомовних джерел.
- 7.5. Матеріали, надані з порушенням зазначених вимог, не публікують і не повертають автору.
- 7.6. Редакційна колегія має право рецензувати, скорочувати та відхиляти статті.

З усіх питань щодо подання статей звертатися до редакції журналу «Геолог України» (адреса редакції: 04114, Україна, м. Київ, вул. Дубровицька, 28; тел.: +380 (50) 414-11-80).

REQUIREMENTS FOR A MANUSCRIPT SUBMITTED FOR PUBLICATION IN THE JOURNAL GEOLOGIST OF UKRAINE

1. SUBJECT REQUIREMENTS

The journal is dedicated to publish materials of original scientific research in the fields of Earth sciences; the results of theoretical, experimental and methodological research in the field of study and use of energy, mineral, water, land, biological, climatic natural resources; topical issues of rational and economical use of natural resources, friendly attitude to the environment; analytical reviews, information reports, brief notes, book reviews, biographies of prominent scientists and other materials.

2. CONTENT REQUIREMENTS

- 2.1. Correspondence of the manuscript to the scope of the journal.
- 2.2. Scientific style of presentation (accuracy, logic, conciseness, clarity, coherence, integrity, completeness) is mandatory for research studies, a journalistic style suits for other materials.
- 2.3. The research paper should contain the following structural elements:
 - a) problem statement and its connection with important scientific or practical tasks (it is necessary to reveal the essence and state of the problem, its theoretical and / or practical significance, connection with important scientific or practical tasks; to substantiate the relevance of research, its importance for further development of relevant scientific field);
 - b) analysis of the latest research and publications in which the solution of the problem is initiated and on which the author relies; identification of previously unresolved aspects of the general problem to which the paper is devoted;
 - c) the purpose of the study (it is necessary to express the main idea of the publication, which should follow from the problem statement and analysis of recent research and publications);
 - d) presentation of the main material of the study with justification of the obtained results;
 - e) conclusions (concise, clear, logical presentation of the results obtained by the author in accordance with the purpose, which contain scientific novelty and have theoretical and / or practical significance).
- 2.4. A manuscript of non-scientific content may have an arbitrary structure, but it is necessary to comply with the requirements for the logic of presentation and integrity of the material.

3. LENGTH REQUIREMENTS

- 3.1. The recommended length of the manuscript (information about the author, title, annotation in Ukrainian, keywords in Ukrainian, text, references, annotation and keywords in English) – no more than 15 pages.
- 3.2. The length of the annotation should not exceed 2000 characters.
- 3.3. No more than 8 words for keywords.

4. DESIGN REQUIREMENTS

- 4.1. Manuscripts prepared in Ukrainian or English are accepted for consideration. Manuscripts prepared in English must be corrected by a native English speaker.
- 4.2. The text of the manuscript should be printed in a text editor MS Word (with the extension *.doc or *.docx); paper size: A4 (21 × 29.7 cm); page

orientation: book orientation with width alignment; margins: top, bottom, right – 2.5, left – 3 cm; font: Times New Roman (font size – 12 pt); line spacing – 1. The text should not contain hyphens and macros.

- 4.3. The information in the manuscript must be presented in the specified sequence as follows.
 - 4.3.1. Information about the author / co-authors (placed with the center alignment (name and surname in Ukrainian, scientific degree, academic title, position, affiliation, city or town, country, e-mail address).
 - 4.3.2. The code for the Universal Decimal Classification (UDC) should be right-aligned (see abbreviated tables on the UDC website).
 - 4.3.3. The title of the manuscript should be given in capital letters with center alignment (without abbreviations and acronyms); it should reflect the content of the study, meet the purpose, scientific results and conclusions.
 - 4.3.4. The abstract in Ukrainian should have a length of 1.5-2 thousand characters. It, like the main text, is conditionally structured by content. The abstract must contain: problem statement (1-2 sentences), the purpose of the paper (1 sentence), the main text (course and results of the study), conclusions (1-3 sentences). Each structural element of the annotation begins with a paragraph without headings. The set of keywords should correspond to the content and reflect the research topic (the list of words is given in the nominative case). Requirements for design: font – Times New Roman (font size – 12 pt), line spacing – 1.
 - 4.3.5. Additional requirements include the following:
 - Abbreviations must be deciphered: after the first mention, which is written in full, the abbreviation is given in parentheses.
 - references to cited sources should be given in parentheses in italics, it should not contain the initials of the authors, given in the original language, indicate only the name, year of publication: for one author (*Shevchuk, 1981*); for two authors (*Shevchuk and Dudnik, 2010*); for more authors (*Shevchuk et al., 2001*); for comparison (see *Shevchuk, 1981, p. 24, Fig. 1, Table 1*). If two or more sources are cited simultaneously, they are indicated in parentheses separated by a semicolon (*Shevchuk, 1981; Zakharov, 1994*). References to foreign publications are made similarly: (*Armstrong, 1998*), (*Armstrong & Bamber, 2012*), (*Armstrong et al., 2005*). If a reference is made to a work under the title (when the author (editor / compiler) of a large work (for example, a book) cannot be identified), then two words of the work title must be indicated in the place of the author name) (*Land Code, 2002*).
- References to additional elements of the paper are as follows: figures (*Fig. 12*), tables (*Tab. 1*), diagrams (*Dia. 4*). Footnotes are not allowed;
- units of measurement of physical quantities of the International SI system should be used in the text;
 - for formulas it is necessary to use the formula editor (*MathTypeEquation*);

- the terminology used in the paper must comply with Ukrainian and international standards for the relevant field of science, in particular the international rules of stratigraphic, zoological and botanical nomenclature.
- 4.3.6. Conclusions should be presented in compliance with the requirements for the content and formatted as the main text.
- 4.3.7. It is recommended to place a short section Acknowledgments and information on research funding (grants, programs, planning topics, etc.) in front of the reference list.
- 4.3.8. At the end of the publication there are reference lists (requirements are defined in section 6), followed by information about the author and an annotation with keywords in English.
- 4.3.9. For papers written in English, the same sequence is used, but the annotations change places (English one is placed at the beginning while Ukrainian one at the end). English annotations must be corrected by a native English speaker.

5. FIGURE REQUIREMENTS (FOR ILLUSTRATIONS, TABLES, DIAGRAMS, GRAPHS, SCHEMES, FORMULAS)

- 5.1. Original drawings (illustrations, photos) should not exceed the page size (17 × 22.5 cm) or column (8 × 22.5 cm) and should be created with maximum space savings. All figures must be accompanied by captions (below the figure, in separate paragraph, centered, indented). The names of the illustrations should be placed after their numbers. (Fig. 1. Name; Fig. 1. Title). No dot is placed after the name). If necessary, the illustrations are supplemented with explanations. The minimum font size in the figures must be legible. Font style and size should be the same for all figures.
Illustrations (photos) must be formatted in tiff, jpg (with maximum quality) they must be of proper quality. The resolution must be at least 300 dpi. Word or Excel format is not allowed. Each figure should be provided in a separate file with an English title, which will allow it to be easily identified and correctly placed in the manuscript text. It is advised to avoid placing photos or scanning illustrations from printed sources without proper links. Vector illustrations must be in ai, eps and pdf formats.
- 5.2. Tables should have a serial number and thematic title, which should be placed above it, symmetrically to the text. Tables must be executed in MS Word format (rtf or doc). Each table should be provided in a separate file with its English title, which will allow it to be easily identified and correctly placed in the text of the manuscript.
- 5.3. Charts and graphs should be made using vector editors (Adobe Illustrator or MS Excel). The legend must be present in the file. Schemes should be designed in vector format (eps, pdf, ai). Charts, graphs (formulas, formulas) should not be placed in a separate frame, on top of the text or apply wrapping.
Figures and tables should be placed after the first reference to them in the text.

6. REFERENCE REQUIREMENTS

In accordance with the requirements of the Ministry of Education & Science of Ukraine and international standards for scientific publications, it is necessary to submit two separate lists of references (Список використаних джерел and References).

- 6.1. The reference list is formed in alphabetical order, without numbering, in the language of the cited sources, first placed written in Cyrillic, then in Latin. The sources are drawn up in accordance with the National Standard of Ukraine DSTU 8302: 2015 «Information and documentation. Bibliographic link. General provisions and rules of compilation».
- 6.2. References are needed to correctly index paper links by scientometric and search engines. The list is formed in Latin, the positions are arranged in alphabetical order by the author's name, without numbering. Publications without an author must be listed in alphabetical order by title.
The titles from Cyrillic sources, the names of authors, journals, conferences (seminars, symposia, congresses, round tables, etc.) should be transliterated in Latin letters. Next, in square brackets, place the English translation of the title: book, monograph or other publication, scientific article, abstract of the scientific report (message), as well as the title: conference, seminar, symposium, congress, round table, etc. After each position it is necessary to indicate in parentheses the language of the original source.
For example: Liventseva H.A. Yevropeiskiy proiekt ENGIE – rozshyrennia

prav i mozhlivosti divchat staty heolohamy zavtrashnoho dnia [The European project ENGIE – empowering girls to become the geologists of tomorrow]. *Heoturizm: praktyka i dosvid [Geotourism: practice and experience]*; materialy IV naukovo-praktychnoi konferentsii [materials of the IV scientific-practical conference] (m. Lviv, 22–24 zhovtnia 2020 r.). Lviv: Kameniar, 2020. P. 171–173 (in Ukrainian).

Transliteration should be carried out depending on the language of the original source: for Ukrainian use the official transliteration principles approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of January 27, 2010, № 55; for Russian language one in accordance with the requirements of the FMS of Russian Federation order of February 3, 2010, № 26. Online services for transliteration: for Ukrainian-language sources please apply public transliteration system of the Ukrainian alphabet in Latin «UKRLIT.ORG»; for Russian-language sources see «TRANSLIT.CC».

Foreign reference sources remain unchanged. They should be placed in front of transliterated and translated Cyrillic ones.

Be sure to provide an international digital object identifier (DOI) for all sources cited (if any).

References must be formatted in a text editor MS Word with width alignment; font: Times New Roman (font size – 12 pt); line spacing – 1.

- 6.3. When creating the reference list, it is not recommended to make references to unpublished sources, but it is allowed to refer to them in the text of the manuscript.
- 6.4. All sources cited should be referenced in the text of the manuscript.

7. SUBMISSION REQUIREMENTS

- 7.1. Papers submitted to the journal must not have been published or simultaneously submitted elsewhere.
- 7.2. The manuscript should be sent to the journal e-mail address (UAGboard.secretary@geologists.org). The file title should include the author's last name and the «paper» tag. Figures (if available), tables, etc. should be formatted in separate files in appropriate formats (see paragraph 5); file names should include the author's last name and the «illustration» tag.
- 7.3. The author must provide information about her/himself (surname, name, patronymic, academic degree, academic title, position, affiliation, full address of the employer, e-mail, contact phone number). This information (placed after all structural elements of the manuscript, including the English annotation, which concludes the material) will later be used to form a page «Information about the authors», which will include data about all authors of the journal issue.
- 7.4. The author is responsible for the veracity of the material presented, the latter's affiliation with him personally and the quality of translation of quotations from foreign sources.
- 7.5. Materials submitted in violation of these requirements will be not published or returned to the author.
- 7.6. The editorial board has the right to review, shorten and reject manuscripts.

For all questions regarding the submission of manuscripts, please contact the Editorial Board of the «Geologist of Ukraine» journal (Editorial address: 04114, Ukraine, Kyiv, Dubrovyska Street, 28; Tel.: +380 (50) 414-11-80).