

ISSN 1682-721X

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ



НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

3'2013

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ
науковий журнал,
виходить 4 рази на рік,
вересень, 2013 р.
Видається з 01.03.1994 р.

УДК 55(477)(051)
ББК 26.3(4УКР)Я5
М61

ЗАСНОВНИКИ:
Державна служба геології та надр
України, Український державний
геологорозвідувальний інститут

Зареєстровано у Державній
реєстраційній службі України,
свідоцтво про державну реєстрацію
серія КВ № 19022-7902ПР від
05.06.2012 р.

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР:
Сергій Володимирович Гошовський

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:
Михайло Валентинович Гейченко
(заст. головного редактора)
Світлана Олексіївна Некрасова
(відповідальний секретар)
Олександр Борисович Бобров
Юрій Іванович Войтенко
Петро Федосійович Гожик
Іван Гаврилович Зезекало
Леонід Васильович Ісаков
Михайло Васильович Кочкур
Михайло Дмитрович Красножон
Євстахій Іванович Крижанівський
Ярослав Григорович Лазарук
Олександр Іванович Левченко
Георгій Григорович Лютий
Олена Ігорівна Ляшенко
Борис Ігорович Малюк
Володимир Сергійович Міщенко
Олександр Володимирович Плотников
Олександр Миколайович Пономаренко
Василь Леонтійович Приходько
Георгій Ілліч Рудько
Віталій Іванович Старостенко
Анатолій Петрович Толкунов
Микола Васильович Фоцій
Ігор Семенович Чуприна
Василь Якович Шевчук
В'ячеслав Михайлович Шестопалов
Євген Олександрович Яковлев

У разі передруку посилання
на "Мінеральні ресурси України"
обов'язкове

Рекомендовано до друку
вченою радою УкрДГРІ
протокол № 5 від 30.09.2013 р.

Видавництво УкрДГРІ,
свідоцтво про державну реєстрацію
№ 182 серія ДК від 18.09.2000 р.
04114, м. Київ, вул. Автозаводська, 78

Адреса редакції:
04114, м. Київ, вул. Автозаводська, 78

Київ
УкрДГРІ
2013

© УкрДГРІ, 2013

3/2013

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ЛЮТА Н. Г. I Міжнародна науково-практична конференція "Актуальні питання моніторингу і наукового супроводження надрокористування та геологічної експертизи "Геомоніторинг-2013"; м. Судак, 9–13 вересня 2013 р. | 3 |
| ЗУР'ЯН О. В. Міжнародна науково-практична конференція "Перспективи використання альтернативних і відновлюваних джерел енергії в Україні" (REU 2013) | 8 |
| КОВАЛЬОВ Д. М. IV Міжнародна науково-практична конференція "Сейсмо-2013" | 13 |
| ЛЮТА Н. Г., ШЕВЧЕНКО О. М., ЛИСЕНКО О. А. Аналіз стану виконання комплексної міжвідомчої програми робіт з наукового й методичного забезпечення регіональних геологічних досліджень і перспективи цих досліджень | 15 |
| ЗУР'ЯН О. В., ЛЕВЧЕНКО О. І. Аналіз чинників невизначеності і ризиків під час оцінки родовищ | 21 |
| РАДОВАНОВ С. В. Промислова класифікація гематитових руд Інгулецького родовища залізистих кварцитів Кривбасу | 23 |
| ШУРОВСЬКИЙ О. Д., АНИКЕЄВ С. Г. Досвід застосування високоточної гравірозвідки під час експлуатації родовищ самородної сірки методом підземної виплавки | 29 |
| ТРЕГУБЕНКО В. І., МАКСИМЧУК В. Ю., ОРЛЮК М. І., МЯСОЄДОВ В. П., МАРЧЕНКО Д. О., РОМЕНЕЦЬ А. О. Компоненти магнітного поля Землі на території України для епохи 2010 року за результатами вимірювань у пунктах вікового ходу | 37 |
| ДУМЕНКО С. С., ПРИХОДЧЕНКО В. Ф., КРИШТАЛЬ А. М. Перспективи видобутку газу-метану вугільних родовищ в оцінці геолого-геофізичної інформації вуглерозвідувальних свердловин | 41 |
| ШМОРГ Я. С. Щодо перспектив нафтогазоносності аргілітових порід Північного борту Дніпровсько-Донецької западини | 46 |

Н. Г. ЛЮТА, канд. геол.-мінерал. наук, учений секретар (УкрДГРІ)

І МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ “АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ МОНІТОРИНГУ І НАУКОВОГО СУПРОВОДЖЕННЯ НАДРОКОРИСТУВАННЯ ТА ГЕОЛОГІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ “ГЕОМОНІТОРИНГ-2013”, м. СУДАК, 9–13 ВЕРЕСНЯ 2013 р.

З 9 по 13 вересня 2013 р. у м. Судак (АР Крим) було проведено конференцію “Геомоніторинг-2013”, присвячену актуальним питанням моніторингу і наукового супроводження надрокористування (МтНС) і геологічної експертизи. За сприяння Державної служби геології та надр України (Держгеонадра) її організували і провели Український державний геологорозвідувальний інститут (УкрДГРІ) та Всеукраїнська громадська організація “Ноосфера”.

У роботі конференції брали участь провідні фахівці підприємств Держгеонадра

України: ДО “Центральна територіальна інспекція геологічного контролю”, ДГП “Геоекспертиза”, ПАТ “Національна акціонерна компанія “Надра України”, Державна комісія України по запасах корисних копалин (ДКЗ України), ДГП “Укр-геофізика”, УкрДГРІ, ДРГП “Донецькгеологія”, КП “Кіровгеологія”, вітчизняних наукових закладів (Харківський НУ ім. В. Н. Каразіна, ДУ Інститут економіки природокористування і сталого розвитку НАН України), співробітники Геологічної служби Фінляндії, а також представники зацікавлених

організацій і видобувних компаній: Іршанського гірничо-збагачувального комбінату (ГЗК), Межиріченського ГЗК, “Карбона Енерго”, ПП “Кривбасакадемінвест”, “Технікс” та ін.

Голова Держгеонадра В. О. Дудінов звернувся до учасників конференції з привітальним листом, в якому зазначив, що проведення конференції “Геомоніторинг-2013” є чудовою нагодою для ознайомлення з напрацюваннями і досягненнями нашої галузі, а злагоджена робота учасників – запорукою вироблення узгоджених позицій по переходу Украї-

ни до екологічно безпечного стійкого розвитку нашої держави.

На конференції було розглянуто широке коло питань моніторингу і наукового супроводження надрокористування та геологічної експертизи за такими напрямками:

– організаційні питання проведення моніторингу і наукового супроводження надрокористування та геологічної експертизи;

– особливості проведення моніторингу і наукового супроводження надрокористування для різних видів корисних копалин (нафта і газ; металічні, неметалічні



Учасники конференції (9–13 вересня 2013 р., Судак, АР Крим). Фотографія О. А. Палямара



та тверді горючі корисні копалини; підземні води);

- нормативна база геологічної галузі;

- принципи ціноутворення та вартісної оцінки робіт з моніторингу і наукового супроводження надкористування та геологічної експертизи тощо.

Доповідь Г. І. Рудька та О. В. Нецького (ДКЗ України) “Концепція моніторингу та наукового супроводження надкористування” була присвячена концептуальним основам моніторингу та наукового супроводження надкористування й удосконаленню методики моніторингу на основі автоматизованих інформаційних систем. У розвиток цієї теми прозвучала доповідь “Інформаційна система моніторингу надкористування об’єктового рівня”, підготовлена фахівцями ДКЗ України спільно з ПП “Кривбас-академінвест”.

Ціла низка доповідей була присвячена питанням загального стану нормативної бази у сфері геології та надкористування, модернізації державної системи управління, організації договірної роботи та ціноутворення в процесі

підготовки та ведення МтНС. Інноваційно-інвестиційні аспекти розвитку надкористування і гірничої діяльності в умовах реформування рентних відносин в Україні були розглянуті в доповіді М. В. Жикаляка (ДРГП “Донецькгеологія”).

Аналіз кошторисно-нормативної бази геологічної галузі як засобу забезпечення ефективності геологорозвідувальних робіт (ГРР) та аналіз систем визначення вартості ГРР як засобу обґрунтування початкових (максимальних) цін виконання конкурсних геологічних завдань були розглянуті в доповідях М. В. Ткаченко і В. О. Соколова (ДГП “Геоекспертиза”).

Нормативно-правове забезпечення моніторингу і наукового супроводження в Україні та проблемні питання, що виникають у процесі надання послуг з моніторингу, було проаналізовано в доповіді “Деякі проблемні питання нормативних документів з організації моніторингу та наукового супроводження надкористування” С. В. Гошовського та О. В. Зур’яна (УкрДГРІ). Геолого-економічні питання оцінки впливу параметрів природної якості

родовищ на техніко-економічні результати роботи гірничих підприємств та аналіз факторів невизначеності і ризиків під час оцінки родовищ було висвітлено в доповідях О. В. Зур’яна та О. І. Левченка (УкрДГРІ).

Стан забезпечення моніторингу та наукового супроводження надкористування нормативними документами (стандартами, технічними умовами тощо) було проаналізовано в доповіді В. Л. Плужнікової, С. П. Сахарук (УкрДГРІ) та І. І. Мартиненка (Держгеонадра України). Проблемні питання, які виникають під час підготовки та організації ведення моніторингу, були озвучені А. Ф. Ляшком (УкрДГРІ). Особливостям формування довірливих відносин у процесі надання послуг з МтНС була присвячена доповідь І. С. Карленка (УкрДГРІ).

У доповіді представниці Геологічної служби Фінляндії Я. Лохви було висвітлено роль цієї служби в мінерально-сировинному секторі та перелік питань, вирішення яких опікується Геологічна служба, а також досвід створення геопорталів для інформатизації суспільства з питань, що

стосуються мінеральної бази країни та її екологічного стану. За сприяння Геологічної служби Фінляндії в Україні виконуються роботи за проектом зі створення геоінформаційної інфраструктури в геологічній галузі, про хід реалізації якого йшлося в доповіді Т. В. Зур’ян, О. О. Ліхощерстова (УкрДГРІ).

Значна частина доповідей була присвячена досвіду та особливостям моніторингу і наукового супроводження геологічного вивчення і розробки родовищ різних видів корисних копалин.

Досвід проведення МтНС ДГП “Укргеофізика” було представлено в доповіді Ж. Б. Тимофєєвої та І. М. Іванюти.

Предметну доповідь, присвячену шляхам підвищення ефективності МтНС об’єктів підземних вод, підготував Г. Г. Лютий (УкрДГРІ). Ця доповідь викликала значний інтерес і жваве обговорення. Досвід та особливості моніторингу і наукового супроводження геологічного вивчення і розробки родовищ підземних вод було проаналізовано в доповіді І. В. Саніної (УкрДГРІ). У доповіді Н. Г. Лютої





(УкрДГРІ) було викладено досвід використання створених у попередні роки баз даних геологічної інформації для підвищення ефективності та якості МтНС і створення спеціалізованих блоків баз даних геологічної інформації щодо об'єктів МтНС.

А. П. Василенко (УкрДГРІ) спільно з представником замовника моніторингу – Іршанського ГЗК – В. М. Трохименком доповіли про перші результати проведення МтНС розробки титанових родовищ у межах західної частини Українського щита. О. А. Лисенко (УкрДГРІ) підготував доповіді про особливості МтНС розробки родовищ вогнетривких і тугоплавких глин і про досвід застосування закладки виробленого простору після відпрацювання родовищ підземним способом.

Особливостям МтНС промислової розробки вугільних родовищ Донбасу було присвячено доповіді Л. В. Ісакова, О. А. Лисенка, С. І. Кочеткова, О. В. Ковтуна і І. В. Васильєвої (УкрДГРІ). В. О. Старинський (УкрДГРІ) розповів про досвід наукового супроводження надрокористування на нафтогазоперспективних об'єктах зі складною сейсмогеологічною будовою.

Деякі наукові аспекти моніторингу родовищ нерудних корисних копалин було розглянуто в доповіді Ю. М. Веклича та О. М. Пилипчук.

Серед широкого кола питань, обговорюваних на конференції, особливу увагу було приділено питанням нормативних документів з організації МтНС, зокрема Методичним рекомендаціям з проведення МтНС. Найдосвідченішими в проведенні МтНС, як показала робота конференції, на сьогодні є спеціалісти ДКЗ України та УкрДГРІ.

У процесі обговорення з'ясувалося, що нині існує два основних підходи щодо

проведення МтНС – з одного боку, підхід УкрДГРІ, який визначає необхідним польове обстеження об'єкта моніторингу щонайменше один раз на рік, і з другого – підхід ДКЗ України, за яким обстежуються лише дуже складні об'єкти. Натомість ДКЗ України більшу увагу приділяє створенню інформаційної системи моніторингу. Очевидно, коли всі спеціалізовані підприємства набудуть достатньо досвіду в процесі МтНС, цих підходів стане ще більше. Однак супровід, мабуть тому і зветься “науковим”, що крім доволі рутинних процедур з перевірки дозвільної документації надрокористувачів, передбачає і наукову складову, яка часто обумовлюється необхідністю врахування суто індивідуальних, а інколи й унікальних властивостей об'єктів моніторингу. Тому порядок надання послуг з МтНС різними спеціалізованими підприємствами в принципі не може бути абсолютно однаковим, і паралельне існування різних підходів до обстеження об'єктів моніторингу видається цілком обґрунтованим. Які з них найбільш прийнятні та обґрунтовані, очевидно, покаже час.

12 вересня учасники конференції здійснили автобусно-пішоходну екскурсію на сонячну електростанцію та печеру Мармурову.

Упродовж усього часу перебування в м. Судаку учасники конференції мали нагоду милуватися чудовою природою Східного Криму, унікальними пам'ятками природи й архітектури.

Конференція відзначила, що прийняті в останні роки законодавчі та нормативні документи і рішення щодо запровадження і проведення моніторингу і наукового супроводження надрокористування та геологічної експертизи значною мірою сприяють реалізації держав-

ної політики в сфері надрокористування, забезпечують дотримання вимог нормативно-правових актів у процесі надрокористування, зокрема виконання особливих умов, передбачених спеціальними дозволами на користування надрами, дають змогу оцінити стан і виконувати прогнозування змін геологічного середовища внаслідок надрокористування, забезпечують розроблення науково обґрунтованих рекомендацій щодо оптимізації процесів надрокористування тощо.

За підсумками роботи конференції “Геомоніторинг-2013” було прийнято проект Ухвали, розміщений на офіційному сайті УкрДГРІ, який після опрацювання з урахуванням зауважень і пропозицій учасників конференції буде надіслано до Держгеонадр. Проект Ухвали конференції вміщує такі пропозиції:

- визнати першочерговою необхідність розробки й удосконалення нормативного та науково-методичного забезпечення моніторингу і геологічного супроводження надрокористування та геологічної експертизи в Україні;

- звернутися до Держгеонадр України з проханням передбачити в наступному році постановку досліджень з розробки та вдосконалення нормативно-методичної бази моніторингу і наукового супроводження надрокористування та геологічної експертизи, а також забезпечити їхнє належне фінансування. Передбачити в пооб'єктному плані УкрДГРІ тематику зі створення нормативної та науково-методичної основи моніторингу і наукового супроводження надрокористування та геологічної експертизи за основними видами корисних копалин;

- враховуючи значний досвід УкрДГРІ в роботах з моніторингу і наукового супроводження надрокористування, висококваліфіко-

вані кадри інституту, а також покладене на УкрДГРІ завдання з удосконалення нормативно-методичного забезпечення і наукового супроводження надрокористування, звернутися до Держгеонадр України з проханням відновити акредитацію УкрДГРІ на проведення моніторингу і наукового супроводження надрокористування з усіх видів корисних копалин;

- удосконалити методичні підходи щодо визначення вартості робіт з моніторингу і наукового супроводження надрокористування та геологічної експертизи; забезпечити максимальну уніфікацію таких підходів на спеціалізованих підприємствах; розробити та затвердити відповідні нормативи;

- запровадити практику проведення засідань за круглими столами для вирішення поточних питань, які виникають у процесі виконання робіт з моніторингу і наукового супроводження надрокористування та геологічної експертизи на базі Держгеонадр України або спеціалізованих підприємств;

- рекомендувати Держгеонадрам продовжити співпрацю з Геологічними службами країн Євросоюзу з метою вдосконалення інформаційного забезпечення надрокористування на основі сучасних інформаційних технологій.

Учасники конференції були одностайні в думці, що проведення такого заходу було корисним і що в майбутньому буде доцільним проводити зустрічі в подібному форматі щороку задля забезпечення прозорості у відносинах між спеціалізованими підприємствами, що проводять МтНС, і власне надрокористувачами.

Фотографії В. М. Іконнікова.

А. В. ЗУРЬЯН, заведующий лабораторией инновационных технологий (УкрГГРИ)

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ “ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УКРАИНЕ” (REU 2013)

Международная научно-практическая конференция “Перспективы использования альтернативных и возобновляемых источников энергии в Украине” (REU 2013 – Renewable energy in Ukraine) состоялась 9–13 сентября 2013 года в г. Судак (АР Крым). Организатором конференции был Украинский государственный геологоразведочный институт при поддержке Министерства экологии и природных ресурсов Украины, Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины, Совета министров Автономной Республики Крым, Государственной службы геологии и недр Украины, Государственного агентства по вопросам науки, инноваций и информатизации Украины, Всеукраинской общественной организации “Ноосфера”.

В работе конференции приняли участие специалисты УкрГГРИ, ГРГП “Донецкгеология”, Украинского научно-производственного геологического центра НАК “Надра Украины”, представители Института возобновляемой энергетики (НАН Украины), Института проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного (НАН Украины), Института физики горных процессов (НАН Украины), Донецкого национального университета, филиала Национального института стратегических исследований в г. Донецке, Научно-производственного объединения “Энергометан”, научные сотрудники РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина и



Открывает конференцию профессор, д-р техн. наук, директор УкрГГРИ С. В. Гошовский

Национального исследовательского Томского политехнического университета, а также добывающих предприятий Украины (шахта им. А. Ф. Засядько) и гости из Финляндии, Ирана и США.

С приветственным словом к участникам конференции выступил профессор, доктор технических наук С. В. Гошовский, который в своем выступлении отметил, что данное мероприятие: отличная возможность для ознакомления с достижениями и разработками нашей отрасли, для презентации новых проектов, для обмена опытом между специалистами других стран, министерств, ведомств, академической и отраслевой науки.

Наибольший интерес вызвали доклады, представленные на пленарном

заседании. Среди них особо необходимо отметить доклад С. В. Гошовского, П. Т. Сиротенко (УкрГГРИ), в котором было обозначено общее направление работы конференции, приведено состояние и перспективы разведки и освоения нетрадиционных ресурсов в Украине и мире. В разделе “Направления научных и опытно-конструкторских разработок” бурные обсуждения вызвал доклад заместителя директора по науке Института проблем машиноведения НАН Украины О. В. Кравченко на тему “Повышение эффективности теплофизических и электрохимических процессов при генерации водорода высокого давления”. Высокую практическую значимость результа-

тов исследований участники конференции отметили в докладах генерального директора ГРГП “Донецкгеология” Н. В. Жикаляка и заместителя директора шахты им. А. Ф. Засядько Д. П. Гуни.

В ходе общего тематического заседания конференции 10 и 11 сентября были заслушаны и обсуждены доклады участников научного форума по следующим темам:

- Государственная политика по регулированию, стимулированию и развитию альтернативной и возобновляемой энергетики в Украине. Зарубежный опыт (С. В. Гошовский, П. Т. Сиротенко; Ю. В. Макогон; Я. Лохва, Kallio Jarmo; Mir Mehrdad Mirsanjari, Seyed Hosein Hashemi).

- Перспективы поис-



С докладом на тему “Нетрадиционные энергетические ресурсы Украины и перспективы их освоения” выступает канд. техн. наук П. Т. Сиротенко (УкрГГРИ, г. Киев)

Т. А. Василенко, В. Г. Гринев, А. Н. Молчанов; А. Н. Дроздов).
 – Газовые гидраты. Распространение, образование и ресурсы. Мировой опыт (Ю. Ф. Макогон, Ю. В. Макогон).
 – Геотермальные ресурсы в Украине. Состояние их использования (С. В. Гошовский, А. В. Зурьян; Ю. П. Морозов).
 – Направления научных и опытно-конструкторских разработок (О. В. Кравченко, В. В. Соловей, А. А. Шевченко, Н. Н. Зипунников; С. М. Мартемьянов, А. А. Бухаркин).
 По итогам работы конференции был издан сборник тезисов докладов.

12 сентября участники и гости конференции совершили

шеходную экскурсию в с. Родниковое Симферопольского района, где посетили солнечную электростанцию компании Activ Solar.

Электростанция подключена к государственной электросети и имеет гарантированный сбыт согласно закону Украины о “зеленом” тарифе.

Название проекта: Родниковое. Проектная мощность: 7,5 МВт. Технология: поликристаллическая. Количество модулей: 30704. Площадь земельного участка: 15 га.

Солнечный парк “Родниковое” – это проект австрийской компании Activ Solar. Вместе с тем надо отметить, что станцию проектировали, строили



С докладом на тему “О возможности изменений фильтрационных и прочностных свойств плотных пород-коллекторов на наноуровне при термобарохимических воздействиях” выступает д-р техн. наук Ю. И. Войтенко (УкрГГРИ)

ков, разведки и разработки сланцевого газа и нефти (С. В. Гошовский, И. С. Рослый; С. М. Мартемьянов, А. А. Бухаркин, В. В. Лопатин; П. С. Голуб, Н. В. Тхоровская, О. Г. Голуб, О. Ю. Дмитренко; Ю. И. Войтенко, Е. И. Прожогина; О. В. Кравченко, Д. А. Велигоцкий).

– Газ угольных месторождений. Геологические особенности. Экономические перспективы (Н. В. Жикаляк; Б. В. Бокий, Д. П. Гуня;



С отдельным информационным сообщением на тему “Перспективы и проблемы добычи метана из газогидратов в украинском секторе Черного моря” выступил директор Регионального филиала Национального института стратегических исследований при Президенте Украины в г. Донецке, д-р экон. наук, профессор, заведующий кафедрой международной экономики ДонНУ, директор РФ НИСИ в г. Донецке Ю. В. Макогон. Также в своем докладе Юрий Владимирович представил близкий по тематике материал своего коллеги из Texas A&M University, США профессора Ю. Ф. Макогона “Гидраты газов Черного моря – источник энергии”



На второй день конференции во время обсуждения темы газа угольных месторождений модератором был активный участник конференции, канд. геол. наук, генеральный директор ГРГП “Донецк-геология” Н. В. Жикаляк



С докладом на тему “Подземная пиролитическая конверсия горючих сланцев” выступает С. М. Мартемьянов (Национальный исследовательский Томский политехнический университет)



С интересом участники конференции приняли доклад на тему “Нормативно-правовая база по вопросам устойчивого экологического развития и зеленый туризм Ирана”; с которым выступил Mir Mehrdad Mirsanjari (Department of Environmental Sciences, Malayer University, Иран)



С докладом на тему “Технологические схемы и технология извлечения и использования метана угольных шахт” выступает канд. техн. наук Д. П. Гуня (ПАО “Шахта им. А. Ф. Засядько”)



По результатам экспериментальных исследований с докладом на тему “Анализ изменений температур в верхних слоях земли при решении задач грунтового аккумулярования и извлечения теплоты” выступает аспирант, заведующий лабораторией инновационных технологий УкрГГРИ А. В. Зурьян

и эксплуатируют отечественные специалисты. При этом везде, где было возможно, применялись украинские технологии.

Вторая остановка была осуществлена на воспетою поэтами нижнем плато Чатыр-Дага, которое является своеобразным символом полуострова Крым. Именно здесь в с. Мра-



Итоги наиболее острых научных дискуссий подводит председатель конференции, профессор, д-р техн. наук С. В. Гошовский

Общий вид солнечной электростанции “Родниковое” возле с. Родниковое компании Activ Solar



Делегатів конференції зустрічав і супроводжав во время екскурсії по сонячній електростанції “Родникове” заступитель генерального директора ООО “Актив Солар” С. В. Егоров – професіонал високого рівня і активний пропагандист розвитку відновлюваної енергетики в Україні



Во время проведення екскурсії учасники конференції інтересувалися технічними характеристиками станції, перспективами розвитку компанії, умовами роботи персоналу і др.



На пам'ять о замечательной встрече и екскурсії, організованной компанією “Актив Солар” для учасників конференції REU-2013, була зроблена загальна фотографія у стенда з побажанням “сонячного дня”

морное на висоті 920 м вище рівня моря знаходиться одна із самих красивіших печер Криму – Мраморна печера. Учасники конференції посетили це удивительное природное чудо архітектури.

Это настоящий подземный природный музей, в котором можно увидеть восхититель-



**Пещера Мраморная.
Как в сказке!**



Пещера Мраморная



Посещение пещеры Мраморной участниками конференции REU 2013

ные по своей красоте каменные водопады, каскады небольших озер, натечные занавеси, россыпи пещерного жемчуга. По богатству сталагмитового и сталактитового убранства, а также по благоустройству и обслуживанию экскурсантов она входит в число пяти самых известных пещер Европы.

Мраморная пещера уходит в глубину на 60 м.

Общая длина только исследованных и оборудованных для посещения залов и галерей – более 2 км.

В пещеру ведет специально оборудованный туннель протяженностью

10 м. Сразу же после него посетитель попадает в сказочную галерею.

Посетителей встречают огромные залы с причудливыми формами натечных образований, редчайшими видами кристаллов. Длина оборудованных экскурсионных маршрутов составляет около 1,5 км. Протяжённость всех разведанных залов — более 2 км, а глубина – 60 м.

До встречи в Крыму на конференции REU 2014!

Фотографии О. А. Палямара.



Пещера Мраморная

УДК 550:834

Д. М. КОВАЛЁВ, научный сотрудник (УкрГГРИ), секретарь оргкомитета конференции "Сейсмо-2013"

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ "СЕЙСМО-2013"

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

Статья посвящена состоявшейся в сентябре 2013 года IV Международной научно-практической конференции "Сейсмо-2013". Приведен краткий отчет о ходе мероприятия, составе участников, тематике конференции.

Paper is devoted to the IV International Scientific and Practical Conference "Seismo-2013" which was held on September 2013. The article provides a brief report on the event, the participants, the conference topics.

С 15 по 21 сентября 2013 года в поселке Курортное (АР Крым, Украина) состоялась IV Международная научно-практическая конференция "Современные методы сейсморазведки при поисках месторождений нефти и газа в условиях сложно построенных структур (Сейсмо-2013)", организованная Украинским государственным геологоразведочным институтом (УкрГГРИ, г. Киев) и Всеукраинской общественной организацией "Ноосфера" (ВГО "Ноосфера", г. Киев).

Тематика конференции включала теоретические и методические вопросы, практические результаты обработки поверхностных и скважинных сейсмических материалов; новые технологии и геологические результаты интерпретации сейсмических данных; техническое обеспечение и новые методики проведения полевых и скважинных сейсмических работ, а также другие геолого-геофизические методы. В работе "Сейсмо-2013" приняли участие около 70 представителей из 36 научно-исследовательских и производственных организаций Украины, России, Норвегии, Франции, Ирака (фото). Участники конференции заслушали 37 докладов, посетили три научно-практических семинара, две геологические экскурсии и презентацию новой книги.

В своем приветственном слове на пленарном заседа-

нии заместитель председателя оргкомитета "Сейсмо-2013" М. Д. Красножон отметил, что конференция "Сейсмо" (2010–2013 гг.), собирающая на гостеприимной крымской земле геологов и геофизиков, а также представителей менеджмента сервисных и нефтегазодобывающих предприятий, ставит своей целью обмен знаниями и опытом между украинскими и зарубежными специалистами в области сейсморазведки, мониторинг современного состояния теоретического, методического и программного обеспечения сейсморазведки в Украине и зарубежных странах, определение путей дальнейшего развития научных исследований в геологоразведочной отрасли.

Координатор Европейской ассоциации геоученых и инженеров (EAGE) в Украине Д. Н. Божежа дал высокую оценку набирающей известность на европейском пространстве конференции "Сейсмо". Данное мероприятие постепенно становится в один ряд с популярными геолого-геофизическими форумами, имеющими многолетнюю историю и традиции проведения, о чем говорит и тот факт, что на "Сейсмо-2013" приехали многие участники предыдущих трех конференций.

С большим интересом было выслушано сообщение Г. А. Банникова (г. Эрбиль, Ирак), представителя российской компании Газпром Нефть Middle East B.V., которая в 2012 году вошла в новый

нефтяной регион с большими перспективами по добыче углеводородного сырья – Курдистан, расположенный на севере Ирака. По многочисленным оценкам, это последний район добычи легкой нефти, поскольку все известные нефтяные провинции уже исчерпали свои возможности по месторождениям, не требующих больших затрат на разведку и добычу. Разработка наиболее эффективного графа обработки и интерпретации является на сегодняшний день одной из основных задач геолого-геофизических исследований. Докладчик выразил уверенность, что плодотворная работа на конференции "Сейсмо-2013" открывает возможность создания мультидисциплинарной команды специалистов разных стран для решения актуальных задач в этом регионе.

На конференции состоялась презентация новой книги известного российского геофизика, доктора физико-математических наук, профессора, академика РАЕН Ю. П. Ампилова. Историко-публицистический роман "Паутина" отражает сущность смены эпох на постсоветском пространстве, прежде всего в России, на рубеже тысячелетий. Автор всю жизнь проработал в нефтегазовой отрасли и знает многие проблемы, что называется, "изнутри". Роман основан на реальных событиях, о чем дополнительно свидетельствуют краткие информационные и аналитические вставки между главами. Герои прямо или кос-

венно являются участниками самых острых событий того времени: августовского путча 1991 года, расстрела Верховного совета в 1993 году, приватизации девяностых с "левыми" схемами реализации нефти и последующего появления "олигархии". Большинство героев "доживают" и до наших дней, когда главенствуют иные хозяйственные и коррупционные механизмы, опутавшие страну словно паутина. В произведении присутствуют несколько сюжетных линий: от мастера на промысле до олигархов и руководителей отрасли в различные периоды.

В рамках конференции было проведено три научно-практических семинара.

Семинар "Современные геофизические методы при поисках, разведке и мониторинге добычи нетрадиционных углеводородов" провел доктор физико-математических наук, профессор Ю. К. Тяпкин (ДП "Наука-нефтегаз" НАК "Нефтегаз Украины", г. Киев, Украина). Были рассмотрены теоретические основы, технологии и многочисленные результаты применения современных сейсмических методов, позволяющих в комплексе с ГИС и бурением скважин успешно осуществлять поиск, разведку, а также оптимизацию и мониторинг добычи таких нетрадиционных углеводородов как газ в плотных песчаниках (tight gas), сланцевый газ (shale gas), метан угольных пластов (coalbed methane) и, условно, нефть и газ в плотных карбонатных породах.

Научно-практический семинар "Результаты глубокого бурения на континентах: цели и результаты" был проведен под руководством ведущего научного сотрудника ИФЗ РАН (г. Москва, Россия), кандидата физико-математических наук С. Ю. Милановского. Лектором дан обзор мировой программы глубокого бурения на континентах и приведены наиболее важные научно-практические результаты сверхглубокого бурения скважин СГ-3 и КТВ. Были рассмо-



Фото. Участники IV Международной научно-практической конференции “Сейсмо-2013”. Фотография Д. Н. Божежи

трены новые представления: о природе геофизических неоднородностей в земной коре; флюидном режиме земной коры и её метаморфизму в связи с механикой геоматериалов; напряженным состоянием и сейсмичности земной коры; тепловом режиме земной коры и вкладу радиогенных источников в тепловой поток; закономерностях миграции рудных элементов при формировании месторождений.

На научно-практическом семинаре “Новые возможности исследования углеводородных месторождений с помощью численного моделирования” под руководством А. М. Сбойчакова (ООО “ФИДЕСИС”; ИФЗ РАН, г. Москва, Россия) были рассмотрены новые возможности исследования углеводородных месторождений с помощью методов численного моделирования: выделение в сейсмическом поле сложно построенных структур, исследование трещиноватости пород и областей с повышенным поровым давлением, компьютерное моделирование поротрещиноватых пород по данным 3D томографии кернов (“Digital-rock”), учет нелинейных эффектов. Были показаны примеры численного моделирования в пакете CAE FIDESYS.

Участники “Сейсмо-2013” посетили однодневную авто-

бусно-пешеходную геологическую экскурсию Карадаг – Судак – мыс Меганом, проведенную доктором геолого-минералогических наук по специальности “геотектоника”, академиком Академии горных наук Украины и Крымской академии наук В. В. Юдиным. С пояснениями при движении и на остановках были показаны уникальные геологические объекты Восточного Крыма, сложное строение и разнообразные структуры которых выражены в самых живописных ландшафтах, не имеющих аналогов в Украине. Ознакомление с объектами позволило экскурсантам понять тектоническое строение и эволюцию полуострова, а также причины его противоречивых интерпретаций за последние 100 лет.

Также для участников конференции была организована экскурсия в Карадагский государственный заповедник НАН Украины. Карадаг является центром биологического и ландшафтного разнообразия, единственным в Европе древнейшим вулканическим массивом юрского периода (его возраст более 120 млн лет), кладовой самых разнообразных минералов. Экскурсанты посетили музей природы Карадага, в котором познакомились с разнообрази-

ем живой природы и уникальностью геологии горного массива. Затем по экологической тропе заповедника был пройден 7-километровый маршрут, в ходе которого участники экскурсии осмотрели живописные геоморфологические объекты.

После окончания “Сейсмо-2013” было принято Решение конференции:

1. Считать, что проведение IV Международной геофизической конференции “Сейсмо-2013” способствует повышению эффективности геофизических работ в Украине. Прослушивание докладов, обмен опытом работ сейсморазведчиков из разных стран повышает научный уровень отечественных специалистов, а также позволяет выявить проблемные вопросы в методике сейсморазведочных работ в Украине и наметить пути их решения.

2. Просить Государственную службу геологии и недр Украины способствовать более широкому привлечению к участию в дальнейших конференциях данного профиля специалистов отечественных производственных предприятий, наладить более четкую и регулярную информацию о запланированных мероприятиях Службы, в частности конференциях и семинарах.

3. Перед проведением дальнейших конференций данного направления заранее информировать о них такие международные геофизические организации как общество геофизиков-разведчиков (SEG, США), Американская ассоциация нефтегазовых геологов (AAPG, США), Европейская ассоциация геочеловеческих и инженеров (EAGE, Нидерланды) и другие. Это может расширить круг участников конференций, привлечь ведущие зарубежные фирмы нефтегазовой отрасли, повысить научный уровень проведения мероприятий.

4. Считать ежегодную конференцию “Сейсмо” традиционной и просить Государственную службу геологии и недр Украины включить это мероприятие в план проведения конференций и семинаров Службы на 2014 год.

5. Опубликовать лучшие доклады конференции в “Сборнике научных трудов УкрГГРИ” и журнале “Минеральные ресурсы Украины”.

В настоящее время начала подготовка к проведению конференции “Сейсмо-2014”; первое информационное сообщение о которой будет представлено широкой геофизической общественности в ближайшее время.

УДК 55 (1/9)

Н. Г. ЛЮТА, канд. геол.-мінерал. наук, учений секретар,
О. М. ШЕВЧЕНКО, старший науковий співробітник,
О. А. ЛИСЕНКО, канд. геол. наук, завідувач відділу геології та мінералогії (УкрДГРІ)

АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОНАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ МІЖВІДОМЧОЇ ПРОГРАМИ РОБІТ З НАУКОВОГО Й МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕГІОНАЛЬНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПЕРСПЕКТИВИ ЦИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У статті стисло розглянуто стан виконання Комплексної міжвідомчої програми робіт з наукового та методичного забезпечення регіональних геологічних досліджень (2003–2010 рр.) та визначено основні проблеми й завдання РГД до 2020 року.

In the article state of The integrated interdepartmental program of regional geological research's scientific and methodical support (2003–2010) realization is briefly considered. The main problems and tasks of the research for the period till 2020 are defined.

Загальновідомо, що регіональні геологічні дослідження (РГД) є пріоритетною сферою діяльності геологічних служб усіх розвинутих країн світу. На фінансування цих робіт з державних бюджетів країн Європи виділяється, як і на проведення гідрогеологічних та еколого-геологічних досліджень, лівова частка коштів.

Коли йдеться про регіональні геологічні дослідження, мають на увазі дослідження, що виконуються в певному масштабі (не більше 1:50 000) і, як зазвичай, завершуються укладанням геологічних карт відповідних масштабів, а також роботи, що належать до ранніх стадій геологорозвідувального процесу або мають узагальнений характер. Через те що результати таких досліджень спрямовані на вирішення стратегічних завдань, визначення перспектив, за-

безпечення довгострокових інтересів суспільства та забезпечення сталого розвитку значних територій і держав загалом, вони належать до неприбуткової сфери діяльності й мають фінансуватися лише за рахунок державного бюджету.

Минулого року рішенням колегії Держгеонадра № 2/3 від 17.07.2012 р. УкрДГРІ мав дати аналіз стану виконання Комплексної міжвідомчої програми робіт з наукового та методичного забезпечення регіональних геологічних досліджень (далі – Програма), уточнити її завдання та продовжити термін її дії до 2020 року. Ці завдання УкрДГРІ було виконано на громадських засадах, матеріали для підготовки колегіального рішення щодо подальшого прийняття Програми було вчасно передано до Держгеонадра.

Варто нагадати, що Комплексна міжвідомча програма робіт з наукового та

методичного забезпечення регіональних геологічних досліджень (2003–2010 рр.) була розроблена на виконання Постанови спільного засідання НТР Держгеолслужби та Відділення наук про Землю НАН України від 19–20 листопада 2002 року “Про підвищення рівня наукової бази та методичного забезпечення регіональних геологічних досліджень” і затверджена 27.06.2003 року головою Держгеолслужби України та академіком-секретарем відділення наук про Землю НАНУ.

Метою Програми було “створити на принципово нових науково-організаційних основах постійно діючу систему наукового і методичного забезпечення РГД шляхом об'єднання зусиль наукових і виробничих організацій, в першу чергу Держгеолслужби і НАНУ, підвищення відповідальності наукових установ за результати робіт, які є національними

пріоритетами в геологічній галузі”. Програма складалася з короткої преамбули та переліку 118 завдань (науково-дослідних і тематичних розробок), сформованих у певних смислових блоках.

Для виконання Програми були задіяні Державна геологічна служба України, її регіональні підприємства, галузевий інститут УкрДГРІ, підприємства НАК “Надра України”, провідні профільні інститути НАН України – ІГН, ІГМР, ІГФ, ІГ НАНУ та ін., а також вищі навчальні заклади.

Для аналізу виконання Програми та підготовки пропозицій щодо її продовження від імені керівництва УкрДГРІ було надіслано листи з проханням надати відповідну інформацію. Більшість виконавців Програми таку інформацію надали.

Оскільки Програма за своєю суттю була переліком завдань на період 2003–2010 рр. і не містила чітко визначених стратегічних завдань за основними напрямками досліджень, то аналіз стану її виконання зводився до статистичних узагальнень наявних даних щодо виконання робіт за тими чи іншими НДР (об'єктами). Стан виконання Програми схематично відображено на рис. 1 (по вертикалі вказана кількість виконаних заходів Програми). Участь наукових і виробничих організацій у виконанні Програми 2003–2010 наведено на рис. 2, 3.

Як і належить, найбільшу кількість заходів Програми було здійснено галузевим інститутом УкрДГРІ, причому за найбільшою кількістю напрямів.

До проекту Програми на 2013–2020 рр. її виконавцями було надано 85 пропозицій, які були сформовані в 10-ти розділах (таблиця). Ці пропозиції дають можливість дійти висновку про високу зацікавленість як наукових закладів, так і регіональних геолого-

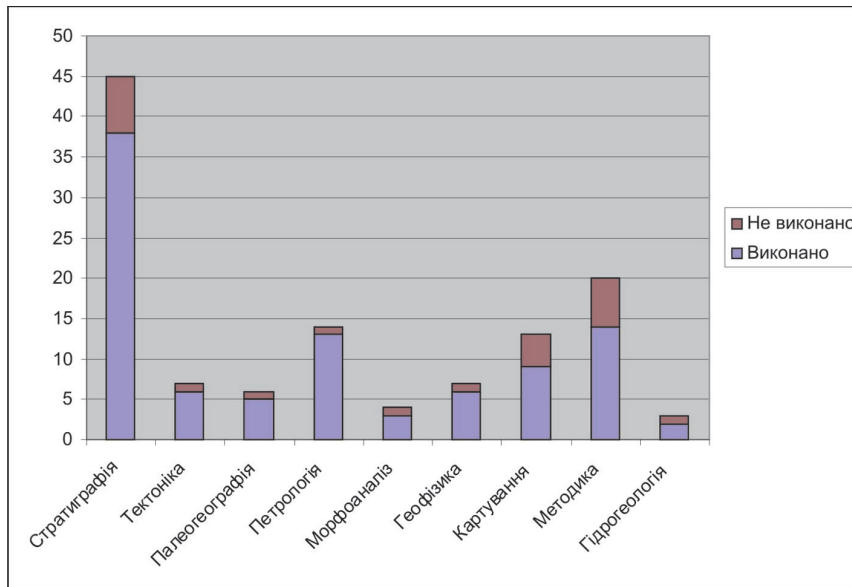


Рис. 1. Стан виконання Програми (2003–2010 рр.) за тематичними розділами

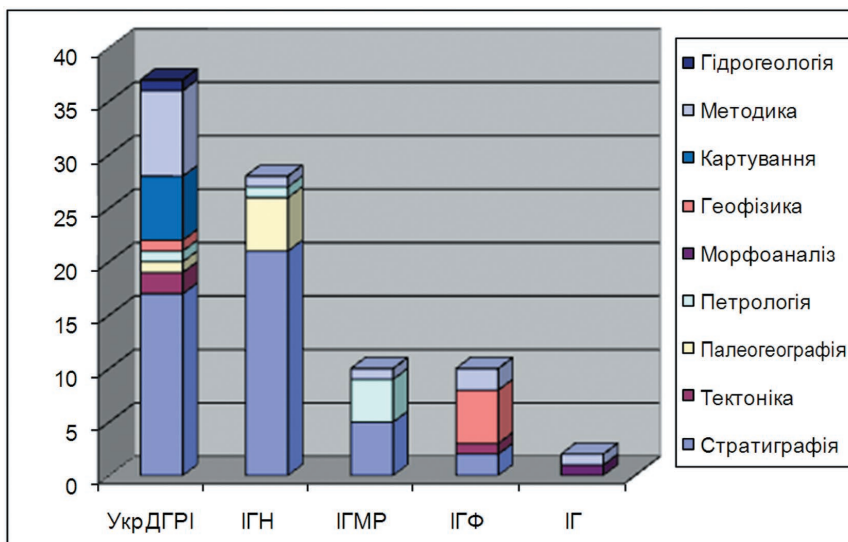


Рис. 2. Участь УкрДГРІ та академічних інститутів у виконанні заходів Програми

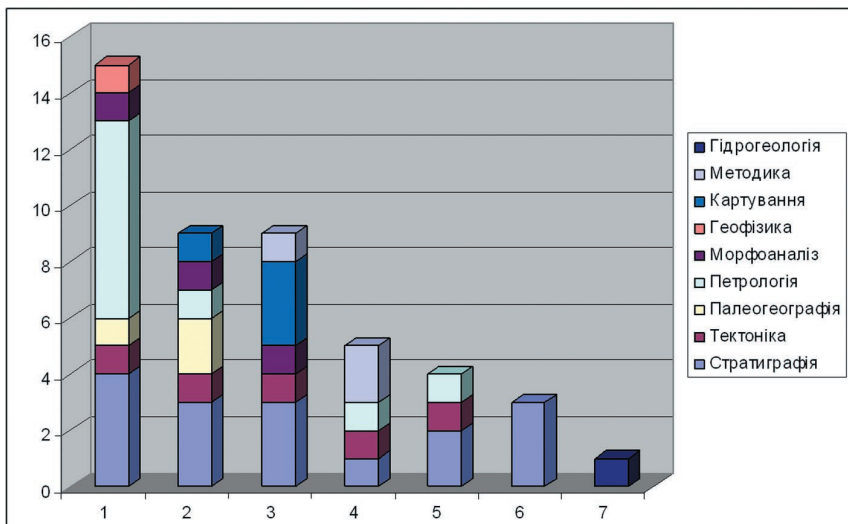


Рис. 3. Участь виробничих організацій у виконанні Програми 2003–2010 рр.:

1 – ДП “УГК”; 2 – СхідДРГП, 3 – ДонецькДРГП, 4 – ПричорноморДРГП, 5 – Південекогеоцентр, 6 – ПолтаваРГП, 7 – Геоінформ

розвідувальних підприємств у виконанні Програми. Виробничі підприємства, як показує аналіз, найбільш зацікавлені у співпраці з питань стратиграфії (цілу низку заходів попереднього періоду пропонується продовжити), палеогеографії, складання геологічних карт. Низка підприємств відзначає необхідність виконання завдань зі створення баз даних геологічної інформації, використання в процесі РГД дистанційних методів досліджень, участі в розробці й упровадженні нових методик.

Безперечно, отримані пропозиції мають бути критично переглянуті з погляду оптимізації складу Програми та її зосередженні на пріоритетних напрямках. Потрібно прискіпливо розглянути доцільність виконання цілої низки запропонованих різними організаціями робіт для уникнення дублювання. Деякі пропозиції потребують конкретизації, через те що завдання сформульовані в надто загальному вигляді. Інколи виникають сумніви щодо спроможності виконання суто виробничими організаціями, навіть разом з освітніми закладами, досліджень, які реально можуть бути виконані лише галузевим та академічними інститутами. Водночас окремі пропозиції наукових закладів видаються суто академічними або виникає сумнів щодо регіонального характеру запропонованих до Програми заходів.

Крім того, дуже часто виникають питання щодо фінансування тих чи інших робіт. Пам'ятаючи гіркий досвід попереднього періоду, багато виконавців або взагалі не вказують планові обсяги фінансування, або вказують їх вельми приблизно.

Усі зазначені проблемні питання щодо складу робіт Програми у 2013–2020 рр. мають вирішуватися колегіально після детального ви-

Таблиця. Основні напрями РГД згідно з Програмою на 2003–2010 рр. і проектом Програми до 2020 року

| № з/п | Напряв РГД | Кількість об'єктів, 2003–2010 рр. | Кількість об'єктів, 2013–2020 рр. |
|----------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Стратиграфія докембрію та фанерозою | 45 | 21 |
| 2 | Регіональна тектоніка | 7 | 2 |
| 3 | Палеогеографічні та літолого-фаціальні дослідження | 6 | 11 |
| 4 | Петрологія, геохімія, мінералогія | 13 | 4 |
| 5 | Морфоструктурний аналіз, аналіз аеро- та космознімків | 4 | 3 |
| 6 | Геофізика | 7 | 9 |
| 7 | Гідрогеологія та екогеологія | 3 | 8 |
| 8 | Складання зведених і порегіонних карт | 13 | – |
| | Створення БД геологічної інформації, еталонних колекцій порід і шліфів, складання зведених і порегіонних карт* | – | 15 |
| 9 | Розробка інструкцій, керівних документів, посібників | 20 | – |
| | Розробка методики та науково-методичне супроводження РГД* | – | 7 |
| 10 | Підготовка експертних висновків та оцінок з питань РГД** | – | 5 |
| Усього: | | 118 | 85 |

* Відкоригована назва розділів 8, 9 пропонується в Програмі до 2020 року.

** Новий напряв досліджень, що пропонується в Програмі до 2020 року.

вчення й аналізу профільними інститутами.

Аналізуючи загалом виконання Комплексної міжвідомчої програми робіт з наукового та методичного забезпечення регіональних геологічних досліджень у 2003–2010 рр., варто відзначити таке.

1. Більшість пунктів Програми було виконано цілком або частково.

2. Виконання завдань Програми сприяло підвищенню ефективності та якості РГД.

3. Багато в чому оцінка виконання Програми ускладнена у зв'язку з відсутністю чітко визначених завдань за основними напрямами робіт та алгоритму їх виконання, що необхідно виправити в процесі підготовки продовження Програми на період до 2020 року.

4. Украй низький рівень фінансування більшості регіональних ГРР і особливо їхнього наукового супроводження протягом останніх декількох років призвів до масштабного скорочення працівників і ліквідації виробничих і наукових підроз-

ділів і, отже, припинення або гальмування робіт за певними напрямами. Роботу на низці запланованих об'єктів (НДР) так і не було розпочато, а на більшості об'єктів терміни завершення робіт були суттєво подовжені.

5. Щодо вартості робіт, її визначення в багатьох випадках є проблематичним у разі, коли ці роботи виконувалися не за окремими договорами, а в рамках діючих НДР. У багатьох випадках визначення вартості виявилось необгрунтованим, про що свідчить перевищення фактичного фінансування над проектним у десятки разів.

6. Перелік запланованих робіт (НДР) у процесі виконання Програми потребує періодичного доповнення, коригування та оптимізації (щонайменше 1 раз на 2 роки).

7. Перелік заходів Програми необхідно в подальшому оптимізувати, зосередивши матеріальні й трудові ресурси на вирішенні пріоритетних завдань РГД.

8. Визначення й коригування пріоритетних і перспективних напрямів РГД, підготовка відповідних ек-

спертних висновків мають здійснюватися колегіально, бажано спеціально утвореним компетентним органом.

9. Основні напрями досліджень Програми варто доповнити та уточнити. Зокрема передбачити роботи зі складання баз даних геологічної інформації та підготовки експертних оцінок з питань планування та розвитку РГД (таблиця).

10. Для підвищення ефективності співпраці виконавців Програми доцільно надати визначити провідні організації за розділами Програми та доручити їм координацію розвитку напрямів РГД і розробку пропозицій щодо їх коригування впродовж виконання Програми. Виходячи з профільних напрямів діяльності наукових закладів і досвіду виконання Програми в попередній період, ІГН НАНУ варто визначити провідною організацією зі стратиграфічних досліджень, регіональної тектоніки та палеогеографічних і літолого-фаціальних досліджень, ІГМР НАНУ – з петрології, геохімії та мінералогії, ІГ НАНУ – з морфоструктурного аналі-

зу та аналізу аеро- і космознімків, ІГФ НАНУ разом з УкрДГРІ – з геофізичних досліджень. Галузевому інституту УкрДГРІ варто доручити кураторство робіт зі створення баз даних геологічної інформації, розробку методичного забезпечення РГД та низки інших напрямів.

11. Аналізуючи пропозиції щодо уточнення завдань Програми та продовження терміну її дії до 2020 року, варто відзначити необхідність її ретельного коригування, передусім запропонованими вище профільними провідними науковими установами. Це дасть змогу уникнути дублювання тематики, зосередити зусилля на вирішенні пріоритетних завдань, забезпечити уніфікацію методики досліджень і сприяти підвищенню ефективності та якості запланованих Програмою заходів і РГД загалом.

12. Основні завдання, визначені Програмою, є актуальними й нині. Це стосується необхідності завершення робіт з ГДП-200 й складання Держгеолкарти-200 та ГДП-50 для найперспективніших або найбільш проблемних з погляду екологічного стану геологічного середовища територій. Крім того, вимоги сьогодення диктують необхідність розгортання робіт зі створення потужних баз даних геологічної інформації, які потребують уніфікованого методичного забезпечення та постійного науково-методичного супроводу, а також розробку науково обгрунтованих рішень щодо розвитку, напрямів та складу РГД у сучасних умовах.

Основні положення розробленої в УкрДГРІ Програми до 2020 року наведено нижче. Визначаючи подальші *перспективи й напрями розвитку* Програми, варто передусім сформулювати завдання, які нині стоять перед РГД. Згідно з діючими інструктивними документами та сучасними вимогами,

РГД в Україні забезпечують створення високоінформативної науково обґрунтованої геологічної основи багатощільового призначення, яка спрямована на:

- оцінку перспектив розвитку мінерально-сировинної бази для максимального забезпечення України власною мінеральною сировиною, зокрема гостродефіцитною;

- створення сучасної геологічної картографічної продукції як бази для подальшого розвитку України та вирішення низки завдань, зокрема інформування потенційних інвесторів щодо інвестиційно привабливих об'єктів;

- розвиток інформатизації суспільства, підвищення поінформованості широких верств населення щодо питань, що стосуються геологічної будови території України, об'єктів геологічної спадщини, ризиків, пов'язаних з існуванням та активізацією геологічних процесів та явищ тощо;

- забезпечення населення України питною водою із захищених підземних джерел водопостачання, ефективного використання гідромінеральних ресурсів для оздоровлення населення;

- оцінки та прогнозування еколого-геологічного стану територій, вивчення небезпечних геологічних процесів та максимальне урахування можливих ризиків у процесі господарського освоєння території;

- управління територіями з метою розбудови інфраструктурної мережі та розумного економічно обґрунтованого використання територій.

Основні проблеми РГД, що потребують вирішення

Ні для кого не є секретом, що головною проблемою, яка зумовлює гальмування розвитку РГД, є **недостатнє й несистематичне фінансування, яке не відповідає обсягам, визначеним Законом України** “Про затвердження

Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази на період до 2030 року”. Не менш важливою є проблема кадрового забезпечення РГД, яка логічно випливає з першої. Відсутність спадковості поколінь геологів-практиків, недостатня кількість фахівців, спроможних виконувати складні регіональні роботи, та їх переважно поважний вік неминуче приводять до висновку про нагальну потребу збереження напрацювань галузі на основі використання сучасних технологій.

Саме тому пріоритетним напрямом РГД має стати **створення та поповнення баз даних геологічної інформації на основі застосування новітніх комп'ютерних технологій**.

Незважаючи на те, що в процесі виконання програми Держгеолкарта-200 на підприємствах галузі застосовувалися геоінформаційні технології, принципи картографування здебільшого не зазнали значних змін. Створені цифрові карти Держгеолкарти-200 в основному не придатні для автоматичної обробки й просторового аналізу даних та призначені лише для візуалізації та друку на паперових носіях. Геоінформаційні системи (ГІС) у процесі складання карт застосовувалися переважно для впорядкування робочих матеріалів, виконання окремих завдань з просторового аналізу й оформлення готової продукції. Таким чином, кінцевим продуктом Держгеолкарти-200 сьогодні є 2D карта, яка є проекцією виходу геологічних утворень на поверхню.

Для вирішення низки практичних завдань надрокористування такі карти є малопродатними й потребують суттєвого доопрацювання, а інколи й переробки. Для забезпечення можливості оперативного аналізу інформації просторові елементи мають бути

представлені у вигляді інформаційних шарів, а карти мати багатощарову структуру у вертикальному перерізі (умовно – 2,5D). Цифрова карта має бути інтегрована з базою фактичного матеріалу, структурованого таким чином, щоб користувач мав змогу отримати будь-яку інформацію щодо певної ділянки й можливість візуалізувати у вигляді окремих шарів з відповідною релятивною інформацією.

Зважаючи на перспективу розвитку геоінформаційних технологій з урахуванням сучасного стану робіт з геологічного вивчення надр, можна стверджувати, що головним напрямом сучасних робіт має стати робота зі створення багатощарових геологічних карт України з геологічними базами даних, зокрема по типових породних комплексах і родовищах. Це забезпечить доступність геологічної інформації, прискорить вирішення різноманітних прикладних завдань, забезпечить у майбутньому створення моделі регіональної геологічної будови 3D.

Нині очевидним є той факт, що бази геологічних даних мають ґрунтуватися на картографічній основі, створеній із застосуванням ГІС-технологій. У процесі створення узагальнених і пореґіонних електронних карт, як самих по собі, так і тих, що слугуватимуть картографічною основою для баз даних геологічної інформації, варто виходити з того, що такі електронні карти мають бути пошаровими й безшовними.

Варто зауважити, що зважаючи на дані про виконання Програми у 2003–2010 рр., на більшості геологічних підприємств уже розпочалися й тривають роботи зі створення баз даних геологічної інформації. Такі роботи, безумовно, потребують методичного забезпечення та постійного наукового супроводу з єдиного науко-

вого-методичного центру, яким за рівнем кадрового й програмного забезпечення нині може бути лише галузевий інститут УкрДГРІ. Бази даних, створені за державні кошти на різних підприємствах галузі, повинні мати єдину структуру, бути сумісними та забезпечувати можливість оперативного аналізу геологічної інформації та прийняття обґрунтованих управлінських рішень у масштабах усієї країни.

Отже, є очевидним, що існує нагальна потреба розробки та впровадження нормативно-методичних документів, що регламентують складання цифрових геологічних карт.

Окремо варто відзначити необхідність укладання й передавання замовнику баз даних первинної інформації, створених за рахунок державного бюджету (свердловини, відслонення, результати аналітичних досліджень з чіткою координатною прив'язкою), які мають супроводжувати картографічні побудови. У подальшому на основі цих матеріалів варто створити єдиний банк даних первинної геологічної інформації.

Однією з суттєвих проблем РГД, що потребує вирішення й координації зусиль науки та виробництва, є необхідність підвищення якості складових частин комплектів Держгеолкарти-200. Нині доводиться констатувати, незважаючи на задекларований характер **Держгеолкарти-200 як багатощільової основи надрокористування, вона, на жаль, досі такою не стала**.

Традиційно поглиблений інтерес виконавців робіт до докембрійських утворень і здебільшого вкрай недостатня увага до питань, що стосуються зокрема гідрогеології та екогеології тощо, тобто до тих питань, які потенційно цікавіші пересічному споживачеві і, власне, могли б забезпечити карті її “багатощільовий характер”. Недо-

стаття увага до зазначених питань нині відзначається на всіх етапах РГД: від проектування й навіть до рецензування звітних матеріалів. Стала звичною виразно нерівноцінна якість картографічних та супровідних їх текстових матеріалів у складі Держгеолкарти-200.

Очевидно, для подолання цієї проблеми необхідно на всіх етапах РГД активніше залучати галузеву та академічну науку через співпрацю в НРР та інших компетентних органах з дорадчими функціями.

Крім того, досить часто доводиться спостерігати явища, коли *Держгеолкарта-200 відзначається значним впливом авторських підходів і недостатньою уніфікацією методики*. Це часто призводить до того, що карта має вигляд клаптевої ковдри, а “збивання” суміжних аркушів через принципово різні авторські підходи виконується формально.

Геологія за своєю суттю є наукоємною сферою діяльності й почасти потребує від виконавців робіт нестандартних рішень на будь-яких стадіях виконання РГД. Однак у разі створення продукту на зразок Держгеолкарти-200 абсолютно необхідно знайти баланс між традиційно усталеним поглядом і новаторськими ідеями. Пошук відповіді та складні й неоднозначні питання в жодному разі не можуть бути покладені лише на виконавців РГД з регіональних геологічних підприємств.

Подібні рішення мають ухвалюватися авторитетними науковими органами, наприклад, НСК, за поданням Науково-редакційної ради. У процесі створення Держгеолкарти-200 і Геолкарти-50 головний акцент варто ставити на затвердженні принципового районування території, затвердженні легенд по серіях і подальшому чіткому їх дотриманню всіма суб'єктами РГД. В окремих випадках Держгеонадра ма-

ють коригувати плани роботи наукових закладів або розпочинати роботи за новими НДР, які могли б дати відповіді на гострі проблемні питання РГД.

Аналіз якості геологічних матеріалів засвідчує необхідність наукового супроводження РГД на всіх стадіях виконання цих робіт: від постановки геологічного завдання й до підготовки карт до видання.

Варто зауважити, що в процесі робіт щодо Геолкарти-50 принципові питання, не вирішені під час створення ГК-200, лише примножуються й поглиблюються, що зробить проблематичним вирішення питань ув'язки геологічних матеріалів по суміжних територіях.

Потребує суттєвого вдосконалення комп'ютерне супроводження РГД. Незважаючи на значні кроки у впровадженні сучасних комп'ютерних технологій в практику РГД, у цьому напрямі ще належить зробити чимало. Нині бази даних геологічної інформації та електронні карти геологічного змісту укладаються виконавцями РГД з використанням різного програмного забезпечення. У подальшому для забезпечення сумісності створюваних на різних підприємствах баз даних геологічної інформації та електронних карт доцільно було б забезпечити усіх виконавців РГД уніфікованим програмним забезпеченням.

Метою Програми має бути підвищення якості та ефективності РГД на основі прискореного впровадження новітніх наукових розробок у сфері фундаментальних геологічних досліджень та комп'ютерних технологій.

Будь-яка геологічна карта має відображати сучасний рівень знань про геологію досліджуваного регіону та базуватися на найактуальніших даних, отриманих із застосуванням новітніх ме-

тодик і технологій. Нині надбання фундаментальної геологічної науки мають бути максимально використані для підвищення ефективності та якості виконання РГД.

Виходячи з аналізу досвіду проведення РГД з 2003 по 2012 рр., очевидно, що **основними завданнями** Комплексної міжвідомчої програми робіт з наукового та методичного забезпечення регіональних геологічних досліджень до 2020 року мають стати:

- забезпечення реальної координації досліджень провідних наукових установ прикладної та академічної науки на основі вільного та оперативного інформаційного обміну, розроблення механізму такого обміну та забезпечення його виконання на рівні Держгеонадра;

- створення, удосконалення та впровадження у практику РГД новітніх методик;

- максимальна уніфікація методики проведення робіт на усіх її етапах з неухильним дотриманням чинних інструктивних документів та затверджених легенд до серій аркушів, до розробки яких варто ширше залучати представників академічної науки;

- підвищення вимог щодо наукового рівня редакторів, рецензентів аркушів, їх відповідальності за кінцевий результат РГД;

- розширення сфери застосування сучасних комп'ютерних технологій (передусім ГІС, а також аерокосмічних технологій) у створенні геологічних карт різних масштабів;

- забезпечення рівноцінної якості всіх складових частин комплексів Держгеолкарти-200 і геологічних карт інших масштабів, зважаючи на їх неодноразово проголошений багатопільовий характер, що зумовлює необхідність розширення кола фахівців різних напрямів геологічної науки;

- ширше та оперативне залучення провідних фа-

хівців науки до вирішення складних поточних питань, що виникають безпосередньо в процесі РГД – датування геологічних утворень, генезису, будови тощо.

Виходячи з реального стану геологічної вивченості території України та можливостей виконання РГД, а також з планових обсягів фінансування, упродовж із 2013 по 2020 роки **пріоритетними видами робіт** будуть:

- проведення геологічного і гідрогеологічного довивчення для завершення складання й видання Держгеолкарти-200 території України;

- проведення робіт з великомасштабного геологічного картування (геологічного знімання масштабу 1:50 000 на площах, з якими пов'язуються перспективи виявлення корисних копалин або розміщених у межах територій значного техногенного навантаження;

- укладання узагальнених електронних карт, зокрема на основі карт м-бу 1:200 000, що сприятиме вирішенню суперечливих питань щодо різних авторських підходів до виділення нових типів геологічних утворень, їх віку, будови тощо, накопичених у процесі підготовки й видання Держгеолкарти-200;

- створення баз даних геологічної інформації на основі використання новітніх комп'ютерних технологій.

Виконання Програми планується способом активного залучення представників академічної та прикладної геологічної науки до вирішення проблемних питань, що виникають у процесі РГД, як стратегічних, так і поточних. Для цього передбачається забезпечити:

- розширення повноважень Науково-редакційної ради, оновлення її кадрового складу з активнішим залученням провідних учених академічної науки;

- формування оновленого складу та відновлення

функціонування головної редакційної колегії;

– періодичне проведення круглих столів, виробничих нарад зі стратегічних і проблемних питань розвитку РГД за участю представників провідних профільних наукових установ;

– призначення провідних організацій з основних розділів Програми та покладання на них кураторських функцій;

– оперативне інформування виконавців РГД і впровадження результатів наукових розробок, що можуть позитивно вплинути на результати РГД, на підприємствах геологічної галузі;

– забезпечення представників галузевої та академічної науки геологічною інформацією, необхідною для виконання поставлених перед ними завдань, забезпечення можливості апробації наукових розробок на практиці;

– оперативне коригування планів наукових закладів для оперативного отримання результатів, що могли б суттєво прискорити та підвищити якість РГД; внесення відповідних змін до Програми;

– відновлення проведення виїзних нарад геологів-зіомщиків щонайменше 1 раз на два роки.

Основними результатами виконання Програми мають стати:

1. Оцінка перспектив розвитку території України та забезпечення виконання Загальнодержавної програми розвитку МСБ на сучасному рівні геологічних знань та на основі новітніх комп'ютерних технологій.

2. Підвищення якості РГД завдяки ширшому використанню новітніх досягнень геологічної науки.

3. Нова якість геологічних карт як результат повсюдного впровадження в процес картоскладання новітніх ГІС-технологій.

4. Прискорення темпів підготовки картографічних матеріалів різного змісту.

5. Оперативне вирішення суперечливих питань, що виникають під час ведення РГД регіональними геологорозвідувальними підприємствами.

6. Удосконалення змістовної частини геологічних карт, забезпечення рівноцінності їх складових частин для задоволення зростаючих потреб суспільства й забезпечення сталого розвитку території.

7. Налагодження тісніших зв'язків галузевої, академічної науки та виробництва.

8. Забезпечення для вчених галузевої та академічної науки можливості апробації розроблених ними наукових і методичних розробок та отримання первинних геологічних даних, необхідних для здійснення своєї діяльності.

Планування і фінансування проектів, що виконуються в рамках Програми підприємствами Держгеонадра, мають бути узгоджені із Загальнодержавною програмою розвитку мінерально-сировинної бази до 2030 року. Матеріально-технічні

ресурси, необхідні для виконання поставлених завдань, на сьогодні на більшості підприємств Держгеонадра є морально застарілими й потребують суттєвого оновлення. Передусім це стосується програмного забезпечення для створення баз даних геологічної інформації та карт геологічного змісту, яке для підприємств Держгеонадра має бути уніфікованим для максимальної сумісності отриманих результатів. Тому першочерговим завданням є докорінне технічне переоснащення підприємств галузі.

Висновки

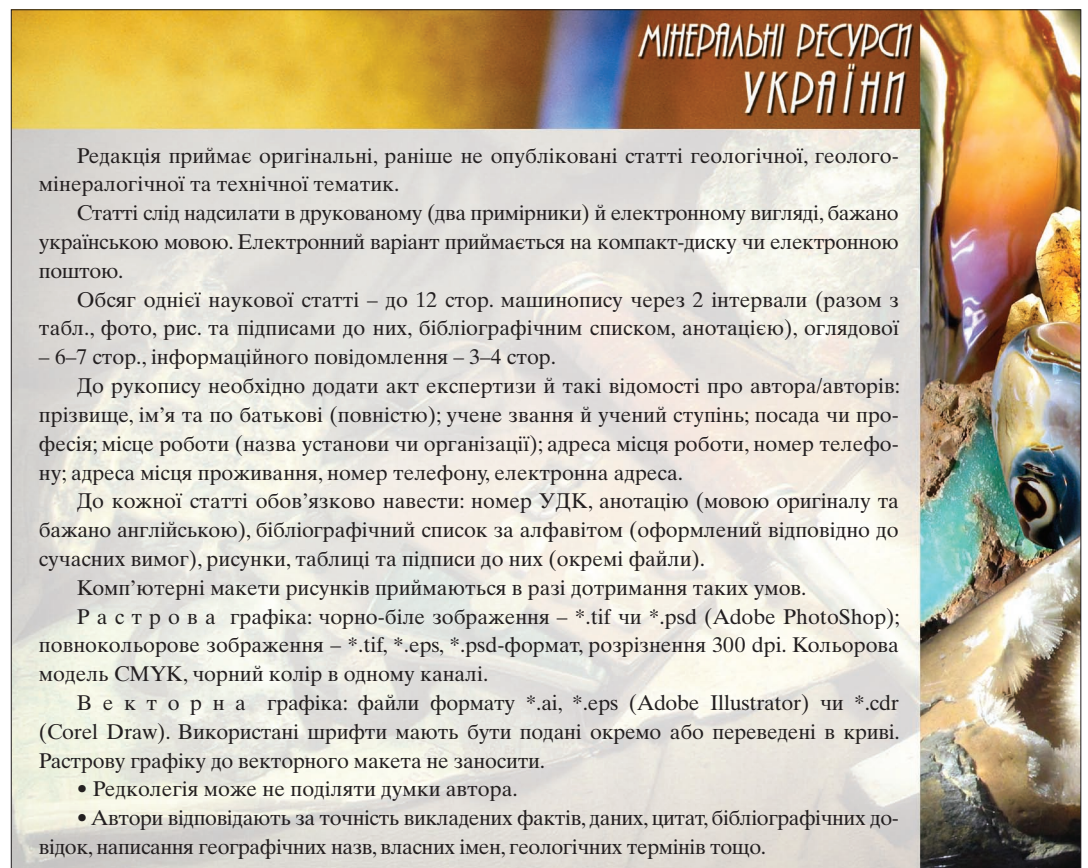
Підводячи підсумки, варто ще раз зазначити, що запорукою успішного виконання Програми, як і розвитку РГД, є належний рівень їх держбюджетного фінансування в обсягах, передбачених Законом України “Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази на період до 2030 року”, забезпечення

систематичного й повного фінансування цих робіт.

Однак варто усвідомити, що недостатнє фінансування не є єдиною проблемою РГД на сьогодні. Подальший розвиток цього напрямку досліджень неможливий без підвищення ролі геологічної науки, забезпечення плідної та оперативної співпраці суб'єктів виконання Програми, більш гнучкої організації та координації РГД, реального переходу на сучасні комп'ютерні технології, забезпечення належної якості результатів РГД за всіма напрямками досліджень.

Лише за таких умов результати РГД, передусім геологічні карти, стануть, як і належить, багаточисловою основою надрокористування, будуть затребувані для інформатизації суспільства, довгострокового планування та забезпечення сталого розвитку нашої держави.

Рукопис отримано 6.08.2013.



УДК 553.042.003.1

О. В. ЗУРЬЯН, заместитель директора по производству, экономике и общим вопросам,
А. И. ЛЕВЧЕНКО, канд. геол. наук, заведующий отделом экономики геологических исследований и проблем недропользования (УкрГПРИ)

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

Освещены подходы к понятиям неопределенности и рисков в процессе освоения месторождений. Изложены критерии и методы принятия решений в условиях основных геологических и экономических параметров объектов оценки.

Approaches to the concepts of uncertainty and risks during development of deposits. Criteria and methods of decision-making under the main geological and economic parameters of the evaluated sites.

Факторы неопределенности и рисков при оценке месторождений

В литературе встречается различное понимание терминов “неопределенность” и “риск”. Однако общим во всех этих представлениях является то, что под *риском* понимается возможность потерь или получения недопустимого финансового результата (например, отрицательного значения чистой современной стоимости, когда, зная вероятность каждого возможного исхода, все же нельзя точно предсказать конечный результат). Под *неопределенностью* понимаются ситуации, когда вероятность наступления событий заранее установить невозможно или нельзя устранить традиционными способами.

Источниками и мерой неопределенности и рисков являются неизбежные случайные погрешности горно-геологических параметров природного качества месторождений полезных ископа-

емых (МПИ), неполнота информации о динамике основных технико-экономических показателей эксплуатации МПИ, колебания ценовой и рыночной конъюнктуры, производственно-технологические, экологические риски и др. [1, 2, 3].

Поскольку границы оправданного риска трудно рационально обосновать, при решении эксплуатационных задач обычно используется сравнение с рисками в аналогичных ситуациях. Как вытекает из понятия неопределенности, ее источники лежат, как правило, за пределами регулирования производственного процесса. Учет неопределенности и рисков осуществляется в отношении последовательности ввода в эксплуатацию участков МПИ при заданных качествах ПИ, горно-геологических условиях и технологических способах добычи и переработки минерального сырья, но не в отношении процедур принятия решений на интервале эксплуатации. Соответственно стабилиза-

ционный механизм реализации проекта, сопряженного с риском, должен обеспечивать помехоустойчивость процесса добычи ПИ.

Надо признать, что методология выбора решений имеет слабое применение при анализе факторов неопределенности и рисков для растянутых на десятилетия сроков эксплуатации МПИ, что обуславливает известную “свободу” в выборе подходящих способов их диагностики. При этом в силу разных обстоятельств проект освоения МПИ, принимаемый при одних условиях, может стать невыгодным при других. Так, проект, в котором основная часть притока денежных средств приходится на первые годы его реализации, в меньшей степени чувствителен к удорожанию цены за пользование источником средств.

Вероятность риска невозврата инвестиций удается в большей или меньшей степени минимизировать за счет использования апробированных практикой оценочных методов, упрощающих процедуру учета и анализа причин вариации расчетных показателей (капитальных вложений, выпуска продукции, цен, эксплуатационных затрат и т. п.), а также особенностей распределения сортов ПИ в недрах, горно-геологических условий, определяющих выбор технологий и технических средств добычи и переработки минерального сырья.

Анализ чувствительности проекта освоения месторождений полезных ископаемых

Анализ чувствительности используется для определения степени устойчивости результирующих технико-экономических и финансовых показателей к изменению влияющих на значение этих показателей факторов. Он заключается в получении оценок эффекта

для априори устанавливаемого диапазона возможных условий реализации проекта освоения МПИ. Анализ чувствительности установит некоторые ожидаемые интервалы (контрольные границы) искомым характеристикам, которые следует ожидать в условиях нестабильности последних. Тем самым снижается риск принятия неправильного решения. Результаты анализа могут быть представлены в виде графиков зависимостей или графиков “торнадо”. Графики зависимости анализируемого показателя от варьируемых факторов помогают определить зону безубыточного освоения МПИ в случае отклонения рассматриваемого параметра от расчетного значения. На графике “торнадо” показываются интервалы изменений показателя при варьировании каждого из параметров, что позволяет ранжировать факторы по степени их влияния.

Анализ безубыточности проекта

Степень устойчивости к возможным изменениям условий реализации может быть охарактеризована показателями предельного уровня объемов производства продукции, цен и других исходных параметров. Наиболее важным показателем этого типа является *точка безубыточности* (ТБ), характеризующая объем продаж, при котором выручка от реализации продукции совпадает с затратами на ее производство. Точка безубыточности в натуральном исчислении (ТБн) определяется по формуле

$$ТБн = З_{пост} / (Ц - З_{спер})$$
, где $З_{пост}$ – постоянные затраты; $Ц$ – цена за единицу продукции; $З_{спер}$ – средние переменные затраты на единицу продукции. Смысл ТБ заключается в определении минимального уровня загрузки производственной

мощности (в процентах), при котором еще возможно безубыточное функционирование проектируемого производства.

Для каждого варианта оценки МПИ существует свой оптимум, соответствующий максимуму дохода на вложенный капитал. Можно ли его достигнуть – это другой вопрос, но только с помощью ТБ становится лучше обозримой основная цель учета иницируемых нестабильной, труднопрогнозируемой экономической средой факторов риска при оценке МПИ по коммерческим и запасосберегающим критериям.

Между тем при анализе ТБ возникает дополнительная задача в связи с тем, что мы исходим из упрощения предположения о взаимном соответствии объема производства (регулируемая переменная) и объема продаж. Когда преобладают условия неопределенности, такое предположение точнее всего можно охарактеризовать как отражение субъективных оценок лица, принимающего решение (ЛПР).

Вероятностный характер инвестиционного проекта

Наиболее удобным для анализа рисков показателем является чистый дисконтированный доход (ЧДД), поскольку пределы его изменения теоретически могут быть приняты от $+\infty$ до $-\infty$ при вероятности от 0 до 1.

Это позволяет считать распределение данного показателя приближенно нормальным. В настоящее время наиболее распространенными методами анализа рисков являются метод точечных значений, метод дискретных вероятностей и метод моделирования распределений (Монте-Карло). Любой из этих методов основывается на многовариантных расчетах ЧДД как функции некоторых задаваемых переменных, например, величины

капитальных или эксплуатационных затрат, цен готовой продукции и др., влияние которых на денежные потоки представляется как определенный риск.

При оценке риска методом точечных значений при некоторых заданных сочетаниях величин капитальных или эксплуатационных затрат, цен и др. получают три значения ЧДД: базовое, максимальное (оптимистическое) и минимальное (пессимистическое). Слабым местом метода точечных значений является весьма грубая оценка распределения анализируемых величин всего по трем случайным значениям.

При методе дискретных вероятностей используются непосредственно упомянутые исходные переменные, различным значениям которых приписываются некоторые априорные вероятности, а вероятность того или иного сочетания параметров определяется произведением частных вероятностей исходных значений. При этом общее число таких сочетаний будет определяться по формуле

$$N = n^k,$$

где n – число параметров, k – число значений, принимаемых параметрами.

Недостатком метода является постулирование вероятностей исходных значений анализируемых параметров, а также симметричный характер распределения их вероятностей.

В методе Монте-Карло исходные параметры задаются в виде непрерывных функций распределения, считающихся типичными для каждой из величин (нормальное, логнормальное и др.). Метод Монте-Карло при оценке рисков также не может считаться безупречным, так как анализируемые параметры рассматриваются в нем как независимые величины, хотя в действительности они часто взаимосвязаны.

Концепция полезности и предпочтения

Концепция математического ожидания, ориентированная на абсолютную величину ожидаемых денежных поступлений, не учитывает степень риска капиталовложений, которые существенно влияют на принятие решений. В этих условиях сомнительно идти на экономические “жертвы” сегодня, ради решения нечетких проблем завтрашнего дня. Поэтому при некоторых обстоятельствах, например, если колеблемость оценок от варианта к варианту значительна, а ЛПР из-за незначительных финансовых резервов предпочитает использовать благоприятную рыночную конъюнктуру за счет форсированной разработки наиболее продуктивных участков МПИ, он всегда сможет “доказать” эффективность такого варианта, отбрасывая варианты с неясными последствиями.

Вышесказанное иллюстрирует изменчивый признак чувствительности к риску, называемый уровнем склонности либо антипатии ЛПР к риску. Одно из последствий сказанного заключается в том, что компании различного размера оценивают выигрыш (убыток) по-разному. Компания с капиталом в 5 млн у. е. будет рассматривать выигрыш (убыток) в 1 млн у. е. как существенный результат, соответствующий $\pm 20\%$. Между тем для компании с капиталом в 500 млн у. е. такой выигрыш (убыток) сравнительно ничтожен и составляет $\pm 0,2\%$. Соответственно при возростании капитала порог разорения перемещается в сторону больших потерь, а ценность выигрышей падает.

Критерии выбора решений в условиях неопределенности

Ситуации, возникшие при выборе решений в условиях неопределенности, склады-

ваются из следующих основных элементов:

- состояний объективных условий, описываемых практически нерегулируемыми переменными параметрами природного качества МПИ, факторами ценовой и рыночной конъюнктуры;

- стратегий обработки МПИ, построенных с использованием регулируемых переменных – вариантов оконтуривания запасов МПИ по лимитам качества ПИ, техники и технологии альтернативных способов добычи и переработки сырья;

- результатов оценки;
- прогнозов степени неопределенности при выборе и оценке вариантов решений;

- критериев выбора решения.

В соответствии с математической терминологией, результаты оценки R_{ij} – зависимые переменные, состояния объективных условий N_j и конкретные варианты обработки МПИ, S_i – независимые переменные. Тогда $R_{ij} = f(N_j, S_i)$.

Чтобы прийти к однозначному варианту решения в том случае, когда каким-то вариантам S_i соответствуют различные состояния N_j , необходимо ввести подходящие оценочные функции. При этом матрица решений $\|R_{ij}\|$ сводится к одному столбцу, в котором каждому варианту S_i приписывается некоторый результат r_{ij} решения. Если, например, последствия каждого из альтернативных решений характеризовать комбинацией из его наибольшего и наименьшего результатов, то можно принять

$$r_{ij} = \min_j r_{ij} + \max_j r_{ij}.$$

Наилучший результат имеет вид:

$$\max_j r_{ij} = \max_j (\min_j r_{ij} + \max_j r_{ij}).$$

Более обстоятельно классические и производные критерии принятия решений, основанные на теории игр

двух лиц – природы и ЛПП – с нулевой суммой, приведены в работе [4].

Выводы

Рассмотренными случаями не исчерпываются возможные проявления фактора неопределенности и риска при оценке МПИ – очередности их вовлечения в разработку. Причем трудности связаны не только с возможностями предсказания. Еще до того возникает вопрос перебора и оценки возможных сочетаний горных и рыночных факторов, относящихся к данному вопросу. Часто наблюдаются неясности относительно конкретных особенностей решений с учетом горно-технических, ресурсных и экологических ограничений. Ошибка может возникнуть и из-за того, что границы диапазона нерегулируемого количественного или качественного параметра окажутся недостаточно обоснованными.

Бессмысленно приниматься за оценки вероятностей возникновения тех или иных ситуаций в оценках объема и качества запасов ПИ, факторов полноты их извлечения и обогатимости, затрат по технологическим переделам до тех пор, пока нам не известно с некоторой долей уверенности, сколько состояний объективных условий имеют отношение к вопросу реализации проекта. В практике геолого-экономических оценок чаще рассматриваются ситуации, при которых возникает только одно состояние объективных условий, независимо от применяемых критериев эффективности. Иными словами, регулируются все переменные, влияющие на исход. Практически в этом случае идут по упрощенному пути, выражая все технические и горно-экономические факторы через априори заданные сочетания геологических характеристик МПИ, соответ-

ствующие предельно допустимому уровню издержек добычи ПИ. Такая система оценок способна в принципе вывести на экономические показатели конечного продукта. Однако это ни в коей мере не означает всемогущества, поскольку из-за отсутствия единообразия и регламентации ограничений макроуровня (рыночных, финансовых и др.) итоговая экономическая оценка нередко лишается необходимой исходной базы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ампилов Ю. П. Экономическая геология/Ю. П. Ампилов, А. А. Герт. М.: Геоинформмарк, 2006. 329 с.
2. Гостевских А. Об оценке рисков горного проекта/А. Гостевских, М. В. Шумилин//Литературные ресурсы России. Экономика и управление. 2001. № 3. С. 46–51.
3. Марголин А. М. Оценка запасов минерального сырья. Математические методы. М.: Недра, 1974. 264 с.
4. Мушник Э. Методы принятия технических решений/Э. Мушник, П. Мюллер. М.: Мир, 1990. 208 с.

УДК 553.3.08 (477)

С. В. РАДОВАНОВ, канд. екон. наук, заступник голови Державної служби геології та надр України

ПРОМИСЛОВА КЛАСИФІКАЦІЯ ГЕМАТИТОВИХ РУД ІНГУЛЕЦЬКОГО РОДОВИЩА ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ КРИВБАСУ

На підставі вивчення речовинного складу окислених кварцитів Інгулецького родовища Кривбасу розроблена промислова класифікація гематитових руд, яка сприятиме створенню оптимальних схем видобутку і переробки цього виду сировини.

The author has developed an industrial classification of hematite ores based on the study of the material composition of oxidized quartzite from Inhuletske deposit, Krivbass. This classification will help create optimum schemes of mining and processing of this raw material.

Інгулецьке родовище магнетитових кварцитів знаходиться на півдні Інгулецького (Лихманівського) залізорудного району Криворізького басейну, в 30 км від центру м. Кривий Ріг. У будові його продуктивної залізорудної товщі бере участь шість залізистих горизонтів (з першого до шостого) саксаганської світи криворізької серії палеопротерозою (рис. 1). Важливою особливістю родовища є суттєве збільшення в північному напрямку потужності кори вивітрювання залізистих порід унаслідок чого з кожним роком у складі розкритих порід збільшується кількість гематитових (мартит-залізнослюдкових, залізнослюдко-мартитових, мартитових, дисперсногематит-мартитових, мартит-дисперсногематитових та ін.)

кварцитів, які є результатом гіпергенних змін первинних магнетитових різновидів.

Загальний уміст заліза в гематитових кварцитах у середньому становить близько 35 мас. %, що наближається до відповідного показника бідних магнетитових руд, але, незважаючи на це, окислені кварцити сьогодні використовуються Інгулецьким гірничозбагачувальним комбінатом лише для нарощування дамби хвостосховища. На 1.01.2011 р. у дамбу закладовано 143 362,5 тис. т цих порід. На відвалі 2С у 2010 р. окислені кварцити закладовані в кількості 2 958,5 тис. т, а всього з початку відпрацювання родовища закладовано 23 409,5 тис. т (7 485,7 тис. м³) цих порід [3]. Це пояснюється відсутністю рентабельних технологій вилучення і збагачення цього виду залізорудної сировини. Одним з кроків до вирішення цієї проблеми може бути

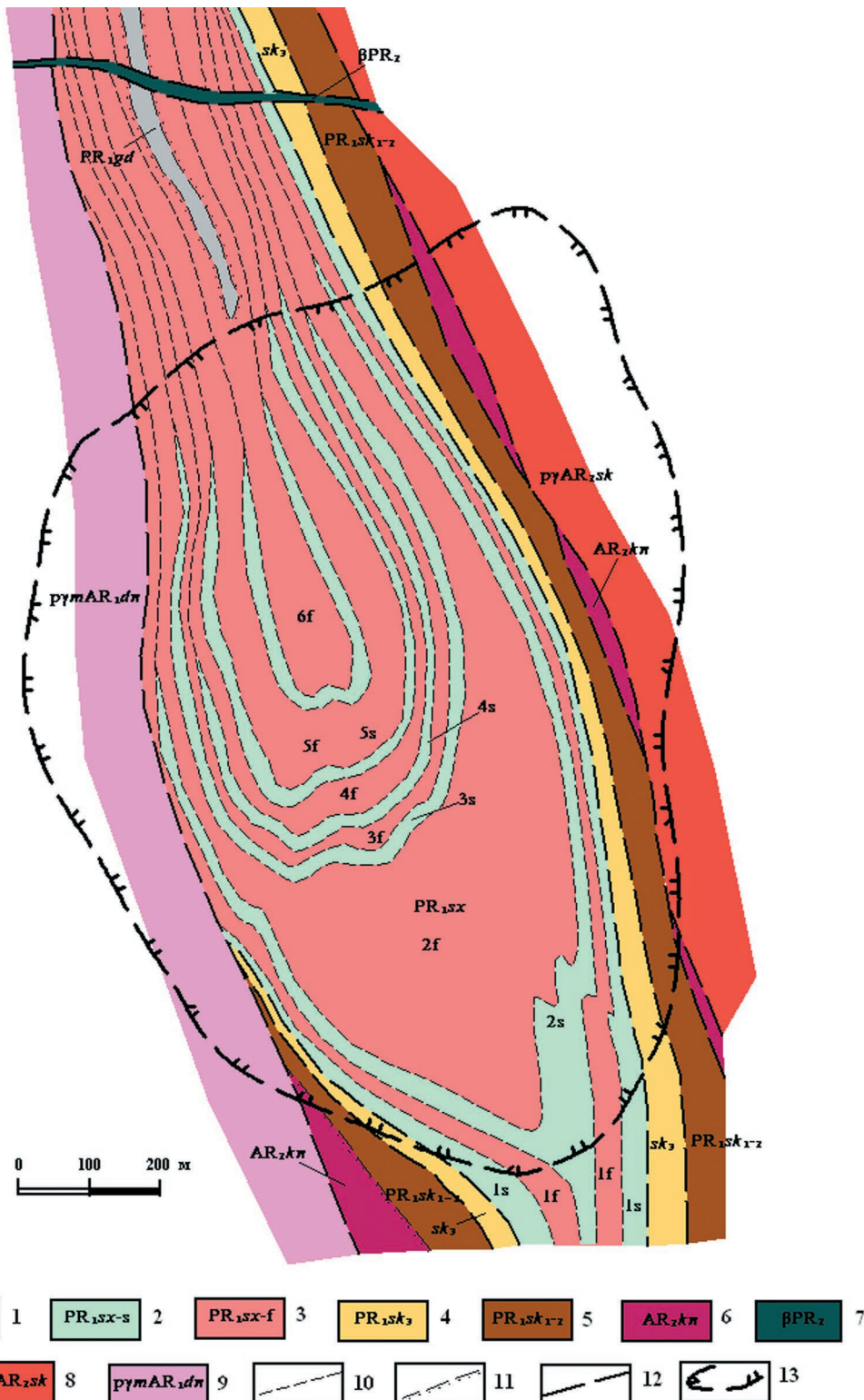


Рис. 1. Геологічна карта Інгулецького родовища магнетитових кварцитів

1 – гданцівська світа; 2–3 – саксаганська світа: 2 – сланцеві горизонти, 3 – залістисті горизонти; 4–5 – скелюватська світа: 4 – верхня підсвіта (тальковий горизонт), 5 – неподілені нижня й середня підсвіти; 6 – конкська серія мезоархею; 7 – дайки діабазів; 8 – гранітоїди саксаганського комплексу мезоархею; 9 – гранітоїди дніпропетровського комплексу палеоархею; 10 – стратиграфічні границі; 11 – границі кутового і стратиграфічного неузгодження; 12 – розривні порушення; 13 – контур кар'єру

всєбічне вивчення будови і речовинного складу покладів окислених кварцитів, характерною особливістю яких є невитриманість рудних тіл як

за морфологічною будовою, так і мінеральним, і хімічним складом, що ускладнює створення оптимальних схем їх видобутку і збагачення.

Залістисті горизонти, які не зазнали впливу гіпергенних процесів, характеризуються певною мінералогічною зональністю. У на-

прямку від центральних до периферійних зон спостерігається така зміна мінеральних різновидів залістистих кварцитів: магнетит-залізнослюдкові → залізнослюдково-магнетитові → магнетитові → силікат-магнетитові → магнетит-силікатні [1, 2]. Мінералогічна зональність збереглася і в розрізах кори вивітрювання залістистих порід. Тут за мінеральним складом виділяються чотири зони (зверху вниз): гетит-мартитова → мартитова → магнетит-мартитова → мартит-магнетитова (рис. 2).

Для верхньої зони – **гетит-мартитової** – характерна присутність у складі рудоутворювальних мінералів гетиту, який є продуктом гіпергенних змін усіх залізовмісних мінералів (магнетиту, залісної слюдки, мартиту, дисперсного гематиту, силікатів, карбонатів).

Мартитова зона характеризується інтенсивним проявленням гіпергенних змін. Складена вона мартит-залізнослюдковими, залізнослюдково-мартитовими, мартитовими, дисперсногематит-мартитовими і мартит-дисперсногематитовими кварцитами. Перехід до цієї зони від попередньої – поступовий і фіксується зниженням умісту магнетиту до значень > 5 об'єм. %.

Магнетит-мартитова зона – це зона помірних гіпергенних змін первинних магнетитових кварцитів. Контакт із попередньою зоною поступовий. Від мартит-магнетитової зони відрізняється тим, що в складі залістистих кварцитів цієї зони вміст мартиту суттєво вищий від умісту магнетиту.

Мартит-магнетитова зона є зоною слабких гіпергенних змін вихідних магнетит-залізнослюдкових, залізнослюдково-магнетитових, магнетитових, силікат-магнетитових і підпорядковано поширених магнетит-силікатних кварцитів.

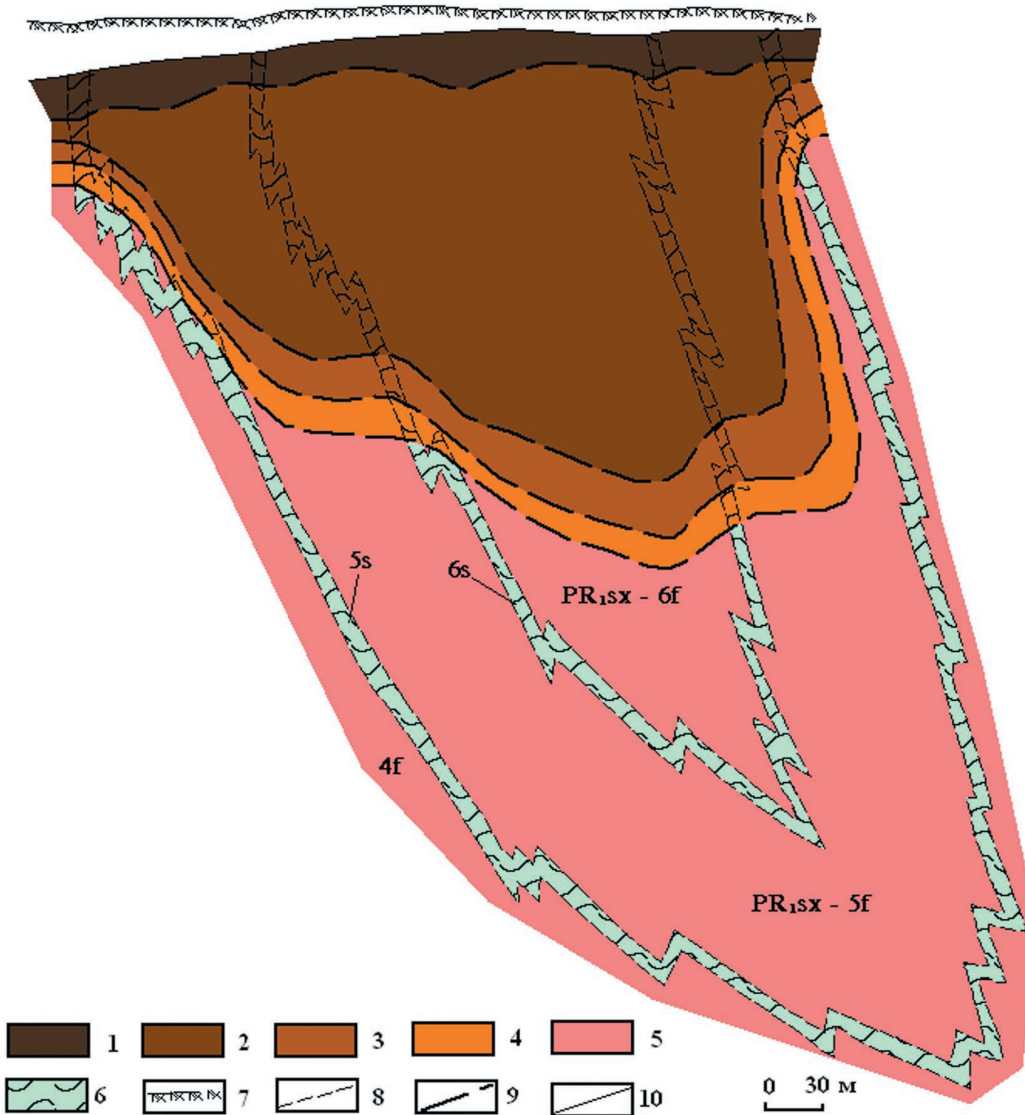


Рис. 2. Схематичний геологічний розріз покладу гематитових руд Інгулецького родовища
Стратиграфічні горизонти саксаганської світи: 4f – четвертий залізистий; 5s – п’ятий сланцевий; 5f – п’ятий залізистий; 6s – шостий сланцевий; 6f – шостий залізистий

1–4 – зони гіпергенних змін магнетитових кварцитів: 1 – зона інтенсивних гіпергенних змін – гетит-мартитова; 2 – зона помірних гіпергенних змін – мартитова; 3 – зона слабких гіпергенних змін – магнетит-мартитова; 4 – зона початкових гіпергенних змін – мартит-магнетитова; 5 – гіпергенно незмінні залізисті кварцити п’ятого і шостого залізистих горизонтів; 6 – сланці п’ятого і шостого сланцевих горизонтів; 7 – ґрунтово-рослинний покрив і породи кайнозойського осадового чохла; 8 – лінії контактів стратиграфічних горизонтів; 9 – лінії зон гіпергенних змін залізистих кварцитів і сланців; 10 – поверхня кристалічних порід

В її межах спостерігається часткове заміщення магнетиту мартитом, силікатів і залізистих карбонатів дисперсним гематитом з невеликою домішкою глинистих мінералів, переважно каолініту. Уміст мартиту коливається від 5 до 15 об’ємн. %, а зазвичай не перевищує 8–10 об’ємн. %, кількість дисперсного гематиту не більше 3–5 об’ємн. % (табл. 1).

Як показали результати мінералого-петрографічно-

го вивчення порід, в зонах окислення залізистих кварцитів родовища серед гематитових руд виділяється до 70 мінеральних різновидів, які називають рядовими. Однак, якщо врахувати наявність у розрізі кори вивітрювання дрібних тіл вторинного гіпергенного окварцювання (гематитові й гетитові яшмоїди), гіпергенної карбонатації залізистих кварцитів і сланців, а також неоднорідність породного складу слан-

цевих і залізистих верств шостого сланцевого горизонту, кількість різновидів гематитових порід у розрізі кори вивітрювання всіх залізистих горизонтів саксаганської світи становить не менше 100.

Більшість різновидів руд утворюють дрібні тіла. Уміст кожного окремого різновиду в розрізі покладу родовища не перевищує 0,1 %, що суттєво впливає на якісні характеристики окислених та особливо на

показники збагачуваності, а це негативно позначається на розробці оптимальних схем збагачення гематитової сировини. Ураховуючи зазначене, рядові мінеральні різновиди необхідно об’єднувати в усереднені різновиди гематитової сировини за умови близькості їх мінералогічних, петрографічних, геохімічних характеристик і показників збагачуваності (табл. 2).

Деякі з усереднених різновидів характеризуються невеликим поширенням у складі покладу гематитових руд у зв’язку з чим доречно об’єднувати усереднені мінеральні різновиди в об’єднані мінеральні різновиди гематитових руд на підставі близькості їх мінералогічних характеристик і показників збагаченості (табл. 3).

При дотриманні зазначених умов у розрізах покладів виділяється дев’ять об’єднаних мінеральних різновидів гематитових руд:

- 1) кварцити гетит-залізнослюдко-мартитові – різновид 1о;
- 2) кварцити залізнослюдко-мартитові – різновид 3о;
- 3) кварцити дисперсногематит-мартитові – різновид 4о;
- 4) кварцити магнетит-залізнослюдко-мартитові – різновид 5о;
- 5) кварцити залізнослюдко-мартит-магнетитові – різновид 7о;
- 6) сланці кварц-силікатні з магнетитом, вивітрілі – різновид 9о;
- 7) сипучка залізнослюдко-мартитова – різновид 10о;
- 8) кварцити залізнослюдко-мартитові, маршалітизовані – різновид 11о;
- 9) руди багаті залізнослюдко-мартитові – різновид 12о.

Ще чотири об’єднані мінеральні різновиди гематитових руд, представлені в складі покладу, підпорядковано (кожен менше 1 об’ємн. %):

- 1) кварцити гетит-дисперсногетит-мартитові – різновид 2о;

Таблиця 1. Мінералогічна класифікація гематитових руд п'ятого, шостого залізистих і шостого сланцевого горизонтів саксаганської світи Інгулецького родовища

| Вертикальні зони кори вивітрювання | Аутигенно-метаморфогенні зони стратиграфічних горизонтів | | | | | Шостий сланцевий горизонт | | |
|---|--|---|---|--|---|--|---|--|
| | П'ятий і шостий залізисті горизонти | | Зона кварцитів залізистих магнетитових | | Зона кварцитів магнетитових | | Верстви сланців | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Зона гетит-мартитова | Зона кварцитів магнетит-залізистих слюдкових | Зона кварцитів залізистих слюдкових | Зона кварцитів магнетитових | Зона кварцитів силікат-магнетитових | Зона кварцитів магнетит-силікатних | Верстви кварцитів залізистих ко-магнетитових і магнетитових малорудних | Верстви сланців | |
| Зона мартитова | Зона кварцитів гетит-мартит-залізистих слюдкових | Зона кварцитів гетит-залізистих слюдкових | Зона кварцитів гетит-мартитових | Зона кварцитів гетит-дисперсогетит-мартитових | Зона кварцитів гетит-мартит-дисперсогетитових | 6р – кварцити гетит-залізистих ко-мартитових та гетит-мартитових малорудні | 7р – сланці каолініт-гетит-кварц-дисперсогетитові з мартитом | |
| Зона магнетит-мартитова | Зона кварцитів гетит-мартит-залізистих слюдкових | Зона кварцитів гетит-залізистих слюдкових | Зона кварцитів магнетит-мартитових | Зона кварцитів дисперсогетит-силікат-магнетит-мартитових | Зона кварцитів дисперсогетит-силікат-мартитових | 13р – кварцити залізистих ко-мартитових та мартитових малорудні | 14р – сланці каолініт-кварц-дисперсогетитові з мартитом | |
| Зона мартит-магнетитова | Зона кварцитів магнетит-мартит-залізистих слюдкових | Зона кварцитів магнетит-залізистих слюдкових | Зона кварцитів магнетит-мартитових | Зона кварцитів дисперсогетит-силікат-магнетит-мартитових | Зона кварцитів дисперсогетит-силікат-мартитових | 20р – кварцити магнетит-залізистих ко-мартитових та магнетит-мартитових малорудні | 21р – сланці дисперсогетит-кварц-силікатні з мартитом і магнетитом | |
| | Зона мартит-магнетитових залізистих слюдкових | Зона мартит-магнетитових залізистих слюдкових | Зона мартит-магнетитових залізистих слюдкових | Зона мартит-магнетитових залізистих слюдкових | Зона мартит-магнетитових залізистих слюдкових | 27р – кварцити залізистих ко-мартит-магнетитових та мартит-магнетитових малорудні | 28р – сланці дисперсогетит-кварц-силікатні з мартитом і магнетитом | |
| Маршалізовані продукти вивітрювання залізистих кварцитів і сланців | | | | | | | | |
| Маршалітові силучки зони гетит-мартитової | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | 34р – силучка гетит-залізистих слюдко-мартит-кварцова малорудна | 35р – силучка каолініт-гетит-кварц-дисперсогетитова з мартитом | |
| Маршалітові зони гетит-мартитової | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | 41р – кварцити гетит-залізистих слюдко-мартитових і гетит-мартитових малорудні маршалізовані | 42р – сланці каолініт-гетит-кварц-дисперсогетитові з мартитом маршалізовані | |
| Маршалітові зони мартитової | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | 48р – силучка залізистих ко-мартит-кварцова малорудна | 49р – силучка каолініт-кварц-дисперсогетитова з мартитом | |
| Маршалітові зони мартитової | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | Зона мартит-залізистих слюдкових кварцових | 55р – кварцити залізистих ко-мартитових і мартитових малорудні маршалізовані | 56р – сланці каолініт-кварц-дисперсогетитові з мартитом маршалізовані | |
| Багаті гематитові руди | | | | | | | | |
| Багаті гематитові руди зони гетит-мартитової | Зона мартит-залізистих слюдкових | Зона мартит-залізистих слюдкових | Зона мартит-залізистих слюдкових | Зона мартит-залізистих слюдкових | Зона мартит-залізистих слюдкових | 61р – руди багаті гетит-мартит-дисперсогетитові | 62р – руди багаті мартит-каолініт-гетит-дисперсогетитові | |
| Багаті гематитові руди зони мартитової | Зона мартит-залізистих слюдкових | Зона мартит-залізистих слюдкових | Зона мартит-залізистих слюдкових | Зона мартит-залізистих слюдкових | Зона мартит-залізистих слюдкових | 67р – руди багаті мартит-дисперсогетитові | 68р – руди багаті мартит-каолініт-дисперсогетитові | |
| Руди базального горизонту кайнозойського осадового чохла | | | | | | | | |
| 69р – руди багаті залізистих ко-каолініт-кварц-дисперсогетит-мартит-гетитових, 70р – руди бідні залізистих ко-каолініт-дисперсогетит-мартит-кварц-гетитових | | | | | | | | |

Таблиця 2. Усереднені і рядові мінеральні різновиди гематитових руд та їх поширення (Р, об'ємн. %) у розрізі покладу гематитових руд п'ятого, шостого залізистих і шостого сланцевого горизонтів

| Мінеральні різновиди гематитових руд | | | |
|---|-------|--|-------|
| Збільшені різновиди руд | | Рядові різновиди руд, що ввійшли до їх складу | |
| Назва | Р | Назва | Р |
| Вивітрілі залізисті кварцити і сланці | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1у – кварцити гетит-залізнослюдко-мартитові | 4,58 | 1р – кварцити гетит-мартит-залізнослюдкові | 0,61 |
| | | 2р – кварцити гетит-залізнослюдко-мартитові | 2,92 |
| | | 3р – кварцити гетит-мартитові | 1,05 |
| 2у – кварцити гетит-дисперсногетит-мартитові | 0,29 | 4р – кварцити гетит-дисперсногетит-мартитові | 0,24 |
| | | 5р – кварцити гетит-мартит-дисперсногетитові | 0,05 |
| 3у – кварцити гетит-залізнослюдко-мартитові малорудні | 0,31 | 6р – кварцити гетит-залізнослюдко-мартитові та гетит-мартитові малорудні | 0,31 |
| 4у – сланці мартит-каоолініт-гетит-кварц-дисперсногетитові | 0,12 | 7р – сланці каоолініт-гетит-кварц-дисперсногетитові з мартитом | 0,12 |
| 5у – кварцити залізнослюдко-мартитові | 45,74 | 8р – кварцити мартит-залізнослюдкові | 7,35 |
| | | 9р – кварцити залізнослюдко-мартитові | 24,08 |
| | | 10р – кварцити мартитові | 14,31 |
| 6у – кварцити дисперсногематит-мартитові | 9,11 | 11р – кварцити дисперсногематит-мартитові | 7,89 |
| | | 12р – кварцити мартит-дисперсногематитові | 1,22 |
| 7у – кварцити залізнослюдко-мартитові малорудні | 3,03 | 13р – кварцити залізнослюдко-мартитові і мартитові малорудні | 3,03 |
| 8у – сланці мартит-каоолініт-кварц-дисперсногематитові | 1,45 | 14р – сланці каоолініт-кварц-дисперсногематитові з мартитом | 1,45 |
| 9у – кварцити магнетит-залізнослюдко-мартитові | 7,49 | 15р – кварцити магнетит-мартит-залізнослюдкові | 1,04 |
| | | 16р – кварцити магнетит-залізнослюдко-мартитові | 4,32 |
| | | 17р – кварцити магнетит-мартитові | 2,13 |
| 10у – кварцити магнетит-дисперсногематит-мартитові | 0,82 | 18р – кварцити дисперсногематит-силікат-магнетит-мартитові | 0,70 |
| | | 19р – кварцити магнетит-дисперсногематит-силікат-мартитові | 0,12 |
| 11у – кварцити магнетит-залізнослюдко-мартитові малорудні | 0,31 | 20р – кварцити магнетит-залізнослюдко-мартитові і магнетит-мартитові малорудні | 0,31 |
| 12у – сланці магнетит-дисперсногематит-кварц-силікатні | 0,18 | 21р – сланці дисперсногематит-кварц-силікатні з мартитом і магнетитом | 0,18 |
| 13у – кварцити мартит-залізнослюдко-магнетитові | 4,02 | 22р – кварцити мартит-магнетит-залізнослюдкові | 0,67 |
| | | 23р – кварцити залізнослюдко-мартит-магнетитові | 2,06 |
| | | 24р – кварцити мартит-магнетитові | 1,29 |
| 14у – кварцити мартит-дисперсногематит-магнетитові | 0,48 | 25р – кварцити силікат-мартит-магнетитові | 0,41 |
| | | 26р – кварцити мартит-дисперсногематит-силікат-магнетитові | 0,07 |
| 15у – кварцити мартит-залізнослюдко-магнетитові малорудні | 0,23 | 27р – кварцити залізнослюдко-мартит-магнетитові і мартит-магнетитові малорудні | 0,23 |
| 16у – сланці дисперсногематит-магнетит-кварц-силікатні | 0,11 | 28р – сланці дисперсногематит-кварц-силікатні з магнетитом | 0,11 |
| Маршалізовані продукти вивітрювання залізистих кварцитів і сланців | | | |
| 17у – сипучка гетит-залізнослюдко-мартит-кварцова | 0,77 | 29р – сипучка гетит-мартит-залізнослюдко-кварцова | 0,12 |
| | | 30р – сипучка гетит-залізнослюдко-мартит-кварцова | 0,40 |
| | | 31р – сипучка гетит-мартит-кварцова | 0,25 |
| 18у – сипучка гетит-дисперсногетит-мартит-кварцова | 0,06 | 32р – сипучка гетит-дисперсногетит-мартит-кварцова | 0,04 |
| | | 33р – сипучка гетит-мартит-дисперсногетит-кварцова | 0,02 |
| 19у – сипучка гетит-залізнослюдко-мартит-кварцова малорудна | 0,02 | 34р – сипучка гетит-залізнослюдко-мартит-кварцова і гетит-мартит-кварцова малорудна | 0,02 |
| 20у – сипучка мартит-каоолініт-гетит-кварц-дисперсногетитова | 0,01 | 35р – сипучка каоолініт-гетит-кварц-дисперсногетитова з мартитом | 0,01 |
| 21у – кварцити гетит-залізнослюдко-мартитові маршалізовані | 3,51 | 36р – кварцити гетит-мартит-залізнослюдкові маршалізовані | 0,52 |
| | | 37р – кварцити гетит-залізнослюдко-мартитові маршалізовані | 2,13 |
| | | 38р – кварцити гетит-мартитові маршалізовані | 0,86 |
| 22у – кварцити гетит-дисперсно-гетит-мартитові маршалізовані | 0,12 | 39р – кварцити гетит-дисперсногетит-мартитові маршалізовані | 0,09 |
| | | 40р – кварцити гетит-мартит-дисперсногетитові маршалізовані | 0,03 |
| 23у – кварцити гетит-залізнослюдко-мартитові малорудні маршалізовані | 0,03 | 41р – кварцити гетит-залізнослюдко-мартитові і гетит-мартитові малорудні маршалізовані | 0,03 |
| 24у – сланці мартит-каоолініт-гетит-кварц-дисперсногетитові маршалізовані | 0,01 | 42р – сланці каоолініт-гетит-кварц-дисперсногетитові з мартитом маршалізовані | 0,01 |
| 25у – сипучка залізнослюдко-мартит-кварцова | 1,99 | 43р – сипучка мартит-залізнослюдко-кварцова | 0,34 |
| | | 44р – сипучка залізнослюдко-мартит-кварцова | 1,03 |
| | | 45р – сипучка мартит-кварцова | 0,62 |
| 26у – сипучка дисперсногематит-мартит-кварцова | 0,07 | 46р – сипучка дисперсногематит-мартит-кварцова | 0,05 |
| | | 47р – сипучка мартит-дисперсногематит-кварцова | 0,02 |

Закінчення табл. 2

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|-------|---|------|
| 27у – сипучка залізнослюдко-мартит-кварцова малорудна | 0,03 | 48р – сипучка залізнослюдко-мартит-кварцова і мартит-кварцова малорудна | 0,03 |
| 28у – сипучка мартит-каолініт-кварц-дисперсногематитова | 0,02 | 49р – сипучка каолініт-кварц-дисперсногематитова з мартитом | 0,02 |
| 29у – кварцити залізнослюдко-мартитові маршалізовані | 11,38 | 50р – кварцити мартит-залізнослюдкові маршалізовані | 1,67 |
| | | 51р – кварцити залізнослюдко-мартитові маршалізовані | 6,22 |
| | | 52р – кварцити мартитові маршалізовані | 3,49 |
| 30у – кварцити дисперсногематит-мартитові маршалізовані | 0,33 | 53р – кварцити дисперсногематит-мартитові маршалізовані | 0,26 |
| | | 54р – кварцити мартит-дисперсногематитові маршалізовані | 0,07 |
| 31у – кварцити залізнослюдко-мартитові малорудні маршалізовані | 0,08 | 55р – кварцити залізнослюдко-мартитові і мартитові малорудні маршалізовані | 0,08 |
| 32у – сланці мартит-каолініт-кварц-дисперсногематитові маршалізовані | 0,04 | 56р – сланці каолініт-кварц-дисперсногематитові з мартитом маршалізовані | 0,04 |
| Багаті гематитові руди | | | |
| 33у – руди багаті гетит-залізнослюдко-мартитові | 0,47 | 57р – руди багаті гетит-мартит-залізнослюдкові | 0,05 |
| | | 58р – руди багаті гетит-залізнослюдко-мартитові | 0,31 |
| | | 59р – руди багаті гетит-мартитові | 0,11 |
| 34у – руди багаті гетит-дисперсногетит-мартитові | 0,05 | 60р – руди багаті гетит-дисперсногетит-мартитові | 0,03 |
| | | 61р – руди багаті гетит-мартит-дисперсногетитові | 0,02 |
| 35у – руди багаті мартит-каолініт-гетит-дисперсногетитові | 0,01 | 62р – руди багаті мартит-каолініт-гетит-дисперсногетитові | 0,01 |
| 36у – руди багаті залізнослюдко-мартитові | 2,53 | 63р – руди багаті мартит-залізнослюдкові | 0,32 |
| | | 64р – руди багаті залізнослюдко-мартитові | 1,43 |
| | | 65р – руди багаті мартитові | 0,78 |
| 37у – руди багаті дисперсногематит-мартитові | 0,05 | 66р – руди багаті дисперсногематит-мартитові | 0,03 |
| | | 67р – руди багаті мартит-дисперсногематитові | 0,02 |
| 38у – руди багаті мартит-каолініт-дисперсногематитові | 0,01 | 68р – руди багаті мартит-каолініт-дисперсногематитові | 0,01 |
| Руди базального горизонту кайнозойського осадового чохла | | | |
| 39у – руди залізнослюдко-каолініт-дисперсногетит-кварц-мартит-гетитові | 0,14 | 69р – руди багаті залізнослюдко-каолініт-кварц-дисперсногетит-мартит-гетитові | 0,08 |
| | | 70р – руди бідні залізнослюдко-каолініт-дисперсногетит-мартит-кварц-гетитові | 0,06 |

Таблиця 3. Об'єднані мінеральні різновиди гематитових руд (Р, об'ємн. %) п'ятого, шостого залізистих і шостого сланцевого горизонтів

| Мінеральні різновиди гематитових руд | | | |
|--|--|----------|--|
| Об'єднані мінеральні різновиди гематитових руд | | | Індекси рядових різновидів руд, що увійшли до складу відповідних об'єднаних різновидів |
| Індекси | Назва | Р, об. % | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1о | Кварцити гетит-залізнослюдко-мартитові | 4,89 | 1р, 2р, 3р, 6р |
| 2о | Кварцити гетит-дисперсно-гетит-мартитові | 0,29 | 4р, 5р |
| 3о | Кварцити залізнослюдко-мартитові | 48,77 | 8р, 9р, 10р, 13р |
| 4о | Кварцити дисперсногематит-мартитові | 9,11 | 11р, 12р |
| 5о | Кварцити магнетит-залізнослюдко-мартитові (кварцити магнетит-залізнослюдкові, залізнослюдко-магнетитові і магнетитові, сильно мартитизовані) | 7,80 | 15р, 16р, 17р, 20р |
| 6о | Кварцити дисперсногематит-силікат-магнетит-мартитові (кварцити силікат-магнетитові і магнетит-силікатні, сильно мартитизовані) | 0,82 | 18р, 19р |
| 7о | Кварцити залізнослюдко-мартит-магнетитові (кварцити магнетит-залізнослюдкові, залізнослюдко-магнетитові і магнетитові, слабо мартитизовані) | 4,25 | 22р, 23р, 24р, 27р |
| 8о | Кварцити мартит-силікат-магнетитові з дисперсним гематитом (кварцити силікат-магнетитові і магнетит-силікатні, слабо мартитизовані) | 0,48 | 25р, 26р |
| 9о | Сланці кварц-силікатні з магнетитом, вивітрілі (шостий сланцевий горизонт) | 1,94 | 7р, 14р, 21р, 28р, 35р, 42р, 49р, 56р |
| 10о | Сипучка залізнослюдко-мартит-кварцова | 2,94 | 29р, 30р, 31р, 32р, 33р, 34р, 43р, 44р, 45р, 46р, 47р, 48р, |
| 11о | Кварцити залізнослюдко-мартитові, маршалізовані | 15,45 | 36р, 37р, 38р, 39р, 40р, 41р, 50р, 51р, 52р, 53р, 54р, 55р, |
| 12о | Руди багаті залізнослюдко-мартитові | 3,12 | 57р, 58р, 59р, 60р, 61р, 62р, 63р, 64р, 65р, 66р, 67р, 68р |
| 13о | Руди залізнослюдко-каолініт-дисперсногетит-кварц-мартит-гетитові з базального горизонту кайнозойського осадового чохла | 0,14 | 69р, 70р |

2) кварцити дисперсно-гематит-силікат-магнетит-мартитові – різновид 6о;

3) кварцити мартит-силікат-магнетитові з дисперсним гематитом – різновид 8о;

4) руди залізностюдко-каолінит-дисперсногетит-кварц-мартит-гетитові базального горизонту кайнозойського осадового чохла – різновид 13о.

Об'єднані різновиди гематитових руд, як впливає із зазначеного вище, представлені близькими за мінеральним і хімічним складом, а також особливостями збагачуваності рядові різновиди і при структурно-мінералогічному картуванні родовища потрібно проводити виділення не рядових різновидів, а саме об'єднаних, що дає змогу оконтурити близькі за мінеральними, хімічними і фізичними властивостями ділянки, а це, у свою чергу, сприятиме підвищенню якості вилученої сировини і розробці оптимальної схеми її збагачення.

Отже, застосування під час видобутку гематитових руд і розробки схем їх збагачення запропонованої класифікації може позитивно позначитися на зниженні економічних затрат видобутку і переробки окислених руд залізородних родовищ докембрію.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белевцев Я. Н., Тохтуев Г. В., Стрыгин А. И. и др. Геология Криворожских железородных месторождений. К.: Изд-во АН УССР, 1962. Т. 1. 484 с. Т. 2. 567 с.

2. Железисто-кремнистые формации докембрия Европейской части СССР Минералогия/ Б. И. Пирогов, Ю. М. Стебновская, В. Д. Евтехов и др. К.: Наукова думка, 1989. 168 с.

3. Рудько Г. І., Плотников В. О., Рядованов С. В. Геолого-економічна оцінка окислених залізистих кварцитів в залізисто-кременистих формаціях докембрію Українського щита. Київ–Чернівці: Букрек, 2012. 328 с.

УДК 553.661.071.550.812.14(477.83)

О. Д. ШУРОВСЬКИЙ, головний геофізик (Прикарпатське державне підприємство “Спецгеологорозвідка”),
С. Г. АНИКЕЄВ, канд. геол. наук, доцент кафедри польової нафтогазової геофізики (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу)

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОТОЧНОЇ ГРАВІРОЗВІДКИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОДОВИЩ САМОРОДНОЇ СІРКИ МЕТОДОМ ПІДЗЕМНОЇ ВИПЛАВКИ

Інтерпретацію детальних високоточних гравіметричних спостережень на площах сірчанних родовищ спрямовано на виявлення та оконтурення зон підвищеного вмісту самородної сірки в рудоносному пласті або зон інтенсивної підземної виплавки, тобто підпорядковано проблемі підвищення ефективності експлуатації сірчанних родовищ. Досвід багаторічної практики (1990–2006 рр.) застосування гравітаційної розвідки на родовищах самородної сірки до та після експлуатації їх методом підземної виплавки втілено в методиці гравіметричного прогнозу природних або посттехногенних змін у густинній будові геологічних середовищ на глибинах у перші сотні метрів. Методика геологічної інтерпретації локальних аномалій поля сили тяжіння, що спричинені густинними неоднорідностями в геологічних середовищах малих об'ємів, передбачає застосування комп'ютерних технологій швидкого рішення прямих і обернених задач гравірозвідки великої розмірності. Наведено приклад інтерпретації аномального поля сили тяжіння на Староязівській ділянці підземної виплавки сірки та в північно-західній частині Головного покладу Язівського родовища Прикарпатського сірконосного басейну.

The interpretation of detailed precision gravimetric observations on sulfur deposits aimed at identifying and mapping areas of higher concentrations of native sulfur in the ore-bearing layer or zones of intensive underground melting that is subject to the problem of increasing the efficiency of operation of sulfur deposits. Experience of long-term research practices (1990–2006) of native sulfur deposits by gravity exploration before and after their operation by underground melting sulfur embodied in the gravimetric method prediction of natural and post man-made changes in the density structure of geological environments at depths of few hundred meters. Method of the geological interpretation of local anomalies gravity field that caused of the density heterogeneities in geological environments of small volumes involves the use of computer technology a quick solution of gravity direct and inverse problems of large dimension. An example of the anomalous gravity field interpretation within the Main deposit Yazivsk sulfur field of the Precarpathian basin was described.

В Україні всі запаси та прогнозні ресурси самородної сірки пов'язані з Прикарпатським сірконосним басейном, у межах якого відомо близько 20-ти родовищ. Перспектива щодо запасів сірки по окремих ділянках родовищ сягає 20–30 років за потужності по виробництву до 200 тис. т сірки і більше в рік. Самородна сірка добувалась Яворівським державним гірничохімічним підприємством “Сірка” (ЯДГХП) відкритим способом і методом підземної виплавки сірки (ПВС) [8] на Язівському й Немирівському родовищах.

Метод ПВС з використанням достатньо щільної мережі свердловин [9] є економічно та екологічно прийнятним, але інтенсивність виплавки на родовищах сірки нерівномірні [10, 18]. Відомі ділянки, де з одних свердловин вихід сірки становив 10–20 % балансових запасів, а зі свердловин, розміщених поряд – 200 % і навіть до 400 %, що зумовлене перерозподілом сірки в рудному пласті під час ПВС. Успішність реексплуатації родовища залежить від уточнення змін контуру покладів та структурно-морфологічних особливостей рудних тіл, мікрорельєфу покрівлі й підосви

продуктивного горизонту, уточнення поділу його за різним ступенем ущільненості руд, виявлення водопроникних зон, а також від уточнення залишкових запасів самородної сірки. Для дорозвідки родовищ використовують комплекс методів розвідувальної геофізики: високоточну гравірозвідку й зондування становленням електромагнітного поля в ближній зоні (ЗСБ) [19].

Геофізична експедиція Прикарпатського державного підприємства (ПДП) “Спецгеологорозвідка” (м. Івано-Франківськ) разом з Івано-Франківським національним технічним уні-

верситетом нафти і газу та Карпатським відділенням інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України (м. Львів) на основі багаторічних досліджень (1995–2006 рр.) на родовищах Прикарпатського сірконосного басейну розробили методу оцінки залишкових запасів і контролю за виплавою сірки в процесі їх експлуатації без додаткового буріння розвідувальних свердловин [19]. Методика передбачає використання геолого-геофізичних матеріалів попередніх етапів і залучення методів розвідувальної геофізики, серед яких високоточна гравірозвідка є найбільш інформативною.

Можливість оцінки стану родовища самородної сірки гравіметричною зйомкою ґрунтується на прямій залежності інтенсивності аномалій поля сили тяжіння від зміни об'ємної густини, яка відбувається внаслідок диференціації вмісту сірки й пористості сірконосних порід (природна диференціація порід продуктивного пласта), та від зміни густини з часом, яка є наслідком підземної гідротермальної виплавки сірки (техногенна диференціація). Тестовим моделюванням (В. Я. Біліченко, 1995 р.) показано, що для типового розрізу сірчанних родовищ Прикарпатського басейну підземна виплавка сірки може спричинити аномалії сили тяжіння інтенсивністю до $(-0,025 \text{--} -0,05) \cdot 10^{-5} \text{ м/с}^2$ під час виплавки сірки на локальних ділянках і до $-0,08 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}^2$ – під час виплавки зі всього пласта. Такі само результати отримано низкою модельних експериментів [13].

Геологічну ефективність певної методики інтерпретації геофізичних полів можна оцінити на імітаційних прикладах, що максимально наближені до реальних умов вирішення конкретних геологічних завдань. Методикою

імітаційного моделювання передбачено, як зазначав В. М. Страхов [21], не тільки випробування комп'ютерних інтерпретаційних технологій, а передусім виявлення особливостей інтерпретаційного процесу в конкретних умовах та розвиток методів досліджень будови геологічного розрізу. Детальну імітаційну інтерпретацію гравітаційного поля, головним завданням якої було виявлення змін у густинній будові розрізу родовища після видобутку сірки методом ПВС, виконано за матеріалами Немирівського родовища сірки. Низкою варіантів комп'ютерного імітаційного моделювання підтверджено можливість достовірного виявлення локальних просторово-часових змін у розподілі густин гірських порід, що пов'язані із зонами інтенсивної виплавки сірки [3]. Методикою імітаційного гравітаційного моделювання викладено в роботах [3, 5].

Гравіметричний метод контролю передбачає *детальну високоточну зйомку поля сили тяжіння* після ПВС. Зйомка поля має бути не менше ніж трикратною й виконуватися за методикою, що відповідає принципу локальної точності [15]. Локальні аномалії, які зумовлені верхньою частиною геологічного розрізу до глибин рудоносного пласта включно, можна виділити зі спостереженого поля сили тяжіння трансформацією осереднення, радіус якого приблизно відповідає глибині залягання пласта. У трансформованому полі разом з техногенними аномаліями (наслідками видобутку сірки) локалізуються і ефекти природних джерел, що розміщені в геологічному розрізі над продуктивним пластом. Виконання фонові (до ПВС) гравітаційної зйомки суттєво підвищує достовірність виявлення й картування зон виплавки сірки, бо просте

визначення різниці між полями, спостереженими до й після ПВС, надає просторово-часові аномалії переважно техногенного походження. Крім того, високоточний гравіметричний моніторинг на ділянках родовищ, які вже виведені з експлуатації, може бути використаний і для прогнозу посттехногенних процесів, зокрема розвитку карстоутворень та провалів денної поверхні.

Порівняно з якісною інтерпретацією гравітаційне моделювання, тобто розв'язування прямих і обернених задач гравірозвідки (ОЗГ), дає змогу детально досліджувати та оконтурювати зони розуцілення як у плані, так і в розрізі родовища. Методу такої кількісної інтерпретації просторово-часових аномалій поля сили тяжіння засновано на комп'ютерних технологіях уточнення й деталізації довільних за складністю та розмірами густинних моделей геологічних середовищ [3, 6].

Гравіметричний моніторинг підземної виплавки сірки вперше застосований на західній площі Шаварівської дільниці Немирівського родовища (1990–1992 рр.). Під час інтерпретації просторово-часових аномалій поля сили тяжіння, які визначено як різницю між спостереженим полем, зйомку якого виконано після ПВС, і фоновим полем, зйомку якого виконано до ПВС, отримано тривимірну модель змін у розподілі густин лише в межах рудного пласта [1]. За результатами моделювання найбільші розуцілення тяжіють до підвищеної частини пласта, а в заглиблених частинах пласта вони меншої інтенсивності або відсутні, що зумовлене погіршенням умов виплавки або стіканням розплавленої сірки в ці частини пласта [11].

Однак більшість дільниць ПВС відроблені без попередньої фонові граві-

таційної зйомки. Ми запропонували спосіб, який заснований на розв'язанні 3D ОЗГ. Він потребує ретельного й максимального врахування геологічних даних по розрізу, особливо по щільній мережі свердловин щодо геометрії товщ і густини порід, для відтворення детальної апріорної моделі геологічного середовища, що вміщує рудний пласт (модель до ПВС). Результатом інтерпретації поля сили тяжіння, спостереженого після ПВС, є уточнена й деталізована модель розподілу густин, де зони розуцілення, що відсутні в апріорній моделі рудного пласта, вірогідно, відобразатимуть інтенсивність виплавки сірки.

Нижче наведено інтерпретацію спостереженого поля сили тяжіння на Старо-язівській дільниці ПВС і в північно-західній частині Головного покладу Язівського родовища (2000–2006 рр.) у послідовності, що відповідає основним крокам методики кількісної інтерпретації геолого-гравіметричних матеріалів: аналіз геологічної ситуації в зіставленні з морфологією спостереженого поля сили тяжіння, створення апріорних моделей, виконання гравітаційного моделювання (розв'язання оберненої задачі) та геологічного аналізу результатів моделювання.

Геологічна характеристика розрізу сірчанних родовищ Прикарпатського басейну. Прикарпатський сірконосний басейн розміщений у смузі зчленування Західноєвропейської, південно-західної країни Східноєвропейської платформ і Передкарпатського прогину (рис. 1), яка є структурно-формаційною зоною розвитку сульфатних порід, де рудні поля розвинуті на перетині або розгалуженні розломів [17, 20].

У формуванні геологічного розрізу беруть участь відклади палеозойського,

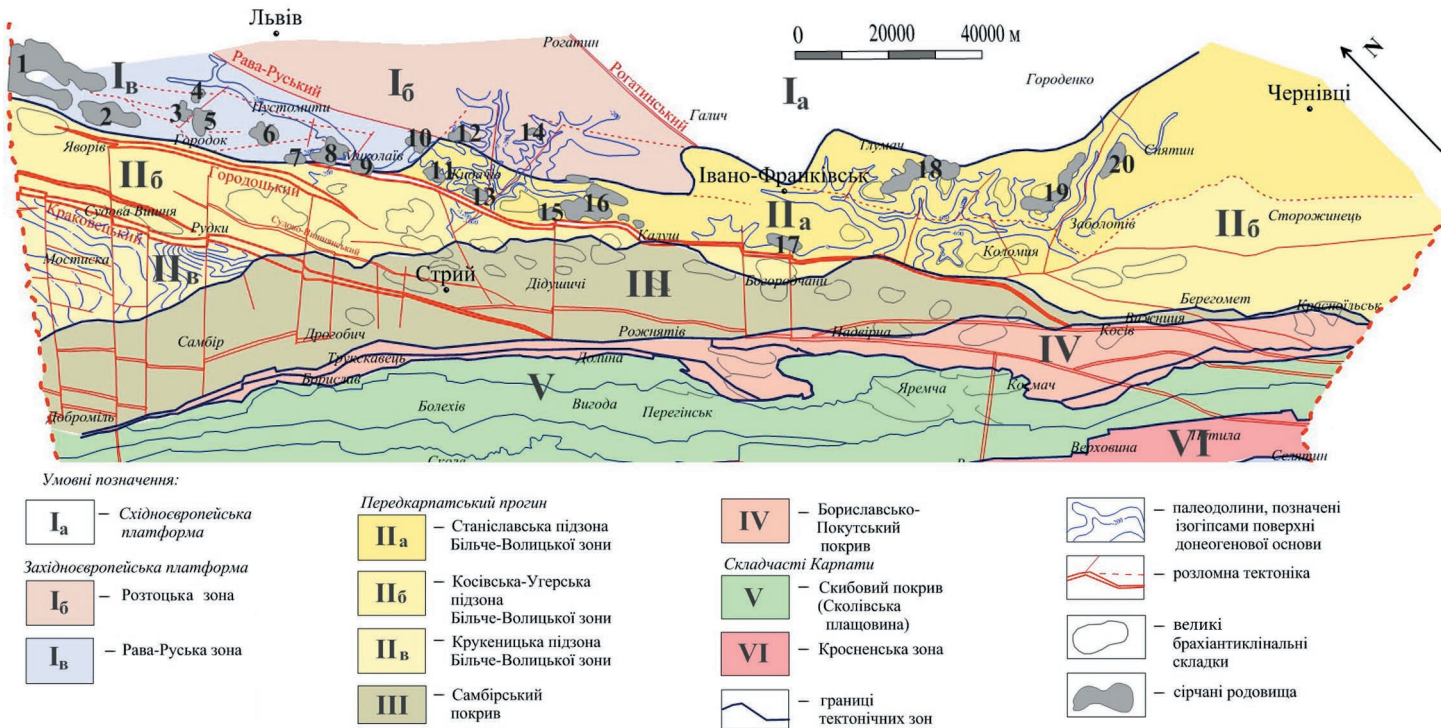


Рис. 1. Схема розміщення сірчанних родовищ Передкарпаття (на основі фрагмента тектонічної карти Українських Карпат, за ред. В. В. Глушка, С. С. Круглова, 1986 р.)

Сірчані родовища: 1 – Немирівське, 2 – Язівське, 3 – Молошковецьке, 4 – Лісновецьке, 5 – Речичанське, 6 – Любенське, 7 – Сорочанське, 8 – Гуменецьке, 9 – Вербізьке, 10 – Роздольське, 11 – Деменське, 12 – Тейсарівське, 13 – Жидачівське, 14 – Молодинецьке, 15 – Подорожнянське, 16 – Журавненське, 17 – Лисецьке, 18 – Тлумацьке, 19 – Загайпільське, 20 – Шевченківське

мезозойського, неогенового та четвертинного віку. Сірконосні пласти залягають у верхньомоласових товщах міоцену (N_1), що трансгресивно залягають на розмитій поверхні крейди (K_2). Міоценові відклади представлені тортонським (N_{1t}) і сарматським (N_{1sm}) ярусами.

Нижньотортонський підповерх (N_{1t1}) об'єднує літотамнієві вапняки, піски та пісковики (нараївський горизонт – N_{1t1nr}) й глини, мергелі, піски та пісковики з прошарками туфів і туфопісковиків (баранівський горизонт – N_{1t1br}). Верхньотортонський підповерх (N_{1t2}) – хомогенні сульфатно-карбонатні відклади (тираська світа – N_{1t2ts}): гіпсоангідрити й вторинні (метасамотичні) осірковані вапняки, з якими пов'язані всі сірчані родовища Прикарпаття (дністровський горизонт – $N_{1t2ts^{dn}}$), та вапняки (ратненський горизонт – $N_{1t2ts^{rt}}$); а також глини з перешаруванням пісковиків, алевролітів, туфів

та туфопісковиків (косівська світа – N_{1t2ks}). Сарматський ярус – товща шаруватих глин (нижньосарматський підповерх – N_{1t2sm1}). Четвертинні відклади – це делювіальні й пролювіальні суглинки, флювіогляціальні піски та піщано-галькові товщі [20].

Староязівська ділянка ПВС на Головному покладі Язівського родовища самородної сірки. Схему спостереженого поля сили тяжіння після ПВС на Староязівській ділянці показано на рис. 2. Розмір площі – $600 \times 600 \text{ м}^2$; сітка спостережень – $10 \times 10 \text{ м}^2$; точність зйомки $\leq 0,02 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}^2$. Локальні аномалії (рис. 3) виділено зі спостереженого поля за допомогою осереднення з радіусом вікна в 100 м, який відповідає глибинам залягання продуктивного пласта ($\approx 80\text{--}120 \text{ м}$). Більшість свердловин з високим видобутком самородної сірки розміщені в межах від'ємних локальних аномалій, які або зумовлені інтенсивним видобутком

сірки (техногенні аномалії), або є ефектами природних джерел.

Відповідно до геологічного завдання щодо виявлення

й оконтурення зон інтенсивної підземної виплавки сірки апіорна модель середовища має детально відображати будову ділянки родовища са-

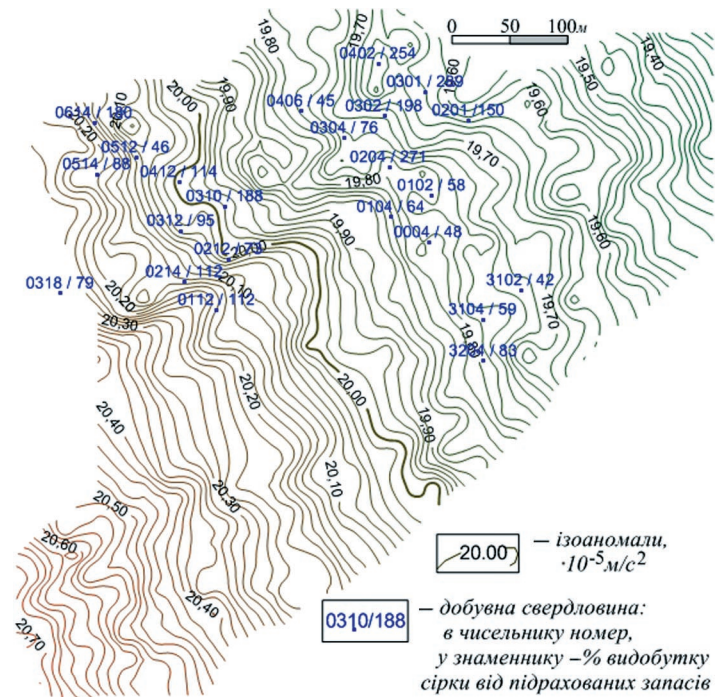


Рис. 2. Староязівська ділянка ПВС на Головному покладі Язівського родовища самородної сірки. Аномалії сили тяжіння в редуції Буге

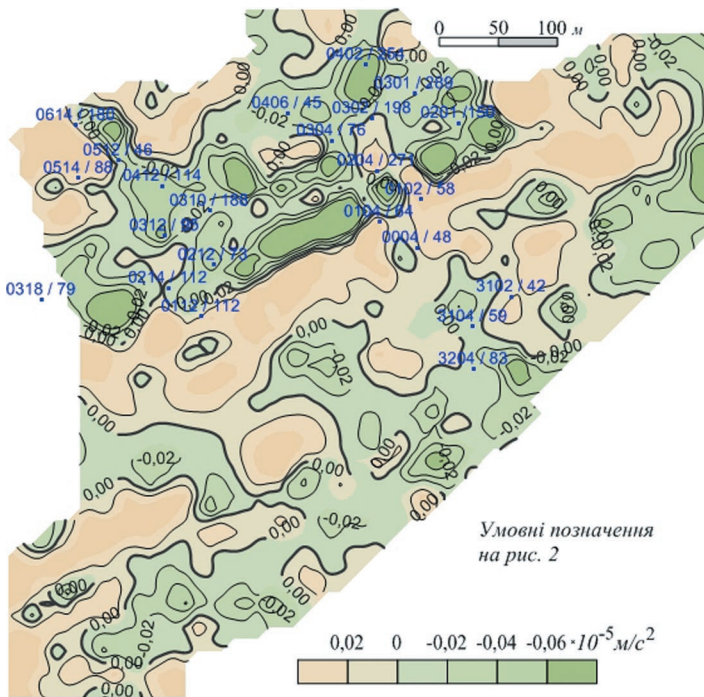


Рис. 3. Старозівська дільниця ПВС на Головному покладі Язівського родовища самородної сірки. Локальні аномалії поля сили тяжіння (глибина простереження 0–120 м)

мородної сірки до її експлуатації. Априорну тривимірну модель родовища, один з розрізів якої представлено на рис. 4, складено в межах найбільшого інтервалу глибин залягання продуктивної товщі (70–120 м – глибини визначено стосовно умовної площини приведення, за яку прийнято найменшу альтитуду, що в межах площі). Густинову характеристику літологічних комплексів (таблиця), як і геометрію геологічних границь родовища, зокрема покрівлі й підшви кондиційної руди (рис. 5), відтворено за даними буріння й матеріалами геофізичних досліджень свердловин і лабораторних досліджень кернів з урахуванням досвіду щодо геолого-гравітаційного моделювання сірчанних родовищ у межах Передкарпатського басейну в попередні роки [11, 12, 13, 1].

Достовірність гравітаційного моделювання залежить від ступеня адекватності геологічним завданням обраної методики інтерпретації, також залежить і від точності та детальності априорних мо-

Таблиця. Густинова характеристика товщ априорної моделі розрізу

| Вік порід | Породи | Глибини, м (абсолютні відмітки) | Інтервал густин, $\cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ | Ефективна густина, $\cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ |
|-----------------|---------------------------|---------------------------------|--|--|
| Q | Пісок, галечник, суглинок | – | 2,00–2,30 | 2,10 |
| N_1t_2sm-ks | Глини | < 85 (>164) | 2,10–2,50 | 2,30 |
| N_1t_2ks | Пісковик | 69–93 (156–181) | 2,20–2,60 | 2,40 |
| $N_1t_2ts^{nr}$ | Вапняк неосіркований | 79–104 (146–171) | 2,60–2,86 | 2,68 |
| $N_1t_2ts^{dn}$ | Вапняк осіркований | 80–107 (143–170) | 2,20–2,80 | 2,50 |
| $N_1t_2ts^{dn}$ | Кондиційна руда | 80–115 (135–170) | 2,20–2,60 | 2,40 |
| $N_1t_2ts^{dn}$ | Вапняк осіркований | 81–115 (135–169) | 2,20–2,80 | 2,60 |
| $N_1t_2ts^{dn}$ | Гіпсоангідрит | > 89 (<160 м) | 2,40–2,98 | 2,75 |

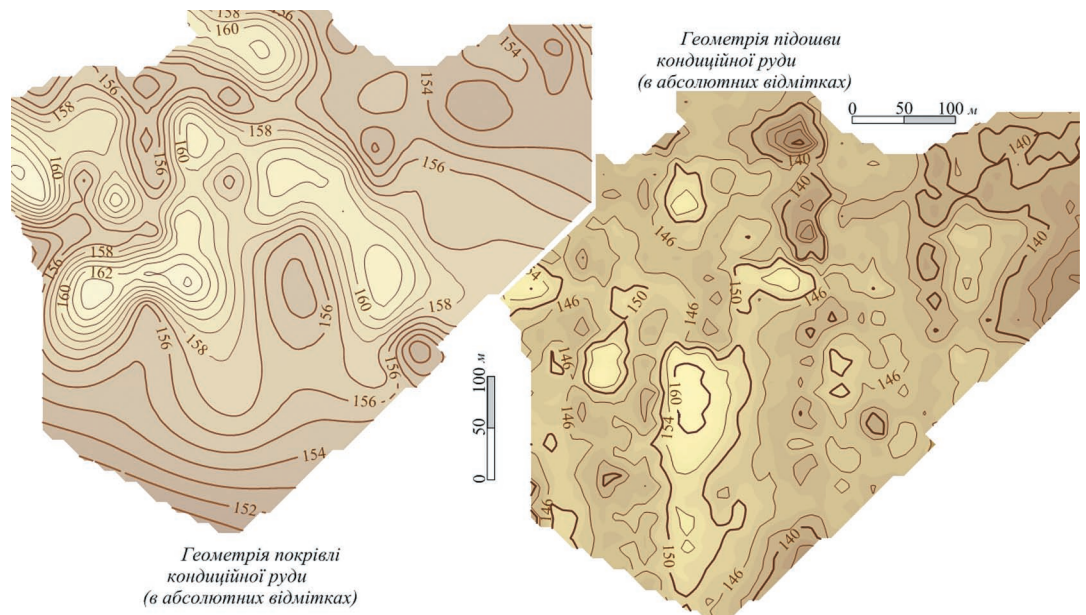
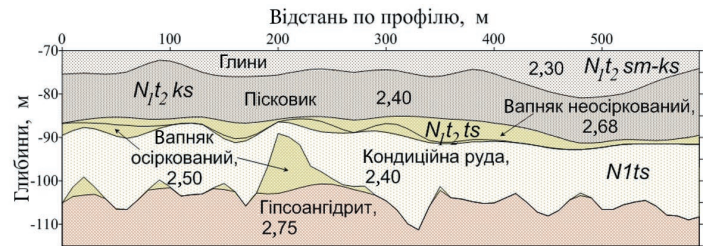


Рис. 5. Старозівська дільниця ПВС на Головному покладі Язівського родовища самородної сірки. Фрагмент априорної тривимірної моделі: геометрія покрівлі й підшви кондиційної руди (в абсолютних відмітках)



Дискретизація 3D моделі в плані – $10 \cdot 10 \text{ м}^2$, по осі z – 3 м, 2,75 – априорні густини гірських порід, $\cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

Рис. 4. Старозівська дільниця ПВС на Головному покладі Язівського родовища самородної сірки. Розріз априорної тривимірної моделі (профіль широтного напрямку)

дельних побудов, від апроксимаційної конструкції (способу дискретизації області геологічного середовища), від якості врахування впливу бокових зон, регіонального фону тощо. Утім довільне за складністю геологічне середовище можна детально описати великою кількістю маленьких комірок, але практична цінність такої

апроксимації залежить від комп'ютерних технологій, які б забезпечували достатньо точно й швидко розв'язання прямих і обернених задач гравірозвідки на моделях дуже великої розмірності.

Комп'ютерні технології гравітаційного моделювання для опису густинних моделей мають використовувати щільну упаковку маленьких

комірок [7]. Для родовища самородної сірки це щільна упаковка прямокутних паралелепіпедів розмірами $10 \times 10 \times 1 \text{ м}^3$ (3D моделі) або прямокутних призм розмірами $10 \times 1 \text{ м}^2$ (у разі 2D моделі). Розміри комірок у плані (по профілю) визначено масштабом гравіметричної зйомки. Загальна кількість комірок для апроксимації 3D густинної моделі Староязівської дільниці ПВС родовища сірки становила $60 \times 60 \times 50$ комірок.

Бокові зони, що прилягають до тривимірної моделі, апроксимовані горизонтальним продовженням густинних границь, які виходять на грані моделі, на нескінченність. До того ж, для точнішого врахування впливу бокових зон передбачено побудову моделей ближніх бокових зон [3]. Регіональний фон (складова спостереженого поля, яка зумовлена будовою частини геологічного розрізу, що нижче області досліджень) наближено описано нахиленою площиною, що є найбільш оптимальною апроксимацією з геологічних міркувань [14]. Для зменшення впливу частини розрізу, що вище області досліджень, та похибок спостережень виконано згладжування поля за способом О. К. Маловічка [16], який для цього й призначений.

Задля дотримання високої достовірності результатів моделювання візуалізацію моделі і схеми спостереженого поля сили тяжіння виконано тільки в межах контуру ділянки, що покрита щільною мережею свердловин.

Інтерпретацію геолого-гравіметричних матеріалів проведено з використанням комп'ютерної системи "Complex Gravity" [2].

Геогустинну модель Староязівської дільниці ПВС Язівського родовища, яка є результатом розв'язання 3D оберненої задачі гравірозвідки, можна буде представити у вигляді розподілу густин

по зрізах через *один метр* та по геологічних поверхнях. На рис. 6 модель надано розподілом густин по окремих горизонтальних зрізах в інтервалі глибин 91–105 м, на рис. 7 – по покрівлі й підшві продуктивного пласта, а також розподілом середньозваженої (ефективної) густини по товщі пласта. Зони дефіциту мас (розущільнення) оконтурені ізоденсою $2,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Тривимірна геогустинна модель зіставлена з даними видобутку сірки. Зони дефіциту мас по покрівлі кондиційної руди (рис. 7а) займають більшу частину ділянки ПВС (північну, північно-західну та південно-східну ділянки) й переважно оточують експлуатаційні свердловини з високим видобутком сірки (понад 40 % від підрахованих запасів). Найбільший видобуток сірки зосереджений в її північній ділянці. З глибиною контури дефіциту мас змінюються й на глибинах 93–97 м (рис. 6) розпадаються на частини, але північна зона загалом зберігається. В інтервалі глибин 98–102 м виявлено зону дефіциту мас північно-східного простягання. Вона простежується до підшви кондиційної товщі й відділена від північної зони широкою смугою ущільнених порід. У південно-західній частині цієї смуги з 97 м виділяється ізометрична зона ущільнення з густиною від $2,6 \cdot 10^3$ до $2,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, яка з глибиною, не змінюючи форми, збільшується в плані. Ущільнена зона відображає наявну на цих глибинах товщу гіпсоангідритів. Розподіл густини по підшві кондиційної руди (рис. 7в) у загальних рисах зберігає форму, характерну для нижньої частини горизонту на глибинах 99–102 м (рис. 6).

План розподілу ефективної густини (рис. 7б) дає загальне просторове уявлення про розподіл мас у рудному

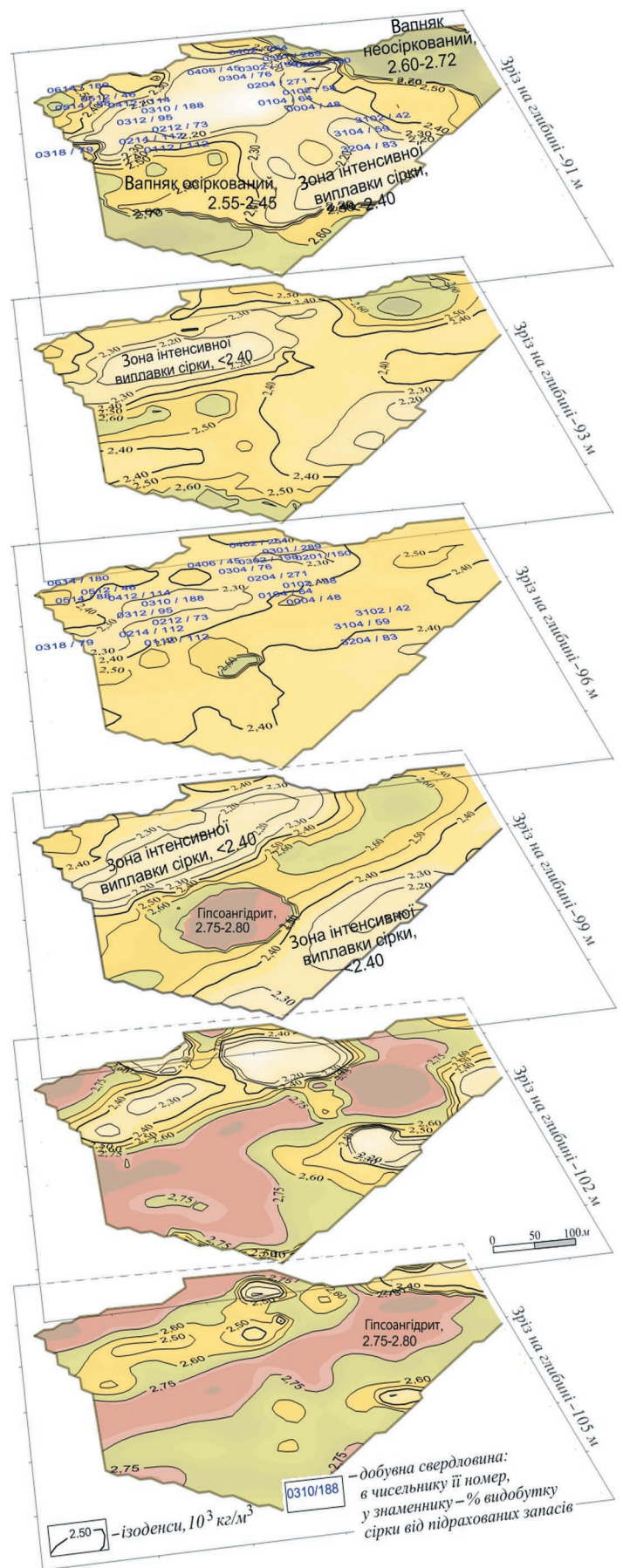


Рис. 6. Староязівська дільниця ПВС на Головному покладі Язівського родовища самородної сірки. Тривимірна густинна модель покладу сірки (інтервал глибин 91–105 м)

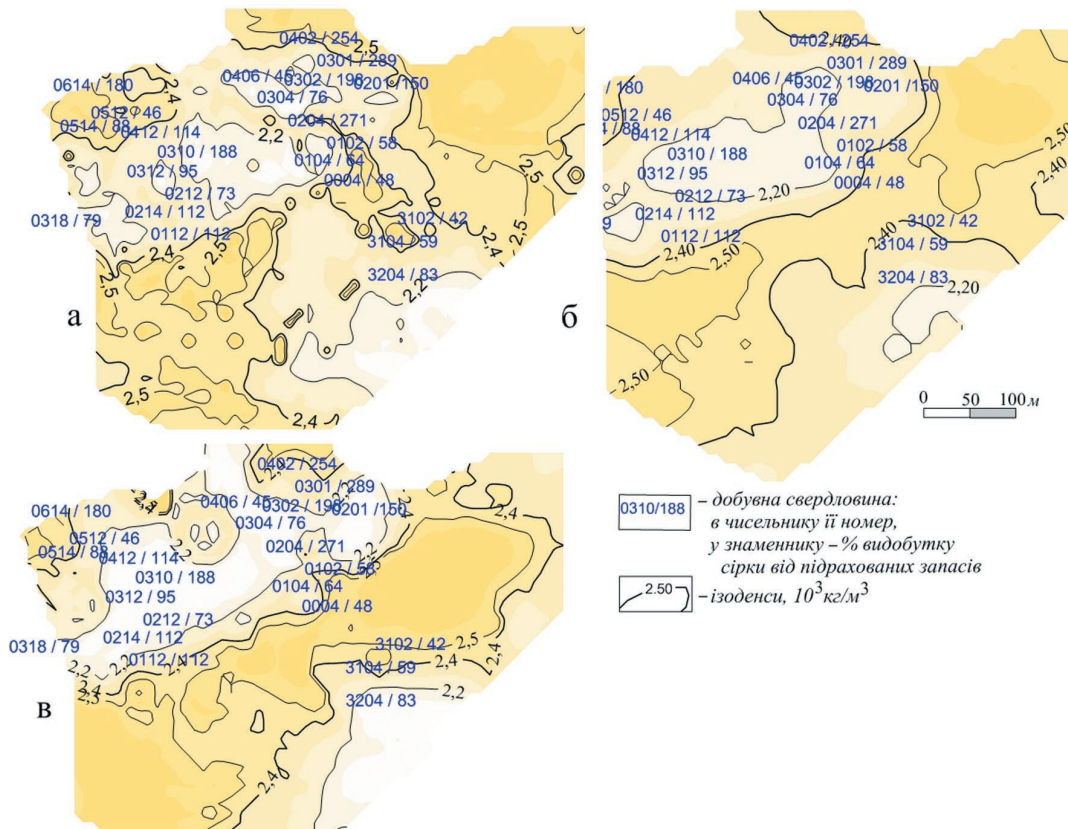


Рис. 7. Староязівська дільниця ПВС на Головному покладі Язівського родовища самородної сірки

План розподілу густини в межах товщі кондиційної руди: а – по покрівлі; б – ефективна (середньо-зважена) густина; в – по підшві

пласті в межах дільниці. На плані чіткіше виділяється північна зона розущільнення, яка охоплює всі свердловини з найбільшим видобутком сірки, і південно-східна, що розпадається на дві частини. Ця картина подібна до розподілу густини на зрізах глибин 93–98 м, що відповідає середнім глибинам залягання кондиційних руд (рис. 6).

Низка свердловин з порівняно високим видобутком сірки (№ 0102 і 0004 – 58, 48 %) розміщена за межами виявлених зон дефіциту густин на глибинах 94–100 м. Це варто пов'язувати з рельєфом поверхні, по якій відбулася виплавка сірки. За даними ПДП “Спецгеологорозвідка”, сірка виплавлялася з глибин 91–93 м. Свердловини з високим видобутком сірки (100 % і навіть до 290 %) розміщені в послабленій зоні, яка характеризується густинами $2,10\text{--}2,40 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ і простежується від покрівлі до пі-

дошви продуктивної товщі.

Тут доречно вказати, що загальне уявлення про ймовірний розподіл мас можуть надавати й трансформанти поля сили тяжіння,

що видно з порівняння розподілу локальних аномалій поля сили тяжіння (рис. 3) зі зрізами й планами тривимірної густинної моделі (рис. 6, 7).

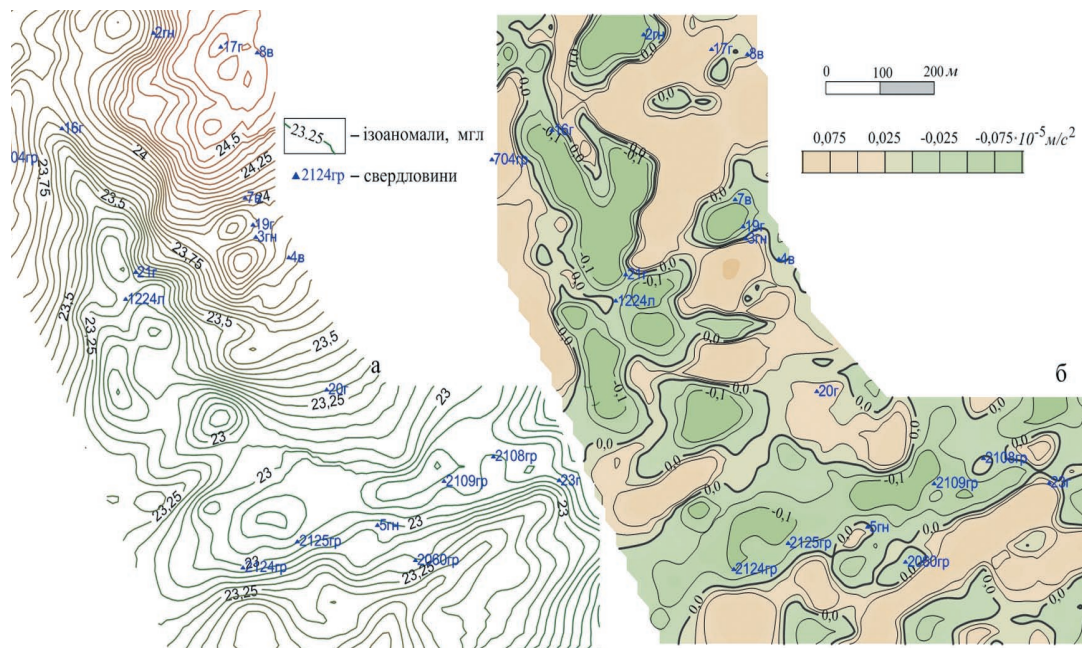


Рис. 8. Північно-західна частина Головного покладу Язівського родовища самородної сірки

Поле сили тяжіння в редукції Буге (а) і локальні аномалії (б) поля сили тяжіння (орієнтовна глибина простеження 0–120 м)

Одержані результати моделювання в комплексі з іншими геолого-геофізичними матеріалами було використано для геометризації технологічних типів руд і побудови прогнозних карт розподілу запасів за ступенем їх вилучення [19].

Північно-західна частина Головного покладу Язівського родовища. Прикладом застосування фонові високо-точної гравітаційної зйомки є дослідження, що виконані на північно-західній частині Головного покладу Язівського родовища самородної сірки під час підготовки її до видобутку сірки методом підземної виплавки. Площинні гравіметричні спостереження в комплексі із ЗСБ дали можливість на етапі планування ПВС урахувати виявлені природні геологічні чинники і, отже, зменшити буріння розвідувальних свердловин.

Схему спостереженого поля сили тяжіння на північно-західній частині Головного покладу Язівського родовища самородної сірки наведено на рис. 8а. Розмір площі – $1000 \times 1000 \text{ м}^2$; сітка спостережень – $20 \times 20 \text{ м}^2$; точність зйомки $\leq 0,02 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}^2$.

Локальні аномалії (рис. 8б), що виділені зі спостереженого поля за допомогою трансформачі з радіусом вікна осереднення в 150 м (відповідає глибинам залягання продуктивного пласта $\approx 145\text{--}165\text{ м}$), є ефектами природних джерел, розміщених до вказаних глибин.

Детальну тривимірну модель ділянки родовища самородної сірки, як і в попередньому разі, складено в межах інтервалу глибин залягання продуктивної товщі (60–115 м), визначеного стосовно умовної площини приведення (мінімальної альтитуду в межах площі). Геометрію границь родовища (покрівлі гіпсоангідриту, осіркованого й неосіркованого вапняку, руди, знову вапняку й пісковика) відтворено за даними розвідувального буріння та ЗСБ (рис. 9); густинну характеристику літологічних комплексів наведено в таблиці.

Загальна кількість комірок апроксимаційної конструкції для опису 3D густинної моделі ділянки родовища сірки становила $58 \times 54 \times 55$; розміри комірок – $20 \times 20 \times 1\text{ м}^3$, що визначено масштабом гравіметричної зйомки й детальністю досліджень по глибині.

Актуальні результати гравітаційного моделювання північно-західної частини Головного покладу Язівського родовища (розв'язання 3D оберненої задачі гравірозвідки) представлено в межах товщі кондиційної руди за варіантами: розподілом густин по покрівлі (рис. 10а) і по підшві (рис. 10в), а також розподілом середньозваженої густини по пласту (рис. 10б). Зони дефіциту мас (розущільнення) оконтурені ізоденсою $2,50 \cdot 10^3\text{ кг/м}^3$.

Загалом відзначається певна кореляція між мікрорельєфом покрівлі (підшви) осіркованого вапняку (рис. 9) і морфологією зон розущільнення (зон високого вмісту

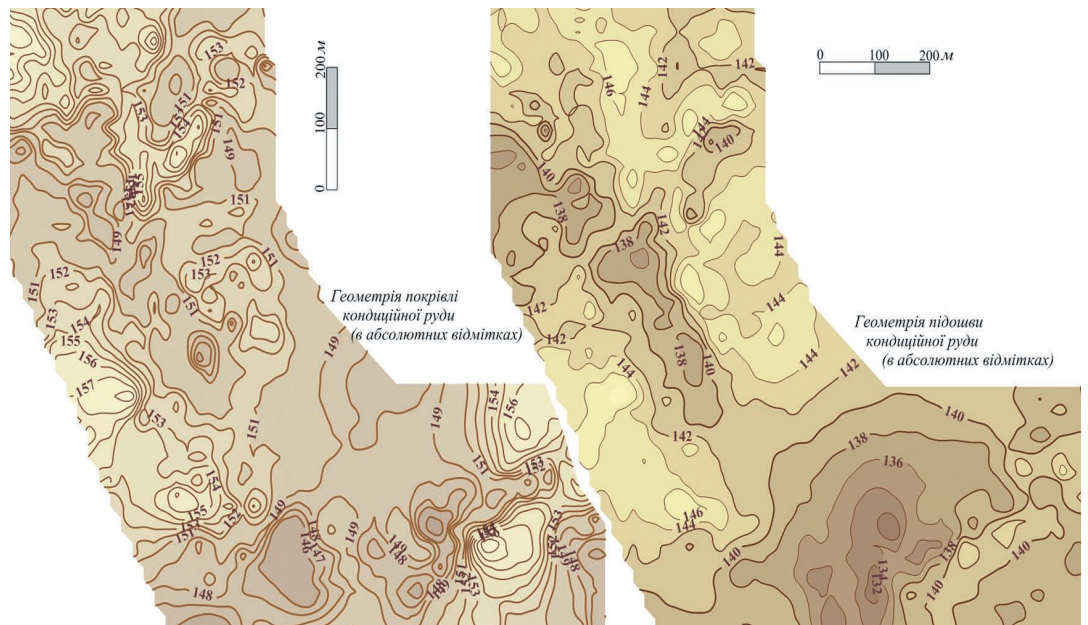


Рис. 9. Північно-західна частина Головного покладу Язівського родовища самородної сірки
Фрагмент апріорної тривимірної моделі: геометрія покрівлі й підшви кондиційної руди (в абсолютних відмітках)

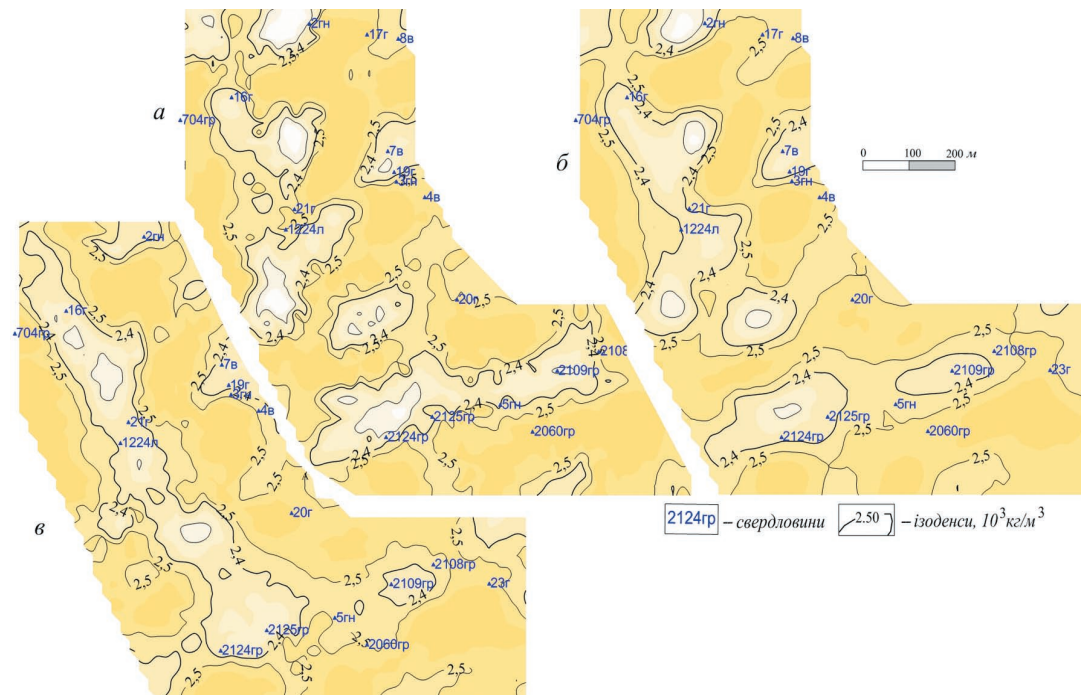


Рис. 10. Північно-західна частина Головного покладу Язівського родовища самородної сірки
План розподілу густини в межах товщі кондиційної руди: а – по покрівлі; б – ефективна (середньозважена) густина; в – по підшві

сірки) відповідно під покрівлею і над підшовою (рис. 10а, 10в). Розподіл густин у межах осіркованих вапняків в значній мірі відрізняється від їх розподілу в неосіркованих вапняках. Якщо в межах останніх зони розущільнення картуються в вигляді окремих плям, то в межах рудного пласта розущільнення охо-

плюють близько половини всієї площі досліджень. Найбільше за площею розущільнення простягається через всю діляницю в напрямку свердловин 16г (на півночі), 2124 гр. і 2125 гр. (на півдні); друга за розмірами зона розущільнення має напрямок, близький до субширотного, й розміщена між свердловина-

ми 2124 гр.–2108 гр. Обидві зони в плані тяжіють до лінійних зон пониження мікрорельєфу поверхні осіркованих вапняків.

Менше розущільнення осіркованих вапняків по підшві (рис. 10в) порівняно з розподілом середньозваженої густини та з розподілом густин по покрівлі на заході

ділянки (рис. 10а і 10б) цілком закономірно, бо в цій частині площі залягають літотамнієві вапняки, густина яких менша, ніж у гіпсоангідритах, що залягають на сході й північному сході. Тут значно виразніше виділяється й субмеридіальна зона розуцільнення, яка в плані тяжіє до лінійних заглиблень залягання вапняків. Можливо, ці розуцільнення пов'язані із зоною контакту літотамнієвих вапняків і гіпсоангідритів. Наявність субширотної ослабленої зони, що пронизує карбонати, може бути причетна до втрат теплоносія під час виплавки сірки на близькорозміщеній Староязівській дільниці ПВС [19].

Одержана тривимірна картина мікрорельєфу покрівлі вапняків і порід, що їх підстеляють (дані ЗСБ), а також 3D модель розподілу густини в товщі карбонатів, зокрема і в рудному пласті, актуальні на площах, де розвідувальне буріння проведено по рідкій сітці, бо разом з тематичними дослідженнями дають достатній матеріал для прогнозного підрахунку виводуваних запасів сірки.

З аналізу результатів гравітаційного моделювання контурів підвищеного вмісту самородної сірки або зон її інтенсивної виплавки впливає, що високоточна гравітаційна розвідка може забезпечити геологічний контроль за процесом підземної виплавки сірки, а також за посттехногенним станом сірчанних родовищ. За даними гравірознавчої експлуатаційної свердловини з виводком сірки у 40 % і більше від підрахованих запасів розміщені в межах зон дефіциту мас. Власне диференціація густин у межах тривимірних геогустинних моделей сірконосної товщі свідчить про суттєво нерівномірний виводок сірки методом ПВС.

Отже, матеріали багаторічних гравіметричних досліджень ПДП “Спецгеологорозвідка” та ІФНТУНГ підтверджують, що високоточна гравітаційна розвідка на дільницях ПВС на родовищах Прикарпатського сірчаного басейну є ефективною й важливою частиною в комплексі геолого-геофізичних методів контролю за процесом підземної виплавки самородної сірки та єдиним способом оцінки її залишкових запасів після ПВС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Анікеев С. Г., Кузьменко Е. Д., Станкін О. В. Особливості гравітаційного моніторингу на прикладі вирішення задач контролю експлуатації сірчанних родовищ//Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. Івано-Франківськ. 1995. Вип. 32. С. 39–49.
2. Анікеев С. Г. Комп'ютерна система рішення прямих та обернених задач гравірознавчої для 2D/3D моделей складнобудованих середовищ//Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. Серія: Розвідувальна і промислова геологія. Івано-Франківськ, 1997. Вип. 34. С. 57–63.
3. Анікеев С. Г. Методика інтерпретації гравіметричних матеріалів при довільній будові геологічних середовищ: Автореф. дис. ... канд. геол. наук. Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 1999. 242 с.
4. Анікеев С. Г. Про імітаційне моделювання в гравірознавчій//Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики//Зб. наукових праць. Київ, 2007. С. 292–298.
5. Анікеев С. Г. Про методику моделювання складнобудованих середовищ в гравірознавчій//Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики//Зб. наукових праць. Київ, 2008. С. 67–72.
6. Анікеев С. Г. Про методику гравіметричного моніторингу змін в будові геологічного середовища//Геодинаміка, № 1. (7). Львів, 2008. С. 141–146.
7. Анікеев С. Г., Степанюк В. П. Гравірознавчі та магніторозвідка. Навчальний посібник. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2009. 242 с.
8. Аренс В. Ж. Разработка месторождений серы методом подземной выплавки. Москва: Недра, 1973. 263 с.

9. Аренс В. Ж., Полуканов В. Ф., Курапов Ю. Ф. Плотность скважин при детальной и эксплуатационной разведке Предкарпатских серных месторождений под их разработку методом ПВС//В кн.: Бесшахтная добыча горнохимического сырья. Москва: Недра, 1969. С. 25–36.

10. Костровская А. И., Озерко Н. Г. Пористость и кавернозность серных руд в связи с извлечением серы//В кн.: Галогенные формации Украины и связанные с ними полезные ископаемые. Киев: Наукова думка, 1971. С. 207–209.

11. Кузьменко Э. Д. и др. Состояние и перспективы геофизической изученности серных месторождений при подготовке их к подземной выплавке. Обзор. Инф. сер. Сера и серная промышленность. М.: НИИТЭХИМ, 1988. 59 с.

12. Кузьменко Э. Д., Анікеев С. Г., Меньшиков В. В. Плотностная характеристика разреза по результатам детальных гравірознавчих работ на Немировском месторождении серы//Проблемы производства серы: Сб. науч. тр.: ДСП/ВНИПИСера. М.: НИИТЭХИМ, 1988. С. 104–108.

13. Кузьменко Э. Д., Анікеев С. Г. Информативность поля силы тяжести в задачах мониторинга месторождений серы (результаты моделирования)//Модели и алгоритмы многоуровневого управления эколого-экономическими системами региона/Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины, Киев, 1994. С. 64–70.

14. Маловичко А. К. Основы курс гравірознавчої. Ч. 1. Пермь, 1966. 326 с.

15. Маловичко А. К., Костицын В. И., Тарунина О. Л. Детальная гравірознавчої на нефть и газ. М.: Недра, 1979. 192 с.

16. Маловичко А. К., Костицын В. И. Гравірознавчої. М.: Недра, 1992. 357 с.

17. Полуканов В. Ф. Основные выводы о характере размещения Предкарпатских залежей самородной серы//В кн.: Строение и закономерности размещения серных месторождений СССР. Киев: Наукова думка, 1979. С. 217–223.

18. Резниченко Л. Б., Бевза Ю. В. Об использовании общегеологических особенностей сероносных толщ для удешевления строительства рудников подземной выплавки серы//В кн.: Тектоника и полезные ископаемые запада Украинской ССР. Часть II. Киев: Наукова думка, 1973. С. 134–135.

19. Рижик Е. І., Шуровський О. Д., Мачкур О. В. Звіт про геологорозвідувальні роботи “Розвідка північно-західної частини Головного покладу Язівського родовища самородної сірки з метою підготовки її до експлуатації підземною виплавою”. Геолого-геофізична експедиція ПДП “Спецгеологорозвідка”, Міністерство промислової політики України, Івано-Франківськ, 2003. 305 с.

20. Соколов А. С. Основные закономерности строения и размещения месторождений серы//В кн.: Закономерности образования и размещения серы как теоретическая основа их прогноза и поисков. Киев: Наукова думка, 1980. С. 10–23.

21. Страхов В. Н. Современное состояние и перспективы развития теории интерпретации гравітационных и магнитных аномалий//Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравітационных, магнитных и электрических полей. Труды международной конференции. Воронеж, 1998. С. 4–35.

УДК 550.384

В. И. ТРЕГУБЕНКО, заведующий отделом (УкрГГРИ),
В. Е. МАКСИМЧУК, д-р. физ.-мат. наук, директор (Карпатское отделение Института геофизики НАНУ),
М. И. ОРЛЮК, д-р. геол. наук, заведующий отделом (Института геофизики НАНУ),
В. П. МЯСОЕДОВ, ведущий инженер-геофизик (УкрГГРИ),
Д. А. МАРЧЕНКО, канд. техн. наук, старший научный сотрудник (Карпатское отделение Института геофизики НАНУ),
А. А. РОМЕНЕЦ, младший научный сотрудник (Институт геофизики НАНУ)

КОМПОНЕНТЫ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ ДЛЯ ЭПОХИ 2010 ГОДА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ В ПУНКТАХ ВЕКОВОГО ХОДА

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

Объектом исследования являются элементы земного магнетизма на территории Украины, вековые вариации компонент геомагнитного поля. Выполнены абсолютные компонентные измерения второго цикла в 52 ПВХ, восстановленных и заложенных в 2005–2007 гг., а также в пяти новых детализационных ПВХ. Результаты измерений привязаны к данным обсерватории “Бельск”, входящей в международную систему геомагнитных измерений “Интермагнет”. Созданы каталог и база данных наблюдений в ПВХ, построены карты компонент магнитного поля Земли и его векового хода для территории Украины для эпохи 2010 г. Полученные результаты есть неотъемлемой частью метрологического обеспечения магниторазведки в Украине, что позволит строить сводные карты магнитного поля для территории Украины с целью регионального изучения ее геологического строения. Отрасль использования – геологоразведка, картография, навигация.

Subjects of inquiry are the elements of terrestrial magnetism of the territory of the Ukraine, secular variations of geomagnetic field components. Absolute component geomagnetic measurements of second cycle at 52 repeat stations (RS) renewed and laid in 2005–2007 as well as at new additional STS have been carried out. Measurement results are attached to the data obtained by Bel'sk observatory that is a part of international measurement system Intermagnet. Catalogue and data base of observations at RS have been created, maps of components of the Earth's normal magnetic field and its secular variation for the territory of the Ukraine for 2010 epoch have been obtained, analytical model of main magnetic field and its secular variation for the territory of the Ukraine of 2010 epoch have been calculated. These results are integral of metrological assurance of magnetic exploration in the Ukraine. It will enable to create integrated maps for the territory of the Ukraine with the view of its regional studying. Field of application: geological exploration, cartography, navigation.

Введение. Магнитное поле Земли (МПЗ) постоянно изменяется. Исследование его пространственно-временной структуры является важной и актуальной задачей, связанной с решением ряда фундаментальных и прикладных задач геофизики и геологии. Для решения этой задачи необходимы непрерывные или периодические наблюдения абсолютных

значений компонент МПЗ на опорных геомагнитных сетях различных классов. Наблюдаются все составляющие полного вектора индукции магнитного поля Земли – X, Y, Z, H, T, D, I (рис. 1) [1]. Наиболее высокоточные и непрерывные наблюдения за МПЗ выполняются на планетарных опорных сетях высшего класса – геомагнитных обсерваториях (ГО). Результаты измерений в ГО позволяют изучить глобаль-

ную составляющую пространственно-временной структуры МПЗ, а для изучения ее региональной составляющей используются геомагнитные опорные сети 1-го класса: пункты векового хода (ПВХ) магнитного поля Земли, абсолютные измерения компонент МПЗ, в которых выполняются с периодичностью 2–5 лет. Существуют опорные геомагнитные сети и более низкого порядка, на которых выполняются пе-

риодические измерения, в основном модуля полного вектора магнитного поля T.

Создание опорных геомагнитных сетей и проведение на них мониторинговых исследований чрезвычайно важно для геологической отрасли Украины. Опорные геомагнитные сети являются неотъемлемой составляющей метрологического обеспечения магниторазведочных работ в Украине. Исследование пространственно-временной структуры МПЗ на опорных геомагнитных сетях дают возможность корректно рассчитать компоненты нормального МПЗ, без которых невозможно создание приведенных к одному уровню и эпохе сводных карт аномального магнитного поля Украины, необходимых для регионального изучения геологического строения ее территории и прогноза месторождений полезных ископаемых. Результаты измерений на опорных геомагнитных сетях также используются и другими отраслями народного хозяйства Украины и в частности Министерством обороны, в картографии и навигации.

В Украине сеть ПВХ, созданная в конце 60-х годов прошлого века, к началу нынешнего столетия была фактически утрачена. Усилиями коллективов Украинского государственного геологоразведочного института, Института геофизики Национальной академии наук Украины и его Карпатского отделения в 2005–2007 гг. после 30-летнего перерыва была восстановлена опорная геомагнитная сеть Украины 1-го класса и выполнен первый цикл наблюдений [2]. В этой статье приводятся результаты второго цикла компонентных наблюдений на восстановленной сети ПВХ, выполненных в 2008–2012 гг.

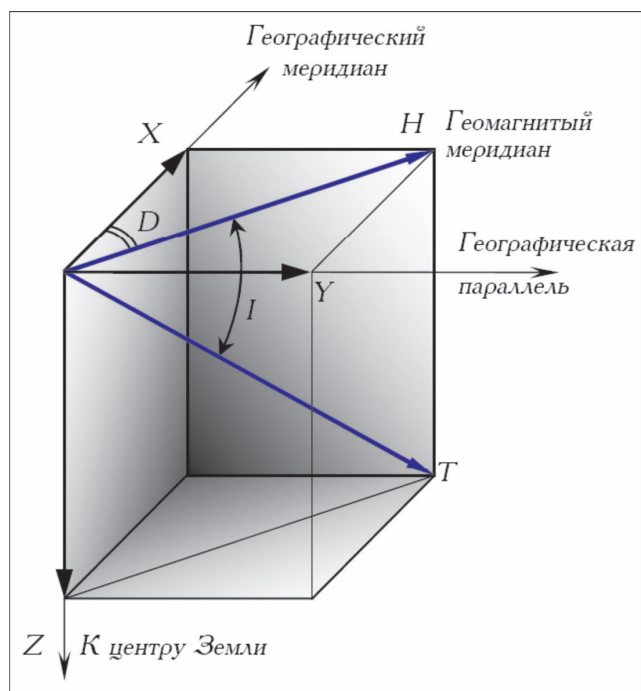


Рис. 1. Составляющие полного вектора индукции магнитного поля Земли:

X – северная, Y – восточная, Z – вертикальная, H – горизонтальная, T – полный вектор, D – магнитное склонение, I – магнитное наклонение

Методика исследований.

Обоснование необходимости проведения исследований на опорных геомагнитных сетях в Украине, подходы к выбору расстояний между пунктами и мест заложения ПВХ, методика полевых работ и обработки результатов наблюдений подробно изложены в работе [2]. Поэтому ниже излагаются только основные элементы методики исследований, необходимые для понимания и оценки качества полученных результатов. Методика абсолютной магнитной съемки территории Украины базируется на проведении полевых компонентных геомагнитных измерений (измеряются компоненты D, I и T) в ПВХ с дальнейшими расчетами всех остальных элементов МПЗ [1] и увязки их с данными обсерваторий. Обязательными составляющими полевых работ являются:

- выбор места заложения, закладка, привязка к местности и определение

пространственных координат ПВХ;

- астрономические наблюдения с целью определения положения географического меридиана в каждом ПВХ;

- проведение компонентных (D, I, T) измерений с обязательной регистрацией вариаций МПЗ в ПВХ.

Измерения магнитного склонения и магнитного наклонения выполнены деклинометром-инклинометром ЛЭМИ-203 [3] (ЛЭМИ – лаборатория электромагнитных исследований), а модуля полного вектора магнитной индукции – протонным магнитометром МИНИМАГ. В зависимости от уровня помех, в каждом ПВХ производилось 30–50 измерений компонент D, I и T. Вариации магнитного поля Земли регистрировались магнитовариационной станцией (МВС) ЛЭМИ-018 [3]. Синхронизация наблюдений протонным магнитометром и МВС, определение пространственных координат

в ПВХ осуществлялись при помощи приемников GPS “GARMIN”. Измерения азимутальных мер выполнялись теодолитами ЗТ2КП и УТ2М.

Перед началом полевых работ все измерительные приборы, которые использовались для проведения наблюдений на сети ПВХ, были откалиброваны в ГО “Бельск” (Польша) и “Нурмиярви” (Финляндия). Эти ГО включены в международную сеть геомагнитных наблюдений “Интермагнет”. Используя данные магнитовариационных наблюдений, результаты измерений приводились к единому времени регистрации, в них вводились поправки за вариации и после статистической обработки выполнялся расчет компонент МПЗ. Применение вышеизложенной методики полевых исследований и современной цифровой аппаратуры, откалиброванной в ГО сети “Интермагнет”, обеспечило высокую точность наблюдений. Среднеквадратические отклонения для приведенных к середине 2010 года компонент МПЗ в ПВХ составили: X – 1,7 нТл, Y – 2,3 нТл, Z – 2,5 нТл, H – 1,7 нТл, T – 1,7 нТл, D – 31°, I – 7°.

Для приведения наблюдений на сети ПВХ в Украине к эпохе 2010 г. использовались данные долгосрочных непрерывных наблюдений в ГО “Киев” (Дымер, Украина) и “Бельск” (Польша). Абсолютные компонентные геомагнитные наблюдения второго цикла проведены в 52-х ПВХ опорной геомагнитной сети, восстановленной в 2005–2007 гг. В пяти новых ПВХ, заложенных для оптимизации сети в 2010 году, выполнен первый цикл абсолютных измерений

Результаты абсолютных компонентных гео-

магнитных наблюдений второго цикла приведены в каталоге ПВХ геомагнитного поля территории Украины (таблица). Каталог является информационной основой для построения карт элементов геомагнитного поля Украины для эпохи 2010 г. С учетом данных первого цикла наблюдений на опорной сети ПВХ [2] для всех компонент полного вектора магнитной индукции построены карты векового хода за период между 2005 и 2010 гг. (рис. 2–5).

Выводы. Возобновление исследований на опорной геомагнитной сети ПВХ вывело Украину на европейский уровень в области магнитометрии. Построена “Карта магнитного склонения Украины” [2], которая была использована при составлении “Карты магнитного склонения Европы” [4], изданной в 2011 г. под эгидой Комиссии геологических карт мира (СССК-CGMW) и Международной европейской инициативы MagNetE. Приведенные в каталоге данные позволяют строить карты магнитного склонения и наклонения Украины на эпоху 2010 года, необходимые для навигации и картографии. Завершение наблюдений второго цикла позволило впервые после 40-летнего перерыва получить значения векового хода компонент МПЗ и оценить их пространственно-временную структуру для территории Украины.

В соответствии с рекомендациями Международной ассоциации по геомагнетизму и аэронавигации (МАГА) повторные наблюдения на опорных сетях ПВХ необходимо выполнять каждые 2 года, но не реже одного раза в 5 лет. Это необходимо для решения фундаментальных задач геологии и метро-

Таблиця. Каталог ПВХ геомагнітного поля території України для епохи 2010 года

| № п/п | Название пункта | Координаты пункта | | Компоненты геомагнитного поля по результатам абсолютных измерений | | | | | | |
|-------|--------------------|-------------------|---------------|---|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|
| | | Широта | Довгота | X, нТл | Y, нТл | Z, нТл | T, нТл | H, нТл | D, градус | I, градус |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | Балаклея | 49° 36' 10.9" | 36° 50' 00" | 20439 | 2999 | 46557 | 50933 | 20656 | 8,348111 | 66,075073 |
| 2 | Баштанка | 47° 30' 34.8" | 32° 06' 23.6" | 20967 | 2421 | 44851 | 49569 | 21106 | 6,586932 | 64,799702 |
| 3 | Бердичев | 50° 03' 55.5" | 28° 35' 24.1" | 19782 | 1949 | 45810 | 49936 | 19877 | 5,621814 | 66,544574 |
| 4 | Берегово | 48° 14' 03" | 22° 38' 51" | 20584 | 1722 | 44357 | 48931 | 20656 | 4,780778 | 65,013688 |
| 5 | Берегомет | 48° 11' 50" | 25° 22' 39.6" | 20702 | 1797 | 44680 | 49277 | 20781 | 4,970476 | 65,055025 |
| 6 | Белая Церковь | 49° 49' 09.8" | 29° 46' 24.7" | 19819 | 2362 | 45779 | 49941 | 19959 | 6,792497 | 66,444678 |
| 7 | Бориня (Турка) | 49° 03' 18" | 23° 03' 30.7" | 20349 | 1841 | 44699 | 49149 | 20434 | 5,180398 | 65,431317 |
| 8 | Верхнеднепровск | 48° 31' 21" | 34° 25' 15.6" | 20367 | 2455 | 45727 | 50118 | 20515 | 6,872343 | 65,837386 |
| 9 | Волноваха | 47° 37' 35.5" | 37° 37' 18.1" | 20592 | 2635 | 46183 | 50634 | 20759 | 7,292598 | 65,797227 |
| 10 | Гадяч | 50° 28' 34.8" | 33° 59' 06.5" | 19225 | 2458 | 46632 | 50500 | 19382 | 7,286149 | 67,431044 |
| 11 | Голубой Залив | 44° 25' 17.8" | 33° 58' 56" | 22677 | 2389 | 43155 | 48808 | 22803 | 6,007638 | 62,148794 |
| 12 | Горохов | 50° 34' 48.5" | 24° 31' 20.3" | 19521 | 1612 | 45897 | 49903 | 19588 | 4,719301 | 66,871450 |
| 13 | Гуляйполе | 47° 46' 38.5" | 36° 08' 45.9" | 20750 | 2971 | 45765 | 50337 | 20960 | 8,151226 | 65,391961 |
| 14 | Делятин | 48° 32' 56.3" | 24° 38' 01.7" | 20568 | 1910 | 44754 | 49293 | 20657 | 5,311862 | 65,221747 |
| 15 | Дзержинск | 48° 23' 56.6" | 37° 45' 51.8" | 20488 | 2641 | 45730 | 50179 | 20656 | 7,344947 | 65,691612 |
| 16 | Диканька | 49° 50' 22.5" | 34° 37' 28.6" | 19704 | 2451 | 46309 | 50385 | 19855 | 7,088393 | 66,794117 |
| 17 | Дымер | 50° 48' 22" | 30° 16' 25.5" | 19230 | 2282 | 46477 | 50350 | 19365 | 6,766110 | 67,380367 |
| 18 | Жашков | 49° 07' 04.6" | 30° 00' 53.3" | 19750 | 2090 | 44928 | 49120 | 19860 | 6,037891 | 66,154767 |
| 19 | Завадов | 50° 03' 51.5" | 23° 23' 24" | 19779 | 1920 | 45534 | 49681 | 19872 | 5,543643 | 66,404849 |
| 20 | о. Змеиний | 45° 15' 23.8" | 30° 12' 01.1" | 22425 | 2173 | 43436 | 48933 | 22530 | 5,545036 | 62,582185 |
| 21 | Кальна (Долина) | 48° 57' 11" | 23° 48' 51.3" | 20427 | 1919 | 44817 | 49291 | 20518 | 5,372308 | 65,400187 |
| 22 | Каменец-Подольский | 48° 34' 38.7" | 26° 36' 22" | 20481 | 2177 | 45005 | 49495 | 20597 | 6,066903 | 65,396930 |
| 23 | Канев | 49° 44' 19" | 31° 23' 11.1" | 19691 | 2010 | 45608 | 49718 | 19794 | 5,829699 | 66,538568 |
| 24 | Керчь | 45° 14' 34.3" | 36° 02' 33.9" | 22260 | 2409 | 43889 | 49270 | 22390 | 6,179335 | 62,971392 |
| 25 | Киверцы | 50° 58' 13.5" | 25° 31' 58.6" | 19016 | 1975 | 46063 | 49873 | 19118 | 5,927650 | 67,442018 |
| 26 | Кировоград | 48° 33' 50.3" | 32° 01' 10.1" | 20215 | 2367 | 45203 | 49575 | 20354 | 6,678566 | 65,759179 |
| 27 | Ковель | 51° 26' 55.7" | 24° 45' 29" | 18822 | 1698 | 45967 | 49701 | 18898 | 5,155492 | 67,634048 |
| 28 | Кодыма | 48° 03' 49" | 29° 04' 29.3" | 20562 | 1746 | 45276 | 49758 | 20636 | 4,853948 | 65,486277 |
| 29 | Кременец | 50° 02' 55.1" | 25° 50' 25.3" | 19754 | 1937 | 45368 | 49518 | 19848 | 5,595082 | 66,373069 |
| 30 | Курортное | 45° 54' 15" | 30° 16' 04.8" | 22122 | 2213 | 44019 | 49314 | 22232 | 5,712333 | 63,203523 |
| 31 | Луганск | 48° 33' 31.1" | 39° 41' 46.7" | 20224 | 2807 | 46543 | 50824 | 20415 | 7,901639 | 66,316761 |
| 32 | Любомль | 51° 16' 00" | 24° 00' 28" | 18750 | 1598 | 45819 | 49534 | 18818 | 4,871405 | 67,654728 |
| 33 | Меджибож | 49° 28' 30.7" | 27° 25' 14.6" | 19754 | 2076 | 44980 | 49172 | 19864 | 6,005239 | 66,174020 |
| 34 | Немиров | 49° 00' 26.9" | 28° 39' 59.5" | 20037 | 2330 | 44840 | 49169 | 20172 | 6,632246 | 65,767759 |
| 35 | Нижнее Селище | 48° 11' 51.3" | 23° 27' 21.4" | 20737 | 1764 | 44217 | 48869 | 20813 | 4,858967 | 64,777922 |
| 36 | Нижние Серогозы | 46° 50' 09" | 34° 24' 40.3" | 21318 | 2211 | 44713 | 49585 | 21432 | 5,928143 | 64,388816 |
| 37 | Никополь | 47° 43' 11.4" | 34° 21' 18.5" | 20828 | 2091 | 44994 | 49625 | 20933 | 5,732883 | 65,050486 |
| 38 | Овруч | 51° 05' 55" | 28° 42' 42.3" | 18923 | 2010 | 45807 | 49602 | 19029 | 6,064608 | 67,441934 |
| 39 | Окуневка | 45° 21' 51.6" | 32° 45' 02.7" | 22097 | 2243 | 43621 | 48950 | 22210 | 5,791938 | 63,016809 |
| 40 | Орелька | 48° 57' 20.6" | 35° 47' 39.5" | 19933 | 2581 | 46083 | 50275 | 20098 | 7,375600 | 66,437605 |
| 41 | Орловка | 46° 39' 37.6" | 36° 06' 19.5" | 21506 | 2567 | 45064 | 49998 | 21658 | 6,812911 | 64,330045 |
| 42 | Первомайск | 48° 02' 28.9" | 30° 44' 47.9" | 20621 | 1798 | 44806 | 49356 | 20699 | 4,981574 | 65,204295 |
| 43 | Прилуки | 50° 35' 19" | 32° 08' 47" | 19246 | 2498 | 46337 | 50237 | 19407 | 7,395329 | 67,274725 |
| 44 | Рени | 45° 20' 16.8" | 28° 26' 28.4" | 22314 | 2102 | 43206 | 48673 | 22413 | 5,382136 | 62,582086 |
| 45 | Рогатин | 49° 27' 16" | 24° 35' 20.5" | 20117 | 1771 | 45355 | 49650 | 20196 | 5,044186 | 65,995350 |
| 46 | Сарны | 51° 14' 12.4" | 26° 45' 32.5" | 18957 | 2183 | 46322 | 50100 | 19083 | 6,567781 | 67,593559 |
| 47 | Старобельск | 49° 07' 05.7" | 38° 52' 02.9" | 20212 | 2796 | 46790 | 51045 | 20403 | 7,876660 | 66,441263 |
| 48 | Степановка | 46° 46' 36.9" | 30° 54' 00.4" | 21243 | 1498 | 44394 | 49237 | 21296 | 4,032402 | 64,372783 |
| 49 | Сумы | 51° 00' 00.5" | 35° 06' 04.1" | 19034 | 2993 | 46598 | 50424 | 19266 | 8,933051 | 67,538444 |
| 50 | Урзуф | 46° 53' 09.9" | 37° 03' 37.7" | 21331 | 2538 | 44703 | 49597 | 21481 | 6,791183 | 64,333274 |
| 51 | Херсон | 46° 46' 35.6" | 33° 06' 56.5" | 21325 | 2246 | 44657 | 49539 | 21443 | 6,019027 | 64,349798 |
| 52 | Черкасы | 49° 24' 20.6" | 32° 40' 11.5" | 19924 | 2462 | 45630 | 49850 | 20074 | 7,044031 | 66,253762 |
| 53 | Чернигов | 51° 30' 44" | 31° 26' 33.5" | 18553 | 1992 | 46935 | 50508 | 18661 | 6,122554 | 68,318760 |
| 54 | Чертков | 48° 59' 58" | 25° 55' 37.5" | 20416 | 1882 | 45185 | 49621 | 20504 | 5,276749 | 65,591532 |
| 55 | Шепетовка | 49° 56' 17.7" | 27° 14' 49.7" | 20001 | 1907 | 45430 | 49676 | 20093 | 5,447984 | 66,124625 |
| 56 | Шостка | 51° 48' 10" | 33° 24' 07" | 18651 | 2944 | 46971 | 50624 | 18881 | 8,967031 | 68,102451 |
| 57 | Ястробовка | 45° 30' 58.7" | 34° 07' 36.7" | 22075 | 2361 | 43831 | 49132 | 22201 | 6,101560 | 63,137397 |

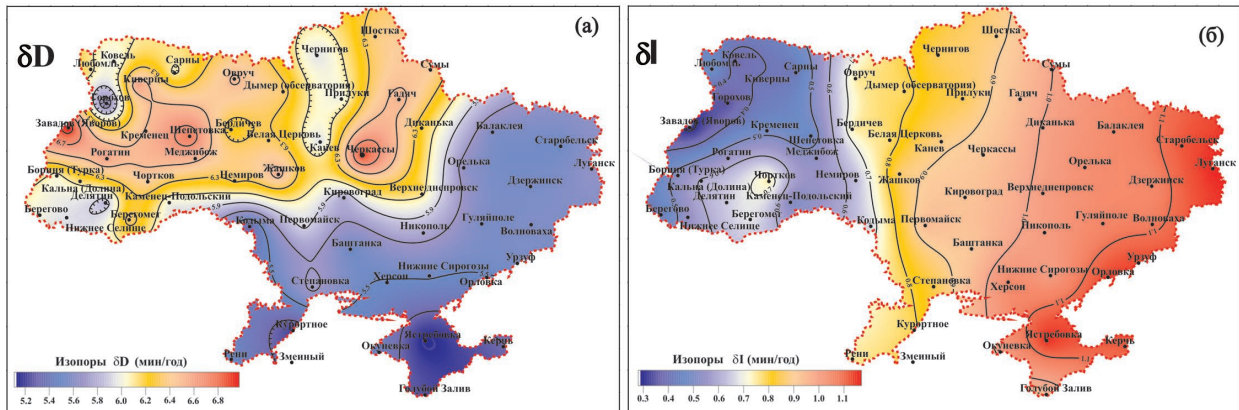


Рис. 2. Карти векового хода магнитного склонения (а) и магнитного наклонения (б) МПЗ на території України за період 2005–2010 гг.

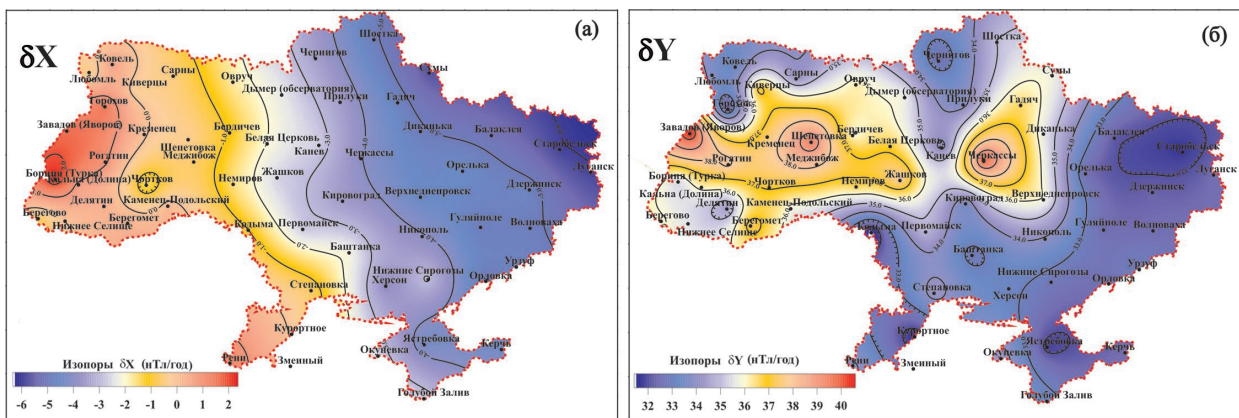


Рис. 3. Карти векового хода северной (а) и восточной (б) составляющих МПЗ на территории Украины за период 2005–2010 гг.

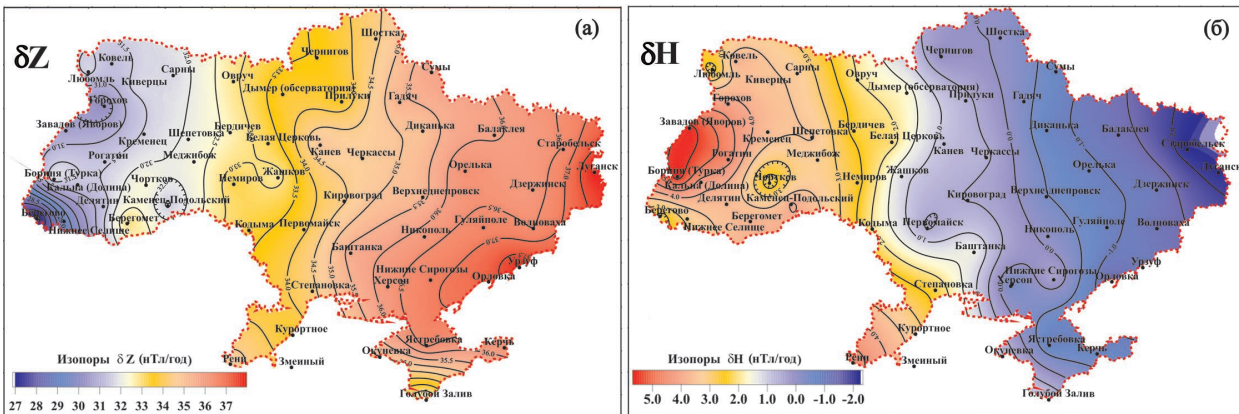


Рис. 4. Карти векового хода вертикальной (а) и горизонтальной (б) составляющих МПЗ на территории Украины за период 2005–2010 гг.

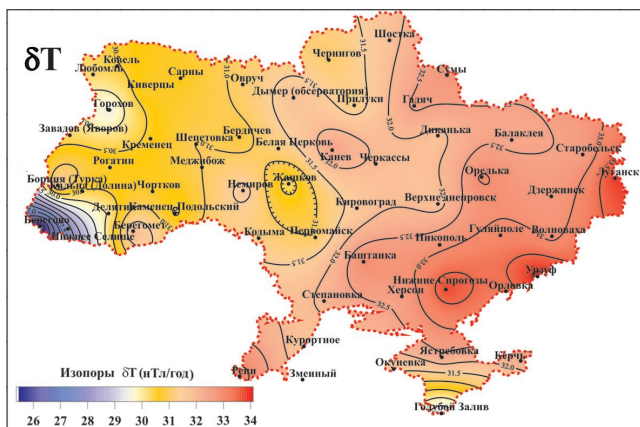


Рис. 5. Карта векового хода модуля полного вектора МПЗ на территории Украины за период 2005–2010 гг.

логічного забезпечення високоточних магнітних зйомок різних масштабів в Україні.

ЛИТЕРАТУРА

1. Магниторазведка. Справочник геофизика/Под редакцией В. Е. Никитского и Ю. С. Плевовского. Москва: Недра, 1990. 470 с.
2. Максимчук В. Ю., Орлюк М. І., Трегубенко В. І., Городиський Ю. М., Мясоєдов В. П., Накалов Є. Ф. Наземна абсолютна магнітна зйомка на опорній мережі пунктів вікового ходу в Україні для епохи 2005

року//Геофиз. журн. 2010. 32. № 5. С. 102–116.

3. 50 років Українському державному геологорозвідувальному інституту (1957–2007 рр.). Ювілейний довідник. Відповідальний редактор С. В. Гошовський. Київ: УкрДГРІ, 2007. С. 66–69.

4. Commission for the Geological Map of the World. Map of Magnetic Declination in Europe (2006) http://ccgm.free.fr/MagNetEurope_UK_b.html

Рукопис отримано 26.06.2013.

УДК 553.93/9'3.3/'9

С. С. ДУМЕНКО, аспірант Національного гірничого університету, головний геолог (ТОВ "Карбона Енерго"),
В. Ф. ПРИХОДЧЕНКО, д-р геол. наук, професор, завідувач кафедри геології та розвідки родовищ корисних копалин (Національний гірничий університет),
А. М. КРИШТАЛЬ, заступник директора (ТОВ "Єврогаз Україна")

ПЕРСПЕКТИВИ ВИДОБУТКУ ГАЗУ-МЕТАНУ ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ В ОЦІНЦІ ГЕОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ВУГЛЕРОЗВІДУВАЛЬНИХ СВЕРДЛОВИН

Вугленосний розріз Донецького басейну володіє значним потенціалом для налагодження промислового видобутку метану. Успішне його використання має як екологічне, соціально-економічне, так і загальнополітичне значення. У процесі вивчення способів досягнення позитивних результатів важливо зменшити затрати на першочергові роботи. Одним з важелів впливу на вартість робіт є комплексне використання наявної геолого-геофізичної інформації розвідувальних робіт на вугілля, отриманої в минулі роки.

The coal-bearing strata of the Donetsk Basin have huge potential for industrial production of methane. Successful development would have ecological, social, economic and political importance. In order to achieve the best potential outcomes it is important to minimize the cost of the pilot exploration works. One of the ways to reduce the cost of initial exploration development is to use exciting geological and geophysical information from historic coal exploration.

Розробка методики вилучення природного газу з вугленосної товщі Донбасу є пріоритетним напрямом у розвитку газової та вугільної галузей України. Під час аналізу результатів усіх геолого-розвідувальних робіт, проведених на території Донбасу, не викликає сумнівів той факт, що територія басейну є дуже перспективною з погляду промислового видобутку метану. Величезні об'єми цього газу щорічно потрапляють в атмосферу в процесі проходки шахт і дегазації шахтних полів. Понад 50 тис. дегазаційних і розвідувальних свердловин, пробурених за часів Радянського Союзу, підтвердили присутність метану в тій чи іншій кількості на всій території Донецького басейну. У зв'язку з цим, проектами, пов'язаними з започаткуванням видобутку газу на території Донецького басейну, цікавиться ціла низка компаній-операторів, серед яких є як українські, так

і іноземні. Однак жодній з цих компаній на сьогодні не вдалося досягти поставленої мети – масштабного промислового видобутку метану з вугільних пластів і вмісних порід території Донбасу та отримання прибутку від цього. "Успішні" свердловини, видобуток газу з яких можна вважати комерційним, приурочені до більш традиційних структур – антиклінальних пасток, що в процесі геологічної розвідки були виявлені в межах вугільного басейну та вміщують дуже малі поклади газу, що пов'язані з вмісними породами. Ці родовища характеризуються малими запасами газу (до 1 млрд м³) та низькими дебітами свердловин (10–20 тис. м³/добу). Великий вплив на формування такої негативної статистики зазвичай мають фільтраційні властивості газовмісних порід і підвищений вміст води в колекторах.

Це постає необхідність започаткування масштабного економічно обґрунтованого видобутку газу на

території Донбасу, і важливим аспектом у цьому є знаходження нових способів експлуатації менш газонасичених колекторів, малопотужних вугільних пластів та підвищення дебітів експлуатаційних свердловин.

Це питання не є новим. На вирішення цієї проблеми затрачено суттєві інтелектуальні та матеріальні ресурси. Постійно формуються нові ідеї та погляди на можливі способи досягнення успіху. Проводяться додаткові теоретичні й практичні роботи щодо вивчення проблеми та варіантів її вирішення. У цьому процесі – розвитку зазначеного ринку – беруть активну участь державні та приватні структури.

Відсутність позитивного результату протягом суттєвого періоду пояснюється цілою низкою чинників. Найвагомішими серед них є: складність історії геологічного розвитку басейну та, як наслідок, його геологічної будови й характеру газонасиченості; відсутність необхідних

технологій та обладнання, що зумовлює дефіцит спеціалістів з досвідом проведення подібних робіт у Донбасі або на території інших басейнів світу; недостатність фінансування проектів.

Причиною обмеженості можливостей державних організацій є відсутність фінансування пілотних проектів за рахунок бюджетних коштів, що унеможливує проведення необхідних робіт. Приватні компанії зі свого боку не завжди готові вкладати значні ресурси в роботи, пов'язані з високими ризиками. Це спричинене відсутністю доказів наявності великих локальних скупчень вуглеводнів у природних резервуарах-колекторах, адже для розрізу території Донбасу характернішим є перешарування порівняно малопотужних, мінливих за товщиною пластів порід з низькими фільтраційно-ємнісними властивостями.

Складна історія геологічного розвитку басейну насамперед зумовлює відсутність потужних витриманих пластів із задовільними фільтраційно-ємнісними властивостями, надійних регіональних покришок, складну тектонічну будову території. Усе це призвело до переважання нетрадиційних комбінованих типів пасток природного газу

З іншого боку, на сьогодні компанії різного рівня все більше цікавляться покладами газу складної будови. До цього їх спонукають високі ціни на газ та обмежена кількість родовищ традиційної простої будови. Так широко практикується видобуток нафти й газу зі щільних, майже непрониких товщ з використанням горизонтального буріння та проведення багатоступінчастого гідророзриву. Цей метод дає можливість збільшити приплив газу в 5–50 разів, тому він набув великої популярності в нафтогазовій галузі вже кілька десятиліть тому та інтенсивно розвивається.

Проведення подібних робіт є значно дорожчим за буріння класичних вертикальних свердловин і є рентабельним лише під час розробки великих скопчень вуглеводнів, де ризики неспішності буріння нових експлуатаційних свердловин зведені до мінімуму. Підвищені фінансові затрати необхідно враховувати в разі розрахунку економічних параметрів проекту. Об'ємна щільність запасів таких родовищ може бути невеликою, однак важливим критерієм є величина розсіяних запасів. Цільовими об'єктами можуть бути потужні товщі низькопроникних порід, що витримані на великих територіях та є регіонально газонасиченими. Класичними випадками застосування технології буріння похило спрямованих свердловин і багатоступінчастого гідророзриву є видобуток так званого "сланцевого" газу з потужних товщ аргілітів з високим вмістом органічної речовини, видобуток нафти та газу зі щільних пісковиків (пористість 5–7 %, проникність $<0,1$ мД) і видобуток газу з потужних вугільних пластів, що сягнув промислових масштабів у США, Канаді, Австралії, Китаї та деяких інших країнах [4, 7].

Технології інтенсифікації під час видобутку газу мають свої особливості для кожної території та потребують різного підходу. Концепція залишається та сама, однак специфіка методики використання того чи іншого обладнання, склад і властивості технічних рідин, робочі тиски, тривалість проведення робіт та інше значно відрізняються на кожному родовищі та залежать від його характерних особливостей. За відсутності достатньої уваги до будь-якого параметра всі роботи піддаються ризику. Не буде винятком і Донецький басейн, де для отримання комерційних результатів необхідно провести не один десяток експе-

риментів і залучити передові технічні та інтелектуальні ресурси світу.

На цьому етапі робіт важливим залишається питання зменшення затрат на проведення таких досліджень та отримання результатів у найкоротші терміни. При цьому критичним є ідентифікація найперспективніших об'єктів, що будуть першочерговими для експериментального застосування нових методик. Отримання позитивних результатів на перших стадіях відіграє вирішальну роль, адже від початкових робіт буде залежати подальший розвиток галузі на території. У разі успіху в регіон у великій кількості надійдуть іноземні та вітчизняні інвестиції, а в разі невдачі потенційні інвестори підуть з цього ринку, відчувши необґрунтовані ризики подібних капіталовкладень.

У разі досягнення найбільшої економічної ефективності робіт зменшення затрат на підготовчі роботи відіграє важливу роль. Видобуток нафти й газу є однією з найдорожчих галузей у світі, а отримання геолого-геофізичної інформації становить чи не половину цих затрат. У разі Донбасу ці кошти вже було витрачено, а роботи проведено. Такі масштаби геологорозвідувальних робіт, як розвідка на вугілля в Донецькому басейні, має небагато родовищ

світу, а детальність вивчення території вражає закордонних експертів і сьогодні. Нам було передано в спадщину величезну кількість даних геолого-геофізичної інформації, а тому пріоритетним завданням на сьогодні є максимально ефективно її використати. Незважаючи на те, що проведені роботи були орієнтовані на вивчення вугленосності й результати цих робіт не завжди можуть бути повністю використані для оцінки газового потенціалу товщі, за коректного підходу існуючі дані дають достатню базу для виділення найперспективніших об'єктів, що дає можливість здешевити та спростити перший етап вивчення території й зацікавити у великих капіталовкладеннях у розвиток цієї галузі в регіоні.

Прикладом використання існуючої інформації вуглерозвідки для оцінки перспектив газонасиченості можуть слугувати матеріали, наведені нижче. Ми зібрали, переінтерпретували та узагальнили геолого-геофізичну інформацію минулих часів по площі в межах ділянки Лісовська-Північна Красноармійського ГПР (рис. 1).

Під час проведення робіт основна увага зверталася на те, що в умовах Донецького басейну, де розріз здебільшого складений перешаруванням малопотужних товщ пісковиків, алевролітів, ар-

гілітів, вапняків та вугілля, виділення потужних газонасичених товщ є складним завданням.

Основними параметрами, що є необхідними для промислового видобутку газу з вуглевмісних порід і можуть бути отримані на основі результатів вивчення вугленосності Донбасу, є достатня пористість і газонасиченість. Величина загальної пористості для економічно ефективного промислового видобутку газу має бути не меншою 5–7 % [7]. Крім певного впливу на проникність, цей параметр характеризує загальний об'єм пористості у породі і відповідно відображає найбільшу можливу величину запасів газу на одиницю об'єму породи. Другим важливим параметром для обґрунтування економічної доцільності проведення промислового видобутку газу є газонасиченість, що характеризує заповненість цих пор у породі газом і також впливає на величину запасів газу в межах родовища. Коефіцієнт газонасиченості традиційних родовищ часто сягає 90 %, однак у разі родовищ газу в щільних пісковиках він може обмежуватися значеннями в 50–60 %, що підтверджено світовою практикою [2, 3, 5, 6].

Ураховуючи мінливість пластів порід у межах Донбасу, розглядалася також можливість об'єднання декількох газонасичених пластів

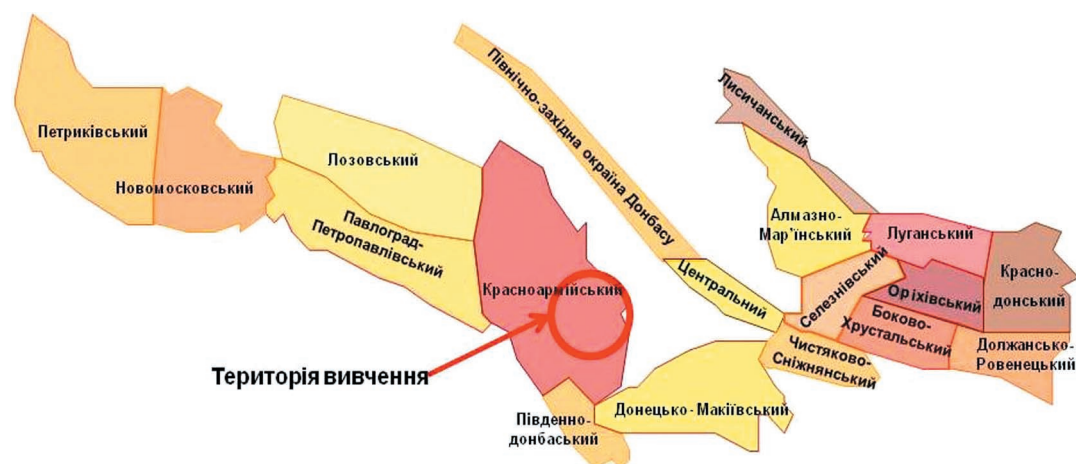


Рис. 1. Територія проведення робіт

однакового або різного літологічного складу в групі, які можна було б використувати як єдиний експлуатаційний об'єкт, а можливо і як єдиний об'єкт для проведення інтенсифікації свердловини методом гідророзриву.

Для оцінки перспектив проведення комплексної експлуатації вугленосної товщі були проведені роботи з виділення регіонально газонасиченого потужного літологічного комплексу порід. Під час їх вибору необхідно звертати увагу на те, що в межах комплексу мають бути повністю відсутні водонасичені горизонти, що вміщують вільну воду. Наявність зв'язаної води в газоводоносних пластах є дещо меншою проблемою, оскільки в щільних колекторах відносна проникність для газу й для води зазвичай добре сприяє видобувним компаніям. Однак присутність води в колекторах у будь-якому вигляді в разі зменшує можливість газу рухатись у поровому середовищі.

Для оцінки перспектив газонасиченості площі були проведені роботи щодо переінтерпретації каротажних діаграм по 18 свердловинах, пробурених на площі Лісовська-Північна.

Комплекс геофізичних досліджень, які проводилися на цій території за часів СРСР, орієнтувався на виділення й вивчення безпосередньо вугільних пластів, тому виникали певні труднощі з його застосуванням в оцінці газонасиченості вмісних порід. Отримані результати інтерпретації є найкращим варіантом визначення геологічних параметрів, які відповідають геолого-геофізичній інформації, отриманій у процесі історичної вугільної розвідки.

Для визначення коефіцієнта газонасичення використовувалася така інформація: петрофізичні залежності електричного опору пласта

від коефіцієнта пористості; визначені значення коефіцієнта пористості за даними методу акустичного каротажу; за даними методу гамма-каротажу визначено значення коефіцієнта глинистості, виділено границі пластів-колекторів.

Геофізична інформація, яка наведена на діаграмах, є достатньою для проведення якісного літологічного розчленування, що також є частиною результатів цієї роботи.

Основна увага приділялася виділенню пісковиків. Теригенні породи характеризуються значною глинистістю та присутністю карбонатизації. Така характеристика розрізу зумовлює використання методу гамма-каротажу як основного методу для розподілу порід за літологією. Методи бокового та акустичного каротажу застосовувалися для корекції границь пластів пісковиків та визначення коефіцієнта пористості й газонасичення.

Результати переінтерпретації старих каротажних матеріалів було виведено у вигляді діаграм, де шукані параметри зображено у вигляді кривих залежності величини параметра від глибини. У сусідніх колонках наведено зміну геофізичних показників, що відповідають цьому інтервалу (рис. 2). Такий метод виведення результатів дає змогу чіткіше розуміти зміну характеристик вугленосної товщі з глибиною та ілюструє характер залежності коефіцієнтів пористості та газонасиченості від даних промислових геофізичних досліджень.

Отримані результати повторної інтерпретації даних ГДС по 18 свердловинах указують на цікаву особливість газонасиченості території досліджень. Коефіцієнт пористості коливається в широких межах і становить у середньому для пісковиків 7–12 %. Такі значення є низькими з погляду традиційних

родовищ газу, однак більш ніж достатніми для створення задовільних умов для накопичення промислових запасів газу в пісковиках.

Іншим важливим чинником є значення коефіцієнта газонасиченості цих пісковиків. За результатами проведеної переінтерпретації він становить 45–60 %, тобто 45–60 % порового простору насичені газом. Ці значення коефіцієнта газонасиченості є дуже низькими. Відносна проникність щільних пісковиків Донбасу, визначена за допомогою лабораторного аналізу взірців кернів, дає змогу припустити, що підземні гідрогазодинамічні умови території є задовільними для руху газу в таких щільних газоводоносних колекторах. З іншого боку, варто пам'ятати, що отримати стабільний промисловий приплив газу у свердловину за таких умов є непростим завданням та потребує врахування характерних особливостей порід-колекторів і насичуючих флюїдів під час розробки методів інтенсифікації свердловин.

Можливість успіху проєктів у подібних геологічних умовах продемонстровано на родовищах світу [3, 5, 6], де роль щільності газоносних порід у процесі фільтрації вуглеводневих газів через них у присутності значної кількості води була проілюстрована на практиці. На прикладі цих родовищ доведено, що в разі коефіцієнта газонасиченості в межах 50–60 % вуглеводневі гази є рухомими і за раціональної методики розробки подібні родовища мають комерційну цінність.

Отже, інтервали, виділені за результатами переінтерпретації, можна розглядати як перспективні щодо їх промислової газонасиченості. Отримані значення параметрів, що характеризують розріз досліджуваної площі, є неоднозначними, але все ж багатообіцяючими.

Додатковим незалежним методом підтвердження перспективності виділених горизонтів можна вважати збір інформації про газопрояви в процесі буріння цих свердловин та результати випробування пластів.

З цією метою, використовуючи наявну геолого-геофізичну інформацію по території досліджень, були зібрані та узагальнені такі дані. На зведену літолого-стратиграфічну колонку нанесено всі відомі газопрояви, що спостерігались у тому чи іншому вигляді в пробурених на території свердловинах. На основі проведеного аналізу можна виділити три перспективні інтервали порід у межах глибин, охоплених геологорозвідувальним бурінням на вугілля (рис. 3). Усього на площі досліджень проаналізовано 22 свердловини. Кількість свердловин, у яких були відзначені прояви газу та інтервали цих газопроявів, указано на рис. 3.

Першим і найперспективнішим інтервалом можна вважати інтервал L1–L5 загальною середньою потужністю близько 100 м, у межах якого за даними газового каротажу та випробувань у процесі буріння спостерігалися газопрояви. Інтервал представлений здебільшого щільними пісковиками, рідше алеволітами та аргілітами, і вміщує дев'ять вугільних пластів різної товщини.

Другим потенційним об'єктом може слугувати інтервал L6–L7, загальною середньою потужністю близько 40 м. У інтервалі спостерігалися газопрояви в низці свердловин, що свідчить про його підвищену газонасиченість у межах досліджуваної території та перспективність для подальшого вивчення. Складений він перешаруванням пісковиків та алеволітів, подекуди аргілітів. У межах інтервалу відомі два вугільні пласти завтовшки 0–0,7 та 0–1,0 м.

Як третій перспективний об'єкт було виділено інтервал М4–М5, товщина якого є дещо меншою й становить у середньому 30 м, проте його перспективність підвищує відносна літологічна однорідність порід у межах інтервалу з абсолютним переважанням щільних пісковиків. В інтервалі були зафіксовані численні газопрояви, а під час випробування в процесі буріння у двох свердловинах був отриманий невеликий приплив чистого газу.

Також перспективними варто вважати більш глибокозанурені відклади каменської світи, однак глибина вугільних свердловин не дає змоги дати обґрунтований висновок щодо їх газонасиченості.

Як видно з наведеного, інтервали, з якими пов'язані основні газопрояви в процесі буріння та випробування свердловин, добре збігаються з інтервалами, виділеними за результатами переінтерпретації каротажних діаграм.

Для доведення протяжності виділених об'єктів на території досліджень і задовільної незмінності коефіцієнта газонасиченості варто застосовувати кореляційні методи, що, як приклад, відображено на рис. 4.

Висновки

Продемонстровано можливість використання геолого-геофізичних даних, отриманих у процесі проведення геологорозвідувальних робіт на вугілля, для оцінки газонасиченості території та виділення найперспективні-

ших ділянок для проведення на них першочергових робіт щодо вивчення можливості промислового видобутку метану. Подібний підхід значно зменшує вартість геологорозвідувальних робіт на газ на початковій стадії та знижує ризик недостовірної оцінки території щодо її промислової газонасиченості.

Результати, отримані на великій площі в межах ділянки Лісовська–Північна, є загалом позитивними з погляду оцінки промислової газонасиченості. І хоча отримані дані вказують

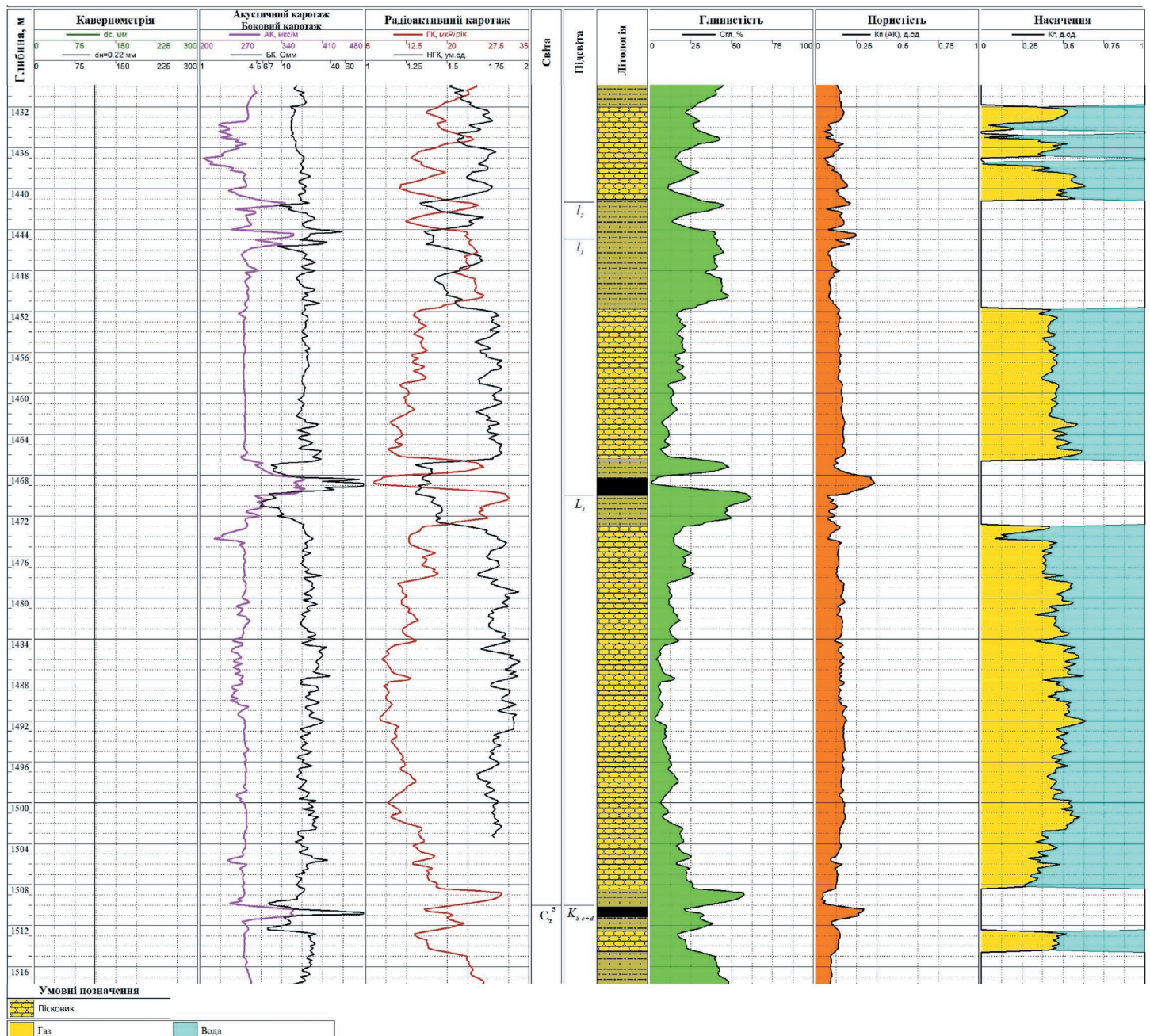


Рис. 2. Приклад результатів переінтерпретації даних промислових геофізичних досліджень у старих вуглерозвідувальних свердловинах

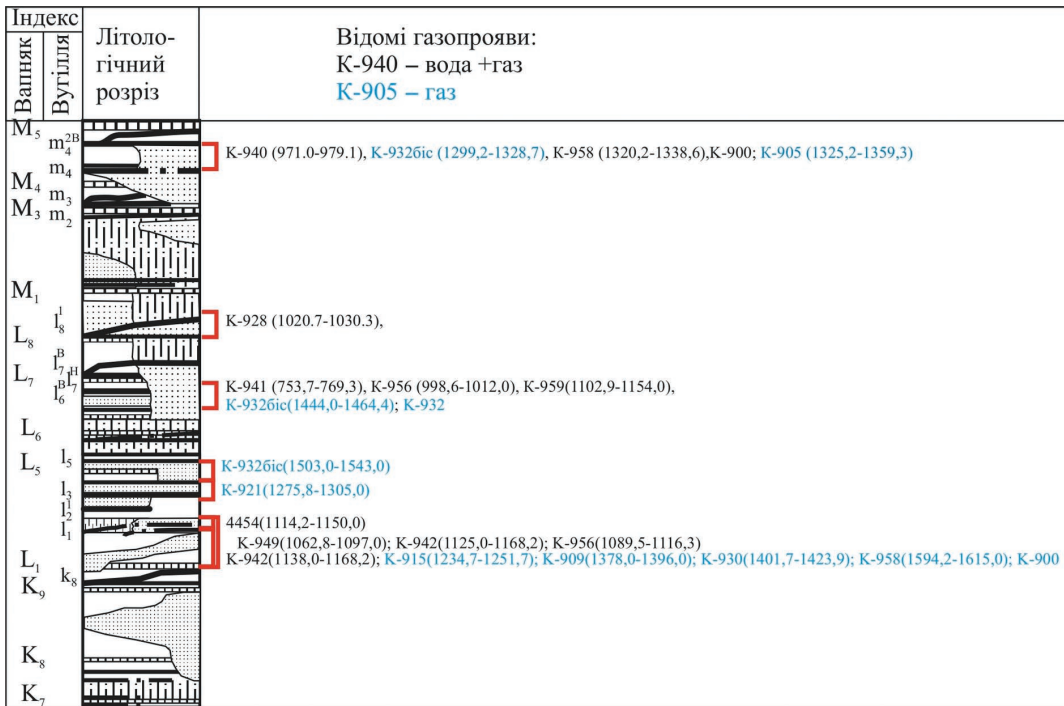


Рис. 3. Літолого-стратиграфічний розподіл відомих газопоявів у межах Лісовської-Північної ділянки Красноармійського ГПП

на критичні значення коефіцієнта газонасиченості, вони не заперечують можливість налагодження видобутку метану з подібних резервуарів з використанням спеціально розроблених методів інтенсифікації та паралельною відкачкою невеликого об'єму пластової води. Крім того, роботи щодо вивчення характеру газонасиченості не мають обмежуватися

такими малими площами й глибинами. Під час ідентифікації перспективніших об'єктів у межах інших площ або на більших глибинах можна знизити ризики провалу першочергових робіт. Ця робота є лише прикладом механізму отримання додаткової інформації про характер газонасиченості товщі порід без залучення значних коштів.

Для уточнення даних геологорозвідувальних робіт, що були проведені в минулі роки та про які йдеться вище, безсумнівно, необхідно провести додаткові дослідження. Доцільність постановки подальших робіт не викликає сумнівів, адже, урахувавши величину оцінених ресурсів вуглеводнів на території Донецького басейну, йдеть-

ся про значні об'єми газу, що могли б комерційно видобуватися приватними та державними структурами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Авдеева А. М. Геологическое заключение к материалам по Красноармейской площади. ДП "Донецкгеология", Артёмовск, 2010.
2. Мончак Л. С., Омельченко В. Г. Основы геологии нефти и газа. Підручник для вузів. Івано-Франківськ: Факел, 2004. 276 с., табл. 15, іл. 103
3. Жикаляк М. В. Неосвоені газові ресурси пісковиків Донбасу з низькою проникністю// Геолог України. № 2 (34) 2011. С. 103–107.
4. Creties D. Jenkins, SPE, DeGolyer and MacNaughton, and Charles M. Boyer II, SPE, Schlumberger. Coalbed- and Shale-Gas Reservoirs. Society of Petroleum Engineers, 2008. P. 92–99.
5. Lidan Ji, Guang Ji, Ailin Jia, Liang Zhao, Dongbo He. Gas-Water Distribution and Development Strategy of Xujiahe Tight Gas Reservoir in Sichuan Basin, China. Search and Discovery Article #40-864 (2012).
6. Ralph W. Edie. Bellshill Lake-Thompson Lake Cretaceous Oil Fields, Alberta. Volume: 43 (1959)
7. Stephen A. Holditch, Topic Paper #29. Unconventional Gas. Working Document of the NPC Global Oil & Gas Study. The University of Texas. July, 2007.

Рукопис отримано 15.07.2013.

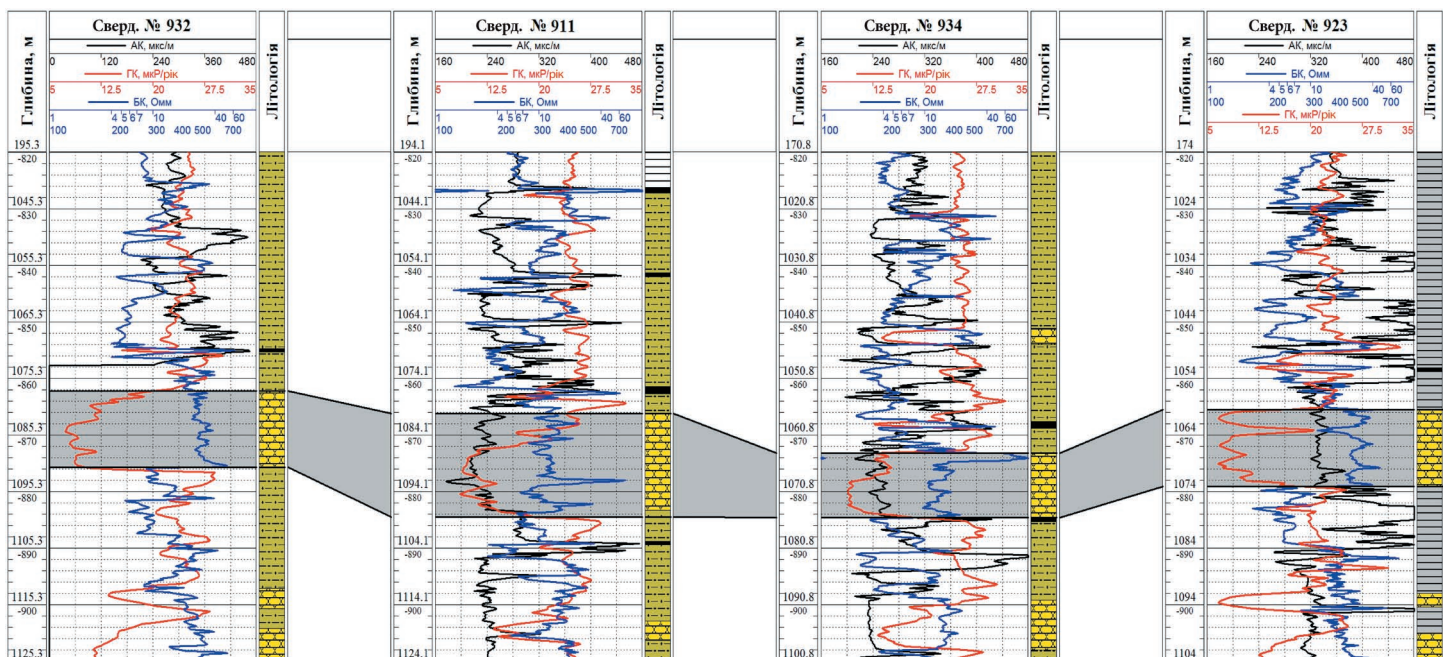


Рис. 4. Кореляція щільних пісковиків вуглевмісної товщі Донецького басейну за результатами повторної інтерпретації результатів промислових геофізичних досліджень у вуглерозвідувальних свердловинах

УДК 552.5(477.5)

Я. С. ШМОРГ, аспирантка Інститута геологічних наук НАН України, геолог партії по изучению коллекторов и пластовых флюидов (ДП “Укрнаукагеоцентр”)

О ПЕРСПЕКТИВАХ НЕФТЕГАЗОНОСТИ АРГИЛЛИТОВЫХ ПОРОД СЕВЕРНОГО БОРТА ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

Размещение скоплений нефти и газа обусловлено специфическими особенностями геологических, тектонических условий формирования месторождений, а также литолого-фациальных условий образования осадочных комплексов.

При решении регионального и локального прогнозирования и поисков нетрадиционных коллекторов важнейшая роль принадлежит принципиально новым научным исследованиям, которые базируются на определении важного территориального и глубинного расположения скоплений углеводородов в плотных глинистых толщах.

Distribution of oil and gas accumulations is conditioned by geological and tectonic peculiarities of field development, and also by sedimentary sequences' lithological and environmental conditions of forming.

The key role for success in prognosis on regional and local levels and search for unconventional reservoirs belongs to new scientific researches, based on determination of important areal and depth distribution of hydrocarbon accumulations in tight argillaceous strata.

Увеличение ресурсной базы углеводородного сырья – одно из приоритетных направлений геологоразведочных работ на Украине. Поиск нетрадиционных источников топлива привел к тому, что как возможный источник добычи нефти и газа стали рассматриваться глинистые сланцевые породы, вмещающие в себе “сланцевый газ”.

Известно, что нефтегазоносность недр является результатом благоприятной совокупности таких геологических процессов: генерации, миграции и аккумуляции углеводородов в нефтематеринских толщах, а также в условиях глубокой генерации сохранения углеводородов во вмещающих породах.

Одной из особенностей глинистых сланцевых пород (аргиллитов) есть возможность быть и нефтематеринской породой, и коллектором, и ловушкой одновременно.

Для выяснения перспектив нефтегазоносности глинистых сланцевых отложений были рассмотрены породы нижнесерпховского и верхневизейского подъярусов нижнекаменноугольных отложений, поскольку именно они выделены как перспективные на поиск сланцевого газа в пределах Восточного нефтегазоносного региона Украины [1, 2].

Ключевыми направлениями были исследование литологии отложений и определение содержания органического вещества в породах в образцах кернов,

представленных аргиллитами нижнесерпховско-верхневизейской толщи Юльевского, Скворцовского и Нарижнянского месторождений, которые являются одними из крупнейших в пределах Северного борта Днепровско-Донецкой впадины.

Согласно описанию шлифа зерна, отобранного в скважине № 5 Юльевского месторождения (кern 10, интервал 3636–3646 м, горизонт В-16) отложения представлены аргиллитом карбонатным, черным, плотным. В породе 5–7 % обугленного растительного детрита, присутствует пирит.

Кern 11, который отобран с интервала горизонта В-16 в скважине № 5 Юльевского месторождения, согласно описанию шлифа, представлен аргиллитом алевритовым, чер-

ным, плотным, параллельно-слоистым с отпечатками растительного детрита. Сложен гидрослюдой с 30–40 % осколков кварца, размещенного мозаично с содержанием до 7 % растительного детрита.

Образцы кернов с указанных выше месторождений изучались растровым микроскопом РЭМ-106 в бывшем Черниговском отделении УкрГГРИ (рис. 1, 2, 3).

На фотографиях, сделанных по поверхности исследуемых образцов, четко прослеживается система сообщающихся между собой трещин. Наличие такой трещиноватости свидетельствует о возможности миграции по этим каналам флюидов. Несомненно, что особенности порового пространства коллектора определяются на стадии седиментогенеза, однако значительные изменения порода претерпевает на последующих стадиях преобразования.

Морфология порового пространства пород-коллекторов зависит от структурных и текстурных особенностей пород. В результате вторичных преобразований возможна перекристаллизация глинистого материала и возникновение крупных кристаллов гидрослюды, хлорита. В результате возникают внутренние поры до 0,2 мкм и увеличивается ёмкость и сообщаемость порового пространства [3].

Химико-аналитическими методами изучен тот же керновый материал, что и микроскопом РЭМ-106. Установлено содержание рассеяного органического вещества, которое генетически связано с образованием углеводородов [4].

Процентное содержание органического углерода в

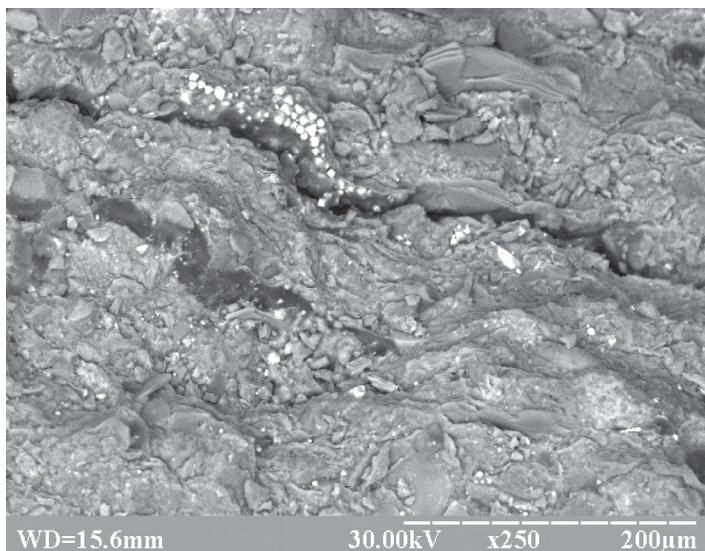


Рис. 1. Юльевская скважина № 3, керн 8, интервал 3 487–3 502 м, горизонт В-20-21, аргиллит

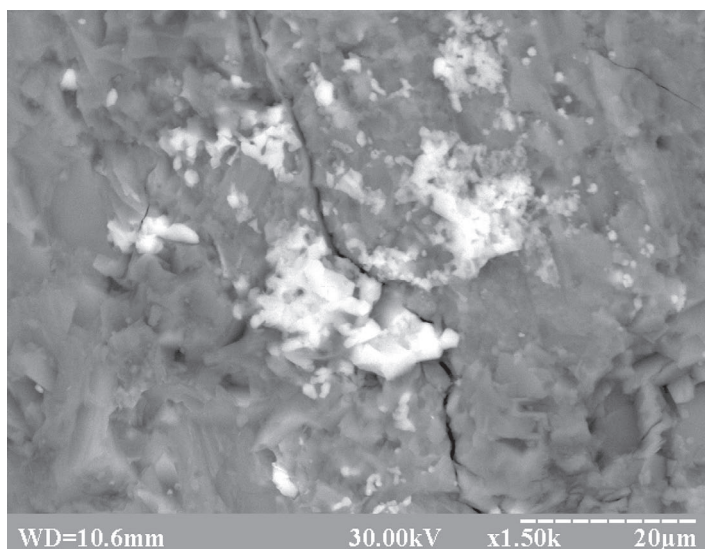


Рис. 2. Нарижнянская скважина № 16, керн 14, интервал 4 180–4 190 м, горизонт В-20-21, аргиллит

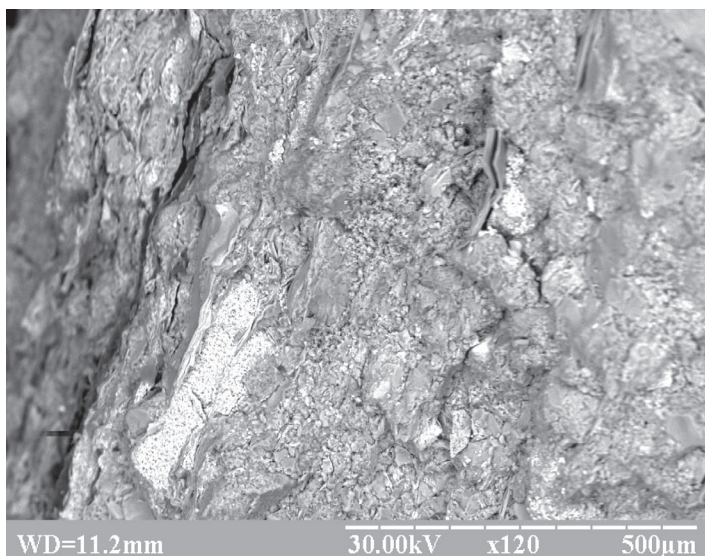


Рис. 3. Скворцовская скважина № 3, керн 15, интервал 3 288–3 298 м, горизонт В-20-21, аргиллит

отложениях нижнесерпуховско-верхневизейской аргиллитовой толщи превышает определяющее значение (1 %), достигая 8,2 % (Скворцовская скв. № 3, интервал 3 288–3 324 м, горизонт В-20-21).

В результате проведенных комплексных макро- и микроисследований, изучения литологического состава аргиллитов, а также определения содержания органического углерода в сланцевых толщах было установлено, что нижнесерпуховско-верхневизейские отложения Юльевско-Скворцовской зоны имеют благоприятные условия для собственной углеводородной генерации и путей латеральной и вертикальной миграции флюидов.

Кроме того, исследуемые отложения имеют достаточную мощность глинистых сланцевых пород, обогащенных органическим веществом [4, 5] – мощность разреза, который включает в себя отложения от верхневизейской литопачки В-16 до нижнесерпуховской литопачки С-22-23, достигает 370 м (Нарижнянское месторождение). Процентное содержание органического вещества в разрезе изменяется от 1 до 10 %. По определяющим критериям [1, 2, 6] вышеперечисленные месторождения могут быть отнесены к перспективным в отношении поисков нетрадиционных залежей УВ.

Таким образом, аргиллитовые толщи нижнесерпуховско-верхневизейских отложений Северного борта Днепровско-Донецкой впадины можно рассматривать как дополнительный источник углеводородного сырья в многоэтажном нефтегазоносном комплексе этого района исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ставицький Е. А., Голуб П. С., Тхоровська Н. В. Щодо перспектив сланцевого газу в межах Східного нафтогазоносного регіону України//Геолог України. 2010. № 3. С. 103–107.
2. Ставицький Е. А., Голуб П. С. Результати комплексних досліджень та обґрунтування перспективних зон і полігонів для пошуків сланцевого газу//Мінеральні ресурси України. 2011. № 2. С. 4–12.
3. Зкус Н. Д., Бахтин В. В. Литогенетические преобразования глин в зонах аномально высоких пластовых давлений. Москва: Наука, 1979. С. 91–109.
4. Ларская Е. С., Четверикова О. П., Родионова К. Ф. Комплекс исследований рассеянного органического вещества пород для прогнозной оценки запасов крупных территорий//Методы анализа органического вещества пород, нефти и газа/Под редакцией А. В. Ролькова. Тюмень, 1977. С. 70–75.
5. Ларская Е. С. Диагностика и методы изучения нефтегазоматеринских толщ. Москва: Недра, 1983.
6. Євдошук М. І., Ставицький Е. А., Шморґ Я. С. Науково-тематичні дослідження генераційного потенціалу – основа пошуку альтернативних джерел вуглеводнів//Мінеральні ресурси України. 2012. № 2. С. 6–8.