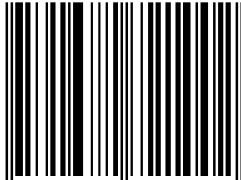


ISSN 1682-721X

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ MINERAL RESOURCES of UKRAINE УКРАЇНИ



ISSN 1682-721X



9 771682 721002

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
SCIENTIFIC JOURNAL

1'2019

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ

Науковий журнал, виходить 4 рази на рік,
березень, 2019 р.
Видається з 01.03.1994 р.

MINERAL RESOURCES OF UKRAINE

Scientific journal, is published 4 times per year,
March, 2019
Published since 01.03.1994

УДК 55(477)(051)
ББК 26.3(4УКР)Я5
М61

ЗАСНОВНИК / FOUNDER

Український державний геологорозвідувальний інститут
Ukrainian State Geological Research Institute

Зареєстровано в Державній реєстраційній службі
України, свідоцтво про державну реєстрацію
серія КВ № 23790-13630ПР від 15.03.2019 р.

Registered in the State Registration Service of Ukraine,
certificate of state registration
KB № 23790-13630ПР dated 15.03.2019

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР / EDITOR-IN-CHIEF:

Сергій Володимирович Гошовський
Sergii Volodymyrovych Goshovskyi

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ / EDITORIAL TEAM:

О. В. Зур'ян / O. Zurian
(заст. головного редактора / Deputy editor)
С. О. Некрасова / S. Nekrasova
(відповідальний секретар / Executive secretary)

Ю. І. Войтенко / Yu. Voitenko, Л. В. Ісаков / L. Isakov,
М. М. Костенко / M. Kostenko, О. В. Кравченко /
O. Kravchenko, М. Д. Красножон / M. Krasnozhon,
Е. Д. Кузьменко / E. Kuzmenko, Я. Г. Лазарук / Ya. Lazaruk,
О. О. Ліхощерстов / O. Likhosherstov, Н. Г. Люта / N. Lyuta,
Г. Г. Лютий / G. Lyutyi, О. І. Ляшенко / O. Liashenko,
В. А. Михайлов / V. Mykhailov, О. В. Плотніков /
O. Plotnikov, О. М. Пономаренко / O. Ponomarenko,
В. Л. Приходько / V. Prykhodko, Г. І. Рудько / G. Rudko,
В. М. Хоменко / V. Khomenko, М. М. Шаталов / M. Shatalov,
Є. О. Яковлев / Ye. Yakovlev

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЯ / INTERNATIONAL EDITORS:

Ад. А. Алієв / Ad. Aliyev, М. М. Зінчук / M. Zinchuk,
Лін Лі / Lin Li, А. Пестржинський / A. Piestrzynski,
Т. Тодоров / T. Todorov, В. Вімблдон / W. Wimbledon,
Шенжі Юнг / Chenggui Jing

Відповідальний за випуск / Responsible for the issue:
О. А. Лисенко / O. Lyenko

У разі передруку посилання на
“Мінеральні ресурси України” обов'язкове

In the case of the reprint – reference to
“Mineral Resources of Ukraine” is obligatory

Рекомендовано до друку вченою радою УкрДГРІ
протокол № 6 від 05.12.2018 р.

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

Publisher UkrDHRI, Certificate of state
registration № 182 series DK dated September 18, 2000
04114, Kyiv, str. Avtozavodska, 78A

Наукове видання внесено до переліку наукових
фахових видань України з геологічної
й технічної галузей науки.

Накази Міністерства освіти та науки України
№ 515 від 16.05.2016 р., № 820 від 11.07.2016 р.

Журнал індексується в Google Scholar.
2016 року його зареєстровано в системі
Index Copernicus з індексом ICV2017 = 63,96.
З лютого 2019 р. журнал унесено в базу DOAJ.

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

© УкрДГРІ, 2019

1/2019

ЗМІСТ / CONTENTS

В. А. МИХАЙЛОВ / V. MYKHAILOV

Ювілей геологічного факультету Київського національного
університету імені Тараса Шевченка
Anniversary of the geological faculty of the Taras Shevchenko National
university of Kyiv

4

В. Н. КУРГАНСКИЙ / V. KURGANSKIY

Учебной дисциплине и научному направлению “Каротаж скважин” –
50 лет в Киевском национальном университете им. Тараса Шевченко
Academic discipline and scientific direction “Geophysical researches of
mining holes” – 50 years in Taras Shevchenko National university of Kyiv

6

Вітаємо із 75-літтям геологічного факультету Київського національного
університету імені Тараса Шевченка
Congratulations on the 75th anniversary of the geological faculty
of Taras Shevchenko National university of Kyiv

10

О. А. ЛИСЕНКО, А. Х. БАКАРЖИЕВ / O. LYSENKO, A. BAKARZHYEV

Стан і перспективи сировинної бази урану України
State and perspectives mineral and raw materials base of uranium ore of Ukraine

11

Г. Г. ЛЮТИЙ, Н. Г. ЛЮТА, І. В. САНИНА / G. LYUTYI, N. LYUTA, I. SANINA

Про необхідність упорядкування неосвоєних родовищ питних підземних вод
About the necessity to organize the undeveloped ground water deposits

18

А. Ш. МЕНАСОВА / A. MIENASOVA

Найдавніші водорості Подоллі як каталізатор процесів фосфоритоутворення
Most ancient Podolia's algae as trigger for the formation of phosphorites

21

О. В. ПЛОТНИКОВ, М. М. КУРИЛО, С. К. КОШАРНА /

O. PLOTNIKOV, M. KURYLO, S. KOSHARNA

Оцінка ступеня виснаженості залізородних родовищ для прогнозування
постліквідаційних робіт
Depletion extent estimation of iron ore deposits with the aim of forecasting
post-liquidation works

26

В. Т. КРИВОШЕЕВ, В. В. МАКОГОН, Є. З. ІВАНОВА /

V. KRYVOSHEEV, V. MAKOGON, Ye. IVANOVA

Основний резерв прискореного ефективного відкриття родовищ нафти
й газу в Україні
The main reserve of accelerated effective opening of oil and gas fields in Ukraine

31

Є. О. ЯКОВЛЕВ, В. М. ЄРМАКОВ, О. А. УЛИЦЬКИЙ /

Ye. YAKOVLEV, V. YERMAKOV, O. ULYTSKYI

Екологічні наслідки затоплення камери атомного вибуху шахти
“Юнком” (Центральний Донбас)
Ecological consequences atomic explosion chamber flooding of mine
“Yuncom” (Central Donbas)

38

С. В. ГОШОВСЬКИЙ, О. В. ЗУР'ЯН / S. GOSHOVSKIY, O. ZURIAN

Газогідрати – історія відкриття. До 50-річчя відкриття властивості природних
газів утворювати поклади в земній корі у твердому газогідратному стані
Gas hydrates – history of discovery. Devoted to 50th anniversary when the ability of
natural gas to form deposits in the earth's crust in solid gas hydrate state was discovered

45

Тектонист Николай Никитович Шаталов (к 70-летию со дня рождения)
Tectonist Nikolaj Nikitovich Shatalov (on the 70th anniversary of birth)

50



ШАНОВНІ ГЕОЛОГИ, ГЕОФІЗИКИ, ГЕОДЕЗИСТИ, ТОПОГРАФИ І ВЕТЕРАНИ ПРАЦІ!

Кожну першу неділю квітня ми вшановуємо Вас – відважних і сильних духом людей, що мають глибокі теоретичні і практичні знання, а найголовніше – безмежно віддані своїй справі.

Ваша праця – не просто унікальна професія, яка поєднує в собі романтику, щоденну напружену роботу, глибокі теоретичні знання й безцінний досвід польових геологічних досліджень. Це одна з найважливіших основ економічної та оборонної безпеки країни.

Сьогодні геолог уже не схожий на дослідника з молотком у руках і рюкзаком за плечима. Як і будь-яка інша наука, геологія просунулася далеко вперед. У вашому арсеналі – сучасні комп'ютерні технології, новітнє обладнання. Але попри це ваша праця – завжди нелегкий пошук, мета якого – відкриття й вивчення багатств наших надр.

Упевнений у тому, що професіоналізм наших геологів дасть змогу й надалі успішно виконувати відповідальні завдання з розвідки й вивчення природних багатств та зміцнення мінерально-сировинної бази України.

Особливі слова подяки й низький уклін нашим ветеранам, які завдяки своєму величезному таланту, не шкодуючи сил та енергії, зробили потужний внесок у становлення геології, які натхненно виховували нові плеяди геологів. У цей святковий день зичу працівникам і ветеранам галузі здоров'я, щастя, успіхів і нових відкриттів у роботі, удачі на життєвому шляху!

Головний редактор С. В. Гошовський

ЮВІЛЕЙ ГЕОЛОГІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ANNIVERSARY OF THE GEOLOGICAL FACULTY OF THE TARAS SHEVCHENKO NATIONAL UNIVERSITY OF KYIV

Геологічному факультету (ННІ “Інститут геології”) Київського національного університету імені Тараса Шевченка виповнюється 75 років!

Геологічний напрям зародився в Київському університеті ще з часів його заснування 1834 року, коли з-поміж перших 13 кафедр на фізико-математичному відділенні філософського факультету було відкрито кафедру мінералогії та геогнозії, на якій працювали такі вчені, як С. Ф. Зенович, Е. К. Гофман, А. С. Рогович, К. М. Феофілактів. Наприкінці XIX і на початку XX століття тут працювали такі видатні геологи, як П. А. Тутковський, В. І. Лучицький, П. М. Чирвінський, Б. Л. Лічков, М. І. Безбородько, П. Я. Армашевський, В. А. Дубянський та ін.

1933 року в Київському університеті було створено геолого-географічний факультет, на якому працювало вже чотири кафедри геологічного спрямування: загальної геології (В. І. Крокос), історичної геології та палеонтології (Б. І. Чернишов), петрографії та корисних копалин (М. І. Безбородько, М. Г. Світальський, Л. Г. Ткачук, І. С. Усенко), мінералогії та кристалографії (М. К. Шматко).

1944 року в складі університету створено геологічний факультет, який у різні роки очолювали: Б. О. Гаврусевич



(1945–1948), С. П. Родіонов (1949–1951), Ф. А. Руденко (1951–1968), М. Ф. Скопиченко (1968–1976), В. А. Сліпченко (1976–1985), А. Г. Солдак (1985–1988), В. С. Шабатін (1988–1999), В. Ф. Грінченко (1999–2004), В. А. Михайлов (2004–2007 і 2013–2014), С. А. Вижива (2007–2012). На факультеті працювали такі видатні науковці, як В. Г. Бондарчук, Б. О. Гаврусевич, О. Л. Ейнон, І. Є. Жернов, В. С. Заїка-Новацький, М. М. Ключников, В. Т. Латиш, В. І. Лучицький, В. Г. Мольяко, С. А. Мороз, Г. Т. Продайвода, Ф. А. Руденко, І. Д. Седлецький, В. О. Сельський, М. П. Семененко, В. І. Скаржинський, І. П. Щербань та багато інших. 2015 року геологічний факультет перетворено на Навчально-науковий інститут “Інститут геології”, якому було підпорядковано Коледж геологорозвідувальних технологій (КГРТ).

Нині Інститут є потужною науково-освітньою структурою, роботу якої забезпечує сім кафедр (загальної та історичної геології; геології родовищ корисних копалин; геології нафти і газу; мінералогії, геохімії та петрографії; гідрогеології та інженерної геології; геофізики; геоінформатики), науково-дослідна, адміністративно-організаційна і господарська частини. Крім того, до складу Інституту входять Інформаційно-обчислювальний сектор і Геологічний музей. Інституту також підпорядкований КГРТ з базою практик у смт Корнин. З 2015 р. Інститут очолює доктор геологічних наук, професор В. А. Михайлов.

Навчальний процес в Інституті забезпечує 61 викладач, з них 24 доктори і 36 кандидатів наук, зокрема 11 залучених до освітнього процесу співробітників НАН України. В Інституті навчається понад 400 здобувачів вищої освіти, зокрема бакалаври (250 осіб), магістри (139), аспіранти (15) і докторанти (1). Підготування здобувачів вищої освіти здійснюється за двома спеціальностями: 103 “Науки про Землю” (за навчальними програмами і спеціалізаціями Геологія, Геофізика, Гідрогеологія, Геоінформатика, Геологія нафти і газу, Геохімія і мінералогія, Economic Geology, Applied Geology) і 193 “Геодезія і картографія” (Геоінформаційні системи і технології, Оцінка землі та нерухомого майна).

На сьогодні головною проблемою є зменшення кількості абітурієнтів, що пов'язане із загальним занедбаним станом геологічної галузі України, зменшенням кількості випускників середніх шкіл, від'їздом молоді на навчання в західні країни (Польща, Німеччина, Швейцарія тощо). Україн негативно



Корпус ННІ “Інститут геології” Київського національного університету імені Тараса Шевченка

вплинуло на набір абітурієнтів уведення наказом Міністерства освіти і науки України 2016 року незрозумілої для абітурієнтів спеціальності “Науки про Землю”, яка об’єднала 21 спеціальність трьох галузей знань, а саме геології, географії і гідрометеорології, що призвело до “розчинення” саме наук про Землю, зокрема геології, у географічних науках соціально-економічного напрямку.

Проте, попри несприятливі соціально-економічні умови, Інститут забезпечує високу якість навчання. У ці нелегкі часи ми зберегли кадровий потенціал Інституту, лабораторну базу, повсякчасно підвищуємо якість аудиторного фонду, застосовуємо новітні методи навчання, готуємо й видаємо численні навчально-методичні матеріали. Наш Інститут є базовою методичною установою в системі геологічної освіти України.

Постійно зростає рівень підготовки студентів, їхня участь у науковій роботі. Наші студенти є членами таких поважних міжнародних асоціацій, як EAGE – Європейська асоціація геонауковців та інженерів; SEG – Товариство розвідувальних геофізиків; АДС – Асоціація дослідників свердловин; AAPG – Американська асоціація нафтових геологів; Society of Economic Geologists – Міжнародна спілка економістів-геологів. Вони відвідують наукові конференції і польові міжнародні навчальні табори в різних країнах світу (США, Угорщина, Чехія, Румунія, Польща), організовують такі табори в Україні; беруть участь у проведенні престижних міжнародних наукових конкурсів, зокрема є багаторічними учасниками змагань Imperial Barrel Award у Празі (Чехія), організованих American Association of Petroleum Geologists (AAPG); беруть участь у програмах академічної мобільності, зокрема Erasmus+, Mitacs, Міжнародної агенції з атомної енергії тощо. 2018 року наш студентський науковий осередок SEG (Society of Exploration Geophysicists) здобув 1 місце з-понад як 500 осередків SEG світу. Аспірант Інституту А. Чернов у 2017–2018 рр. працював в Антарктиді в складі XXII Української антарктичної експедиції (грант надав Національний антарктичний науковий центр).

Наші випускники працюють в академічних інститутах України і світу, провідних підприємствах, зокрема Держгеолнадр, геологорозвідувальних компаніях, як-от НАК “Нафтогаз”, НАК “Надра”, ДЕТЕК, Shell, Schlumberger тощо.

Однією з найсуттєвіших ознак нашого життя є наукова робота в межах міжкафедральних, держбюджетних і господарсько-договірних тем, міжнародних грантів тощо. Співробітники Інституту здійснюють геологорозвідувальні ро-



Геологічний музей

боти, експертну оцінку різноманітних корисних копалин у різних країнах світу: Гвінеї (2003–2004 рр.), Вірменії (2004 р., 2007 р.), Мадагаскарі (2008 р.), Ліберії (2011–2012 рр.), Лаосі (2012–2013 рр.), Камеруні (2013), Мавританії (2011–2019 рр.), Танзанії (2018 р.). Провідні виші світу запрошують наших викладачів прочитати курс лекцій, з-поміж них професори В. І. Павлишин, О. В. Митрохин, В. А. Михайлов – 2013 року в Московському державному університеті імені М. В. Ломоносова; професор О. Є. Кошляков – 2014 року в Східноказахстанському технічному університеті імені Д. Серикбаєва; професор О. М. Іванік – 2018 року у Віденському університеті природних ресурсів та наук про життя; професор В. А. Михайлов – 2018 року в Китайському університеті геології в Пекіні; доцент І. М. Байсарович – 2018 року в Університеті Ставангера (Норвегія).

Журнал “Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія” з 2015 р. індексується в зарубіжній базі ESCI Web of Science.

Отже, ННІ “Інститут геології” є унікальною освітньо-науковою структурою, де представлені всі навчальні спеціальності і спеціалізації геологічної галузі України, яка спроможна забезпечити високу якість і безперервність геологічної освіти, починаючи з учнів 9–10 класів (молодший спеціаліст) і закінчуючи фахівцями найвищого гатунку (кандидати й доктори наук). Очевидно, що майбутнє геологічної галузі України багато в чому пов’язане з функціонуванням цієї структури.

Сучасний ринок геологічної праці потребує від випускників глибоких знань і професіоналізму, самостійності та оригінальності мислення, досконалого знання іноземних мов, насамперед англійської, володіння сучасними комп’ютерними програмами оброблення геологічної інформації тощо. Треба мати на увазі, що для випускників українських вишів ринок праці не обмежується тільки Україною, а поширюється майже на весь світ. Удосконалення навчального процесу, приведення його до сучасного світового рівня, розширення й поглиблення наукових досліджень мають стати головними завданнями нашого Інституту, як і інших навчальних закладів геологічного профілю на найближче майбутнє. Не можна забувати, що геологія є не тільки сферою фундаментальних наукових досліджень, але й однією з найважливіших бюджетотворювальних галузей народного господарства України.

Зі святом вас, дорогі випускники геологічного факультету КНУ імені Тараса Шевченка!

Директор ННІ “Інститут геології”,
доктор геологічних наук, професор
В. А. МИХАЙЛОВ



Бурова практика в Корнині

УДК 550.8, 550.832

В. Н. КУРГАНСКИЙ, д-р геол.-минерал. наук, профессор (Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, УНИ “Институт геологии”), kyrgan40@ukr.net

V. KURGANSKIY, Dr. Sci. (Geol.), Professor (Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Geology), kyrgan40@ukr.net

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ И НАУЧНОМУ НАПРАВЛЕНИЮ “КАРОТАЖ СКВАЖИН” – 50 ЛЕТ В КИЕВСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМ. ТАРАСА ШЕВЧЕНКО

ACADEMIC DISCIPLINE AND SCIENTIFIC DIRECTION «GEOPHYSICAL RESEARCHES OF MINING HOLES» – 50 YEARS IN TARAS SHEVCHENKO NATIONAL UNIVERSITY OF KYIV



(Матеріал друкується мовою оригіналу)

*Наука начинается с сомнений,
Поэзия – от боли или радости в груди.
Поэзия, наука – это вдохновение,
Влюбленность в дело, как тут не крути.*
В. Курганский

Геофизические исследования скважин (ГИС) – важная, неотъемлемая часть прикладной геофизики. Основное направление ГИС – промысловая геофизика, с помощью методов которой изучают геологические разрезы нефтяных и газовых скважин, исследуют весьма сложный объект – диффузную систему “скважина – горные породы”, которая изменяет свои свойства и параметры во времени и пространстве. Из всех направлений разведочной геофизики она наиболее богата на методы и модификации исследований, оперирует широчайшим спектром (от данных бурения до результатов испытаний) исходной и полученной в процессе исследований геофизической, промысловой, петрофизической и другой информации. Действительно, многочисленные и очень разные задачи, детальность и точность их решения на всех этапах поиска, разведки, доразведки, подсчета запасов углеводородного сырья, разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений (вплоть до их закрытия), сложные, с малой степенью свободы скважинные условия проведения исследований – все это делает промысловую геофизику не только специфическим, но и наиболее интеллектуально насыщенным направлением прикладной геофизики. Реализация многих десятков промыслово-геофизических методов решения задач, основанных на применении практически всех известных естественных и искусственных физических, физико-химических, геохимических и других полей, требует соответствующего теоретического обоснования (решения прямых и обратных задач), дорогостоящего материально-техниче-

ского оснащения, методического обеспечения и, возможно, самого главного – наличия разносторонне подготовленных, высококвалифицированных специалистов, в равной степени хорошо владеющих знаниями в области геолого-геофизических, физико-математических наук, а также в области бурения, электроники и компьютерной техники.

Полный курс этой дисциплины для студентов геофизической специальности преподают с 1969 года. Содержание предмета, ставшего профильным, состоит из физических основ геофизических методов исследования скважин (ГИС), технологии их проведения, области применения и задач, решаемых по данным ГИС, качественной и количественной интерпретации первичных результатов, полученных в процессе изучения скважин.

На основе профильной дисциплины автор статьи разработал спецкурсы “Промысловая геофизика”, “Каротаж рудных скважин”, “Петрофизика и геофизика коллекторов нефти и газа”. Все предметы обеспечены методическим сопровождением: программой, литературой, методическими указаниями и контрольными заданиями для самостоятельной работы студентов.

На этом этапе организации учебного процесса важную поддержку оказала кафедра промысловой геофизики МИНХ и ГП им. И. М. Губкина, лично заведующий кафедрой, профессор В. Н. Дахнов – основатель и руководитель первой в мире кафедры по специальности “Геофизические исследования скважин”, создатель и глава научной школы отечественной промысловой геофизики и петрофизики.

Чтение тех или иных курсов, соотношение между лекционным материалом, лабораторными занятиями и самостоятельной работой студентов регламентируется конъюнктурой, количеством обучающихся и их общей подготовкой.

В создании учебной и научно-исследовательской лаборатории ГИС в разное время под руководством В. Курганского принимали участие Л. Науменко, В. Мартыненко, С. Балашов, В. Храпак, И. Тишаев. Большую помощь в оснащении лабора-

тории промыслово-геофизической аппаратурой, организации учебной и производственной практик оказало руководство треста “Укргеофизика” (с 1979 г. Государственное геофизическое предприятие (ГПП) “Укргеофизика”) – А. А. Потушанский, Д. Д. Глагола. Тесное сотрудничество кафедры геофизики с Полтавской, Нежинской ЭГИС, другими подразделениями ГПП “Укргеофизика”, сотрудничество с Институтом геофизики НАН Украины, Украинским государственным геологоразведочным институтом (УкрГГРИ), Украинским научно-исследовательским проектным институтом нефтедобывающей промышленности (УкрНИПИИДП), Опытным конструкторским бюро (ОКБ) “Геофизприбор” с Центром менеджмента и маркетинга в области наук про Землю ИГН НАН Украины позволило студентам ознакомиться с современной технологией проведения геофизических исследований скважин, способами обработки и интерпретации данных ГИС, самим при подготовке курсовых, бакалаврских, дипломных и магистерских работ ставить и решать конкретные задачи, связанные с поисками и разведкой полезных ископаемых.

При поддержке специалистов Государственного регионального предприятия “Севукргеология” на территории геологического факультета была пробурена и специальным способом обсажена 100-метровая скважина, что позволило не только проводить лабораторные работы в условиях, максимально приближенных к реальным условиям изучения разрезов скважин, но и использовать её при проведении научных исследований.

Опыт в учебно-методической, научной работе, знание французского языка позволили автору с 1975 по 1978 гг., работая в качестве профессора кафедры геофизики Алжирского национального института нефти и химии, совместно с коллегами Московского, Грозненского, Бакинского, Ивано-Франковского нефтяных институтов и др. вузов СССР преподавать студентам из Алжира, Марокко, Туниса курсы “ГИС” (Diagraphies) и “Петрофизика”. Технология проведения исследований (тип аппаратуры, калибровка, единицы и масштабы записи), способы обработки и интерпретации данных каротажа и петрофизики (номограммы, палетки, корреляционные зависимости и т. д.), используемые на практике в нефтегазовых организациях Алжира, – все это стало полезным при дальнейшей работе по возвращении на Родину.



Алжирский национальный институт нефти и химии – консультация по курсу “Геофизические исследования скважин” (1977 г.)

Весьма плодотворной, непрерывной, начиная с 1984 г., является совместная работа специалистов кафедры геофизики и кафедры теоретической и прикладной механики механико-математического факультета в области разработки и создания новых технологий каротажа скважин. Участие в работе аспирантов и студентов закрепляет полученные знания, расширяет их научный кругозор, позволяет видеть перспективу развития ГИС. Такая перспектива развития учебного и научного направления в университете, связанного с ГИС, перспектива повышения качества подготовки высококвалифицированных специалистов в этой области появилась благодаря предложению создать межкафедретскую специальность “Математическое, электронное и компьютерное сопровождение геофизических исследований скважин в процессе бурения”. Предложение поддержали члены учёных советов обоих факультетов. В специалистах такого профиля заинтересованы государственные и частные нефтегазодобывающие организации Украины. К сожалению, экономическая обстановка, коррупция во многих отраслях народного хозяйства страны не позволили осуществить этот замысел, но сама по себе идея остаётся актуальной и при благоприятных условиях может быть реализована.

Параллельно с учебным с 1970 года В. Курганский создаёт научное направление, связанное с проблемой выделения, классификации и определения емкостных и фильтрационных свойств сложностроенных коллекторов нефти и газа по данным промысловой геофизики и петрофизики. Основной объект исследования – карбонатные отложения разных нефтегазоносных регионов Союза, а затем СНГ – был выбран не случайно. Более 60 % мировой добычи углеводородного сырья связано с карбонатными отложениями, которые широко развиты как в складчатых, так и в платформенных областях и характеризуются широким стратиграфическим диапазоном нефтегазоносности (от нижнего кембрия до миоцена). Полиминеральный состав скелета, неоднородная структура порового пространства, глубокое проникновение фильтрата, а иногда и самого бурового раствора, мешающие судить об истинных физических свойствах породы и характере её насыщения; глинизация и битуминозность; соизмеримость в ряде случаев искомой эффективной ёмкости коллекторов с возможными при количественной интерпретации ошибками – эти и другие особенности объекта исследований требуют особого качества, особой обоснованности и точности исходной геолого-геофизической информации, положений и петрофизических зависимостей (моделей), на основе которых предполагается вести изучение такого типа коллектора.

Особенности условий геофизических измерений в скважинах, вскрывающих карбонатные разрезы: часто повышенная минерализация бурового раствора, его быстрая фильтрация в пласты-коллекторы, сложные термобарические условия – резко снижают эффективность большинства методов ГИС, в первую очередь электрических. Характерный для сложностроенных карбонатных пород низкий вынос керна (особенно высокопористых трещиновато-кавернозных разностей), отсутствие эффективных прямых контрольных способов их изучения в термобарических условиях залегания *in situ* обесценивают результаты лабораторных исследований (дифференциальных характеристик), затрудняют их сопоставления с данными каротажа (с интегральными характеристиками).

Все вышеказанное свидетельствует о сложности и актуальности рассматриваемой проблемы, особенно в условиях диффузной системы “скважина – пласт”, которая “дышит” и

постоянно меняет свои свойства во времени и пространстве. Несмотря на достаточно большое количество научно-исследовательских работ и достижений в этой области, карбонатные коллекторы во многом ещё остаются непознанными, остаются “вещью в себе”. Вот почему совершенствование известных и разработка новых конкурентно-способных методов изучения сложнопостроенных карбонатных коллекторов по промыслово-геофизическим данным является важным научным направлением, способствующим наращиванию разведанных запасов нефти и газа, обеспечивающим развитие и укрепление энергетической базы страны.

Под руководством автора и при его непосредственном участии совершенствовали известные, разрабатывали и внедряли в производство новые способы обработки и интерпретации данных ГИС и петрофизики с конечной целью определения граничных значений коллекторских свойств изучаемых пород на этапе выделения нефтегазосодержащих пластов и обоснования подсчетных параметров на этапе подсчета запасов нефти и газа. В частности, в рамках обозначенной проблемы были решены следующие задачи:

- разработаны принципы физического обоснования, построения и анализа петрофизических моделей;
- усовершенствован способ стандартизации диаграмм ГИС на основе статистических характеристик разрезов;
- экспериментальные исследования и теоретические расчеты позволили доказать справедливость гипотезы о скачкообразном изменении интервального времени (ΔT) от степени доломитизации и калцитизации карбонатных пород, что позволило по данным акустического каротажа классифицировать их на известняки и доломиты и с большей точностью оценивать коэффициент пористости;
- детально изучено соотношение между нерастворимым остатком, глинистостью и пористостью карбонатных пород;
- на основе решения системы корреляционных уравнений вида $K_p = f(P_p)$ и $K_p = f(P_p, I_{pg})$ была разработана методика и её модификации, позволившие не только оценивать характер насыщения (нефть-вода), но и определять наиболее вероятное значение межзерновой (первичной) пористости пластов-коллекторов со вторичной ёмкостью (каверны + трещины).

В этих и других исследованиях с середины 80-х годов принимал участие выпускник кафедры геофизики, ученик В. Курганского, Виталий Владимирович Храпак, успешно защитивший в 1994 г. кандидатскую диссертацию. Адаптация полученных результатов к конкретным геолого-геофизическим условиям и внедрение их в производство связаны с именами таких специалистов, как И. А. Капканщикова, В. М. Лахнюк (УкрНИПИИДП), С. С. Златопольский (“Белнефть”), В. Г. Колисниченко (“Укргеофизика”), А. И. Сало (“Архангельскгеология”), В. В. Акимов, Г. И. Мякотина (“Таджикнефть”), Г. И. Овсеев, Л. А. Лозовая (УкрГГРИ).

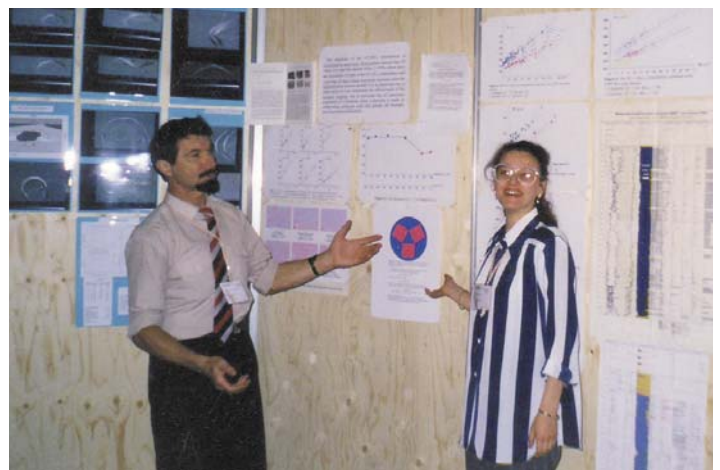
С конца 80-х – начала 90-х годов сотрудничество кафедры геофизики и кафедры теоретической и прикладной механики становится ещё более тесным и продуктивным. По инициативе автора оба коллектива становятся активными членами Международной ассоциации “АИС”. Без необходимой финансовой поддержки (руководство НАК “Нефтегаз” Украины устранилось и отделялось лишь обещаниями помочь) специалисты кафедр В. Андрущенко, В. Курганский, Г. Зражевский, К. Пазиня, Г. Завалюев, И. Тишаев, В. Бугрий в содружестве с коллегами заинтересованных организаций – В. Петруком, Р. Челокьяном, С. Гошовским, П. Сиротенко, В. Романом, С. Дейнеко и др. – увлеченно работают над разработкой автоматизированного

комплекса геофизических исследований скважин в процессе их бурения (в режиме онлайн) и над проблемами применения современных геофизических технологий при решении задач нефтяной, инженерной геологии и экологии. При этом основное внимание было уделено разработке триады: пластовой наклонометрии – забойных телеметрических систем – геофизических и геолого-технологических исследований (ГТИ), сопровождающих процесс бурения. Результаты пластовой наклонометрии уточняют пространственное положение пластов, которые составляют нефтегазоносную структуру и дают возможность более точно, целенаправленно провести геонавигационные работы: войти буровому инструменту в запланированный пластовый коллектор и, при необходимости, пройти в середине, не выходя за его границы. Геофизическая аппаратура, расположенная на “борту” забойной телесистемы, позволяет в процессе бурения получать и передавать на поверхность информацию, которая вместе с данными ГТИ обеспечивает решение задач, связанных с изучением горных пород.

Созданная в Киевском национальном университете им. Т. Шевченко совместно со специалистами ООО “Букросервис” первая в Украине забойная бескабельная телеметрическая система ПАРКУС с электромагнитным каналом связи предназначена для контроля и оптимизации траектории и скорости бурения скважин, документирования собранной информации, что дает возможность с её помощью реализовать компьютерную проводку наклонно направленных и горизонтальных скважин. Разработан и прошел лабораторные и скважинные испытания экспериментальный образец забойного сбрасываемого автономного инклинометра СИ-1. Применение такого прибора является альтернативой эпизодической поточечной инклинометрии и меняет саму идеологию проведения геонавигационных работ при бурении поисково-разведочных и эксплуатационных скважин, существенно удешевляет процесс их проводки.

Разработанный экспериментальный образец шестирычажного пластового наклонометра НП-6 успешно прошёл скважинные испытания. Прибор реализует метод бокового микрокаротажа (БМК) и предназначен для определения элементов залегания пластов горных пород.

К указанным выше разработкам в области создания новых технологий, сопровождающих бурение скважин, в области теории каротажа и интерпретации данных ГИС и петрофизики необходимо добавить результаты исследований ученых университета: проф. Г. Т. Продайводы, проф. С. А. Вы-



Женева, 1997 г. Доклад на тему “Методика выделения и изучения сложнопостроенных карбонатных коллекторов нефти и газа”



Испытание первой в Украине бескабельной забойной телеметрической системы ПАРКУС (2004 г.)

жвы, проф. А. Н. Карпенко, канд. геол. наук И. Н. Безродной; ученых, сотрудничавших с кафедрой геофизики: д-ра физ.-мат. наук А. Л. Колосова, д-ра техн. наук А. Е. Куликовича; выпускников кафедры геофизики: д-ра техн. наук С. В. Гошовского, д-ра геол. наук М. Д. Красножона, канд. геол. наук М. Бондаренко и др.; учеников В. Н. Курганского: канд. геол.-минерал. наук В. М. Лахнюка, канд. геол. наук В. В. Храпака, канд. физ.-мат. наук И. В. Тишаева, канд. геол. наук В. А. Маляра, канд. геол. наук В. Г. Бугрия, канд. геол. наук В. В. Рябохи и др. В заключение отметим, что за прошедшие 50 лет кафедра геофизики выпустила сотни бакалавров, специалистов, магистров, десятки кандидатов и докторов наук, связавших свою профессиональную деятельность с геофизическими методами исследования скважин.

Современное состояние науки и техники, новые открытия и достижения в области физики, химии, математики, электроники, компьютерной техники позволяют учёным и практикам ставить и решать такие проблемы, как:

- дальнейшее развитие теории существующих геофизических методов исследований, решение прямых и обратных задач для условий, максимально приближенных к реальной модели исследуемой среды;

- разработка новых методов и модификаций ГИС, в т. ч. таких, которые позволяют получать геолого-геофизическую и технологическую информацию в процессе бурения скважин;

- разработка на современной электронной базе геофизической аппаратуры нового поколения, которая удовлетворяла бы таким требованиям, как термо-, баро-, вибростойкость, многоканальность, модульность, получение геолого-геофизической, геолого-технологической информации в аналоговой и цифровой форме, максимально приближенной к истинным значениям свойств и параметров исследуемого объекта;

- разработка и внедрение в практику производства современных автоматизированных (компьютеризированных) систем обработки и интерпретации промыслово-геофизических и сопутствующих материалов на основе эффективных алгоритмов и программ;

- подготовка специалистов, которые отвечают современным требованиям теории и практики геофизической науки.

Решение вышеуказанных проблем взаимосвязано и предусматривает объединение усилий государственных и частных компаний, фирм, банков и других потенциальных инвесторов, которые должны быть заинтересованы в развитии экономической мощи государства. Инвестиции в образование и науку – наиболее эффективный вклад в развитие любой страны.



VI МІЖНАРОДНИЙ ГЕОЛОГІЧНИЙ ФОРУМ

“АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ГЕОЛОГІЇ: НАУКА Й ВИРОБНИЦТВО (ГЕОФОРУМ-2019)”

17–22 червня 2019 року,
готель “Мирний курорт”, м. Одеса, Україна

ШАНОВНІ КОЛЕГИ!

Запрошуємо Вас узяти участь у роботі VI Міжнародного геологічного форуму
“Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології:
наука й виробництво (Геофорум-2019)”.

ЗАХОДИ ФОРУМУ



1. Міжнародна науково-практична конференція
“Геологія і корисні копалини України: реалії та перспективи
(Геологічні читання-2019)”.



2. Міжнародна науково-практична конференція
“Перспективи використання альтернативних
і відновлюваних джерел енергії в Україні (REU 2019)”.
3. Науково-практичний семінар “Моніторинг і збереження
геологічних пам'яток України як перспективних об'єктів геотуризму
та регіонального розвитку”.



ТЕМАТИЧНА ЕКСКУРСІЯ
**“ГЕОЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ ЗАХІДНОЇ
ТА ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИН УКРАЇНИ”**

(8 діб)

Маршрут: Одеса – Умань – Вінниця – Кам'янець-Подільський –
– Яремче – Моршин – Рівне – Київ
Початок екскурсії: м. Одеса (21 червня 2019 року)
Закінчення екскурсії: м. Київ (28 червня 2019 року)

e-mail: geoforum.ukrsgri@gmail.com
Ознайомитися з інформацією щодо заходу можна на сайті
<http://ukrdgri.gov.ua/>

ВІТАЄМО ІЗ 75-ЛІТТЯМ ГЕОЛОГІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

CONGRATULATIONS ON THE 75TH ANNIVERSARY OF THE GEOLOGICAL FACULTY OF TARAS SHEVCHENKO NATIONAL UNIVERSITY OF KYIV

3 квітня 2019 року виповнюється 75 років геологічному факультету (ННІ "Інститут геології") Київського національного університету імені Тараса Шевченка – провідному вищому навчальному закладу в Україні, де в межах спеціальності "Науки про Землю" навчають фахівців усіх геологічних спеціальностей і рівнів підготовки.

Цей відлік ведеться від 1944 року, коли на базі геологічних кафедр географічного факультету було засновано геологічний факультет. Насправді ж історія створення геологічного факультету Київського університету набагато триваліша. Адже геологічна наука почала розвиватися в Київському університеті від моменту його заснування 1834 року. Тоді там функціонували кафедри мінералогії та геогнозії, проводилися палеонтологічні дослідження на кафедрах ботаніки й зоології, а також загальногеологічні й геофізичні – на кафедрі фізики та астрономії. 1933 року було створено геолого-географічний факультет, у складі якого працювало п'ять кафедр геологічного профілю.

Представники навчальних закладів відігравали найважливішу роль у геологічному освоєнні надр України. З київською школою геологів назавжди пов'язані імена видатних геологів: К. М. Феофілактова, П. Я. Армашевського, П. А. Тутковського, братів Петра і Володимира Чирвінських і багатьох інших.

Учені-геологи Київського університету стояли коло витоків геологічної служби України.



Випускники геологічного факультету Київського національного університету ім. Т. Шевченка – працівники УкрДГРІ

логічної служби України. 1 лютого 1918 року було створено Український геологічний комітет, який очолив професор Київського університету В. І. Лучицький. До складу комітету входили викладачі та випускники університету – геологи Б. Л. Лічков, В. В. Мокринський, В. М. Чирвінський, К. І. Тимофєєв, М. І. Безбородько. Це були справжні ентузіасти своєї справи, які поєднували викладацьку діяльність з роботою в полі.

Саме провідна роль науки в розвитку вітчизняної геології визначала її успішний розвиток, високий рівень досліджень, авторитет українських геологів у світі. Успіхи української геології були б неможливі без вищих навчальних закладів геологічного профілю, лідером з-поміж яких, безсумнівно, є Київський національний університет імені Тараса Шевченка.

За період становлення й розвитку Українського державного геологорозвідувального інституту в ньому працювало близько 450 випускників геологічного факультету КНУ. Нині колектив УкрДГРІ нараховує понад 40 випускників геологічного факультету, з-поміж яких керів-

ники інституту – директор С. В. Гошовський, заступники директора О. В. Зур'ян і М. Д. Красножон, учений секретар Н. Г. Люта. Випускники геологічного факультету проводять дослідження за пріоритетними напрямками: гідрогеологія та екогеологія – Г. Г. Лютий, І. В. Саніна, М. І. Швирило, нафтогазова геологія – І. І. Дем'яненко, геолого-економічні дослідження – А. Б. Шапран, Ю. Ф. Марченко, геологічне картування – О. М. Шевченко, О. М. Пилипчук та ін.

Упродовж усього життя випускники з глибокою вдячністю згадують своїх учителів – викладачів геологічного факультету КНУ – геологів, гідрогеологів, геофізиків, які заклали міцний підмурівок знань, потрібний для плідної наукової роботи.

Надзвичайно багаті надра України, але найціннішим надбанням української геології є професійні кадри.

Вітаючи рідний факультет з ювілеєм, бажаємо йому процвітання й розвитку, а його співробітникам і студентам – міцного здоров'я, стійкості, натхнення і творчих успіхів!

Колектив УкрДГРІ

УДК 553.495(477)

 <https://doi.org/10.31996/mru.2019.1.11-17>

О. А. ЛИСЕНКО, канд. геол. наук, старший науковий співробітник (Український державний геологорозвідувальний інститут), alanlysenko@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4848-9116>,

А. Х. БАКАРЖІЄВ, начальник геологічного відділу (Казенне підприємство “Кіровгеологія”), член експертної уранової групи МАГАТЕ/ОЕСР (IAEA/OECD)

O. A. LYSENKO, Candidate of geological Sciences, Senior Researcher (Ukrainian State Geological Research Institute), alanlysenko@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4848-9116>,

A. Kh. BAKARZHYIEV, Head of the Geological Department (State enterprise “Kirovgeologiya”), Member of the expert uranium group IAEA/OECD

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ СИРОВИННОЇ БАЗИ УРАНУ УКРАЇНИ

STATE AND PERSPECTIVES MINERAL AND RAW MATERIALS BASE OF URANIUM ORE OF UKRAINE

Охарактеризовано стан створеної бази уранової сировини, яка є основою ядерної енергетики України. Проаналізовано структуру запасів і ресурсів уранових руд вітчизняних об'єктів. Державним балансом ураховано 17 родовищ, більшість з яких представлена низькорентабельними рудами альбітитового типу. Розглянуто рівень промислового освоєння розвіданих урановорудних об'єктів. Наведено дані щодо запасів і виробництва урану в інших країнах світу. Показано місце України у світовому балансі.

Ключові слова: уранова сировина, ядерна енергетика, родовища урану України, запаси і ресурси урану, рентабельні руди, перспективи ураноносності, виробництво урану.

The state of the created uranium raw material base, which is the basis of nuclear energy of Ukraine, is characterized. The structure of reserves and resources of uranium ores of domestic objects is analyzed. The state balance accounts for 17 deposits, most of which are represented by low-yield albite-type ores. The level of industrial development of explored uranium-containing objects is considered.

At present, the mining industry exploits 4 objects of uranium-sodium formations, which provide only a share of the state's nuclear power needs. National plans and programs foresee an increase in annual extraction of uranium ores to 3520 thousand tons. Such pace of explored stocks will last for at least 50 years. To expand and strengthen the mineral-raw material base and to achieve the energy independence of the country, it is necessary to replenish it with rich highly profitable ores, the prerequisites of which detection are available within certain promising areas.

Provided data on mineral resources and production of uranium in other countries. Ukraine's place in the world's balance is shown.

Keywords: uranium raw materials, nuclear power engineering, uranium deposits of Ukraine, uranium resources and resources, cost-effective ores, prospects of uranium, uranium production.

Вступ

Уран серед енергетичних різновидів мінеральної сировини України посідає особливе місце – слугує основою для виробництва електричної енергії. Влітку 2015 року атомні електростанції країни виробляли половину електроенергії, а 2017 року їхня частка в загальному балансі становила вже 55 % [9] (фото 1). Найбільша серед країн світу частка ядерної енергії в балансі споживання електроенергії лише в Литві та Франції (перевищує 75 %), а в Бельгії сягає рівня 55 %.

Нині в Україні щорічно виробляється близько 14 ГВт електроенергії. Енергетичною стратегією держави до 2035 року [5] передбачено збільшення потужності атомних електростанцій до 18 ГВт, що потребує 3520 т урану на рік. Розвіданих запасів уранових руд, що враховані державним балансом України, за таких річних потреб вистачить більше ніж на 50 років. На сьогодні потреби атомної енергетики вітчизняною урановою сировиною задовольняються приблизно на 30–35 % завдяки розробці Ватутінського, Мічурінського, Центрального та Новокосянтинівського родовищ у Кіровоградській області (фото 2). Іншу частину урану постачало здебільшого з Росії підприємство “Росатом” у вигляді “ТВЕЛів” (тепловиділювальних елементів). Починаючи з 2015 року, постачання ядерного палива з Росії скорочується і з 2017 року роль постачальника ядерного палива для українських АЕС відіграє американсько-японська компанія “Westinghouse”.

В Україні з уранових руд виробляють проміжний напівпродукт під назвою “жовтий кек” з умістом урану 30–45 %,

який для подальшого перероблення постачають за кордон на заводи ізотопного збагачення й виробництва паливних (тепловиділювальних) елементів (ТВЕЛів) для АЕС. Витрати на закупівлю ядерного палива (ТВЕЛів) становлять приблизно 40 % ціни електроенергії, що виробляється на атомних електростанціях [8]. У майбутньому Україна планує поступово перейти на ядерне паливо від компанії “Westinghouse Electric Company” (Японія, США), а нині розглядає програму, згідно з якою 40 % атомних блоків України працюватимуть на паливі цієї компанії.



Фото 1. Запорізька атомна електростанція – найпотужніша в Європі



Фото 2. Панорама Смолінської шахти, яка розробляє Ватутінське родовище урану

Сировинна база урану України

Загальний стан уранової мінерально-сировинної бази в Загальнодержавній програмі розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року [6] оцінено як задовільний. Україна має чималі запаси уранових руд. За даними Державного науково-виробничого підприємства (ДНВП) “Геоінформ України” виявлено 46 родовищ у межах Українського щита (УЩ) і Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Державним балансом запасів корисних копалин ураховано 17 родовищ з промислово оціненими запасами, зокрема в Кіровоградській області – 12, у Миколаївській області – три, у Дніпропетровській і Луганській областях – по одному (рис. 1).

Сумарно промислові запаси урану є пристойними для держави, що використовує ядерну енергію. За ресурсами й

підтвердженими запасами металу Україна входить у першу десятку країн світу. Однак структура запасів вітчизняних уранових родовищ далека від оптимальної. Основу її становлять доволі великі, але рядові й бідні за якістю руди родовища, що пов’язані з натрієвими метасоматитами й зосереджені в межах Центральноукраїнського урановорудного району на території Кіровоградської області.

За даними міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ або ІАЕА), до складу якого Україна входить з початку його створення, сировинна база нашої держави складається переважно із запасів і ресурсів вищезазначеної натрій-уранової формації, а також родовищ калій-уранової формації (15 тис. т), близько 16,5 тис. т зосереджено в урано-бітумних родовищах, 20 тис. т – родовищах піщикового (гідрогенного) типу, 30 тис. т – гідротермального жильного типу, 20 тис. т – структурно-стратиграфічних незгідностей.

Рентабельні за собівартістю видобутку розвідані запаси урану України (40–80 доларів США за 1 кг) становлять незначну частину від загального балансу. За різними оцінками – від 60 до 70 тис. т (20–30 %).

Промислове значення мають родовища альбітитового типу в натрієвих метасоматитах і гідрогенного, що пов’язаний з піщаними відкладами буцацької серії палеогену.

Найбільшим за запасами і найліпшим за якістю руд серед родовищ урано-натрієвого типу є Новокосянтинівське, що локалізоване в однойменній тектонометасоматичній зоні. Ця рудоносна структура має субмеридіональне простягання й перетинає північну частину Новоукраїнського гранітного масиву Інгульського мегаблока УЩ. Новокосянтинівське родовище є також найбільшим у Європі серед об’єктів цього металу. Балансові запаси родовища трохи не досягають позначки 100 тис. т, що наближає його до розряду унікальних.

Великими за запасами (у ранзі від 50 до 100 тис. т) є Центральне й Докучаївське родовища. Інші урановорудні об’єкти, включно з Ватутінським і Мічурінським, які нині розробляють, підпадають до рангу 25–50 тис. т.

Розвідані сумарні запаси родовищ альбітитового типу перевищують 200 тис. т. Основну частину з них оцінюють як низькорентабельну (понад 80 доларів США за 1 кг урану). Уран, який видобувають нині на вітчизняних родовищах, має собівартість приблизно 100–120 доларів США за 1 кг, тому не може конкурувати на світовому ринку. Саме на рівні 120 доларів стабілізувалась останніми роками ціна на уран на світовому ринку.

Перспективні й прогнозні ресурси родовищ альбітитового типу Кіровоградського урановорудного району оцінено приблизно в 200 тис. т.

Видобування уранових руд альбітитового типу здійснюють тільки підземним способом, оскільки родовища перекриті потужним (40–80 м) чохлом осадових кайнозойських порід. Кристалічні утворення нижньопротерозойського віку, які містять урановорудні поклади, є зазвичай міцними й стійкими. Гідрогеологічні і гірничотехнічні умови загалом сприяють ефективному відпрацюванню корисної копалини шахтним способом (фото 3).

Під час вивчення й оцінки перших виявлених родовищ (Первомайського, Жовторіченського, Мічурінського, Ватутінського), а також найбільших за запасами, що були відкриті пізніше (Северинського, Центрального, Новокосянтинівського), було застосовано гірничо-бурову систему розвідки. Водночас створили шахт і капітальні та розвідувальні гірничі виробки відразу проходили з промисловим поперечним



Рис. 1. Схематична карта родовищ урану України. (За матеріалами КП “Кіровгеологія” склав В. Ю. Третяков, 2005. Доповнив О. А. Лисенко, 2018)

Родовища: 1 – Ватутінське; 2 – Новокосянтинівське; 3 – Лісове; 4 – Докучаївське; 5 – Літнє; 6 – Апрельське; 7 – Мічурінське; 8 – Северинівське; 9 – Південнокопнянське; 10 – Західнокопнянське; 11 – Лелеківське; 12 – Підгайцівське; 13 – Щорсівське; 14 – Центральне; 15 – Юрївське; 16 – Жовторіченське; 17 – Первомайське; 18 – Лозоватське; 19 – Калинівське; 20 – Південне; 21 – Нікозельське; 22 – Миколаївське; 23 – Берецьке; 24 – Червонооскільське; 25 – Адамівське; 26 – Садово-Костянтинівське; 27 – Братське; 28 – Сафонівське; 29 – Девладівське; 30 – Новогурівське; 31 – Сурське; 32 – Червоноярське



Фото 3. Відкочування відбитої руди

перерізом, зважаючи на використання їх під час експлуатації родовища. Інші урановорудні об'єкти розвідано системою бурових профілів.

За всі часи видобування уранових руд в Україні повністю відпрацьовано два корінні метасоматичні родовища залізо-уранової формації – Первомайське в м. Кривий Ріг та Жовторіченське в м. Жовті Води, з яких фактично починалась уранодобувна промисловість як України, так і Радянського Союзу загалом.

Друге місце за промисловим значенням в Україні посідають родовища гідрогенного типу в палеодолинах. Ці об'єкти зосереджені в межах Дніпровського буровугільного басейну (Дніпробасу) і пов'язані з вугленосними осадовими утвореннями бучацького ярусу палеогену, які розвинені на великій території в центральній частині країни від Житомирщини до Дніпропетровщини. Родовища хоча й невеликі за запасами (від 1 до 5 тис. т), але численні і їхні сумарні запаси та ресурси доволі великі (рис. 2).

До цього часу в Україні відпрацьовано лише два родовища цього типу – Девладівське (Дніпропетровська область) у 1964–1983 рр. і Братське (Миколаївська область) у 1972–1983 рр. Саме на Девладівському родовищі фахівці Кіровської експедиції (у подальшому ВГО “Кіровгеологія”, КП “Кіровгеологія”) уперше розробили й успішно застосували технологію підземного кислотного вилугування урану (метод ПВ) з руд на місці їхнього залягання, яка потім отримала широкий розвиток у практиці видобутку цього металу як у Радянському Союзі, так і у Світі [1, 3].

Усього в палеогенових бучацьких відкладах виявлено й вивчено 13 уранових родовищ, що є придатними для відпрацювання методом ПВ. На двох з них – Сафонівському в Мико-

лаївській області та Новогурівському в Дніпропетровській області раніше було проведено дослідно-промислові роботи, за якими отримано позитивні результати. Однак відпрацювання уранових руд до цього часу не розпочинали як з економічних причин через непросту економічно-політичну ситуацію в державі, так і з екологічних міркувань: об'єкти розміщені в густонаселеній місцевості; поблизу поверхні залягають водоносні горизонти, які активно використовують для водопостачання місцевого населення й підприємств; на площі виявлених родовищ розміщуються родючі чорноземи.

Альтернативою кислотному вилугуванню, яке звичайно застосовують, може бути безпечніше содово-кисневе, широко використовуване у світовій практиці.

Родовища калій-уранової формації (Південне, Калинівське й Лозоватське), які локалізуються в метасоматично змінених пегматитах і пегматоїдних гранітах Братського рудного поля, що на Побужжі (Миколаївська область), унесені до резерву. Ці об'єкти є невеликими за запасами, характеризуються контрастним умістом урану від перших сотих часток до 0,3–0,5 %. Руди зазвичай комплексні – крім урану, містять також торій, молібден і рідкісні землі.

Найвивченішим серед названих родовищ є Південне, яке відкрила Кіровська експедиція 1962 року (рис. 3). Тоді була кризова ситуація із забезпеченням запасами урану Східного гірничозбагачувального комбінату (СхідГЗК), що зумовило форсовану розвідку цього об'єкта, навіть із застосуванням гірничих робіт. Підземними виробками було встановлено дуже складну морфологію рудних тіл і доволі низький середній уміст урану, а техніко-економічними розрахунками доведено збитковість експлуатації родовища [1, 3]. Тому Південне та інші родовища району так і не було залучено до промислового освоєння.

Можливо, що майбутнє Південного й аналогічних йому родовищ і рудопроявів Братського рудного поля треба пов'язувати саме з наявністю супутньої мінералізації, насамперед рідкіснометалевої, яка останніми роками внаслідок стрімкого розвитку сучасних технологій викликає надзвичайний інтерес. Так само як і торій, який нині розглядають як потенційне джерело ядерного палива для нових типів енергетичних реакторів.

Уранобітумні родовища солянокупольного типу (Адамівське, Краснооскільське, Берецьке) виявлені в південно-східній частині ДДЗ у межах Слов'янської антикліналі (рис. 4). Уранобітумне зруденіння пов'язано з відкладами дронівської світи й приурочено до палеорусел, що огинають Адамівський діапір [4]. Уран концентрується в бітумах, уміст його сягає від десятих часток відсотка до перших відсотків. Ураноносні бітуми містять також ванадій і молібден (до

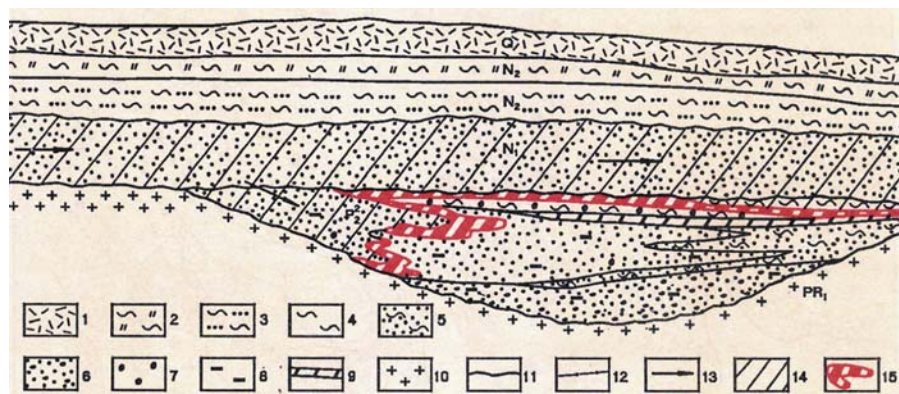


Рис. 2. Геологічний розріз Хуторського уранопрояву гідрогенного типу [4]

1 – бурі суглинки; 2 – горизонт червоно-бурих глин; 3 – товща строкатих глин з прошарками пісків; 4 – глини каолінітові з вуглефікованими рослинними залишками; 5 – пісковики по каолінітовому цементу; 6 – галечниково-гравійно-піщані відклади; 7 – вуглефікований рослинний детрит; 8 – вуглистий шлам; 9 – буре вугілля; 10 – породи фундаменту; 11 – ерозійна поверхня; 12 – літологічні границі; 13 – напрям руху ґрунтових вод; 14 – епігенетично окиснені породи; 15 – уранове зруденіння

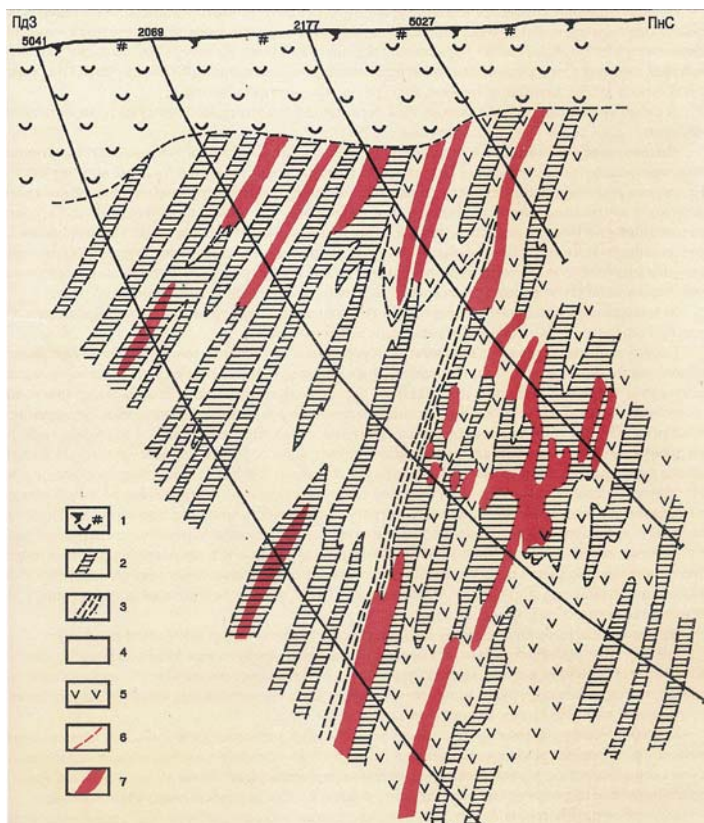


Рис. 3. Геологічний розріз Південного родовища [4]

1 – мезо-кайнозойські відклади і кора вивітрювання кристалічних порід; 2 – апліт-пегматоїдні граніти і мікроклініти; 3 – гнейси графітові і біотит-графітові; 4 – гнейси гранат-піроксен-біотитові; 5 – гнейси піроксен-біотитові; 6 – розривні порушення; 7 – мікроклініти урановорудні

1 %), асоціюють з кіновар'ю, супроводжуються сульфідами свинцю, цинку та іншими рудними мінералами. Унаслідок великих глибин залягання руд (1 км і більше) цей тип не розглядають як перспективний для відпрацювання.

У кристалічних породах УЩ виявлено також жильні прояви уранової мінералізації. Типовим рудопоявом є Червоношахтарський, що залягає серед метаморфічних і ультраметаморфічних утворень Західноінгулецької зони [4], які представлені магнетитовими кварцитами, гнейсами, сланцями, мігматитами й гранітами. Уранова, мідна й змішана мідно-уранова мінералізація утворює дрібні жили та гніздоподібні скупчення. Уміст урану становить десятки частки відсотка, міді – на рівні 0,1 %. Об'єкт за масштабами є непромисловим.

У 80-х роках ХХ століття тривали пошуки багатих руд типу “структурної незгідності” в рифейських відкладах на західному схилі УЩ за аналогією з провінцією Атабаска (Канада), де дуже поширені родовища цього типу [1, 4]. Унаслідок на північно-західному схилі встановлено Вербівський і Михалинський прояви урану, а на південно-західному – Сорокський, Кам'янський, Новосвітівський. У тектонізованих породах докембрію і венду зони незгідності виявлено чимало й інших невеликих проявів, але жодного перспективного скупчення багатих уранових руд. На основі прогнозних критеріїв і пошукових ознак уранового зруденіння в межах Волино-Поліського прогину виділено дві площі в ранзі потенційно рудних вузлів – Дубровицьку та Крилівсько-Хотинську (Гулій, Маківчук, 2005).

В Україні встановлено прояви й інших відомих у світі геолого-промислових типів уранових руд, які в нашій державі

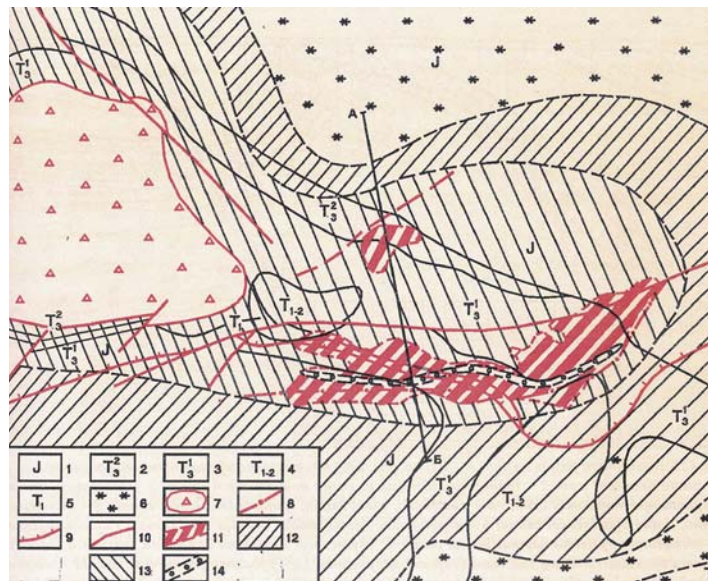


Рис. 4. Схематична геологічна карта Адамівського уранобітумного родовища [4]

1 – відклади юри; 2–5 – відклади триасу, світи: 2 – новорайська, 3 – протопівська, 4 – срібнянська, 5 – дронівська; 6 – незмінені породи; 7 – діапірова брекчія; 8 – рудоконтролювальні розломи (по підшві срібнянської світи); 9 – Південний насув (по підшві протопівських відкладів); 10 – післярудні розривні порушення (по поверхні докайнозойського рельєфу); 11 – контур уранобітумних покладів – епігенетично змінених порід дронівської світи; 12 – зона чергування червоноколірних і епігенетично відновлених (сірих, сіро-зелених) порід; 13 – епігенетично відновлені (сірі) породи; 14 – зона окварцювання

розвинені обмежено й не беруть участі у формуванні сировинної бази урану.

У піщано-конгломератових утвореннях скелюватської світи криворізької серії в Кременчуцько-Криворізькій зоні виявлено непромислове за масштабами Микола-Козельське родовище, а також декілька рудопоявів [4]. Уміст урану невисокий – від перших сотих часток відсотка до 0,12 %.

В осадових формаціях Прип'ятсько-Дніпровсько-Донецького авлакогену й Причорноморської западини відомо декілька уранових рудопоявів і непромислових родовищ, що утворилися на ранніх стадіях літогенезу [4]. На Північному Донбасі до них належать уранові рудопояви вугленосного верхнього карбону, а в Причорноморській западині – декілька рудопоявів у базальних відкладах нижньої крейди.

Полігенне (екзогенно-гідротермальне) уранове зруденіння встановлено у вугільних шарах і карбонатних товщах Південного Донбасу, у зоні зчленування Донецької складчастої споруди й Приазовського мегаблока УЩ та в інших геолого-структурних позиціях.

Отже, створена сировинна база урану України ґрунтується на промислових запасах родовищ натрій-уранової формації та гідрогенних родовищ піщавикового типу. Інші геолого-промислові типи уранових родовищ, проявлені в Україні, мають на сьогодні підпорядковане значення.

Перспективи розвитку урановорудної бази

Головні найближчі перспективи ефективного використання сировинної бази пов'язані з повномасштабним промисловим освоєнням Новокосятинського родовища (фото 4), яке вирізняється з-поміж інших об'єктів набагато більшими запасами урану, вищою якістю руд – середній уміст



Фото 4. Початок промислового видобутку уранової руди на Новокосятинівському родовищі (2011 р.)

металу в 1,5–2,0 рази більший, ніж у розроблюваних тепер Мічурінському й Ватутінському родовищах. Основні запаси Новокосятинівського родовища зосереджені в декількох великих рудних покладах, що містять понад 10 тис. т урану, тому можливе застосування дуже продуктивних систем відпрацювання уранових руд.

Додатковим джерелом для отримання уранового концентрату з високим вмістом металу є хвости збагачення рядових уранових руд і позабалансові руди. Смолінська шахта Східного гірничозбагачувального комбінату (СхідГЗК), яка розробляє Ватутінське родовище, успішно реалізує купне вилуговування хвостів збагачення, що відповідають бідним рудам (фото 5). У процесі вилуговування штабелі подрібненої руди заввишки 6–7 м зрошують розчинами сірчаної кислоти концентрацією 10–50 мг/л упродовж трьох місяців. Уран з концентрованих розчинів вилучають і сорбують на сорбційних колонах. Порівняно низька собівартість готової продукції – уранового оксидного концентрату – сприяє збільшенню перероблення низькосортних руд цим методом. Завдяки проведенню купного вилуговування перероблено більшість відвалів хвостів збагачення і бідних руд Смолінської шахти, які були джерелом радіаційної небезпеки й забруднення довкілля. Хвости купного вилуговування також використовують для гідроакладення відпрацьованого простору родовища.

СхідГЗК планує провести дослідні роботи з кислотного вилуговування позабалансових руд на місці їхнього заляган-



Фото 5. Полігон купного вилуговування Смолінської шахти. Формування нового штабеля

ня на Мічурінському й Ватутінському родовищах, на яких промислові балансові запаси майже вичерпано. Якщо ця технологія виявиться успішною, комбінат матиме великий резерв отримання урану, оскільки бідні й позабалансові уранові руди як на розроблюваних родовищах, так і на розвіданих, але ще не залучених до розроблення, мають великі обсяги.

Другий важливий напрям розвитку урановорудної бази країни – промислове освоєння рентабельних гідрогеїчних родовищ піщавикового типу. Однак для цього треба передбачити безпечнішу содово-кислову технологію вилуговування урану для запобігання або зменшення негативного впливу на довкілля під час розроблення родовищ. Технології відпрацювання уранових родовищ методами підземного вилуговування (ПВ) через свердловини постійно вдосконалюються, тож варто застосовувати світовий досвід.

Для ефективного функціонування енергетичної галузі й позбавлення її від залежності імпортованих енергоносіїв, насамперед урану, потрібна оптимізація структури запасів задля збільшення частки високорентабельних уранових руд. Це можливо завдяки проведенню геологорозвідувальних робіт для виявлення промислових об'єктів з багатим урановим зруденням. Передумови для цього в Україні є. Спільно проведеними науководослідними роботами казенного підприємства “Кіровогеологія” і Українського державного геологорозвідувального інституту (2001–2005 рр.) встановлено закономірності формування родовищ урану гідротермального жильно-штоковеркового типу в породах фундаменту УЩ, типу структурно-стратиграфічної незгідності й піщавикового типу у вугленосній формації палеогену Дніпробасу і розроблено прогностичні критерії та пошукові ознаки уранового зрудення цих типів.

Для виявлення уранового зрудення гідротермального жильно-штоковеркового типу на першочергову увагу в Інгільському мегаблоці заслуговують Північнолозоватський потенційно рудний вузол, західна й центральна частини Казанківсько-Жовторіченського рудного району та східна частина Кіровоградського рудного району; у Росинсько-Тікицькому – Сквирсько-Тетіївський потенційно рудний район і Гайворонський потенційно рудний вузол; у Приазовському – Васинівський (Оріхівсько-Павлоградська зона) і Вовчанський потенційно рудні вузли; у Середньопридніпровському – Солонівський потенційно рудний вузол в осадовому чохла на площі граніт-зеленокам'яної структури.

Рудна мінералізація рудопроявів жильно-штоковеркового типу має комплексний характер. Типовим є Червоношахтарський рудопрояв урану, що залягає в Західноінгулецькій зоні серед метаморфічних і ультраметаморфічних утворень нижнього протерозою. Мідно-уранові руди цього об'єкта характеризуються підвищеним вмістом свинцю, цинку, вісмуту, кобальту, молібдену й срібла [2, 4].

Для уранового зрудення типу структурно-стратиграфічної незгідності на західному схилі щита роботами КП “Кіровогеологія” і УкрДГРІ (2001–2005 рр.) визначено Крилівсько-Хотинський потенційно рудний вузол. Для проведення першочергових прогностичних робіт масштабу 1:50 000 і пошуків масштабу 1:25 000 з оцінкою найперспективніших рудопроявів урану в їхніх межах рекомендовано дев'ять перспективних площ.

Передумови виявлення багатих уранових руд зон незгідності за працею [2] є також на північно-східному схилі УЩ, де складчаста структура Донбасу межує з Приазовським мегаблоком. Тут уже відоме Миколаївське торій-уранове родовище, що приурочено до базальних горизонтів миколаївсь-

кої світи девону, а також низка уранопроявів Павливської та Кальчицької ділянок.

Серед рудних і потенційно рудних площ Дніпробасу насамперед варті уваги Братська рудна площа в Південно-бузькому рудному районі, східна частина Криворізької рудної площі в Інгуло-Інгулецькому рудному районі та П'ятихатсько-Сурська рудна площа в Саксагансько-Сурському рудному районі. З огляду на те, що в межах Дніпробасу всі родовища й рудопрояви уранової мінералізації приурочені до широтної смуги завширшки 25 км, обмеженої з півдня Девладівським глибинним розломом у породах фундаменту, далші роботи доцільно зосередити саме тут для вивчення передусім території, де не було спеціальних робіт масштабу 1:50 000 і більше.

У межах указаних першочергових площ рекомендоване проведення прогностико-геологічних робіт масштабу 1:50 000 з наступним переходом на пошуки масштабу 1:25 000. Водночас головну увагу треба приділяти довивченню відомих покладів і рудопроявів, а також вивченню верхів'їв і прибортових частин палеодепресій, де можуть бути виявлені нові палеопитоки й відгалуження з розвиненими зонами пластового окиснення.

Уранове зруденіння вугленосної формації, пов'язаної з буцацькими відкладами Дніпробасу, часто супроводжується великими концентраціями селену, молібдену, ренію, талію, ванадію, свинцю, міді, цинку, кобальту, нікелю, рідкісних металів. Накопичення цих елементів відбувалося здебільшого внаслідок сорбцій [7], інші дослідники пов'язують аномальні вмісти супутніх металів із зонами сульфідизації вугленосних відкладів [2]. Результатами хіміко-технологічних досліджень, проведених у різних країнах світу, засвідчено можливість вилучення методом підземного вилуговування одночасно з ураном частини скандію, рідкісних земель. Це може збільшити економічну цінність руд цього типу та інноваційну привабливість родовищ.

Загальнодержавною програмою розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року [6] та її новою редакцією, що нині є на стадії узгодження, пошуки, розвідка й підготовка до промислового освоєння родовищ, придатних для відпрацювання методом підземного вилуговування, визначені як пріоритетний напрям розвитку уранодобувного виробництва для задоволення в повному обсязі потреби атомних електростанцій у природному урані. Для зменшення впливу на довкілля під час дослідно-промислових і добувних робіт треба застосовувати екологічно безпечні реагенти.

Концепцією розвитку атомно-промислового комплексу України на період до 2020 року [8] з метою збільшення обсягу виробництва концентрату природного урану для повного забезпечення виробництва ТВЕЛів для атомних електростанцій передбачено збільшення обсягу видобутку уранової руди внаслідок освоєння Новокосянтинівського, Сафонівського, Апрельського та інших родовищ урану.

Запаси і виробництво урану в інших країнах

Згідно з інформацією Всесвітньої ядерної асоціації (World Nuclear Association, WNA), основні запаси урану зосереджені в 15 країнах світу [10]. Розподіл розвіданих і добувних запасів станом на 2015 р. та виробництво урану станом на 2013 р. за даними WNA демонструють табл. 1 і 2.

Останніми роками, попри сумарне зростання ресурсів і запасів урану в світі, спостережено збільшення обсягів геологорозвідувальних робіт, зокрема в країнах, які є найбільшими виробниками цього металу – Канаді, Австралії, Росії

тощо. Насамперед ці роботи спрямовані на пошуки, розвідку й освоєння рентабельних і високорентабельних уранових руд цінової категорії до 80 доларів за 1 кг, оскільки розвідані запаси цієї категорії суттєво зменшились.

Поступово збільшується частка урану, який добувають методом підземного вилуговування. Видобування металу з родовищ цього типу нарощують у Казахстані, Узбекистані та інших країнах. Водночас широко застосовують міні-реагентну технологію, гідрокарбонатне вилуговування урану, особливо його окиснення в надрах стисненням повітря (безреагентний спосіб).

Досліджують й інші способи вилуговування урану з руд без застосування хімічних реагентів. В Узбекистані виконано лабораторні дослідження щодо біотехнологічного способу вилуговування за участі бактерій, які засвідчили ефективність упровадження цієї методики. Подібні роботи, які проведено на раніше відпрацьованих ділянках родовищ, дають позитивні результати.

Ядерна енергетика як основний споживач урану станом на 2012 р. з часткою в 15 % посідала четверте місце у світовому енергетичному балансі після вугільної (40 %), газової (21 %) і гідроенергетики (понад 16 %). Зважаючи на розвиток промисловості й збільшення населення планети, потреба в електроенергії теж зростатиме швидкими темпами. Традиційні викопні енергоресурси – нафта, газ, вугілля поступово виснажуються, тому розв'язанням цієї проблеми може стати активний розвиток ядерної енергетики.

Останніми роками намітилося пришвидшення темпів розвитку цього енергетичного сектору. Про наміри розвивати атомну енергетику й будувати нові енергоблоки заявили країни, де ядерної енергетики фактично не було: Алжир, В'єтнам, Македонія, Австралія. Як не дивно, але Австралія, на території якої локалізовані найбільші за запасами та найліпші за якістю руд родовища світу, не мала власної атомної енергетики.

Таблиця 1. Розподіл запасів урану станом на 2015 р.

Країна	Запаси урану, тис. т	% від запасів світу	Країна	Запаси урану, тис. т	% від запасів світу
Австралія	1 664,1	29	Монголія	141,5	2
Казахстан	745,3	13	Узбекистан	131,3	2
Канада	509,8	9	Україна	115,8	2
Росія	507,8	9	Ботсвана	73,5	1
ПАР	322,4	6	США	62,9	1
Нігер	291,5	5	Танзанія	58,1	1
Бразилія	276,8	5	Йорданія	47,7	1
Китай	272,5	5	Інші країни	232,4	4
Намібія	267,0	5	Усього	5 718,4	100

Таблиця 2. Виробництво урану в країнах світу станом на 2013 р.

Країна	Виробництво урану, т	% від виробництва у світі	Країна	Виробництво урану, т	% від виробництва у світі
Казахстан	22 574	37,85	Україна	1075	1,80
Канада	9 332	15,65	ПАР	540	0,91
Австралія	6 350	10,65	Індія	400	0,67
Нігер	4 528	7,59	Чехія	225	0,38
Намібія	4 315	7,24	Бразилія	198	0,33
Росія	3 135	5,26	Румунія	80	0,13
Узбекистан	2 400	4,02	Пакистан	41	0,07
США	1 835	3,08	Німеччина	27	0,05
Китай	1 450	2,43	Усього	59 637	100,0
Малаві	1 132	1,90			

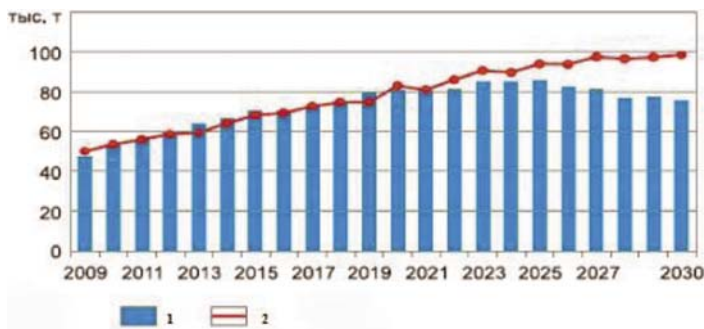


Рис. 5. Прогнозування видобутку й споживання урану на період до 2030 р. [11]

1 – прогнозування видобутку; 2 – прогнозування споживання урану

Відновлюють свої ядерно-енергетичні програми й країни, що відмовилися від розвитку ядерної енергетики після аварій на атомній станції в США та Чорнобильській АЕС – Італія, Швеція.

Як прогнозують учені, потреби атомних реакторів в урані до 2030 року зростуть у світі з 69 до 109 тис. т, а видобуток природного урану має збільшитися з теперішніх 46 до 99 тис. т (рис. 5) [11]. Тобто за 15 років може відбутися зростання видобутку більше ніж удвічі.

Висновки

Україна активно розвиває ядерну енергетику. Частка атомних електростанцій у виробництві електроенергії поступово зростає й досягла рівня приблизно 55 %. Енергетичною стратегією України на період до 2030 р. передбачено збільшення потужності атомних електростанцій до 18 ГВт, що потребує 3520 т урану на рік. Розвідані запаси уранових руд можуть забезпечити атомну енергетику приблизно на 50 років.

У структурі запасів вітчизняних уранових родовищ переважають рядові й бідні руди альбітитового типу, які належать переважно до низькорентабельних. Передумови для збільшення частки високорентабельних уранових руд в Україні є. Насамперед це промислове освоєння рентабельних гідрогенних родовищ піщовикового типу, які вже виявлені й серед них є розвідані. Обов'язково під час промислового розроблення цих родовищ, з огляду на їхнє розміщення поблизу населених пунктів, потрібно застосовувати екологічно найбезпечніші реагенти. Перспективним на виявлення багатого уранового зрудення є гідротермальний жильно-штоковий тип у кристалічних породах УЩ. Певні перспективи пов'язані з урановим зруденням типу структурно-стратиграфічних незгідностей на схилах щита.

За розвіданими запасами урану й виробництвом цього металу Україна наближається до першої десятки країн світу. Але потреби атомної енергетики завдяки власному видобутку задовольняються лише на 30–35 %. Головні перспективи нарощування видобутку уранових руд у найближчий час треба пов'язувати з повномасштабним промисловим освоєнням Новокосятинського родовища, найбільшого у Європі, залученням до розроблення гідрогенних родовищ піщовикового типу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бакаржієв А. Х., Лисенко О. А. Історія створення сировинної бази урану України//Мінеральні ресурси України. – 2018. – № 1. – С. 4–14.
2. Верховцев В. Г., Лисиченко Г. В., Забулонов Ю. Л. та ін. Перспективи розвитку уранової сировинної бази ядерної енергетики України. – Київ: Наукова думка, 2014. – 356 с.

3. Вклад выпускников МГРИ-РГГРУ в создание минерально-сырьевой базы урана Украины/А. Х. Бакаржиев, Б. В. Половинкин, А. Б. Туктарова. – Киев, 2015. – 337 с.

4. Гурський Д. С., Єсипчук К. Ю., Калінін В. І. та ін. Металічні і неметалічні корисні копалини України. У двох томах. Том 1. Металічні корисні копалини. – Київ – Львів: Вид-во “Центр Європи”, 2006. – 740 с.

5. Енергетична стратегія України на період до 2030 р., схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071.

6. Закон України “Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року” від 21 квітня 2011 року № 3268-VI.

7. Калашник А. А. Оценка перспектив развития промышленного потенциала уранового оруденения экзогенно-инфильтрационного типа в Саксаганско-Сурском рудном районе Украинского щита//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2015. – № 1. – С. 94–113.

8. Концепція державної цільової економічної програми розвитку атомно-промислового комплексу на період до 2020 року. Схвалено розпорядженням КМ України 9 листопада 2016 р. № 943-р.

9. https://ru.wikipedia.org/wiki/Атомная_энергетика_Украины

10. <https://uatom.org/index.php/ru/2015/08/14/uranodobyvayushhaya-y-uranopererabatyvayushhaya-promyshlennost>

11. <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=5795>

REFERENCES

1. Bakarzhiev A. Kh., Lysenko O. A. History of the creation of the raw material base of uranium of Ukraine//Mineralni resursy Ukrainy. – 2018. – № 1. – P. 4–14. (In Ukrainian).

2. Verkhovtsev V. H., Lisichenko H. V., Zabulonov Yu. L. et al. Prospects for development of uranium raw material base of nuclear power engineering in Ukraine. – Kyiv: Naukova dumka, 2014. – 356 p. (In Ukrainian).

3. Contribution of graduates MGRI-RSGRU in creation of uranium raw materials base of Ukraine/A. H. Bakarzhiev, B. V. Polovinkin, A. B. Tuktartova. – Kiev, 2015. – 337 p. (In Russian).

4. Hurskyi D. S., Yesypchuk K. Yu., Kalinin V. I. et al. Metal and non-metal minerals of Ukraine. In 2 volumes. Volume 1. Metal Minerals. – Kyiv – Lviv: Vyd-vo “Tsentr Yevropy”, 2006. – 739 p. (In Ukrainian).

5. Energy Strategy of Ukraine for the period till 2030, approved by order of the Cabinet of Ministers of Ukraine from 24.07.2013 № 1071. (In Ukrainian).

6. Law of Ukraine “On Approval of the National Program for the Development of the Ukrainian Mineral Resources Base for the period till 2030” from April 21, 2011 N 3268-VI. (In Ukrainian).

7. Kalashnyk A. A. Estimation of prospects for the development of the industrial potential of uranium mineralization of the exogenous-infiltration type in the Saksahansko-Sursky ore district of the Ukrainian shield//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2015. – № 1. – P. 94–113. (In Russian).

8. The Concept of the State Target Economic Program for the Development of the Atomic Industry Complex for the period up to 2020. Approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine on November 9 2016. № 943-r. (In Ukrainian).

9. https://ru.wikipedia.org/wiki/Атомная_энергетика_Украины

10. <https://uatom.org/index.php/ru/2015/08/14/uranodobyvayushhaya-y-uranopererabatyvayushhaya-promyshlennost>

11. <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=5795>

Рукопис отримано 17.10.2018.

УДК 551.496

doi <https://doi.org/10.31996/mru.2019.1.18-20>

Г. Г. ЛЮТИЙ, канд. геол.-мінерал. наук, провідний науковий співробітник (Український державний геологорозвідувальний інститут), ekogeol@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3429-9322>,

Н. Г. ЛЮТА, канд. геол.-мінерал. наук, завідувач відділу гідрогеологічних та еколого-геологічних досліджень (Український державний геологорозвідувальний інститут), nlyuta@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-4070-0944>,

І. В. САНИНА, завідувач сектору регіональних гідрогеологічних досліджень (Український державний геологорозвідувальний інститут), ekogeol@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6592-9625>

G. G. LYUTYI, cand. of geol.-mineral. sciences, leading researcher (Ukrainian state geological research institute), ekogeol@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3429-9322>,

N. G. LYUTA, cand. of geol.-mineral. sciences, Head of Department (Ukrainian state geological research institute), nlyuta@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-4070-0944>,

I. V. SANINA, Head of the Sector of regional hydrogeological research (Ukrainian state geological research institute), ekogeol@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-6592-9625>

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ УПОРЯДКУВАННЯ НЕОСВОЄНИХ РОДОВИЩ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД

ABOUT THE NECESSITY TO ORGANIZE THE UNDEVELOPED GROUND WATER DEPOSITS

У статті розглянуто питання впорядкування експлуатаційних запасів підземних вод у Державному балансі корисних копалин України з урахуванням їхнього освоєння. Запропоновано зміни підходів до списання запасів родовищ підземних вод, які тривалий час не були введені в експлуатацію.

Ключові слова: експлуатаційні запаси, родовища підземних вод, освоєння.

The article considers the issue of streamlining of groundwater operational reserves in the State Balance of Minerals of Ukraine, taking into account their development. It was proposed to create within the State balance of mineral deposits of Ukraine a separate reserve of groundwater deposits that had not been developed for 10 years after they were approved. This reserve should also include groundwater reserves, which were tested by decisions of the Scientific and Technical Councils of industrial geological enterprises of the Ministry of Geology of the Ukrainian SSR and its successors, as well as those reserves, the use of which is not planned as a result of revaluations due to a decrease in water users' needs.

The proposed changes in the approaches to the removal from the inventory of groundwater reserves of deposits that have not been commissioned for a long time and their further use is impossible as a result of the construction of buildings if the territory of deposits, their destruction or pollution of groundwater.

Keywords: operational reserves, groundwater deposits, development.

За даними Державного балансу на 2018 р. в Україні нараховується близько 1 300 ділянок питних і технічних підземних вод, які об'єднані в 670 родовищ. Експлуатаційні запаси цих ділянок розвідано й затверджено ДКЗ СРСР, УкрТКЗ та ДКЗ України в кількості 15 425,7 тис. м³/д. Переважну більшість з них розвідано ще в 70–80-х роках ХХ століття і істотна їхня частина до цього часу є невикористаною. У тому ж Державному балансі зафіксовано, що на сьогодні розробляють лише 700 ділянок підземних вод з експлуатаційними запасами 7 340,5 тис. м³/д. Проте реально використовують 1 442,7 тис. м³/д, тобто 9,35 % загальних запасів. До експлуатації не залучено близько 600 ділянок із затвердженими запасами 8 085,2 тис. м³/д.

Причини цього різні. Насамперед за час, який минув після розвідування цих запасів, суттєво змінилася схема водопостачання і перспективні потреби суспільства в підземних водах питної якості, також негативно позначилися чинники антропогенного впливу. Зрештою, створено нову нормативну базу, з урахуванням якої деякі розвідані родовища не можуть бути визнані придатними для вирішення проблем господарсько-питного водопостачання.

Суттєву роль у визначенні можливості подальшого використання запасів підземних вод відіграє вже проведене на більшій території України розпаювання земель, що створює в низці випадків непереборні труднощі, які можуть супроводжуватися великими фінансовими витратами.

Окрім цього, є випадки, що ці родовища із затвердженими запасами не перебувають на балансі жодного надрокористувача. Практично вони є бездоглядними і незахищеними від різноманітного негативного антропогенного впливу. В результаті в разі прийняття рішень стосовно подальшого розвитку водопостачання того чи іншого регіону повної довіри до інформації щодо родовищ підземних вод, які є в Державному балансі корисних копалин і які тривалий час не освоюють, не може бути. Тому на часі виконати процедуру ревізії зазначених родовищ для впорядкування, зокрема часткового списання експлуатаційних запасів на ділянках і родовищах, які за тими чи іншими показниками є безперспективними для подальшого використання, як це проводилось з іншими видами корисних копалин.

Це дасть змогу в межах артезіанських басейнів залучити списані запаси на інших ділянках, які інтенсивно освоюють чи освоюватимуть відповідно до намірів реальних інвесторів.

У Положенні про порядок списання запасів корисних копалин з обліку гірничодобувних підприємств, затверджене Постановою Кабінету Міністрів України від 27 січня 1995 р. № 58 Про затвердження Положення про порядок списання запасів корисних копалин з обліку гірничодобувного підприємства, передбачено низку умов, які регламентують можливість списання. Але, на жаль, більшість передбачених цією Постановою умов не стосується користування надрами для розроблення родовищ підземних вод.

Актуальними щодо родовищ підземних вод є лише такі умови Постанови щодо списання запасів:

– які не підтвердились під час подальшого проведення геологорозвідувальних робіт або розроблення родовища;

– недоцільні для відпрацювання через гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови.

Списання балансових запасів, які не підтвердились під час проведення геологорозвідувальних робіт чи розробки родовищ у межах гірничого відведення (границі родовища корисної копалини), здійснюється за Положенням за умови погодження з організацією, що виконувала розвідку родовища, і органами гірничого нагляду гірничо-добувного підприємства, що розробляє родовище, або за рішенням ДКЗ України, якщо втрати перевищують 20 % від раніше оцінених запасів [2].

Для списання запасів корисних копалин, які недоцільно відпрацьовувати через гірничотехнічні чи гірничо-геологічні умови, згідно з тим самим положенням, гірничодобувне підприємство, якщо це стосується корисних копалин державного значення, надає на узгодження органам державного гірничого нагляду заяву з обґрунтуванням у вигляді пояснювальної записки і відповідних графічних додатків.

Треба зауважити щодо запасів підземних вод: їхнє недоцільне відпрацювання найчастіше зумовлене зміною екологічних умов на ділянці родовища, про що в названому Положенні не йдеться. Крім того, у цьому документі не враховано, що родовища підземних вод в абсолютній більшості експлуатують завдяки відновлюваним динамічним ресурсам. Також варто мати на увазі, що майже всі родовища підземних вод розробляють без геологічного супроводження, тому умови списання запасів підземних вод, регламентовані зазначеним Положенням, просто нікому виконувати. І взагалі специфіка вимог до експлуатаційних запасів підземних вод зумовлює низку причин, які в чинних законодавчих і нормативних документах не передбачені.

На нашу думку, під час оцінювання конкретних об'єктів щодо списання балансових запасів підземних вод головну роль відіграють перераховані нижче чинники, які потрібно брати до уваги, а саме:

1. **Час, який минув від моменту проведення геологорозвідувальних робіт і затвердження запасів.** Цей чинник ураховано Інструкцією із застосування класифікації запасів і ресурсів корисних копалин Державного фонду надр до родовищ питних і технічних вод [1], в якій передбачено повторну геолого-економічну експертизу об'єктів, що не були введені в розробку впродовж 10 років після затвердження експлуатаційних запасів.

Тому, ухвалюючи рішення стосовно залишення у складі Державного фонду родовищ корисних копалин того чи іншого неосвоєного родовища питної води, потрібно враховувати доцільність його повторного розгляду в ДКЗ України, що може потягнути за собою необхідність геологічного довивчення залежно від результатів проведеного раніше розвідування і різноманітного впливу на ділянку розвідки за період після затвердження запасів.

На час проведення геологорозвідувальних робіт потрібно зважати ще й тому, що найімовірніше родовище, розвідане в 1960–1990-х роках ХХ століття і не введене до цього часу в експлуатацію, можна вважати безперспективним. Особливо стосовно цього потрібно критично розглядати об'єкти, розвідані до 1991 р., коли потребу у воді визначали в Українській РСР на базі широкомасштабних, але нереальних програм розвитку комунального господарства.

2. **Зазвичай невідомо, на балансі яких надрокористувачів перебувають неосвоєні родовища підземних вод.** У такому разі зазначені родовища здебільшого є незахищені-

ними від можливого антропогенного впливу, з одного боку, а з іншого – перспективи їхнього освоєння в такому разі є мінімальними. Таких родовищ в Україні надзвичайно багато, оскільки більша частина підприємств, що працювала за часів СРСР і на користь яких проводили розвідування експлуатаційних запасів підземних вод, припинила існування, а правонаступництво стосовно права на експлуатаційні запаси підземних вод на сьогодні належним чином не оформлено.

3. У процесі оцінки придатності подальшого використання родовищ питних підземних вод варто враховувати **якість** цих вод. Насамперед зазначений чинник має бути залучений під час оцінювання придатності родовищ, мінералізація води яких перевищує 1,5 г/дм³.

Особливо показовими щодо цього є об'єкти в Донецькій області. Близько третини неосвоєних родовищ тут мають воду з мінералізацією, що досягає 1,5–3,1 г/дм³. Це Бацівське, шахта “Радянська”, Старомайорське, Південнодонбаське, Ясинуватське та інші родовища й ділянки. Більшість із цих родовищ перед освоєнням потребує повторного геолого-економічного оцінювання, оскільки були розвідані 25–40 років тому, а також доведення зазначених запасів відповідно до вимог питної води (Державні санітарні норми та правила “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” (ДСанПіН 2.2.4-171-10)), що передбачає проведення відповідної водопідготовки. Хоча на сьогодні є очисні системи, які дають змогу навіть суттєво забруднену воду довести до рівня чистої, але вони досить вартісні і потребують чималих витрат коштів під час експлуатації. Для великих водозаборів підземних вод це зазвичай призводить до великих фінансових втрат. Тому, звичайно, вигідніше експлуатувати родовища підземних вод, які за якісними показниками відповідають нормативним вимогам. З огляду на це перспектив освоєння розвіданих великих родовищ підземних вод з показниками якості води, що не відповідають нормативним вимогам, майже немає.

4. Під час оцінювання придатності неосвоєних водозаборів для подальшого використання потрібно враховувати **суттєву зміну природних і техногенних умов**, які були в період розвідування.

Передусім треба зважати на факти забудови або прилеглої до родовища території, або навіть на площі самого родовища. До того ж часто підприємства, розміщені в таких місцях, створюють пряму загрозу погіршення якості підземних вод, особливо під час зниження їхнього рівня в процесі експлуатації.

Також критичної оцінки потребують родовища підземних вод, які зазнали підроблення гірничими виробками, що може негативно позначитися на кількісних показниках їхніх експлуатаційних запасів.

Відомі факти прямого руйнування неосвоєних родовищ, які особливо характерні для інфільтраційних об'єктів, приурочених до алювіальних відкладів Карпатських річок. Тут у наш час здійснюється необґрунтовано великий, а в деяких випадках несанкціонований кар'єрний відбір гравію в долинах річок, що може призвести навіть до знищення наявних водозаборів.

Водночас варто зазначити, що списання запасів неосвоєних родовищ підземних вод є не завжди доцільним. По-перше, у геологічне вивчення цих родовищ вкладено чималі державні кошти. По-друге, такі родовища можуть відігравати визначальну роль під час розміщення нових об'єктів житлової та промислової забудови, а також перепрофілювання наявних виробництв, що супроводжується збільшенням потреб у воді. Такі обставини потребують проведення відповідних заходів для збереження зазначених родовищ.

До цього варто додати, що згідно з Порядком державного обліку родовищ, запасів і проявів корисних копалин (п. 4), затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 75 від 31 січня 1995 р. [3], Держгеонадра щороку мають готувати звіт про стан державного фонду, до якого входять розроблювані й нерозроблювані родовища. Водночас зазначені звіти готують лише за матеріалами звітності добувних підприємств, а інформації стосовно нерозроблюваних родовищ немає.

Так, на сьогодні в Державному балансі враховано істотну частину нерозроблюваних родовищ підземних вод, які за чинними нормативними документами потребують геолого-економічного переоцінювання запасів. Тобто, на нашу думку, назріла необхідність упорядкування балансових запасів підземних вод для визначення реальної забезпеченості потреби суспільства підземними водами, а також організації періодичного державного контролю за станом цих родовищ.

Згідно з Класифікацією запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр, затвердженою Постановою Кабінету Міністрів України № 432 від 5 травня 1997 р. (п. 3), за промисловим значенням запаси корисних копалин поділяють на три групи [4]:

- балансові – запаси, які на момент оцінки згідно з техніко-економічними розрахунками можна економічно ефективно добувати і використовувати за сучасної техніки й технології та переробки мінеральної сировини, що забезпечують дотримання вимог раціонального, комплексного використання корисних копалин і охорони природи;

- умовно балансові – запаси, ефективність видобутку й використання яких на момент оцінки не може бути однозначно визначена, а також запаси, що відповідають вимогам балансових запасів, але з різних причин не можуть бути використані на момент оцінки;

- позабалансові – запаси, видобуток і використання яких на момент оцінки є економічно недоцільним, але в майбутньому вони можуть стати об'єктом промислового значення.

Питання визначення промислового значення родовищ є прерогативою ДКЗ України.

Перераховані вище й застосовані під час визначення балансової належності розвіданих родовищ підземних вод підходи повною мірою можна використати і для родовищ, які були тривалий час неосвоєні і згідно з нормативними документами перед введенням в експлуатацію їх мають переоцінити. Тобто всі запаси великих родовищ підземних вод питної якості, які не освоєно впродовж 10 років, варто зарахувати до категорії умовно балансових, а всі запаси підземних вод, якість яких не відповідає нормативним документам, – до позабалансових запасів.

Але така зміна промислового значення родовищ утім не розв'язує проблеми їхньої бездоглядності і збереження для вирішення подальших перспектив розвитку українського суспільства.

Висновки та рекомендації

З огляду на вищевикладене пропонуємо:

- а) Виконати інвентаризацію всіх родовищ підземних вод, які не освоєно впродовж 10 років після проведення геолого-розвідувальних робіт і затвердження запасів, з обстеженням на місцевості, оцінюванням сучасного техногенного впливу на території цих родовищ і встановленням суб'єктів власності землі, на якій зазначені родовища розміщені.

- б) Створити в межах Державного балансу родовищ корисних копалин України окремий резерв родовищ підземних вод, що неосвоєні впродовж 10 років після затвердження за-

пасів. До цього резерву додати також запаси підземних вод, які були апробовані рішенням науково-технічних рад виробничих геологічних підприємств Міністерства геології УРСР і його правонаступників.

- в) До щорічних пообласних балансів підземних вод включати лише дані освоєних родовищ.

- г) Забезпечити коштом державного бюджету обстеження територій розміщення родовищ резерву один раз на 5 років.

- д) Встановити, що порядок надання в користування родовищ підземних вод з резерву здійснюється на загальних засадах.

- е) Підготувати проект постанови КМУ України стосовно обов'язкового узгодження забудови територій країни з Держгеонадрами для унеможливлення виведення з ладу родовищ корисних копалин, зокрема підземних вод.

- ж) Надати право Держгеонадрам для впорядкування переліку родовищ підземних вод в Україні:

- ставити на облік і списувати з обліку попередньо розвідані запаси підземних вод;

- списувати з балансу неосвоєних родовищ запаси питних підземних вод, які за показниками якості не відповідають нормативним вимогам;

- списувати експлуатаційні запаси питних підземних вод, забудова яких унеможливорює використання цих родовищ у майбутньому;

- списувати запаси родовищ підземних вод, які внаслідок господарської діяльності повністю виведено з ладу;

- результати списання балансових запасів доводити до Державного інформаційного геологічного фонду для внесення змін до Державного балансу.

Що стосується списання запасів підземних вод у випадках, передбачених Положенням про порядок списання запасів корисних копалин з обліку гірничодобувних підприємств, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 58 від 27 січня 1995 р., то цю процедуру здійснює ДКЗ України згідно із зазначеним Положенням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ питних і технічних вод. – ДКЗ України, 2000 р.
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 27 січня 1995 р. № 58 Про затвердження Положення про порядок списання запасів корисних копалин з обліку гірничодобувного підприємства.
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 31 січня 1995 р. № 75 Про затвердження Порядку державного обліку родовищ, запасів і проявів корисних копалин.
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 5 травня 1997 р. № 432 Про затвердження Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр.

REFERENCES

1. Instruction on application of Reserves and Resources of Mineral Resources Classification of the State Fund of Subsoil to Potable and Technical Water. – SCMR of Ukraine, 2000.
2. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated January 27, 1995, No 58 On Approval of the Regulations on the Procedure of Mineral Reserves removal from the of Mining Companies register.
3. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated January 31, 1995 No 75 On Approval of the Procedure for the State Registration of deposits, resources and occurrences of Minerals.
4. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated May 5, 1997, No 432 On Approval of the Classification of Mineral Reserves and Resources of the State Subsoil Fund.

Р у к о п и с о т р и м а н о 25.10.2018.

УДК 551.82:551.72

doi <https://doi.org/10.31996/mru.2019.1.21-25>

А. Ш. МЕНАСОВА, канд. геол. наук, доцент (ННІ "Інститут геології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка), mangelina@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2375-9418>

A. Sh. MIENASOVA, Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof. (Department of general and historical geology, Institute of Geology Taras Shevchenko National University of Kyiv), mangelina@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2375-9418>

НАЙДАВНІШІ ВОДОРОСТІ ПОДОЛІЇ ЯК КАТАЛІЗАТОР ПРОЦЕСІВ ФОСФОРИТОУТВОРЕННЯ

MOST ANCIENT PODOLIA'S ALGAE AS TRIGGER FOR THE FORMATION OF PHOSPHORITES

Фосфорити, починаючи з верхнього докембрію, досить широко представлені в платформних карбонатних і кварц-глауконітових формаціях. Характерною особливістю фосфоритів є їхній тісний зв'язок з біосферою, що водночас відображає еволюцію і біосфери, і осадоконакопичення.

Поширені фосфорити і в калюських верствах нагорянської світи верхнього венду, які відслонюються в долині р. Дністер та її приток. Верстви витримані за складом і представлені темно-сірими, аж до чорних, тонкошаруватими аргілітами, які містять кулеподібні фосфорити різного розміру.

Тригером процесів фосфори́тоутворення стали водорості і мікроорганізми, які в калюський час зазнали розквіту і забезпечили водойму органічною речовиною, що підтверджується великою кількістю рослинних решток на площинах нашарування, бітумінозністю та численними мікрофосіліями, представленими ниткоподібними водоростями та акритархами.

Головним джерелом фосфору в осадах була коравивітрювання з первинно достатньо високим умістом P_2O_5 . Сполуки фосфору, які потрапляли до басейну осадоконакопичення, засвоювалися ціанобактеріями, мікроорганізмами-еукаріотами і вендотенієвими водоростями, накопичуючись у живих клітинах у формі поліфосфорних кислот.

Унаслідок постійної міграції берегової лінії первинна структура водоростевих плівок і матів порушувалася. Вони фрагментувалися, відбувалося їхнє скручування, злипання тощо, в результаті чого утворювалися тромболіти – своєрідні згусткові структури. Подальша літфікація яких привела до утворення конкрецій фосфоритів сферичної форми.

Ключові слова: фосфорити, калюські верстви, Подільське Придністров'я, водоростеві мати і плівки.

The phosphorites are rather widely represented in platform carbonate and quartz-glauconite litho-tectonic complexes. They are also present in Kalyus Beds of Nagoryany Formation in Podolian Middle Dnister area.

These beds are folded by homogeneous, dark-grey to black, thin-bedded mudstones. Characteristic feature of the beds is the occurrence of phosphorite concretions of different sizes. Dispersed phosphate mineralization (4–30 %) is also present in mudstones.

Kalyus Beds have two levels enriched by remains of Vendotaenian algae. Lower level is located in the bottom surface and upper level is located near top surface. It is the most ancient and numerous imprints of algae in rocks of Upper Vendian. According to the general appearance of thalli, the nature of sporangia and the type of metabolism, they are referred to as brown algae, which were adopting a benthic lifestyle. And they include an assemblage of microphytofossils too.

The black color, the presence of globular pyrite, the bitumen interlayers and the value of the protoxid module – 1,32–1,83 indicate the conditions for sedimentation recovery. Algal textures say that sedimentation occurred in the euphotic zone, that is, at the depth of light penetration. This is confirmed by the ecology of modern brown algae, which live from the low-water line to a depth of 20–30 m.

In the Late Vendian, there was no terrestrial vegetation, therefore sloping substrates eroded much faster and the land was a vast plain almost at the level of the water's edge. The coastline (in the modern sense) didn't exist, it constantly migrated and this led to the fact that in the "coastal zone" formed numerous gulfs, overgrown with algae.

The main source of phosphorus was the weathering crust of the subsilicic tuffogenic rocks with a high content of P_2O_5 . Then, phosphoric compounds fell into the sedimentation basin and assimilated by cyanobacteria and algae in the form of polyphosphoric acids.

Cyanobacterial communities had multidirectional vectors of their life activity, so ones created various biochemical barriers. Acidic medium was for dissolving apatite and/or francolite, and then alkaline one, which was necessary for phosphorus precipitation. In addition, phosphorus could be precipitated as a result of seasonal fluctuations in temperature, which led to departure of the chemical equilibrium. Also algal films and microbiofilm could hold phosphorus-containing pelitic particles on their surfaces.

Land vegetation cover absent, therefore the coastline constantly migrated so the primary structure of algal mats and biofilms were periodically disturbed. They were rolling, sticking, etc. took place. As a result, thrombolites (nonlayered clot structures) were formed. Further lithification takes place under reducing conditions at the bottom and at the top of the sediment. If the concentration of phosphorus is high in sludge waters, phosphorite concretions can form from thrombolites then.

Keywords: phosphorites, Kalyus Beds, Podolia region, algal mats, biofilms.

Вступ. Форми знаходження фосфатів у природі досить різноманітні і в багатьох випадках їхнє біогенне походження є очевидним. Упродовж ХХ ст. більшість гіпотез фосфатогенезу пов'язувала осадження фосфору з чисто хімічним процесом без огляду на біогенну природу міграції та концентрації фосфору. Перевірення часом такий підхід не витримав, тому наприкінці ХХ ст. для пояснення генезису фосфоритів літологи повернулися до біогенно-діагенетичної гіпотези, але на сучаснішому рівні. Суть її полягає в тому, що в умовах вологого гумідного клімату вна-

слідок прижиттєвої діяльності або постмортального розкладання органіки створюється кисле або слабокисле середовище, в якому стійкий магматогенний апатит перетворюється на колоїдно-дисперсні мінерали франколіт і курскіт. У дальшому фосфор мігрує в поверхневих водах у вигляді розчинів. А в лужному середовищі посушливих аридних зон апатит є стійким і транспортується як суспензія. Ці особливості поведінки фосфатів і пояснюють їхню близькість та різноманітні зв'язки з біосферою [17].

Процеси формування фосфоритів зазвичай відображають перерви в осадоконакопиченні, що може свідчити про суттєві структурні перебудови земної кори, які супроводжу-

ються зокрема й змінами фізико-географічних обстановок. Це зумовлює стабільно високий інтерес дослідників до процесів фосфоритоутворення.

Основні дослідження і публікації. Фосфорити досить широко представлені в більшості осадових комплексів фанерозою й верхнього докембрію, хоча й характерними породами для карбонатних і кварц-глауконітових платформних формацій. Розвинені вони й у вендських відкладах Подільського Придністров'я; найцікавіша в цьому сенсі нагорянська світа верхнього венду, до складу якої входять джуржівські та калюські верстви, зв'язані між собою поступовими переходами.

Фосфоритам Подолії присвячено велику кількість наукових праць і цілу низку спеціальних досліджень [4, 9, 13, 14], але роль органічного світу, який існував на той час, у процесах фосфоритоутворення майже не розглядали.

Мета роботи, матеріали дослідження. Мета цієї праці – на підставі аналізу літературних джерел і власних досліджень запропонувати своє розуміння (бачення) фізико-географічних обстановок пізнього венду Придністров'я, які зумовили утворення подільських фосфоритів. Для цього досліджено зразки порід нагорянської світи з рештками вендотенієвих водоростей із зібрання Національного науково-природничого музею НАН України і зразки з палеонтологічної колекції кафедри загальної та історичної геології ННІ “Інститут геології” Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

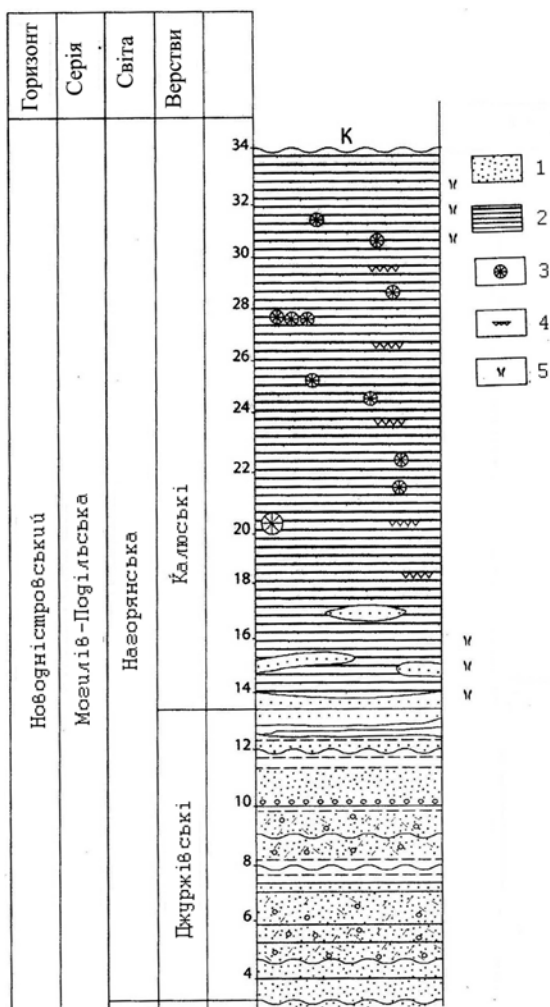


Рис. 1. Калюські верстви. Відслонення біля с. Мінківці (за працею [10])
1 – пісковики; 2 – аргіліти; 3 – фосфоритові конкреції; 4 – кальцит зі структурою con-in-con; 5 – відбитки макрофітів; К – відклади крейди

Калюські верстви (рис. 1) складені однорідними темно-сірими, аж до чорних, тонкошаруватими аргілітами, у середній частині розрізу яких описано до 15 рядів (рівнів) конкрецій фторапатитових фосфоритів правильної кулеподібної форми. Розсіяна фосфатна мінералізація (4–30 %) є й у самих аргілітах. Темний колір аргілітів зумовлений органічною речовиною і глобулярним піритом.

Крім того, численні рештки найдавніших водоростей у Подільському Придністров'ї також є у відкладах нагорянської світи, хоча окремі знахідки відомі і з нижчих рівнів. Водорості, описані в породах верхнього венду, об'єднано у формальну групу *Vendotaenides Gnilovskaya* [5, 6].

У верхній частині джуржівських шарів часто трапляються скупчення таломів і детриту багатоклітинних водоростей, а на площинах нашарування калюських верств у масовій кількості знаходять їхні бурі й чорні вуглефіковані рештки. Крім водоростей, там само трапляються тонкі плівки й прошарки безструктурних бітумінозних продуктів зі смоляним блиском (фото а). Рештками водоростей збагачені два рівні – нижній у підосві, і верхній – у покрівлі шару.

У комплекс *Metaphyta* нагорянської світи входять три різновиди вендотенід – *Vendotaenia antiqua* Gnil., *Fusosquamula viasovi* Ass., *Pilitella composite* Ass. У породі вендотенієві водорості являють собою немінералізовані еластичні стрічки, які бувають або поодинокими (фото б, е, ж), або повністю вкрива-



Фото. Рештки вендотенієвих водоростей на площинах нашарування
а – бітумінозна плівка; б – *Eoholynia* Gnil



ють поверхню нашарування (фото в, г, д). Стрічки вендотеній мають тканиноподібну будову, але без ознак провідної системи, що засвідчує їхню водоростеву природу. *Vendotaenia* одні з найдавніших *Metaphyta*, які за загальним виглядом сланей, характером спорангіїв і типом обміну речовин зараховують до бурих водоростей, що вели бентосний спосіб життя [1, 2, 5, 6].

Гарна збереженість і характер розміщення решток (слані згинаються в одній площині) дають підстави вважати, що водорості не були перенесені, а захоронювались *in situ*.

Також з нижньої частини джуржівських і верхньої частини калюських верств Ю. В. Гурєєв [7, 8] описав окремих представників вендських *Metazoa*, незначна кількість яких може вказувати на несприятливі умови для їхньої збереженості.

Крім того, за даними мікроскопічних досліджень, у калюських верствах наявна велика кількість мікрофосилій – акритархів і ниткоподібних водоростей, які представлені переважно двома різновидами – *Leiothrichoides typicus* Herm. і *Ljadovia exasperate* Herm., у деяких розрізах описані *Eoholynia longa* A. Istch., *E. capillaria* A. Istch., *Kalusina compacta* A. Istch., *Fusosqamula vlasovi* Ass. [3].

Чорний колір, наявність глобулярного піриту, бітумінозність і значення закисного модуля – 1,32–1,83 [13] указують на відновні умови седиментації. З огляду на наявність водоростевих текстур осадконакопичення мало відбуватися не нижче ейфотичної зони, а саме – до глибини проникнення світла. Тобто всупереч загальноприйнятим уявленням, басейн осадконакопичення являв собою мілководну лагуну, можливо відшнуровану від основної акваторії (зважаючи на наявність одиничних зерен глауконіту). Непрямим чином це підтверджується й екологією сучасних бурих водоростей, які тепер мешкають у діапазоні від лінії відпливу до глибин 20–30 м. Про невеликі глибини й дуже спокійну гідродинаміку, потрібні для “визрівання” фосфоритів і фосфатизації водоростевих плівок [15], свідчить і правильна сферична форма конкрецій.

Про лагунне фосфоритоутворення свого часу писав ще Васкауцану [18], указуючи континент як джерело детриту. Але оскільки пізніше вік порід було визначено як докембрійський, а не силурійський і зі зрозумілих причин сушу вже неможливо було розглядати як постачальника органічного матеріалу, то уявлень про лагунні обстановки осадконакопичення не брали до уваги.

Результати досліджень. Фосфоритові конкреції, фосфатна мінералізація аргілітів, рештки водоростей і численні мікрофосилії на одному рівні розрізу дають підстави припуска-



Фото. Рештки вендотенієвих водоростей на площинах нашарування

в, г, д, е, ж – *Vendotaenia antiqua* Gnill

ти наявність певного причинно-наслідкового зв'язку між цими складниками калюських верств.

У пізньовендський час через брак наземної рослинності нахилені субстрати розмивалися набагато швидше і суша являла собою велику рівнину майже на рівні врізу води (а інакше в осадах спостерігалось б зовсім інше гранулометричне співвідношення часток). Берегової лінії в сучасному розумінні не було, її постійна міграція призводила до того, що в “прибережній зоні” утворювалися численні невеликі заливи, які заростали водоростями.

Сполуки фосфору (рис. 2) потрапляли до басейну внаслідок розмивання кори вивітрювання, засвоювалися ціанобактеріями, мікроорганізмами-еукаріотами й вендотенієвими водоростями і накопичувались у живих клітинах у формі поліфосфорних кислот.

Крім концентрації фосфору, ціанобактеріальні спільноти й водоростеві мати через різне спрямування векторів своєї життєдіяльності створювали й різні біохімічні бар'єри – кисле середовище, потрібне для розчинення сполук фосфору, а потім і лужне – для осадження фосфору [16]. Крім того, сполуки фосфору могли осаджуватись і внаслідок коливання сезонних температур, яке призводило до порушення хімічної рівноваги [13], на що непрямо вказує й рядність фосфоритових конкрецій. Також водоростеві плівки й мати могли неабияк сприяти механічному утриманню на своїх поверхнях пелитових часток, зокрема й тих, що містили фосфор.

Відтак на стадії діагенезу рослинні рештки були частково “використані” в процесах фосфоритоутворення, частково вуглефіковані й збереглися як безструктурна бітумінізована маса, тонкі плівки або відбитки на площинах нашарування. Кількість органіки засвідчує доволі бурхливий розквіт рослинного життя в калюський час, що поряд з тиховодністю також є однією з основних умов концентрації фосфору.

Зміна берегової лінії призводила до того, що первинна структура водоростевих плівок і матів руйнувалася. Вони фрагментувалися, скочувалися або злипалися, відбувалося поглинання часток ґрунту, біотурбація згустків, часткове утворення та перевідкладання матеріалу, унаслідок чого утворювалися нешаруваті згусткові структури – так звані тромболіти. Подальша літифікація згустків відбувалась у відновних умовах біля дна й у верхній частині осаду [11, 12]. У разі високої концентрації фосфору в мулових водах з тром-

болітів надалі можуть формуватися конкреції, що й спостерігається в калюських верствах.

Як відомо, майже всі середні й багаті родовища фосфоритів асоціюють з арідними формаціями, а невеликі тяжіють до гумідного клімату [16]. Фосфорити калюських верств промислового значення не мають. Розглянуті дані свідчать на користь того, що в калюський час дійсно був порівняно гумідний клімат, який сприяв інтенсивному винесенню сполук фосфору, зосереджених у корі вивітрювання, до прилеглих акваторій [17].

Висновки

1. Формування калюських верств відбувалося в умовах великої мілководної лагуни, відшнурованої від основної акваторії, або в напівізольованому морі-озері.
2. Бесейн седиментації характеризувався вельми спокійним гідродинамічним режимом, розквітом органічного життя й малою швидкістю глинистого осадконакопичення.
3. Прилегла суша являла собою велику рівнину, яка гіпсометрично була майже на рівні врізу води.
4. Первинне накопичення фосфору відбувалось у ціанобактеріальних і водоростевих плівках та матах.
5. Перемивання та концентрація речовини забезпечувалися різкою зміною траєкторії берегової лінії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Асеева Е. А. Микрофитофоссилии и водоросли из отложений верхнего докембрия Вольно-Подольи//Палеонтология и стратиграфия верхнего докембрия и нижнего палеозоя юго-запада Восточно-Европейской платформы. – К.: Наукова думка, 1976. – С. 40–63.
2. Асеева Е. А. Ископаемые остатки вендских таллофитов//Биостратиграфия и палеогеографические реконструкции докембрия Украины. – Киев: Наукова думка, 1988а. – С. 81–92.
3. Асеева Е. А. Микрофоссилии в верхнем докембрии//Биостратиграфия и палеогеографические реконструкции докембрия Украины. – Киев: Наукова думка, 1988б. – С. 93–102.
4. Великанов В. А. О закономерностях распределения фосфоритовых конкреций в калюских слоях венда Подольи//Литология и полез. ископаемые. – 1975. – № 6. – С. 84–90.
5. Вендская система: Стратиграфия и геологические процессы. Том 2./Отв. ред. Б. С. Соколов, М. А. Федонкин. – М.: Наука, 1985. – 237 с.
6. Гниловская М. Б. Древнейшие водные растения венда русской платформы (поздний докембрий)//Палеонтол. журнал. – 1971. – № 3. – С. 101–107.
7. Гуреев Ю. А. Фаунистические остатки и следы жизнедеятельности беспозвоночных, их стратиграфическая приуроченность к разрезу верхнего докембрия – нижнего кембрия Среднего Приднестровья//Ископаемая фауна и флора Украины. – К.: Наукова думка, 1983. – С. 34–39.
8. Гуреев Ю. А. Бесскелетная фауна венда//Биостратиграфия и палеогеографические реконструкции докембрия Украины. – К.: Наукова думка, 1988. – С. 65–80.
9. Копелиович А. В. Эпигенез древних толщ юго-запада Русской платформы. – М.: Наука, 1965. – 350 с.
10. Макрофоссилии верхнего венда Восточной Европы. Среднее Приднестровье и Вольны/А. Ю. Иванцов и др. – М.: ПИН РАН, 2015. – 144 с.
11. Малёнкина С. Ю. Сохранность фоссилий в юрских фосфатных конкрециях//Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. VI Всерос. совещание: научные материалы. – Махачкала: АЛЕФ, 2015. – С. 176–179.
12. Морев В. П. Процессы фоссилизации растительных остатков (на примере Среднего Поволжья)//Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2016. – Т. X. – № 1. – С. 97–138.
13. Сокур Т. М. Особенности петрогенеза аргиллитов в калюских слоях венда на юго-западной окраине Восточно-Европейской платформы//Записки Українського мінералогічного товариства. – 2011. – Т. 8. – С. 192–195.
14. Стацук М. Ф. Літологічні особливості давньопалеозойських відкладів Середнього Придністров'я//Тр. ІГН АН УРСР. Сер. Стратиграфія та палеонтологія. – 1958. – Вип. 21. – 43 с.

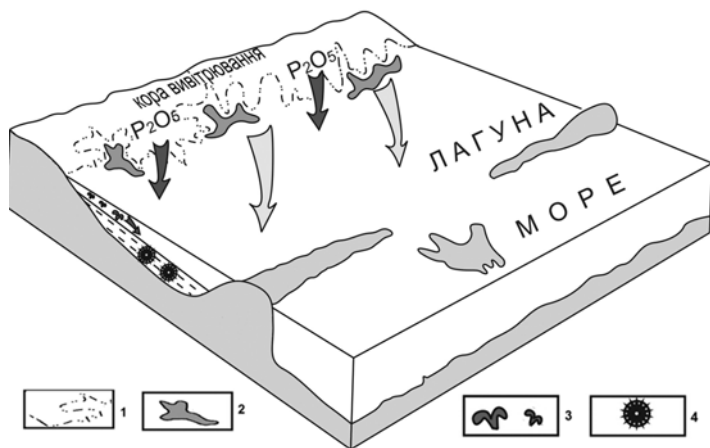


Рис. 2. Модель прибережного осадкоутворення в калюський час у районі Подільського Придністров'я

1 – берегова лінія, що постійно мігрує; 2 – водоростеві плівки й мати; 3 – водорості; 4 – фосфоритові конкреції

15. Стратиграфія УРСР. Рифей-Венд/Відп. редактор тому О. В. Крашеніннікова. – Київ: Наукова думка, 1971. – Т. 2. – 275 с.
16. Фролов В. Т. Литология. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – Т. 2. – 432 с.
17. Холодов В. Н. Геохимия осадочного процесса/Тр. Геол. ин-та. – М.: ГЕОС, 2006. – Вып. 574. – 608 с.
18. *Văscăușanu Th.* Formajiunilesiluriene din malulromanes al Nistrului (les formations siluriennes de la rive roumaine du Dniester. Contributions a la connaissance du paleozoique du basin Moldo – Podolique)/Anuarul Inst. geol. al. – Romaniei, 1930. – 15 p.

REFERENCES

1. Aseeva E. A. Microphytofossils and algae in Upper Precambrian deposits of Volynia-Podolia//Paleontologiya i stratigrafiya verhnego dokembriya i nizhnego paleozoia yugo-zapada Vostochno-Evropskoy platformy. – Kiev: Naukova dumka, 1976. – P. 40–63. (In Russian).
2. Aseeva E. A. Fossil remains of Vendian Thallophyta//Biostratigrafiya i paleogeograficheskie rekonstrukcii dokembriya Ukrainy. – Kiev: Naukova dumka, 1988a. – P. 81–92. (In Russian).
3. Aseeva E. A. Microfossils in Upper Precambrian//Biostratigrafiya i paleogeograficheskie rekonstrukcii dokembriya Ukrainy. – Kiev: Naukova dumka, 1988b. – P. 93–102. (In Russian).
4. Velikanov V. A. About distributional patterns of the phosphorite concretions in Kalyus Beds from the Vendian of Podolia//Litologiya i poleznye iskopaemye. – 1975. – № 6. – P. 84–90. (In Russian).
5. Vendian System: Stratigraphy and geological processes. Vol. 2./B. S. Sokolov, M. A. Fedonkin et al. – Moskva: Nauka, 1985. – 237 p. (In Russian).
6. Gnilyovskaya M. B. Most ancient water plants of Vendian of Russian Platform (Late Precambrian)//Paleontol. zhurnal. – 1971. – № 3. – P. 101–107. (In Russian).
7. Gureev Ju. A. Faunistic remains and fossil traces of invertebrates, their stratigraphic relation to the Upper Precambrian-Lower Cambrian section of the Middle Dniester area//Iskopaemaya fauna i flora Ukrainy. – Kiev: Naukova dumka, 1983. – P. 34–39. (In Russian).
8. Gureev Ju. A. Vendian Non-Skeletal Fauna//Biostratigrafiya i paleogeograficheskie rekonstrukcii dokembriya Ukrainy. – Kiev: Naukova dumka, 1988. – P. 65–80. (In Russian).
9. Kopeliovich A. V. Epigenesis of ancient strata in the southwest of the Russian Platform. – Moskva: Nauka, 1965. – 350 p. (In Russian).
10. Upper Vendian macrofossils of Eastern Europe. Middle Dniester area and Volynia/A. Yu. Ivancov, V. P. Gricenko, V. M. Palij, V. A. Velikanov et al. – Moskva: PIN RAN, 2015. – 144 p. (In Russian and English).
11. Malynkina S. Ju. Preservation of fossils in the Jurassic phosphate concretions//Jurskaya sistema Rossii: problemy stratigrafii i paleogeografii. VI Vseros. soveshhanie: nauchnye materialy. – Mahachkala: ALEF, 2015. – P. 176–179. (In Russian).
12. Morov V. P. The processes of fossilisation of flora residues (on the example of the Middle Volga region)//Fitoraznoobrazie Vostochnoj Evropy. – 2016. – Vol. X. – № 1. – P. 97–138. (In Russian).
13. Sokur T. M. The feature mudstone's petrogenesis in Kalyus Beds in the southwest outskirts of the East European Platform//Zapysky Ukrainskoho mineralohichnoho tovarystva. – 2011. – Vol. 8. – P. 192–195. (In Russian).
14. Stashchuk M. F. Lithological features of the Early Paleozoic deposits of the Dniester Region//Tr. IHN AN URSR. Ser. Stratyhr. i paleontol. – 1958. – Iss. 21. – 43 p. (In Ukrainian).
15. Stratigraphy of the Ukrainian SSR. Rhiphae-Vendian/O. V. Kraheninnikova. – Kyiv: Naukova dumka, 1971. – Vol. 2. – 275 p. (In Ukrainian).
16. Frolov V. T. Lithology. – Moskva: MGU, 1993. – Vol. 2. – 432 p. (In Russian).
17. Holodov V. N. Sedimentary geochemistry//Trudy Geol. instituta. – Moskva: GEOS, 2006. – Iss. 574. – 608 p. (In Russian).
18. *Văscăușanu Th.* (1930). Formajiunile siluriene din malulromanes al Nistrului (les formations siluriennes de la rive roumaine du Dniester. Contributions a la connaissance du paleozoique du basin Moldo – Podolique)/Anuarul Inst. geol. al. – Romaniei, 1930. – 15 p.

Рукопис отримано 18.12.2018.

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ
УКРАЇНИ

З метою подальшого підвищення наукового рейтингу журналу та його дописувачів варто звернути увагу на таке:

1. Обсяг анотації англійською мовою разом з назвою статті, ініціалами та прізвищами всіх авторів має містити до 1800 знаків.

2. Вимоги до анотацій англійською мовою: інформативність (без загальних слів); змістовність (відображення основного змісту статті та результатів досліджень); застосування термінології, характерної для іноземних спеціальних текстів; єдність термінології в межах анотації; без повторення відомостей, що містяться в заголовку статті.

3. Прізвища авторів статей надаються в одній з прийнятих міжнародних систем транслітерації (з української — відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 55 від 27.01.2010 “Про впорядкування транслітерації українського алфавіту латиницею”, з російської — відповідно до “Системы транслитерации Библиотеки конгресса США”). Зазначення прізвища в різних системах транслітерації призводить до створення в базі даних різних профілів (ідентифікаторів) одного автора.

4. Для повного й коректного створення профілю автора дуже важливо наводити місце його роботи. Дані про публікації автора використовуються для отримання повної інформації щодо наукової діяльності організацій і загалом країни. Застосування в статті офіційної, без скорочень, назви організації англійською мовою запобігатиме втраті статей у системі аналізу організацій та авторів. Бажаємо вказувати в назві організації її відомство за належністю.

5. В аналітичній системі SCOPUS потрібні пристатейні списки використаної літератури латиницею. Можливості SCOPUS дають змогу проводити такі дослідження: за посиланнями оцінювати значення визнання робіт конкретних авторів, науковий рівень журналів, організацій і країн загалом, визначати актуальність наукових напрямів і проблем. Стаття з представленим списком літератури демонструє професійний кругозір та якісний рівень досліджень її авторів.

6. Правильний опис джерел, на які посилаються автори, є запорукою того, що цитовану публікацію буде враховано в процесі оцінювання наукової діяльності її авторів, а отже й організації, регіону, країни. За цитуванням журналу визначається його науковий рівень, авторитетність тощо. Тому найважливішими складниками в бібліографічних посиланнях є прізвища авторів і назви журналів. В опис статті треба вносити всіх авторів, не скорочуючи їхньої кількості. Для уникнення неточностей в ідентифікації авторства й визначення персональних метрик (показників) бібліометрії авторам наукових публікацій потрібно використовувати персональні коди ORCID.

7. Для українсько- та російськомовних статей з журналів, збірників, матеріалів конференцій структура бібліографічного опису така: автори (транслітерація), переклад назви статті англійською мовою, назва джерела (транслітерація), вихідні дані, у дужках — мова оригіналу, ідентифікатор DOI.

8. Список використаної літератури (References) для SCOPUS та інших закордонних баз даних наводиться повністю окремим блоком, повторюючи список літератури до українсько- та російськомовної частини незалежно від того, містяться в ньому чи ні іноземні джерела. Якщо в списку є покликання на іноземні публікації, їх повністю повторюють у списку, який створюють у латинському алфавіті.

Рукопис статті до редакції автори подають зі своїми підписами.

УДК 553.045

 <https://doi.org/10.31996/mru.2019.1.26-30>

О. В. ПЛОТНИКОВ, д-р геол. наук, професор (Криворізький національний університет), magnetit@meta.ua,
М. М. КУРИЛО, канд. геол. наук, доцент (Київський національний університет ім. Тараса Шевченка), kurilo@mail.univ.kiev.ua,
С. К. КОШАРНА, аспірантка (Київський національний університет ім. Тараса Шевченка), sofia.kosharna@ukr.net

O. V. PLOTNIKOV, D. Sc. in geology, professor (National university of Kryvyi Rih), magnetit@meta.ua,
M. M. KURYLO, Ph. D. in geology, assistant professor (Taras Shevchenko national university of Kyiv), kurilo@mail.univ.kiev.ua,
S. K. KOSHARNA, Ph. D. student (Taras Shevchenko national university of Kyiv), sofia.kosharna@ukr.net

ОЦІНКА СТУПЕНЯ ВИСНАЖЕНОСТІ ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОСТЛІКВІДАЦІЙНИХ РОБІТ

DEPLETION EXTENT ESTIMATION OF IRON ORE DEPOSITS WITH THE AIM OF FORECASTING POST-LIQUIDATION WORKS

Висвітлено проблеми процесів виснаження надр на прикладі залізрудних родовищ Кривбасу. Запропоновано методіку прогнозування витрат на постліквідаційне освоєння ліцензійних ділянок, що ґрунтується на досвіді європейських країн. Об'єктами вивчення обрано родовища Кривбасу різних промислових типів, для яких максимально проявляються ознаки окремих стадій освоєння та виснаження надр. Валявкінське родовище магнетитових залізистих кварцитів характеризується інтенсифікацією обсягів видобутку й небезпечних змін геологічного середовища. Кар'єр Південний із запасами раніше втрачених багатих руд має більшість ознак етапу виснаження з пролонгацією видобутку в ускладнених гірничотехнічних умовах. Зіставлено еколого-геологічні та геолого-економічні показники інтенсивної експлуатації родовищ корисних копалин і наведено формули обчислення екологічних витрат на об'єктах.

Ключові слова: родовища залізних руд, виснаження запасів, етапи освоєння надр, постліквідаційні роботи.

The problems of underground exhaustion processes on the example of iron ore deposits of Kryvbas are studied. As objects Kryvbas deposits of different geological and mining types were selected. The methodology for forecasting of the costs for post-liquidation development of licensed areas, which is based on the experience of European countries has been proposed. These ones are with the most evident signs of intensive development and exhaustion of mineral resources. Valiavkinske Banded Iron Formation deposit is characterized by extraction intensification and dangerous changes of geological environment. The Pivdennyi Quarry with reserves of previously lost rich ores has most of exhaustion phase signs with prolongation of extraction in complicated mining conditions. The ecological-geological and geological-economic indicators of intensive exploitation of mineral deposits are compared and formulas for environmental costs calculations on objects are given.

Keywords: iron ore deposits, depletion of reserves, stages of mineral resources development, post-liquidation works.

Вступ. Гірничодобувні регіони України внаслідок тривалого використання мінерально-сировинної бази нині є об'єктами прояву процесів виснаження надр, що полягають у погіршенні якості корисних копалин, ускладненні гірничо-геологічних умов експлуатації, техногенних змінах геологічного середовища та суттєвому порушенні стану навколишнього середовища (НС). У праці [4] автори визначили етапи освоєння надр і характерні зміни економічних та екологічних показників стану мінерально-сировинної бази. Визначати ступінь освоєння й виснаження для окремих регіонів пропонуємо за комплексом показників: співвідношення прогнозних і перспективних ресурсів до запасів, підготовлених до освоєння; витрати на охорону НС; стійкість геологічного середовища; показники техногенних змін геологічного середовища та асиміляційного потенціалу. За співвідношенням запропонованих показників виділяють: I – етап геологічного вивчення надр; II – етап інтенсивного використання; III – етап виснаження.

Аналіз останніх досліджень та виділення не вирішених раніше проблем. Геолого-екологічні та геолого-економічні проблеми інтенсивного освоєння надр гірничодобувних регіонів є досить актуальними. Свого часу їх досліджували Г. І. Рудько, Є. О. Яковлев, М. М. Коржнев, але зазвичай розглядали окремо екологічний та економічний складники.

У монографіях [1, 6] розглянуто ресурсний потенціал геологічного середовища та екологічну безпеку техноприродних геосистем, викладено методологічні аспекти впливу інтенсивного використання надр на геологічне й суміжне середовища гірничодобувних районів. У праці [5] викладено концептуальні засади реструктуризації мінерально-сировинної бази України та її інформаційного забезпечення на рівні організації системи моніторингу мінерально-сировинних ресурсів і стану НС. В усіх згаданих дослідженнях об'єктом вивчення є великі промислові регіони з тривалою історією розвитку гірничодобувного комплексу, а отже має бути передбачено чималі обсяги постліквідаційних робіт, призначені для нівелювання наслідків негативного впливу на НС.

Об'єктом цього дослідження вибрано Валявкінське родовище залізистих кварцитів та кар'єр Південний із запасами багатих руд, які є прикладами інтенсивного розвитку небезпечних змін геологічного середовища та потреби завчасного прогнозування подальшого освоєння ліцензійних ділянок.

Метою статті є визначення етапів використання надр на прикладі залізрудних родовищ Кривбасу з огляду на геолого-економічні та екологічні показники й внесення пропозиції щодо методики економічного прогнозування компенсаційної діяльності по завершенні робіт на родовищі з його подальшою консервацією чи ліквідацією.

Виклад основного матеріалу. Об'єктами вивчення вибрано родовища Кривбасу різних промислових типів, для яких максимально проявляються ознаки окремих стадій освоєння та виснаження надр:

1) Валявкінське родовище магнетитових залізистих кварцитів характеризується інтенсифікацією обсягів видобутку й небезпечних змін геологічного середовища;

2) Кар'єр Південний, із запасами раніше втрачених багатих руд, має більшість ознак етапу виснаження з пролонгацією видобутку в ускладнених гірничотехнічних умовах.

Валявкінське родовище розробляють з 1972 року, нині – ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг” кар'єром № 3. Означений об'єкт розміщений у південній частині Криворізького залізорудного басейну на відстані 8–10 км на південь від центру м. Кривий Ріг. У геолого-структурному сенсі родовище залягає в південній частині Криворізько-Кременчуцької шовної зони УЩ і приурочене до західного крила Західноінгулецької синкліналі. У геологічній будові родовища бере участь стратифікований комплекс метаосадових порід криворізької серії і осадових відкладів кайнозою. Нестратифіковані утворення на родовищі представлені діабазовою дайкою неопротерозойського дайкового комплексу габро-діабазів (BPR₃) [2].

Перший комплекс оцінювальних показників для визначення етапів виснаження надр – геолого-економічний (ресурсний). Простеживши статистичні особливості змін параметрів досліджуваних родовищ із плином часу (з моменту початку їхнього розроблення й донині), було окреслено низку закономірностей, характерних для описаних раніше етапів інтенсивного використання та виснаження надр.

Ресурсну базу Валявкінського родовища утворюють магнетитові й окиснені кварцити. За темпами відпрацювання перших у межах кар'єрного поля помітне досить різке зменшення кількості запасів за перші 30 років експлуатації, що змінилося планомірними темпами розроблення, яке проте щорічно зменшує обсяги підрахованих балансових запасів на кілька десятків мільйонів тонн. За умови продовження робіт такими темпами, без суттєвих перевищень середнього показника – 14,2 млн т/рік, обсяги корисної копалини будуть вичерпані за 24 роки.

Це прогнозування також ґрунтується на від'ємній динаміці коефіцієнта можливих приростів запасів корисної копалини (рис. 1), яка фіксується, починаючи з 2012 року. Планомірний же приріст, що відбувався до цього, зумовлений дорозвідкою, яка мала місце на ліцензійній площі, але поза проектним контуром кар'єру.

Означений прогнозований часовий проміжок можливої експлуатації може бути подовжений завдяки обсягам окиснених кварцитів, запаси яких на 2016 рік оцінено в 727,2 млн т, але промислове значення яких дуже залежить від технологічних і кон'юнктурних чинників.

Наступним параметром, який яскраво ілюструє етапну належність родовища, є зміни в стійкості його геологічного середовища. Відомо, що ще на етапах геологічного вивчення встановлено характерну сильну тріщинуватість гірського масиву родовища (особливо 4-ого й 5-ого горизонтів), тобто геологічне середовище вже не було призначене для потужного й довготривалого впливу без суттєвих наслідків. Нинішня ситуація це повністю засвідчує, оскільки внаслідок інтенсивного видобування масив став вирізнятися високим рівнем порушеності порід. На родовищі відбувається повне поглинання промивальних рідин і регулярне обвалення стінок свердловин, що не може не позначитися на робочому процесі.

Зважаючи на окреслене, а також складність геологічної будови та наявність рудних покладів з мінливими потужностями, але порівняно витриманої якості, родовище доцільно зарахувати до 2-ої групи. Аналіз змін розмірів та глибин родовища за весь час розроблення й експлуатації також зазнав деяких змін (табл. 1).

Кар'єр Південний є специфічним об'єктом прояву процесів виснаження надр, який детально вивчали та розробляли тривалий період. Підземну розробку покладів багатих залізних руд проводили в 1950 роках ХХ століття. Відкритим способом на кар'єрі Південний видобували раніше втрачені багаті залізні руди, які першочергово були відпрацьовані підземним способом. З 2001 року кар'єр передано до складу шахтоуправління з підземного видобутку руди КДГМК “Криворіжсталь”, нині ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг”.

Видобуток мартизових і гематит-мартизових руд у межах родовища здійснювало шахтоуправління з підземного видобутку руди. Гірничі роботи проводили на глибині горизонтів 955–1045 м. Проектна річна потужність з видобутку

Таблиця 1. Зміни розмірів і глибин родовища за весь час розроблення та експлуатації

Рік	Глибина, м	По поверхні		По дну кар'єру	
		Довжина	Ширина	Довжина	Ширина
1969	291–505,4	2350	1800–2000	2000	200–700
1999		2200	1800	600–650	100–1300
2016		2200	1450	800–1000	350–300

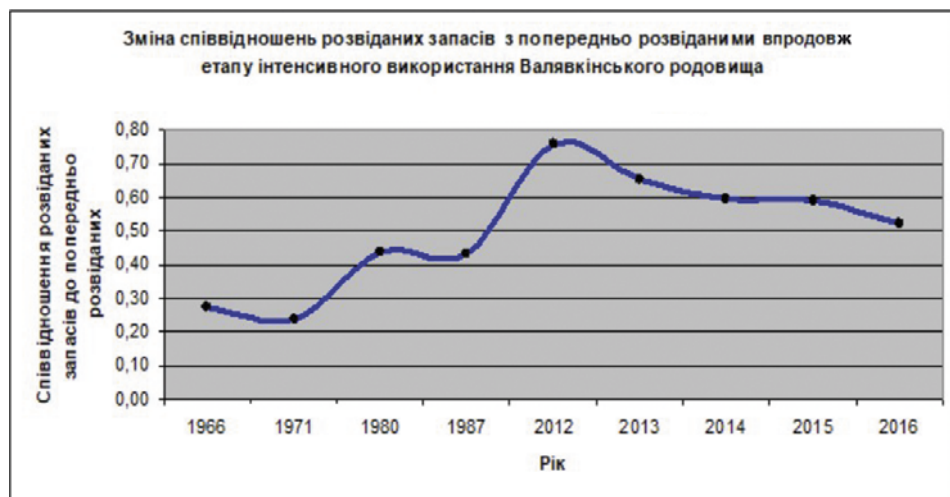


Рис. 1. Зміна коефіцієнта можливого приросту запасів корисної копалини за період експлуатації Валявкінського родовища

руди становить 250 тис. тонн. Протяжність наявного кар'єру – 1300 м, ширина – 700 м, глибина – 150 м (горизонт-84). Після видобутку частини втрачених руд у 2015–2016 рр. було прийняте рішення щодо зарахування решти об'ємів корисної копалини до позабалансових через недоцільність її подальшого розроблення. У теперішній час інший надрокористувач (ТОВ “Рудомайн”) планує і далі видобувати цей різновид руди з умістом $Fe_{\text{заг}} = 54 \%$ [3].

Корисна копалина в межах кар'єру представлена раніше втраченими або залишеними у надрах під час підземного способу розроблення родовища багатими залізними рудами п'ятого залізного горизонту саксаганської світи з мінімальним умістом заліза 48 %. Поширення багатих залізними руд має край неоднорідний характер. Добувні підземні гірничі роботи проводили методом поверхового обвалення виробленого простору, унаслідок чого в зоні зрушення розвинуті процеси просідання та зсуву порід, що локалізовані як у місцях безпосереднього видобутку корисної копалини, так і у всьому боці рудних покладів. Характерним є суттєве “просідання” глибини залягання верхнього контакту залізного горизонту, що відрізняється від глибини залягання під час первинного розроблення. Унаслідок у всьому боці рудних покладів розвинуті смуги воронок обвалення, тераси просідання й тріщини заввишки до 5–10 м, а в лежачому боці утворилася зона зсувів по напластуванню, в якій приконтатова сланцева товща зсунута в напрямку падіння рудних покладів. Великий об'єм глинистого матеріалу призводить до неабиякого зменшення вмісту заліза в сировині. За складністю геологічної будови й витриманістю якісних показників корисної копалини ділянка запасів п'ятого залізного горизонту була зарахована до родовищ надскладної геологічної будови 4-ої групи відповідно до Класифікації запасів і ресурсів.

Специфікою цього об'єкта є безпосередня робота з наслідками системних валових обвалень породного масиву, які мали місце впродовж періоду розроблення родовища підземним способом, що призвело до збільшення експлуатаційних витрат до 40 %. І як наслідок – вагомий відсоток багатих руд не був добутий, оскільки технічно це було неможливим.

Попри те, що Південний кар'єр становить інтерес не лише можливістю видобутку раніше втрачених руд, але й наявністю бідних залізними руд, можливість отримання якісної агло-руди суттєво збільшує стимул розробляти саме перші. Так, за 40 років з моменту введення кар'єру в експлуатацію обсяги багатих руд зменшилися в кілька десятків разів, що свідчить про тривалі інтенсивні роботи в цьому напрямі впродовж усього часу. За останні роки ставлення підприємств до можливості безпосереднього видобутку цієї руди було дещо неоднозначним. Проте за умови втілення в життя бізнес-плану можливого розроблення, який представило ТОВ “Рудомайн”, робота з видобутку цих руд попри їхню найменшу залишкову кількість триватиме ще найближчі 14 років.

Неможливість пролонгації цього часового проміжку пов'язується з фактично нульовими значеннями коефіцієнта можливого приросту запасів, який зафіксовано на родовищі. Цей факт пояснюється чітким прив'язуванням до колишніх підземних виробок, що нівелює можливість збільшення визначених коефіцієнтів та відповідно життєвого циклу об'єкта.

На досліджуваному родовищі також зафіксовано зміни в стійкості геологічного середовища. Скельні вмісні породи ще до початку розроблення характеризувалися достатньо інтенсивною тріщинуватістю, у подальшому з кожним роком у процесі розроблення родовища в них утворювалося все більше техногенних тріщин. Такі зміни

були спровоковані раніше проведенням підземним розробленням, а нині це спричинює дуже швидку інфільтрацію атмосферних опадів по всій площі кар'єру, що також впливає на процес гірничих робіт.

Стан асиміляційного потенціалу територій досліджуваних родовищ також зазнав суттєвих змін. Так, техногенні ландшафти навколо Валявкінського родовища, основними елементами якого є зона обвалення шахти ім. Валявко-Північна, брак ґрунтового покриву, сильне забруднення “збережених ділянок” скельними породами та іншими техногенними відходами, активне запилювання повітряного середовища, – уже не підпорядковуються тим об'ємам порушеності НС, які здатні самовідновитися природним чином. Так само як і зміни рельєфу земної поверхні зумовлені розробленням кар'єру Південний та пов'язаним із цим відвалоутвореннями, воронкоутвореннями та іншими явищами.

З огляду на порівняно невеликі прогностичні терміни дальшого освоєння (24 та 14 років) обох досліджуваних криворізьких об'єктів доцільним є прогнозування подальшого освоєння ліцензійних ділянок, зокрема по завершенні всіх гірничих робіт. Невід'ємною частиною цього процесу є усунення наслідків гірничодобувної діяльності стосовно НС, що супроводжується низкою рекультиваційних заходів, спрямованих на відновлення всіх його складників.

Попри те, що надрокористувачі досліджуваних криворізьких об'єктів демонструють український раціональний підхід до цієї проблеми через утілення більшої частини екологічно спрямованих заходів паралельно з гірничодобувними роботами (табл. 2), питання щодо компенсаційної діяльності по їхньому завершенні та консервації чи ліквідації родовища потребує завчасного економічного прогнозування.

Практична нерозвиненість алгоритму дій для вирішення цього завдання в Україні нарівні з визначеними в Стратегії національної безпеки пріоритетами гарантування екологічної безпеки [7] потребує дослідження способів свого вдосконалення та ймовірно часткового використання європейського досвіду, зважаючи на українські реалії гірничодобувної промисловості.

Найвпливовіші підходи до розв'язання означеного питання на сьогоднішній день діють в Австрії, Німеччині та Швейцарії, хоча за останні роки робота в цьому напрямі стала жвавішою і в інших країнах Європейського Союзу. Орієнтуючись на країни, що вступили до ЄС порівняно недавно (2004), зокрема на сусідню Словачку Республіку, її досвід з постліквідаційного освоєння ліцензійних ділянок, на яких відбувався видобуток корисних копалин, вбачаємо доцільним для використання.

Під час вивчення особливостей проведення гірничодобувних робіт у Словаччині було встановлено, що завершення добувної діяльності супроводжується жорстким контролем, а саме 5-річним моніторингом площ, що зазнали впливу внаслідок гірничих робіт. Цей метод визнано найефективнішим щодо територій, на яких проводили(ять) роботи з видобутку корисної копалини і які розміщені безпосередньо поруч із населеними пунктами. Останнє потребує можливості миттєвого втручання в процес відновлення складників довкілля та використання відповідних методів реабілітації території для захисту населення, що також узгоджується з умовами досліджуваних криворізьких об'єктів.

До переліку заходів, передбачених моніторингом, входять такі: відбирання зразків зондами у свердловинах і поверхневих ґрунтових покривах, проб підземних і поверхневих вод,

Таблиця 2. Поточні рекультиваційні заходи, передбачені на Валявкінському родовищі (к-р № 3) і Південному кар'єрі

Об'єкт	Геологічне середовище та ґрунтовий покрив		Водне середовище		Повітряне середовище	
	2001	2015	2001	2015–2016	2001	2015
Валявкінське родовище	– Здійснення рекультиваційних робіт на відсипних відвалах і наповнених хвостосховищах. – Укладання потенційно родючих ґрунтів потужністю до 1м на поверхні берм кожного ярусу з досягненням їхнього проектного положення. – Перекриття наповнених частин хвостосховищ суглинками й чорноземом потужністю 1м. – Запобігання розвитку ерозійних процесів на відновлених гірничотехнічною й біологічною рекультивацією землях. - Швидке створення на рекультиваційних поверхнях лісових насаджень і сівба травосумішей з багаторічних трав	– На території кар'єру ґрунтовий покрив знято й зарезервовано у бортах для подальшого використання під час рекультивації порушених земель та для підвищення якості малопродуктивних земель. – Скельні розкритті породи використовують для будівництва дамб обвалоутворення хвостосховищ. – Нанесення під час рекультивації на розкритті та вміщувальні породи шару потенційно родючих порід	– Використання пристрою оборотного водопостачання кар'єру з максимальним використанням кар'єрних вод для зрошення гірської маси й поливу доріг у суху пору року. – Механічне очищення виробничих, дощових і талих стічних вод, що спрямовуються в ставок-накопичувач	– Використання кар'єрних вод для виробничих потреб кар'єру, що дає змогу уникнути споживання води з річки Інгулець на виробничі потреби. – Передання кар'єрних вод у хвостосховища для використання у зворотних циклах збагачувальних фабрик	– Зрошення (двічі на добу) водою гірської маси під час проведення робіт з добування, навантаження й перевантаження породи та будівництва внутрішньокар'єрних доріг. – Утримання хвостосховищ покритими водою, засадження очеретом та іншими рослинами, що швидко розростаються, для зменшення обсягів перенесення пилу від сухого шламу	– Зрошення гірської маси в екскаваторних забоях, автошляхів за допомогою поливозрошувальних машин, неробочих уступів кар'єру та прилеглих площ, блока перед вибухом, а також поверхні відвалів зв'язувальними пилемильсіями. – Використання повітряно-водної суміші під час буріння свердловин. – Дегазація зруйнованого блока за допомогою поливозрошувальних машин. – Облаштування машин і механізмів з двигунами внутрішнього згорання приладами для очищення вихлопних газів
Південний кар'єр	2013–2016		2013–2016		2013–2016	
	– Перед бурінням свердловин з майданчиків під циркуляційну систему знімається шар ґрунту і складається окремо. – Організація збирання та інших операцій з утилізації промислових і побутових відходів. – У міру накопичення тверді побутові відходи (ТПВ) передають спеціалізованому підприємству для захоронення на міському полігоні ТПВ. – Усі розкритті породи використовують для рекультивації відвалів і зони провалів від підземних гірничих робіт. – До гл. 130 м передбачено біологічну рекультивацію. – Після завершення буріння свердловин ділянку робіт розчищають від брухту, виробничого й побутового сміття, ґрунтовий шар відновлюють		– Оброблення промивальної рідини реагентами на глинозаводі, де є надійна гідроізоляція відстійників. – Транспортування промивальної рідини, реагентів, генно-модифікованих мікроорганізмів для запобігання розлиттю здійснюється в закритих ємностях		– Передбачений комплекс заходів зі зниження рівня викидів пилу під час технологічних процесів, які охоплюють зрошення водою екскаваторних забойів, відкосів уступів відвалів та проїзної частини технологічних автодоріг, зменшення пилу під час буріння вибухових свердловин, забезпечення гідрозабивання вибухових свердловин	

моніторинг свердловинами стану підземних вод, лабораторні роботи з ґрунтами, підземними й поверхневими водами, польові вимірювання основних параметрів водних режимів, геодезичні роботи, а також проектування, керування та оцінювання ризиків для НС.

Потреба оцінки ступеня екологічного навантаження, що становить ризик для території, є одним з пріоритетних напрямів діяльності по завершенні гірничодобувних робіт на родовищі. Зважаючи, що її результати тісно пов'язані з обсягами та напрямками подальшої компенсаційної діяльності, прогнозування витрат на екологічно спрямоване освоєння порушених ліцензійних площ є актуальним. З досвіду Словаччини випливає, що завчасне прогнозування потрібних впливань інвестиційних потоків у такого роду контроль набагато спрощує подальше проведення робіт та збільшує ймовірність запобігання виникненню екологічних небез-

пек. Спрогнозувати витрати на моніторинг площ Валявкінського родовища (кар'єр № 3) та Південного кар'єру по завершенні їхнього фактичного життєвого циклу можна використовуючи середньозважені вартості моніторингу, який проводять інвестори на словацьких об'єктах в аналогічних стадіях освоєння надр.

Висновки. Результатами проведених досліджень стало можливим таке:

1. Зарахування досліджуваних криворізьких об'єктів до різних стадій освоєння надр (рис. 2).

Валявкінське родовище на сьогоднішній день доцільно зарахувати до етапу інтенсивного використання надр, позаяк це засвідчують:

- різке зменшення кількості запасів на родовищі;
- від'ємна динаміка коефіцієнта можливих приrostів запасів корисної копалини за останні роки;

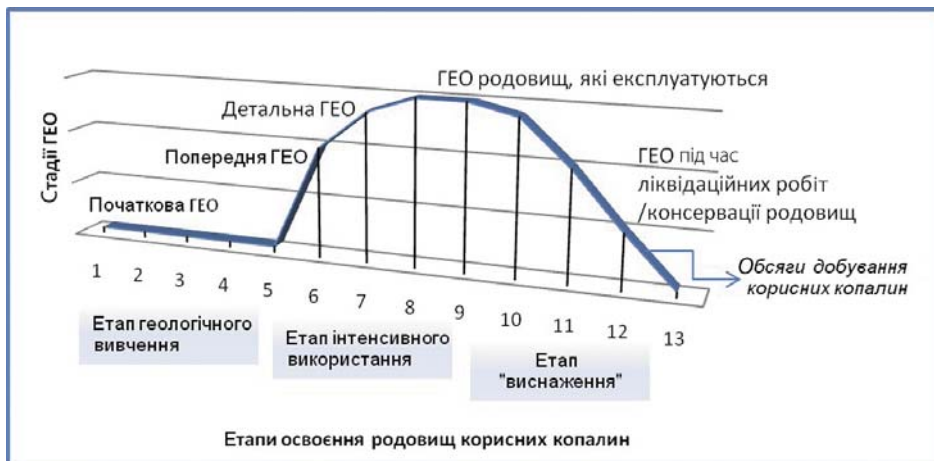


Рис. 2. Належність досліджуваних об'єктів до різних стадій освоєння надр

Цифрами позначено основні етапи освоєння родовища корисних копалин: геолого-знімальні роботи; 2 – пошукові та пошуково-оцінювальні роботи; 3 – розвідка родовищ корисних копалин; 4 – проектування гірничодобувного підприємства; 5 – будівництво підприємства; 6–7 – нарощування обсягів видобування корисних копалин; 8–9 – період стабільного максимального видобутку; 10 – зменшення обсягів видобутку та вичерпання запасів корисних копалин; 11 – припинення добувної діяльності, ліквідаційні роботи або консервація; 12 – освоєння техногенних родовищ; 13 – альтернативне використання техногенних об'єктів

– суттєві зміни в стійкості геологічного середовища родовища та його околиць;

– перевищення об'ємів порушеності НС, які здатні самовідновитися природним чином.

Південний кар'єр також є унікальним за своєю природою, і хоч належить до етапу виснаження надр, він усе ще передбачає подальше розроблення. Належність об'єкта до означеного етапу обґрунтована не лише суттєвим зменшенням багатих руд, але й відчутними змінами в стійкості геологічного середовища на об'єкті, що й без того має підвищений рівень складності, нульовими значеннями коефіцієнтів можливого приросту запасів і так само, як і на Валявкінському родовищі, перевищенням можливостей асиміляційного потенціалу.

Можливість пролонгації промислового розроблення зумовлена двома чинниками, перший з яких пов'язаний з високими якісними характеристиками руди, другий – з можливістю відкритого способу відпрацювання. І оскільки на етапі інтенсивного використання та виснаження саме екологічні показники можуть виступити граничними умовами для скорочення видобутку, спричинити передчасне припинення експлуатації через повну консервацію, ми вважаємо за доцільне проаналізувати стан НС не лише безпосередньо поруч із гірничими об'єктами, але й усього району, частину впливу на який справляють і досліджувані родовища.

2. Підтвердження можливості суттєво зменшувати обсяги капіталовкладень у постліквідаційний період родовищ, коли видобуток уже припинено, але є потреба ліквідації усіх завданих НС збитків. Проведення робіт з початку першої третини етапу інтенсивного використання надр сприяє сповільненню ускладнення гірничотехнічних умов, які формально виражаються в змінах не лише глибини відпрацювання родовищ, але й фізико-механічних властивостей самого масиву. За умови втілення хоча б 65–70 % робіт, вартість яких фіксується в кошторисі екологічних витрат на родовищі, по завершенні гірничодобувної активності потрібні обсяги інвестицій будуть суттєво нижчими за ті, що матимуть місце на родовищах, де активне інвестування в екологічний складник мало місце здебільшого на етапі виснаження надр.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рудько Г.І. Конструктивна геоecологія: наукові основи та практичні втілення/Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – Київ: Маклаут, 2008. – 320 с.
2. Геолого-економічна оцінка Валявкінського родовища (кар'єр №3) ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" (станом на 01.01.15); кер. Е. С. Василенко – Кривий Ріг, 2015.

3. Геолого-економічна оцінка запасів залізорудної сировини кар'єру "Південний" ШУ з підземного видобутку руди (на правах шахт) гірничого департаменту ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"; кер. О. В. Плотніков – Кривий Ріг, 2013.

4. Коржнев М. М., Міщенко В. С., Шестопалов В. М., Яковлев Є. О. Концептуальні основи поліпшення стану довкілля гірничодобувних регіонів України. – Київ: РВПС України, 2000. – 75 с.

5. Реструктуризація мінерально-сировинної бази України та її інформаційне забезпечення/за ред. С. О. Довгого. – К., 2007. – 347 с.

6. Рудько Г.І. Ресурси геологічного середовища та екологічна безпека техноприродних систем. – К., 2006. – 480 с.

7. Указ Президента України Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 6 травня 2015 року "Про Стратегію національної безпеки України". – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/287/2015/paran7#n7>

REFERENCES

1. Rudko G. I., Adamenko O. M. Constructive geoeology: Scientific Fundamentals and Practical Use. – Kyiv: Maklout, 2008. – 320 p. (In Ukrainian).
2. Geological and economic estimation of Valiavkinske deposit (quarry №3) PJSC ArcelorMittal Kryvyi Rih (01.01.15); adm. E. S. Vasylenko – Kryvyi Rih, 2015. (In Ukrainian).
3. Geological and economic estimation of iron ore reserves on the Pivdennyi Quarry from underground ore extraction (on the rights of mines) of the mining department of PJSC ArcelorMittal Kryvyi Rih; adm. O. V. Plotnikov – Kryvyi Rih, 2013. (In Ukrainian).
4. Korzhnev M. M., Mishchenko V. S., Shestopalov V. M., Yakovlev Ye. O. Conceptual bases of the Ukrainian mining regions environment improvement. – Kyiv: RVPS Ukrainy, 2000. – 75 p. (In Ukrainian).
5. Restructuring of Ukraine's mineral-raw materials base and its information supply/edited by S. O. Dovhyi. – Kyiv, 2007. – 347 p. (In Ukrainian).
6. Rudko G. I. Resources of the geological environment and ecological safety of techno-natural systems. – Kyiv, 2006. – 480 p. (In Ukrainian).
7. Decree of the President of Ukraine On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated May 6, 2015 "On the Strategy of National Security of Ukraine". Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/287/2015/paran7#n7> (In Ukrainian).

Рукопис отримано 27.11.2018.

УДК 553.98.23.052:551.8(477.5)

 <https://doi.org/10.31996/mru.2019.1.31-37>

В. Т. КРИВОШЕЄВ, канд. геол.-мінерал. наук (Український державний геологорозвідувальний інститут), vadymkryv@ok.net.ua,
В. В. МАКОГОН, канд. геол. наук (Український державний геологорозвідувальний інститут), vvlm@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5810-517X>,
Є. З. ІВАНОВА, Український державний геологорозвідувальний інститут, Чернігів, Україна

V. T. KRYVOSHEYEV, Ph.d. (Ukrainian State Geological Research Institute, Chernihiv, Ukraine), vadymkryv@ok.net.ua.,
V. V. MAKOGON, Ph.d. (Ukrainian State Geological Research Institute, Chernihiv, Ukraine), vvlm@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-5810-517X>,
Ye. Z. IVANOVA, Ukrainian State Geological Research Institute, Chernihiv, Ukraine

ОСНОВНИЙ РЕЗЕРВ ПРИСКОРЕНОГО ЕФЕКТИВНОГО ВІДКРИТТЯ РОДОВИЩ НАФТИ Й ГАЗУ В УКРАЇНІ

THE MAIN RESERVE OF ACCELERATED EFFECTIVE OPENING OF OIL AND GAS FIELDS IN UKRAINE

Вуглеводневий потенціал різних джерел надр України досить потужний та може забезпечити в майбутньому енергетичну незалежність країни. Потенційні вуглеводневі ресурси в традиційних пастках різного типу вичерпані всього на 25 %.

Результати виконання геологорозвідувальних робіт у старих нафтогазоносних басейнах на високому рівні їхньої вивченості свідчать про те, що серед відкритих родовищ переважають поклади в неструктурних пастках.

У добре вивченому нафтогазоносному басейні України – Дніпровсько-Донецькій западині для прогнозування неструктурних пасток успішно використовують комплекс секвенс-стратиграфічних, літолого-фаціальних, літолого-палеогеографічних досліджень. Автори прогнозують широкий розвиток стратиграфічно-, літологічно-, тектонічно-екранованих і комбінованих пасток, карбонатних рифогенних масивів та ін. Вони мають стати основою пошуків родовищ нафти й газу на ближню й середню перспективу та відкрити друге дихання басейну.

Ключові слова: нафта, газ, Дніпровсько-Донецька западина, традиційні пастки, прогнозування нафтогазоносності.

Economic hardship in Ukraine during the years of independence led to a sharp reduction of exploration work on oil and gas, a drop in hydrocarbon production, a decrease in inventories and a sharp collapse of research work to ensure the growth of hydrocarbon reserves.

The hydrocarbon potential of various sources of Ukrainian subsoil is quite powerful and can provide future energy independence of the country. Potential hydrocarbon resources in traditional traps of various types are exhausted by only 25 %.

Ukraine has recently experienced so-called “shale gas boom.” The experience of extraction of shale gas in desert areas of the United States can not be repeated in densely populated Ukraine in the absence of such powerful shale strata, resource base, necessary infrastructure, own technologies and techniques and economic, environmental and social risks.

Taking into account the fuel and energy problems of the state, we constantly throughout the years of independence oriented the oil and gas industry and the authorities on the active use of our own reserves and opportunities for accelerated opening of new oil and gas fields.

The results of geological exploration work in the old oil and gas basins at the high level of their study indicate that deposits in non-structural traps dominate among open deposits.

A complex of sequence-stratigraphical, lithology-facies and lithology-paleogeographical studies is being successfully used to forecast undeformational traps in well-studied oil and gas bearing basin of the Ukraine – the Dniprovsko-Donetsky basin. The authors predict wide development of stratigraphic, lithologic, tectonic and combined traps in terrigenous sediments of Tournaisian and Visean age, reef-carbonate massifs of the lower Tournaisian, lower and middle Visean age and others. They should become the basis for exploration of oil and gas fields for the near and medium term and open the second breath of the basin.

Keywords: oil, gas, Dniprovsko-Donetsky basin, traditional traps, forecast of oil and gas.

Вступ. Економічні негаразди в Україні за часів незалежності призвели до різкого скорочення геологорозвідувальних робіт на нафту й газ, зниження видобутку вуглеводневої сировини, приростів запасів і різкого згортання науково-дослідних робіт щодо забезпечення приростів запасів вуглеводнів попри те, що потенційних ресурсів нафти й газу в Україні в пастках різного типу ще досить багато.

У ці скрутні часи вчені неодноразово спрямовували нафтогазову галузь і владні структури держави на ефективне використання власних резервів, власних можливостей для прискореного відкриття нових родовищ нафти й газу.

Вуглеводневий потенціал різних джерел надр України досить потужний і може забезпечити в майбутньому енергетичну незалежність країни [1, 5, 16]. Зважаючи на те, що основою паливно-енергетичної, економічної й політичної незалежності України є її нафтогазова галузь, першочергове завдання держави – ефективно використовувати її ресурси.

Виклад основного матеріалу. У старих нафтогазодобувних регіонах України потенційні вуглеводневі ресурси в традиційних пастках різного типу вичерпано всього на 25% і ми маємо ще неабиякі резерви для пошуків нових родовищ із досить низькими цінами на нафту й газ власного видобутку, порівнюючи з імпоротною сировиною. За останні два десятиліття колись потужний і високоефективний пошуковий геологорозвідувальний комплекс України разом з галузевою наукою майже зруйновано, що призвело до катастрофічного зменшення обсягів пошукового буріння, його ефективності, кількості нововідкритих родовищ, приростів запасів нафти й газу та зниження видобутку вуглеводневої сировини. Це спричинює нові труднощі в паливно-енергетичному комплексі та пов'язаних з ним галузях народного господарства. Велика вартість імпортного газу й висока енергоємність нашого виробництва не сприяють підвищенню конкурентоспроможності українських товарів. У цих складних умовах владні структури держави докладають певних зусиль для підсилення енергозбереження, диверсифікації джерел постачання газу, пошуків

альтернативних джерел енергії тощо. Точиться багато часто непрофесійних розмов на ці теми, однак мало висвітлюються серйозні проблеми, що склалися в паливно-енергетичному комплексі держави, та способи їхнього подолання.

Важливою з них є проблема енергозбереження, вирішення якої неможливе без величезних фінансових витрат. Вітчизняні теплові комунікації перебувають у критичному стані, вони потребують модернізації в усіх регіонах країни, тому що призводять до величезних втрат тепла на шляху від виробника до споживача. Цю проблему не можна розв'язати за короткий термін. Фінансових і матеріальних ресурсів для її вирішення держава не має.

Наші монополісти – виробники тепла й електроенергії не дуже зацікавлені в підвищенні рівня енергозбереження, вони розв'язують свої проблеми коштом споживача, систематично й необгрунтовано підвищуючи “непідіймальну” для абсолютної більшості населення вартість своїх послуг.

Сподівання на поліпшення паливно-енергетичного стану країни завдяки прискореному будівництву Східноєвропейського газового хабу з LNG-терміналом (комплексу морських і наземних споруд для отримання, регазифікації зрідженого газу й подальшого його транспортування споживачам) на Чорноморському узбережжі Одеської області поблизу морського торгового порту Південний поки що не дали результату. Проект засновано 2010 року. Він має на меті забезпечити енергетичну незалежність та величезні надходження до бюджету. На першому етапі планували, що термінал щорічно дасть змогу отримувати від 5 до 10 млрд м³ газу, а відтак до 15–20 млрд м³. Хоча в який спосіб можна буде долучитися до цього високоприбуткового бізнесу, які величезні кошти потрібні для будівництва терміналу, де можна буде взяти газ для заповнення цієї системи, якими комунікаціями газ постачатимуть різним споживачам і якою буде його вартість для України та інших країн, якщо будуть його лишки, – не зовсім зрозуміло. Тим часом виконання проекту затягнулося, адже перший газ до терміналу мав надійти ще восени 2013 р.

З огляду на це маємо зважати й на досвід наших сусідів. Намагаючись відмовитися від постачання трубопровідного газу з Росії, Литва декілька років тому залізла у великі борги, взяла в оренду норвезький плавний LNG-термінал “Незалежність” у м. Клайпеді, який приймає зріджений газ, і платить за нього 61 млн євро на рік. Ця сума не компенсується прибутком від проданого газу.

Газ для терміналу постачала норвезька, а тепер приєдналася американська компанія. Промови під час відкриття терміналу вселяли надію в те, що країна тепер не залежатиме від дорогого російського газу. Насправді виявилось, що газ терміналу тоді коштував 575 доларів за 1 тис. м³. Згодом фахівці оцінювали його в 440 доларів за 1 тис. м³. За такою високою ціною газ литовського терміналу нікому не потрібний, однак уряд прийняв закон, за яким зобов'язав своїх споживачів купувати цей дорогий газ. Які країни зможуть придбати лишки дорогого газу, якими комунікаціями його постачатимуть у разі повної потужності терміналу, якщо трубопровідний російський газ нині коштує для ЄС 180–190 доларів за 1 тис. м³, а скраплений на 30–40 % дорожчий? Литовська влада намагається домогтися від Євросоюзу компенсації за цей дефіцит.

Водночас російський трубопровідний газ для Литви коштував у першому кварталі 2017 р. 180 доларів за 1 тис. м³, а для України завдяки різним знижкам – 212 доларів у першому кварталі 2016 р. і через низьку ціну на нафту за попередній період, за якою розраховують ціну газу, 177 доларів – у тре-

тьому кварталі 2016 р. У першому кварталі 2017 р. за контрактом з російським “Газпромом” ціна газу для України становила 200–210 доларів за 1 тис. м³. Відмовившись від постачання російського газу, український уряд планував купити його на європейських хабах за нижчу ціну, однак попри передбачені бюджетом 2017 р. 246 доларів за 1 тис. м³ у березні 2018 р. газ із Європи Україна купувала по 250 доларів за 1 тис. м³. У 2017 р. Україна також перевірила технічні можливості постачання газу з польського LNG-терміналу у Свиноуйсьце, що не можуть перевищувати 1,5 млрд м³, а вартість газу буде набагато дорожчою, ніж трубопровідного. Газ у термінал постачають Катар, Норвегія та США. Польща ж докладає неабияких зусиль для реалізації цього дорогого газу Україні.

За даними Єврокомісії ціна російського трубопровідного газу 2017 р. становила для Європи 180 доларів за 1 тис. м³, норвезького скрапленого природного газу (СПГ) – 241 долар за 1 тис. м³, а американського СПГ – ще більше.

Аналітики вважають газову політику Литви нераціональною й неефективною.

Ці серйозні економічні питання гостро постануть перед Україною в разі будівництва LNG-терміналу. Однак Україна – не Литва. Україна має власні експлуатовані родовища нафти й газу, розвинену інфраструктуру нафто- і газопроводів, газосховищ, нафто- й газопереробних заводів. Власний видобуток газу забезпечує чималу частину потреб країни. Попри це в нас виникають й інші проблеми поряд із зазначеними вище. Позаяк країни Чорноморського басейну – Румунія, Болгарія, Туреччина, Росія та інші не зацікавлені в появі нового конкурента на ринку скрапленого газу, особливо після відновлення договору Росії з Туреччиною про будівництво газопроводу “Турецький потік”, основна чорноморська частина якого вже завершена.

Насамперед треба мати на увазі, що вартість будівництва наземних комунікацій та оренда плавної платформи для розвантаження танкерів зі скрапленим газом нині перевищує 1 млрд євро.

У процесі виконання цього проекту планувалося, що зріджений газ на наш термінал постачатимуть танкерами з Єгипту, Алжиру, Нігерії, Катару, Азербайджану, Туркменістану. Водночас виникала низка проблем проходження величезних танкерів завдовжки 300 м через протоки Босфор і Дарданелли. Туреччина висувала свої вимоги і не дала кінцевої згоди на проходження танкерів, але навіть якби була досягнута домовленість, танкери могли пройти протоки лише вдень у спеціальному супроводі й мали чекати своєї черги тиждень або й довше, унаслідок чого довелося б сплачувати великі штрафи за їхню оренду.

Після цього ситуація змінилась. Американська компанія Frontera Resources Corporation, якій належать декілька невеликих газових родовищ на шельфі Чорного моря в Грузії, підписала меморандум про взаєморозуміння з Державною службою геології та надр України про співпрацю у сфері інвестування в розвідку та розробку нафтогазових родовищ і будівництво LNG-терміналів у Грузії та Україні. Нині важко оцінити вартість газу, який може прийти в Україну через ці два термінали з огляду на те, що видобуток газу з морських родовищ набагато дорожчий, ніж з родовищ суходолу з розвиненою інфраструктурою. Фахівці вважають, що запасів газу грузинських морських родовищ вистачить на 10–15 років роботи українського терміналу. А далі що робити? До того ж ця невелика збиткова компанія неодноразово (без належного обґрунтування) заявляла, що газові ресурси чорно-

морського шельфу Грузії оцінюють у 3,8–5,5 трлн м³, однак тепер, працюючи в Грузії понад 20 років, щорічно видобуває невеликий обсяг газу – до 25 млн м³.

Недавно ми пережили ейфорію сланцевого газу (СГ) в Україні. Проблеми й перспективи видобутку СГ неодноразово висвітлювали фахівці [6–8, 12]. Досвід видобутку СГ у пустельних районах США неможливо повторити в густонаселеній Україні через відсутність таких потужних сланцевих товщ, ресурсної бази, потрібної інфраструктури, власних технологій і техніки та економічні, екологічні й соціальні ризики. Оцінка ресурсів СГ по Україні не витримує жодної критики й цифри 15–32–60 трлн м³ є спекулятивними, нефармовими. Гарячі голови, які їх озвучували, мали б охолотитися практикою проведення робіт на СГ у найперспективнішому силурійському сланцевому басейні Польщі. Для заохочення інвесторів оцінка ресурсів СГ за даними Управління енергетичної інформації США була величезною – від 1,3 до 5,3 трлн м³, але за результатами буріння 64 глибоких тестових свердловин, на які було витрачено понад 500 млн доларів США, вона знизилася до мізерних 34–76 млрд м³. Цього газу Польщі вистачило б всього на 2–4 роки внутрішнього споживання. Продовжувати роботи на СГ не мало сенсу. Через це серйозні газові компанії в Польщі припинили роботи цього напрямку. Ураховуючи цей досвід, роботи на СГ в Україні припинили потужні компанії Shell і Shevron.

Зважаючи на паливно-енергетичні проблеми держави, учені Українського державного геологорозвідувального інституту (УкрДГРІ) постійно впродовж усіх років незалежності звертали увагу нафтогазової галузі і владних структур на активне використання власних резервів і можливостей для прискореного відкриття нових родовищ нафти й газу на суходолі України, де широко розвинута інфраструктура, а собівартість видобутку газу з традиційних джерел коливається від 25 до 70 доларів США за 1 тис. м³, що набагато нижче від інших джерел постачання газу.

Для України важливою проблемою є не тільки диверсифікація джерел постачання газу, але й питання повного завантаження власної газотранспортної системи.

Газу теперішнього власного видобутку з традиційних джерел (приблизно 20 млрд м³ на рік) вистачить для забезпечення населення й бюджетних структур України. Приватні підприємства мають купувати газ за вигідними для них ринковими цінами за кордоном. Для абсолютної більшості населення України з дуже низькими зарплатами й пенсіями європейські ринкові ціни на газ є дуже високими й введення таких цін можливе лише в разі неабиякого поліпшення економічних можливостей держави до європейського рівня. Іншого способу немає. Коштів для виплати субсидій майже для всього населення держави (як це ухвалив уряд) немає звідки взяти з таким станом економіки, а жити тільки коштом зовнішніх боргів для нашої країни з великими людськими, природними й промисловими ресурсами соромно та безперспективно. Майбутні покоління, яким доведеться сплачувати ці величезні борги, нам не пробачать.

З огляду на економічний стан держави першочерговим завданням нафтогазової галузі є вирішення проблеми істотного підвищення ефективності геологорозвідувальних робіт на нафту й газ.

В основних нафтогазодобувних районах сходу й заходу країни фонд традиційних об'єктів представлений невеликими за розмірами традиційними антиклінальними структурами. На них поки що ґрунтується приріст запасів нафти й газу. На жаль, основні зусилля підприємств різних форм власності спрямовані на видобуток нафти й газу з родовищ традиційного типу, що були відкриті переважно ще за радянських часів.

Водночас попутно з пошуками скупчень нафти й газу в традиційних антиклінальних структурах Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) виявлено низку родовищ нафти й газу в неструктурних пастках різного типу. Прикладом тому є класична літолого-стратиграфічна надрозмивна (над алексинською перервою в осадоноакопиченні) пастка великого газоконденсатного Волошківського родовища, яка представлена складно побудованим піщаним баровим тілом, розміщеним на моноклінальному схилі (рис. 1). Родовище відкрито випадково параметричною свердловиною. Серію літологічних і літолого-стратиграфічних пасток у ХІІа мікрофауністичному горизонті (МФГ) з газоконденсатними покладами в них уста-

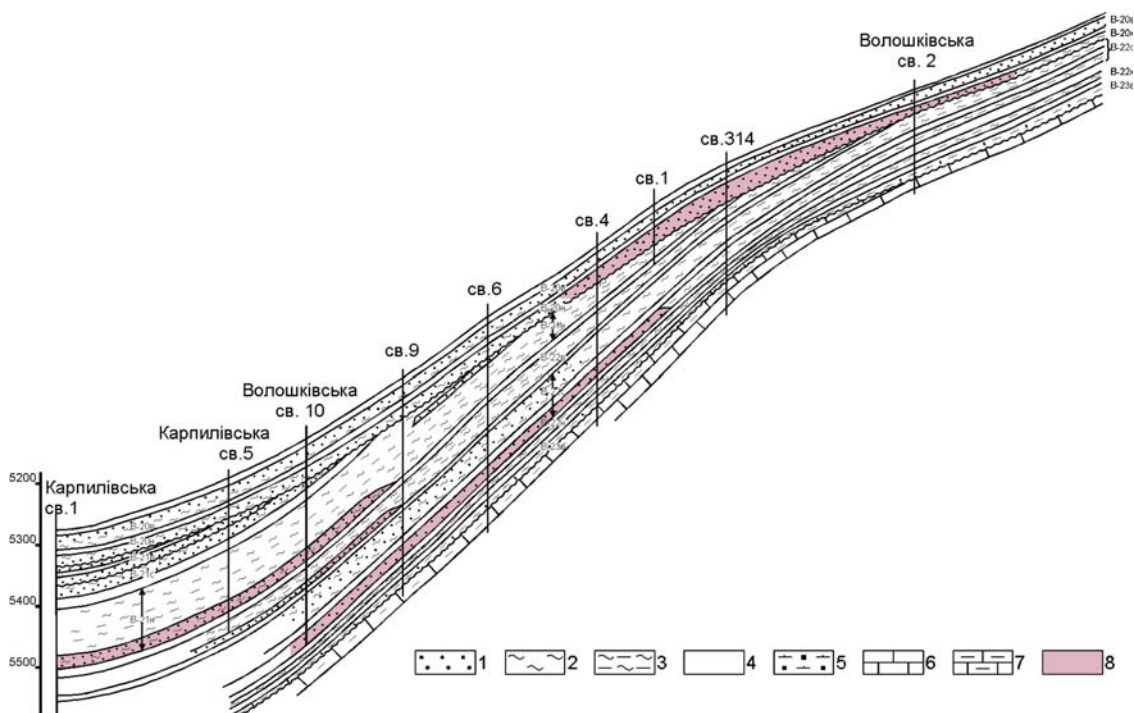


Рис. 1. Геолого-літологічний розріз візейських відкладів Волошківського і Карпилівського родовищ
1 – пісковики; 2 – алевроліти; 3 – алевроліти глинисті; 4 – аргіліти; 5 – аргіліти вапнясті бітумінозні, вапняки бітумінозні (доманікити); 6 – вапняки; 7 – вапняки глинисті; 8 – промислові припливи газу

новлено під час пошукового буріння на облямуванні Срібненської і Жданівської депресій. Попутно під час пошукового буріння на теригенні комплекси було відкрито декілька родовищ нафти й газу, пов'язаних з турнейськими (рис. 2) та візейськими (рис. 3) карбонатами. Крім того, потрібно згадати й поодинокі нафтові родовища поблизу крайових порушень ДДЗ у нетрадиційних пастках кристалічного фундаменту.

Отже, регіональну нафтогазоносність зазначених нетрадиційних типів пасток доведено, однак цілеспрямованих робіт щодо оцінки їхньої нафтогазоносності майже не проводили. Багаторічними комплексними науковими дослідженнями доведено, що цей напрям пошукових робіт на нафту й газ є пріоритетним для ДДЗ, як і для інших старих нафтогазодобувних регіонів з подібною геологічною будовою [2, 6, 8–11, 13–15 та ін.].

Практика проведення пошуково-розвідувальних робіт у старих нафтогазоносних регіонах свідчить про те, що великі за розмірами родовища нафти й газу будуть пов'язані з різноманітними нетрадиційними стратиграфічно-, літологічно-, тектонічно-екранованими й комбінованими пастками, з карбонатними рифогенними спорудами, похованими й розформованими підняттями, з розущільненими кристалічними породами фундаменту тощо. Нині дуже зросли перспективи газоносності вторинних теригенних колекторів на глибинах понад 5,5 км, які раніше вважали малоперспективними.

Останні відкриття газових покладів у ДДЗ на глибинах понад 6 км повністю спростовують таку думку. За сучасного розвитку бурових і нафтогазодобувних технологій ці глибини є цілком доступними.

Прогнозування нетрадиційних типів пасток і пошуки в них скупчень вуглеводнів (ВВ) потребують детальних комплексних досліджень і в довгому ланцюзі пошуки-розвідка-експлуатація родовищ нафти й газу важливе значення відіграє галузева геологічна наука, яку, на жаль, держава майже не підтримує. Водночас вона була і є головною ланкою пошуково-розвідувального процесу.

Колектив фахівців УкрДГРІ на основі вперше складених детальних погоризонтних літолого-палеогеографічних карт нового покоління масштабу 1:200000 регіону [3] в останні роки по всій території ДДЗ виконав геолого-геофізичне прогнозування численних зон і ділянок розвитку нових нетрадиційних типів пасток нафти й газу.

Закономірності, що виявлені в будові розрізів різних геотектонічних зон западини, з огляду на роль регіональних і внутрішньоформаційних переривів в осадонокопиченні стали основою для розроблення нових напрямів геологорозвідувальних робіт і практичних рекомендацій до щорічних наукових обґрунтувань планів геологорозвідувальних робіт на нафту й газ у Дніпровсько-Донецькій нафтогазоносній субпровінції.

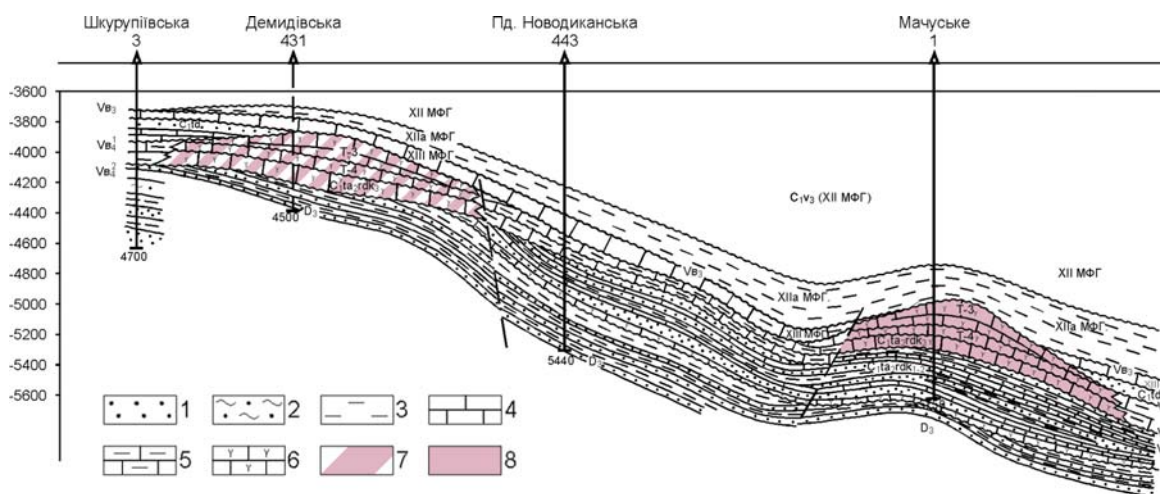


Рис. 2. Мачуське газоконденсатне родовище та Демидівський прогнозний карбонатний масив

1 – пісковики; 2 – алевроліти піскуваті; 3 – аргіліти; 4 – вапняки; 5 – вапняки глинисті; 6 – вапняки біогенно-детритові; 7 – прогнозні пастки; 8 – промислові припливи газу

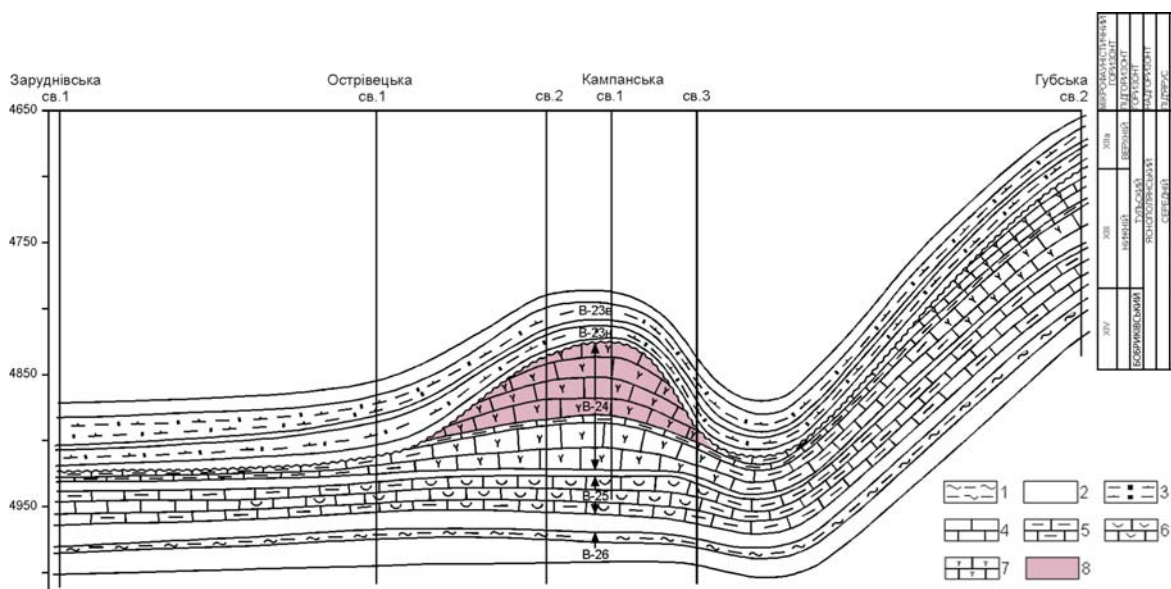


Рис. 3. Локалізація Кампанського газоконденсатного родовища

1 – алевроліти глинисті; 2 – аргіліти; 3 – глинисто-карбонатні бітумінозні породи; 4 – вапняки; 5 – вапняки глинисті; 6 – вапняки біогенно-детритові; 7 – вапняки біогенно-детритові рифогенні; 8 – промислові припливи газу

Спеціалісти інституту виконали багаторічні комплексні прогнози дослідження та впровадили численні практичні рекомендації, які сприяли підвищенню ефективності геологорозвідувальних робіт на нафту й газ, відкриттю нових родовищ традиційних джерел ВВ у Дніпровсько-Донецькій западині, шельфах Чорного й Азовського морів, та сформували резерв для істотного розширення пошукових робіт (рис. 4, 5). На нашу думку, серйозної альтернативи цим напрямкам робіт на ближню й середню перспективу в регіоні немає [4, 8].

На основі комплексних досліджень виконано прогнозування численних нових типів пасток традиційних джерел нафти й газу, які об'єднано в такі напрями:

- рифогенно-карбонатні масиви турнейських відкладів;
- пастки в карбонатних відкладах XIII МФГ;
- літолого-стратиграфічні пастки у верхньотурнейських теригенних відкладах на схилах карбонатних масивів;

– літолого-стратиграфічні пастки в нижньовізейських теригенних відкладах;

– літолого-стратиграфічні й літологічні пастки в зонах переходу моноклінальних схилів у великі депресії;

– пастки виклинювання алексинських продуктивних горизонтів на монокліналях прибортових зон і схилах антиклінальних структур;

– літолого-стратиграфічні пастки малих депресій у прибортових зонах;

– ділянки розвитку низки акумулятивних піщаних тіл і пов'язаних з ними великих внутрішньочохольних структур.

Висновки. Аналіз результатів геологорозвідувальних робіт на нафту й газ в Україні засвідчує, що впродовж багатьох років пошукове буріння традиційно проводять на основі загального уявлення про нафтогазоносність регіону загалом і даних сейсмозвідувальних робіт з виявлення перспективних структур зокрема. Але такий підхід до пошуків нових ро-

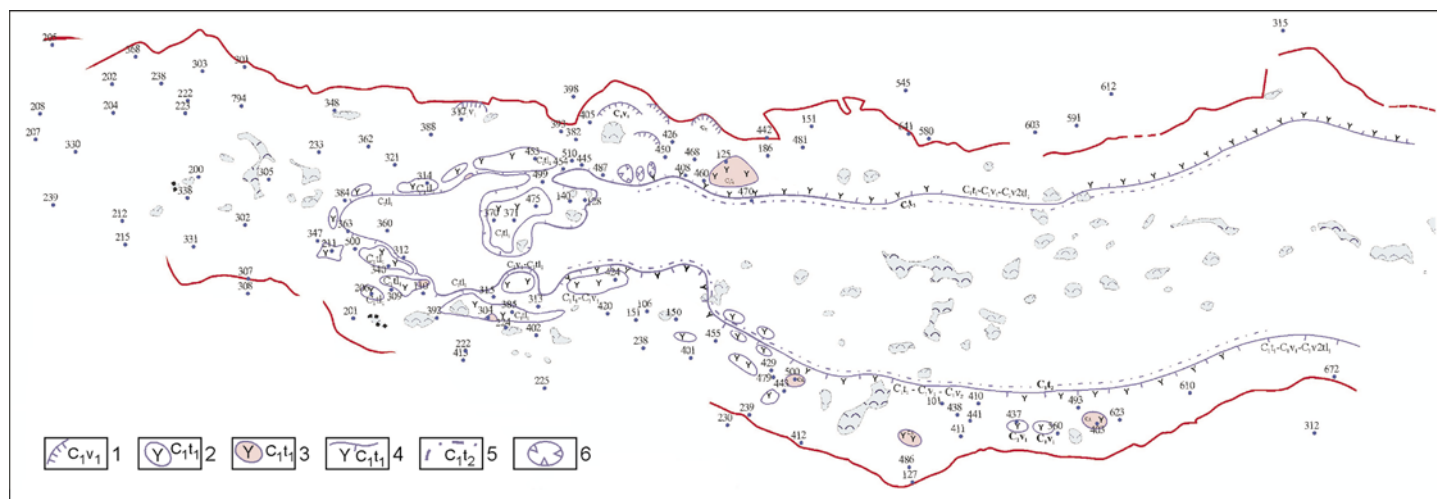


Рис. 4. Схематична карта прогнозних зон і об'єктів у нижньотурнейських, верхньотурнейських, нижньовізейських та нижньотульських відкладах ДДЗ

1 – прогнози літолого-стратиграфічні пастки в нижньовізейських відкладах; 2 – прогнози пастки, які пов'язані з внутрішньошельфовими рифогенно-карбонатними масивами; 3 – встановлені пастки, які пов'язані з внутрішньошельфовими рифогенно-карбонатними масивами; 4 – прогнози зони розвитку бар'єрних рифів у смугах; 5 – прогнози літолого-стратиграфічні зони й пастки верхньотурнейських теригенних відкладів на схилах рифогенно-карбонатних масивів; 6 – прогнози пастки розвитку акумулятивних піщаних тіл і пов'язаних з ними внутрішньочохольних структур

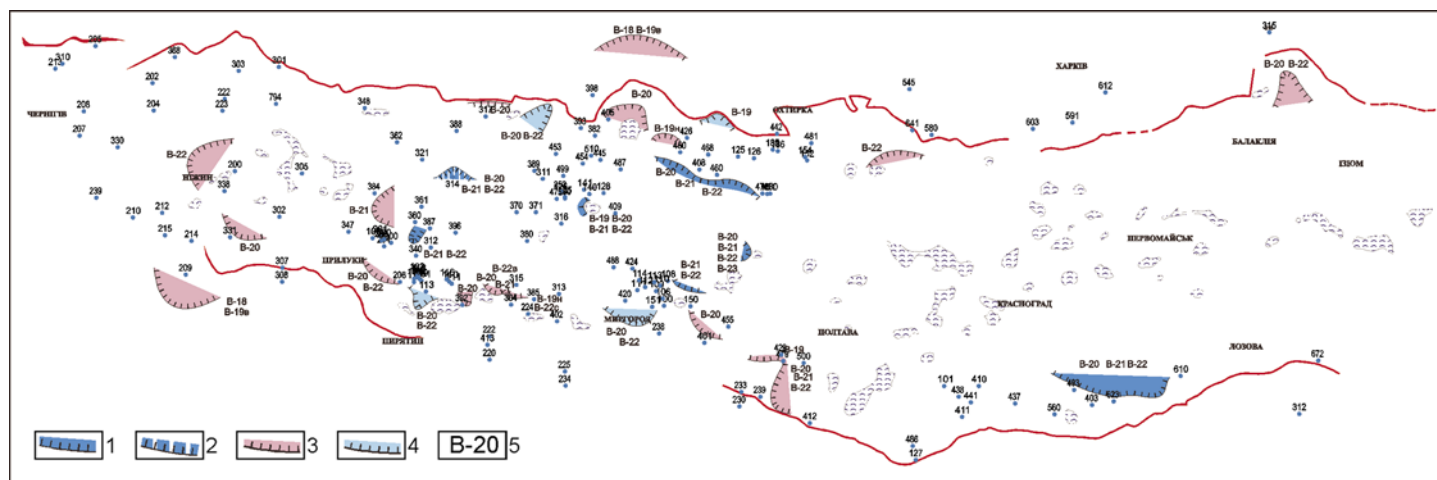


Рис. 5. Схематична карта прогнозних зон і ділянок у відкладах XIII та XII МФГ ДДЗ

1 – прогнози літолого-стратиграфічні й літологічні пастки в зонах переходу моноклінальних схилів у великі депресії та на схилах занурених структур; 2 – встановлена літолого-стратиграфічна пастка Волинського газоконденсатного родовища на моноклінальному схилі Срібнянської депресії; 3 – прогнози пастки виклинювання (літологічного заміщення) алексинських і тульських (XII і XIII МФГ) продуктивних горизонтів на монокліналях прибортових зон і бортах западини; 4 – прогнози літолого-стратиграфічні пастки малих депресій у прибортових зонах; 5 – продуктивні горизонти, в яких прогнозують пастки ВВ

довищ нафти й газу задля їхнього якнайшвидшого відкриття сьогодні себе явно не справджує, оскільки не всі структури нафтогазононені, а серед традиційних методів немає надійного методу оцінки нафтогазононості. Ефективність пошукових робіт на нафту й газ на суші України становить приблизно 30 %, а на Чорноморському шельфі – ще нижче. Якщо проблема колекторів у карбонатних і теригенних комплексах інколи вирішується геофізичним прогнозуванням розуцільнених зон у розрізі, то для розбраковування цих об'єктів на нафтогазононені й “порожні” (водоносні) надійних традиційних методів немає. Тому ефективність пошукових робіт на нафту й газ досить низька.

Через це заслуговують на впровадження новітні нетрадиційні методи прогнозування скупчень вуглеводнів у пастках різного типу, зокрема метод електрофізичного прогнозування нафтогазононості [4, 6], методи дистанційного зондування [17] та інші сучасні геофізичні дослідження, ефективність використання яких підтвердило подальше пошукове буріння.

Відомо, що серед відкритих родовищ нафтогазононих басейнів світу переважають поклади в нетрадиційних пастках. Згідно з останньою кількісною оцінкою перспектив нафтогазононості ДДЗ на 1.01.2004 р. нерозвідані ресурси вуглеводнів становлять 2302,3 млн т умовного палива, більша частина яких буде пов'язана з такими пастками.

Виявлені групи пасток мають відкрити “нове дихання” головного старого нафтогазодобувного регіону України на ближню й середню перспективу, суттєво збільшити прирости запасів нафти й газу та їхній видобуток, що реально зміцнить паливно-енергетичну незалежність держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кабышев Б. П., Кабышев Ю. Б., Кривошеев В. Т., Пригарина Т. М., Ульмишек Г. Ф. Нефтегазогенерационные свойства пород палеозоя ДДВ по данным пиролиза на установке Рок-Эвал/Доповіді НАН України. – 1999. – № 12. – С. 112–117.
2. Кривошеев В. Т., Иванова Е. З., Кукуруза В. Д., Макогон В. В., Пекельная Е. В. Литолого-стратиграфические, литологические и тектонические ловушки Днепровско-Донецкого бассейна – основной резерв геологоразведочных работ на нефть и газ/Международная научно-практическая конференция “Неструктурные, сложно построенные ловушки – основной резерв прироста УВ сырья России” – Санкт-Петербург, 2005. – С. 81–86.
3. Кривошеев В. Т., Макогон В. В., Иванова Е. З. Литолого-палеогеографічні карти нового покоління нафтогазононих відкладів ДДЗ – основа прогнозу нових перспективних пасток вуглеводнів/Матеріали VII Міжнародної конференції “Крим-2007” – Сімферополь, 2007. – С. 164–167.
4. Кривошеев В. Т., Кукуруза В. Д., Иванова Е. З. Пути комплексирования современных традиционных и нетрадиционных методов – основа эффективных поисков и разведки месторождений нефти и газа в ловушках различного типа/The VIII International scientific forum “Aims for future of engineering science – AFES 2007” Proceedings. – Winnipeg (Canada), Seoul (South Korea), 2007. – С. 61–64.
5. Кривошеев В. Т., Иванова Е. З., Кукуруза В. Д., Макогон В. В. Масштабы нефтегазообразования основных продуктивных комплексов Днепровско-Донецкого бассейна/Сборник материалов Международной научно-практической конференции “Литологические и геохимические основы прогноза нефтегазононости” – Санкт-Петербург: ВНИГРИ, 2008. – С. 182–185.
6. Кривошеев В. Т., Кукуруза В. Д., Иванова Е. З. та ін. Проблемы эффективных поисков родовищ нефти и газа в Украине та напрямки їх вирішення/Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія “Технічні науки” – Чернігів, 2012. – № 1 (55). – С. 7–19.
7. Кривошеев В. Т., Иванова Е. З., Кукуруза В. Д. Реальные проблемы и перспективы поисков, разведки и добычи сланцевого газа

в Украине/Міжнародний геологічний форум “Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука і виробництво” – Одеса, 2014. – Т. 2. – С. 254–260.

8. Кривошеев В. Т., Иванова Е. З., Иванова І. М. Приоритетний напрям посилення енергетичної незалежності України/Збірник міжнародних наукових праць “Ukraine – EU. Modern technology, business and law” (Part 1. Modern Priorities of Economics Engineering and Technologies). – Slovak Republic-Poland – Chernihiv: CNUT, 2016. – С. 167–170.
9. Лукин А. Е. О перспективах поисков нефтегазоносных биогермов в палеозое ДДВ/В кн. “Геология и нефтегазоносность западных областей Европейской части СССР” – М.: ИГИРГИ, 1974. – С. 71–78.
10. Лукин А. Е. Перспективы поисков неантиклинальных залежей нефти и газа в Днепровско-Донецкой впадине/Советская геология. – 1976. – № 8. – С. 14–25.
11. Лукин А. Е. Литогеохимические факторы нефтегазоакпления в авлакогенных бассейнах. – К.: Наукова думка, 1997. – 223 с.
12. Лукин А. Е. Сланцевый газ и перспективы его добычи в Украине/Геологічний журнал. – 2010. – № 3. – С. 17–33; – № 4. – С. 7–24; – 2011. – № 1. – С. 21–41.
13. Лукин А. Е., Кривошеев В. Т. Поиски неантиклинальных ловушек нефти и газа в полифациальных отложениях на основе детальной стратиграфической корреляции/IV Межведомственная стратиграфическая конференция. – Ашхабад, 1983. – С. 45–47.
14. Лукин А. Е., Кривошеев В. Т. и др. Опыт прогнозирования и поисков залежей нефти и газа в песчаных телах/Советская геология. – М., 1986. – № 1. – С. 35–44.
15. Лукин А. Е., Вакарчук С. Г. Турнейско-нижневизейский рифогенно-карбонатный комплекс ДДВ и общие проблемы формирования раннекаменноугольных нефтегазоносных рифов/Геологический журнал. – 1999. – № 2. – С. 21–32.
16. Шестопалов В. М., Гожик П. Ф., Лукин А. Е. Мощный углеводородный потенциал недр Украины – основа грядущей энергетической независимости/Зеркало недели. – 2009. – № 47.
17. Yakymchuk N. A., Levashov S. P., Korchagin I. N., Bozhezha D. N. Frequency-resonance method of remote sensing data processing: application on hydrocarbon field of Barents Sea offshore/76th EAGE Conference and Technical Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2014. – Amsterdam, 16–19 June 2014.

REFERENCES

1. Kabyshev B. P., Kabyshev Ju. B., Krivosheev V. T., Prigarina T. M., Ulmishke G. F. Oil and gas properties of Paleozoic rocks of DDB according to pyrolysis data at the Rock-Eval installation/Dopovidi NAN Ukrainy. – 1999. – № 12. – P. 112–117. (In Russian).
2. Krivosheev V. T., Ivanova E. Z., Kukuruza V. D., Makogon V. V., Pekelnaya E. V. Lithostratigraphic, lithological and tectonic traps of the Dnieper-Donets basin – the main reserve for geological exploration for oil and gas/Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya “Nestrukturnye, slozhno postroennye lovushki – osnovnoj rezerv prirosta UV syrja Rossii” – St. Petersburg, 2005. – P. 81–86. (In Russian).
3. Kryvosheev V. T., Makogon V. V., Ivanova Ye. Z. Lithologic-paleogeographic maps of the new generation of oil and gas deposits in the DDB – the basis for the forecast of new promising hydrocarbon traps/Materialy VII Mizharodnoi konferentsii “Krym-2007” – Simferopol, 2007. – P. 164–167. (In Ukrainian).
4. Krivosheev V. T., Kukuruza V. D., Ivanova E. Z. The ways of combining modern traditional and nontraditional methods are the basis for effective prospecting and exploration of oil and gas fields in various types of traps/The VIII International scientific forum “Aims for future of engineering science – AFES 2007” Proceedings. – Winnipeg (Canada), Seoul (South Korea), 2007. – P. 61–64. (In Russian).
5. Krivosheev V. T., Ivanova E. Z., Kukuruza V. D., Makogon V. V. The scale of oil and gas formation of the main productive complexes of the Dnieper-Donets basin/Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii “Litologicheskie i geohimicheskie osnovy neftegazonosti” – Sankt-Peterburg: VNIGRI, 2008. – P. 182–185. (In Russian).
6. Kryvosheev V. T., Kukuruza V. D., Ivanova Ye. Z. et al. Problems of effective search of oil and gas deposits in Ukraine and directions for their solution/Visnyk Chernihivskoho derzhavnogo tehnolohichnoho universytetu. Seriya “Tekhnichni nauky” – Chernihiv, 2012. – № 1 (55). – P. 7–19. (In Ukrainian).

7. Krivosheev V. T., Ivanova E. Z., Kukuruza V. D. Real problems and prospects for prospecting, exploration and production of shale gas in Ukraine//Mizhnarodnyi heolohichnyi forum "Aktualni problemy i perspektivy rozvytku heolohii: nauka i vyrobnytstvo" – Odesa, 2014. – Vol. 2. – P. 254–260. (In Russian).

8. Kryvosheev V. T., Ivanova Ye. Z., Ivanova I. M. Priority direction of strengthening the energy independence of Ukraine//Collection of international scientific papers "Ukraine – EU. Modern technologies, business and law" (Part 1. Modern Priorities of Economics Engineering and Technologies). – Slovak Republic-Poland. – Chernihiv: CNUT, 2016 – P. 167–170. (In Ukrainian).

9. Lukin A. E. On the Prospects of Searching for Oil and Gas-Bearing Biogermes in Paleozoic DDB//V kn: "Geologiya i neftegazonosnost zapadnykh oblastey Evropejskoj chasti SSSR" – Moskva: IGIRGI, 1974. – P. 71–78. (In Russian).

10. Lukin A. E. Prospects for the search for non-anticlinal oil and gas deposits in the Dnieper-Donets basin//Sovetskaya geologiya. – 1976. – № 8. – P. 14–25. (In Russian).

11. Lukin A. E. Lithogeodynamic factors of oil and gas accumulation in aulacogenic basins. – Kyiv: Naukova dumka, 1997. – 223 p. (In Russian).

12. Lukin A. E. Shale gas and prospects for its production in Ukraine//Heolohichnyi zhurnal. – 2010. – № 3. – P. 17–33; – № 4. – P. 7–24; 2011. – № 1. – P. 21–41. (In Russian).

13. Lukin A. E., Krivosheev V. T. Search for non-anticlinal oil and gas traps in polyfacial sediments based on detailed stratigraphic correlation//IV Mezhdomstvennaya stratigraficheskaya konferenciya. – Ashhabad, 1983. – P. 45–47. (In Russian).

14. Lukin A. E., Krivosheev V. T. et al. The experience of forecasting and searching for oil and gas deposits in sand bodies//Sovetskaya geologiya. – Moskva, 1986. – № 1. – P. 35–44. (In Russian).

15. Lukin A. E., Vakarchuk S. G. The Tournaisian-Lower Visean reef-carbonate complex of DDB and general problems of the formation of the Early Carboniferous oil-and-gas bearing reef//Geologicheskij zhurnal. – 1999. – № 2. – P. 21–32. (In Russian).

16. Shestopalov V. M., Gozhyk P. F., Lukin A. E. The powerful hydrocarbon potential of the bowels of Ukraine is the basis for future energy independence//Zerkalo nedeli. – 2009. – № 47. (In Russian).

17. Yakymchuk N. A., Levashov S. P., Korchagin I. N., Bozhezha D. N. Frequency-resonance method of remote sensing data processing: approbation on the Barents Sea offshore field//76th EAGE Conference and Technical Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2014. – Amsterdam, 16–19 June 2014.

Рукопис отримано 22.08.2018.

КАТАЛОГ ВИДАНЬ УКРАЇНИ

ПРЕСА ПОШТОЮ

Шановні читачі!

Державне підприємство
з розповсюдження періодичних
видань «Преса» повідомляє,
що триває передплата
на періодичні видання України
на 2019 рік.

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

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

2019 РІК

2018 РОКУ

У ВИДАВНИЦТВІ УКРДГРІ

В И Й Ш Л И Д Р У К О М :

1. Матеріали V Міжнародного геологічного форуму.

Обсяг – 44,75 ум.-друку. арк. Тираж 200 прим.

2. Монографія до 100-річчя Державної геологічної служби України.

Обсяг – 41,0 ум.-друку. арк. Тир. 2 000 прим.

3. Монографія "Геологічна будова Закарпатського прогину",

автори М. Г. Приходько, Л. Д. Пономарьова.

Обсяг – 16,63 ум.-друку. арк. Тираж 100 прим.

4. Монографія "Геоеоловий морфо-літогенез та методологічні аспекти його дослідження",

автор Ю. М. Веклич.

Обсяг – 31,75 ум.-друку. арк.

Тир. 100 прим.

5. Комплект карт з пояснювальною запискою

("Геолкарта-200") – L-35-XXIV (Кілія), L-35-XXX (Суліна), L-36-XIX (Тузли), L-36-XXV (о. Зміїний) та пояснювальна записка до них (10 аркушів). Обсяг – 10 ум.-друку. арк. Тир. 50 прим.



УДК 622.83

doi <https://doi.org/10.31996/mru.2019.1.38-44>

Є. О. ЯКОВЛЄВ, д-р техн. наук, головний науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, yakovlev@niss.gov.ua, ID 56963584600,

В. М. ЄРМАКОВ, д-р техн. наук, директор Центру еколого-ресурсного відновлення Донбасу ДЗ “Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління” Мінприроди України, evn54@ukr.net,

О. А. УЛИЦЬКИЙ, д-р геол. наук, директор ННІ екологічної безпеки та управління ДЗ “Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління” Мінприроди України, olegulytsky@ukr.net

Ye. YAKOVLEV, D. Sc. in engineering, chief research fellow (Institute of telecommunication and Global Information Space of National Academy of Science of Ukraine), yakovlev@niss.gov.ua, ID 56963584600,

V. YERMAKOV, D. Sc. in engineering, director of scientific centre (State Ecological Academy of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine), evn54@ukr.net,

O. ULYTSKYI, D. Sc. in geology, director of Educational and Scientific Institute of environmental safety and management (State Ecological Academy of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine), olegulytsky@ukr.net

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЗАТОПЛЕННЯ КАМЕРИ АТОМНОГО ВИБУХУ ШАХТИ “ЮНКОМ” (ЦЕНТРАЛЬНИЙ ДОНБАС)

ECOLOGICAL CONSEQUENCES ATOMIC EXPLOSION CHAMBER FLOODING OF MINE “YUNCOM” (CENTRAL DONBAS)

У статті наведено приклад розрахункового аналізу еколого-гідрогеологічних умов затоплення вугільної шахти “Юнком” (Центральний район Донбасу, Донецька обл., 1979 р.) з підземною камерою ядерного вибуху і пов'язаних із цим ризиків забруднення підземної і поверхневої гідросфери.

Сучасна природно-техногенна геосистема (ПТГС) Донбасу “техногенний комплекс – навколишнє природне середовище” перебуває в стадії так званого “пост-майнінгу”, головним небезпечним чинником якого є автореабілітаційне підняття рівнів підземних вод у системі “місцевий вододел – ріка”. Головна небезпека цього процесу пов'язана зі стохастичним формуванням шляхів руху шахтних вод і ризиком міграції забруднень до прісноводних горизонтів зони активного водообміну і поверхневих водних об'єктів.

Нині система руху підземних вод за умови затоплення вугільних шахт має складну гідравліко-фільтраційну структуру і тому потребує розроблення нових розрахункових моделей.

Ключові слова: затоплення, наслідки, камера атомного вибуху, еколого-геологічна безпека, радіонукліди, геологічне середовище.

Authors analyzed of ecological hydrogeological conditions of coal mine Yuncom underground nuclear blast chamber flooding and possible risk of the ground and surface water contamination.

An analysis of the compatible graphs of semi-logarithmic dependences $\lg S_0/St$ of the time observation of the levels rise in the mines of the NTGS according to the analytical model that was developed on the example of flooding of the Stakhanov group of mines indicates their hydrodynamic analogy and the possibility of separation of three principal phases of the hydraulically-filtration process of the Donbas mines flooding:

1) initial accelerated rise of the level is mainly connected with decrease in volume of the peripheral part of the depression due to reduced volume of mining operations and the prevailing movement of underground flow in its deep permeable part; time extension up to 3–4 months;

2) predominance in the lithologic composition of coal-bearing rocks of the weakly permeable sandy-clay rocks (up to 70–80 % of total capacity) with increased sorption capacity increases the waterproofing capacity of the rock mass in conditions of further deformation and its full water saturation during flooding of the mine.

3. For the zone of the “Klivazh” object influence is characterized by the limitation (in the current conditions of incomplete water saturation) migration of radioactive explosion products due to their predominant concentration in the difficult soluble formations of the explosive chamber and the influence of coal-bearing, weakly permeable rocks sorption.

Main hazards of these processes are connected with stochastic parameters of mine water movement and dangerous toxic contaminants migration into fresh water aquifers (zone of active water exchange) and surface water objects.

Modern system of ground water movement during regional coal mines flooding within Central Donbas has a complex hydraulic-filtration structure that is why this situation demands of the new calculative models elaboration.

Keywords: flooding, consequences, atomic explosion chamber, ecological geological safety, radionuclides, geological media.

Техногенно-геологічна система (ТГС) “шахта – геологічне середовище” в умовах закриття шахт характеризується проявом значного комплексу природних і техногенних геологічних процесів, низку з яких можна вважати автореабілітаційними, тобто такими, що розвиваються на основі переважного впливу природних регіональних чинників геологічного середовища (ГС).

До основних з них, що спричиняють найбільший небезпечний вплив на зміни еколого-геологічних умов гірничо-міських агломерацій (ГМА) вугледобувних районів (ВДР) Донбасу, можна зарахувати такі [1, 2, 4–9]:

– регіональне підняття рівнів підземних вод у межах території “вододіл – річкова мережа”;

– прискорення міграції техногенних підземних і поверхневих забруднень унаслідок активізації водообміну під час затоплення гірничих виробок у зоні аерації (ненасиченої фільтрації) та кори суцільного вивітрювання вугленосних порід;

– збільшення площ підтоплення і затоплення геохімічно забруднених ділянок територій ГМА.

Крім указаних, великою мірою до автореабілітаційних процесів, що супроводжують закриття шахт у ВДР Донбасу, на нашу думку, належать додаткові просідання порід з проявами техногенних сейсмострушувань під час їхнього водонасичення та формування нових шляхів міграції природних і техногенних вибухонебезпечних та токсичних газів (метан, радон, сірководень тощо).

1979 року на шахті “Юнком” (Донецька область, м. Юнкомунарськ) на глибині 903 м був уперше у світі в умовах гу-

стонаселеного й інтенсивно експлуатованого ВДР здійснений промисловий підземний ядерний вибух (ПЯВ) потужністю до 300 тонн у тротиловому еквіваленті (0,3 кт). Ціль ПЯВ – оцінка його ефективності для зниження частоти раптових викидів вугілля й вибухонебезпечного метанового газу під час відпрацювання вугільних шарів.

Шахта “Юнком” на Донбасі (Центральний вугледобувний район) вирізнялася високим рівнем раптових викидів вугілля

й вибухонебезпечних газів у процесі гірських робіт. За період 1959–1979 рр. у шахті “Юнком” відбулося до 235 газогеодинамічних явищ, зокрема 28 із загибеллю працівників [1, 2].

Особливістю гірничо-геологічних умов поля шахти “Юнком” є інтенсивна тектонічна порушеність порід чотирма великими насуваннями та щільною мережею локальних деформацій вугільних шарів і вмісних порід. У середньому реєструють одне порушення на кожні 240 м простягання шахтного поля (рис. 1).

Сучасна активізація процесу групового затоплення гідралічно взаємопов’язаних шахт на підконтрольній і невідконтрольній ділянках Центрального району Донбасу (ЦРД), включно із шахтою “Юнком”, формує ризик територіальних небезпечних змін гірничотехнічного стану робочих і виведених з експлуатації шахт та еколого-геологічних параметрів безпеки життєдіяльності прилеглих міст і селищ.

Зважаючи на вищевикладене, ми розглянули основні чинники, що можуть зумовити загрозу потенційного радіо-гідро-геохімічного забруднення підземних і поверхневих вод у ЦРД з огляду на початок затоплення шахти “Юнком” у квітні 2018 р.

Для зазначених оцінок насамперед використали дані спостережень за режимом рівнів підземних вод в умовах закриття й затоплення частини шахт ЦРД, матеріали екологічного моніторингу території Донецької області; результати досліджень ДЗ “Центр еколого-ресурсного відновлення Донбасу” Державної екологічної академії Мінприроди України, УкрДГРІ, Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Державного регіонального геологічного підприємства “Донбасгеологія”, ДНВП “Геоінформ” та ін.

У ландшафтно-геоморфологічному та гідрогеофільтраційному плані ТГС “шахта “Юнком” – геологічне середовище” розміщена в привододільній зоні правобережжя р. Сіверський Донець. Тому за умови прискореного затоплення більшості вугільних шахт ЦРД у зоні профілю Юнкомунарськ – Торецьк відбудеться прискорене відновлення правобережного фрагменту підземного потоку до русла р. Сіверський Донець як головної дрени (рис. 2).

Через переважне використання ресурсів стоку р. Сіверський Донець як головного джерела питного й господарського

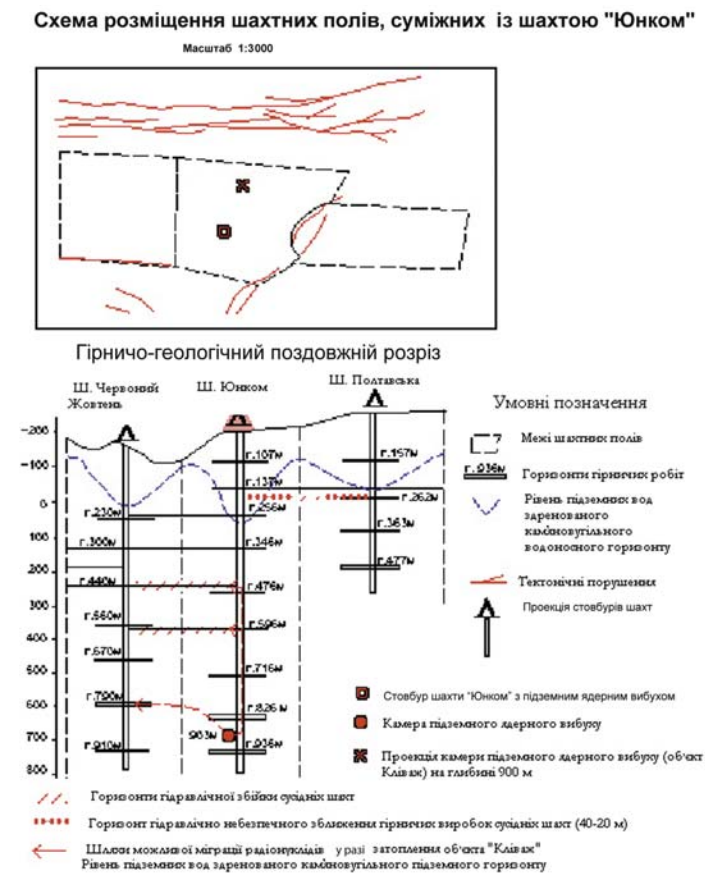


Рис. 1. Структурно-гідрогеофільтраційна схема затоплення камери ядерного вибуху шахти “Юнком” (Центральний район Донбасу)



Рис. 2. Схематичний структурно-гідрогеологічний розріз Південного крила Центрального району Донбасу (станом на 1.11.2017 р.)

водопостачання в регіоні Донбасу (90 та 30 % відповідно в Донецькій і Луганській областях), виникає потреба збільшення мережі спостережних пунктів та складу визначуваних забруднень (органохімічні, радіонуклідні, нафтохімічні тощо) у поверхневих і підземних водопунктах.

Аналіз сумісних графіків напівлогарифмічних залежностей $\lg(S_0/S_t)$ часового спостереження підняття рівнів у шахтах ЦРД (таблиця) за аналітичною моделлю, яку ми розробили на прикладі затоплення Стахановської групи шахт [5, 9], свідчить про їхню закономірну гідродинамічну аналогію та можливість виділення трьох принципових фаз гідраліко-фільтраційного процесу затоплення шахт Донбасу:

1) уповільнене початкове підняття рівня внаслідок зменшення об'єму в периферійній частині депресійної лійки зі зменшенням об'ємом гірничих виробок і переважного руху підземного потоку в її глибинній слабопроникній частині; часова протяжність до 3–4-х місяців;

2) пришвидшене підняття рівня за умови активізації гідрогеофільтраційного припливу в зоні підвищеної природно-техногенної проникності (сумісний вплив регіональної зони вивітрювання та техногенної тріщинуватості, часова протяжність до 3–6 років);

3) зменшення швидкості підняття рівня внаслідок формування регіонального гідрогеофільтраційного потоку в покривних породах за умови можливої активізації перетікань у наближені шахти (рис. 2, шах. К. Маркса); загалом цей період формування ТГС “затоплення шахти – гідрогеофільтраційний потік” можна зарахувати до пост-майнінгового періоду взаємодії підземних і поверхневих вод та довгострокового

переформування екологічних параметрів геологічного середовища (рис. 3).

З огляду на вищевикладене, а також тривале розміщення об'єкта “Кліваж” у зоні гідрогеофільтраційного і геомеханічного впливу гірничодобувних робіт шахти “Юнком”, концептуальні підходи авторів ґрунтувалися на консервативних оцінках захисної (утримувальної) здатності геологічного середовища, яка охоплює вплив таких чинників:

1) довгочасне змішування обмеженого об'єму радіонуклідно забруднених вод ядерно-вибухової камери зі збільшеною кількістю вод фільтраційного потоку в гірничих виробках шахти “Юнком” та гідралічно пов'язаних шахтах “Полтавська” і “Червоний Жовтень” (рис. 1);

2) уповільнення руху довгоіснуючих радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90 в породному масиві внаслідок сорбційного впливу порово-тріщинного простору навколо вибухової камери та техногенно порушеного породного масиву зі збільшеною площею сорбційно-активної поверхні в межах природно-техногенних зон шахтних полів (рис. 1–3).

Потреба комплексного аналізу еколого-техногенної проблеми затоплення шахти “Юнком” зумовлена браком досвіду затоплення камери підземного ядерного вибуху в умовах густонаселеної гірничо-міської агломерації у світовій практиці.

У зв'язку із цим ми виконали окремі гідрогеофільтраційні та радіоеколого-геологічні оцінки можливих впливів затоплення та руйнування ядерно-вибухової камери (об'єкт “Кліваж”) в умовах автореабілітаційного (під впливом природно-техногенних чинників) підняття рівня підземних вод

Таблиця. Оцінка швидкості підняття рівнів під час затоплення шахт Центрального району Донбасу (ЦРД)

Назва шахти	Абс. позн. поверхні	Початок затопл. 01.11.2017	Дата замірювання рівня затоплення гірничих виробок								Величина підняття рівнів за період 11.2017–01.06.2018 дН, м	Середня швидкість підняття рівнів за період 11.2017–01.06.2018 дV, м/добу
			01–30.11 2017	01–31.12 2017	01–31.01 2018	01–28.02 2018	01–31.03 2018	01–30.04 2018	01–31.05 2018	01–30.06 2018		
			ШВИДКОСТІ ПІДНЯТТЯ РІВНІВ ПІД ЧАС ЗАТОПЛЕННЯ ШАХТ ЦРД, м/добу									
ім. М. О. Ізотова	+269,1	– 131,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,30	13,0	0,05
ім. К. Румянцева	+268,5	– 697,0	0,06	0,15	0,15	0,57	0,57	1,16	0,87	0,37	119,0	0,49
ім. М. І. Калініна	+282,7	– 620,0	1,00	0,85	0,85	2,15	0,73	0,26	1,33	1,43	261,0	1,07
Олександр-Захід	+302,5	– 146,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кіндратівська	+279,8	– 389,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,90	0,90	0,20	58,0	0,23
Вуглегірська	+274,6	– 198,0	0,0	0,0	0,0	0,07	0,36	0,26	0,40	0,0	34,0	0,14
№ 3, 4 Олександрівська	+225,5 + 232,9	– 189,0	0,0	0,0	0,0	0,30	0,20	0,07	0,23	0,03	26,0	0,10
Булавинська	+245,6	– 180,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,10	0,20	0,23	0,03	18,0	0,07
Ольховатська	+258,0	– 52,0	0,20	0,20	0,40	0,53	0,30	0,70	0,23	0,33	87,0	
ім. Ю. Гагаріна	+192,0	– 57,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,88	0,11	0,0	0,0	31,0	0,12
Комсомолец	+208,0	–237,0	0,83	0,33	0,63	1,00	0,37	0,80	0,47	0,47	148,0	0,61
ім. В. І. Леніна	+216,0	– 224,0	0,40	0,60	0,50	0,90	0,37	0,80	0,47	0,47	135,0	0,55
Кочегарка	+255,1	– 224,0	0,40	0,60	0,50	0,90	0,37	0,80	0,47	0,47	135,0	0,55
ім. Гайового	+264,5	– 589,0	0,20	0,17	1,13	1,59	0,80	0,40	0,26	1,59	183,0	0,75
ім. К. Маркса	+225,9	– 521,0	0,23	0,0	0,16	1,33	0,0	1,00	1,03	0,53	126,0	0,52
Червоний Профінтерн	+237,0	– 529,0	0,60	0,20	0,63	2,0	0,73	0,30	1,00	1,70	216,0	0,89
Червоний Жовтень	+ 195,0	– 283,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,66	0,63	0,0	35,0	0,14
Юнком	+212,0	– 735,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,30	0,90	157,0	2,57
Полтавська	+ 284,0	+ 33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,23	0,06	0,0	13,0	0,05
Єнакіївська	+283,5	+ 31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,10	0,33	0,07	0,0	15,0	0,06
№ 2-біс (ртутна)	+ 240	– 211,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

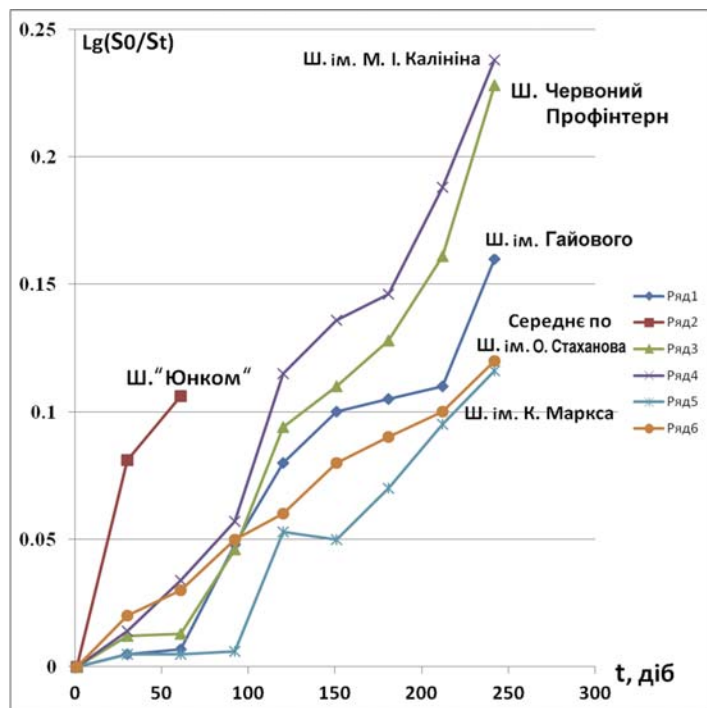


Рис. 3. Графіки часового простеження підняття рівня підземних вод під час затоплення шахт "Юнком", ім. Гайового, ім. К. Маркса та ін. (Центральний район Донбасу)

за умов гідрогеофільтраційної та гідравлічної взаємодії з наближеними шахтами.

Отримані оцінки мають усереднений характер, тому що розвиток комплексу гідрогеофільтраційних, гірничо-механічних і еколого-геологічних змін об'єкта "Кліваж" неабиякою мірою залежить від змін геодинамічних умов суміжних шахт ("Червоний Жовтень", "Полтавська"), а також гірничо-геотехнічного стану породного масиву південно-західного замикання Головної антикліналі.

У структурно-геологічному плані поле шахти "Юнком" належить до південного крила Головної антикліналі, через

що вугленосні відкладення карбону мають складно-складчасту структуру, що зумовлено широким проявом тектонічних порушень.

Загалом геологічна будова району шахти "Юнком" є типовою для великих вугленосних басейнів і характеризується розвитком потужної товщі вугленосних порід (до 8000 м), що складені аргілітами, алевролітами, піщаниками, вапняками й шарами вугілля (потужність робочих шарів від 0,5 до 2,0 м).

Сумарна потужність вугільних шарів у геологічному розрізі не перевищує 1 %, піщаників – 14–20 %; тож у геологічному розрізі переважають аргіліто-алевритові шари, які мають пісчано-пилювато-глинистий склад, знижену проникність і підвищену сорбційну здатність.

Територія розміщення поля шахти "Юнком" належить до регіонів відкритих кам'яновугільних відкладень, тому що на переважній площі потужність спорадично поширених покривних відкладень не перевищує 10 м. Водночас гідрогеологічні умови поля шахти "Юнком" під час затоплення камери ядерного вибуху й прилеглих шахт Центрального ВДР ("Червоний Жовтень", "Полтавська", "Вуглегірська" та ін.) характеризуються проявом таких чинників:

1) додатковим техногенним розкриттям тектонічних зон поблизу денної поверхні внаслідок їхнього підроблення і зрушення порід над гірничими виробками;

2) формуванням способів пришвидшеної латеральної міграції мінералізованих підземних вод глибоких горизонтів в умовах затоплення гірських виробок і зон регіональної (кора вивітрювання вугленосних порід) та техногенної тріщинуватості;

3) наявністю великої кількості просторово розподілених гідравлічних збірок і зближених гірських виробок, що ускладнює прогнозування руху шахтних вод у разі застосування різних схем консервації шахт (рис. 1, 2, 4).

Інженерно-геологічні умови району робіт характеризуються переважним розвитком у геологічному розрізі стійких кам'яновугільних утворень, що обмежує розвиток екзогенних геологічних процесів. Крім того, площа поля шахти "Юнком" належить до центральної частини вододілу рік басейнів Дніпра і Сіверського Дінця. Це визначає невисокий рівень

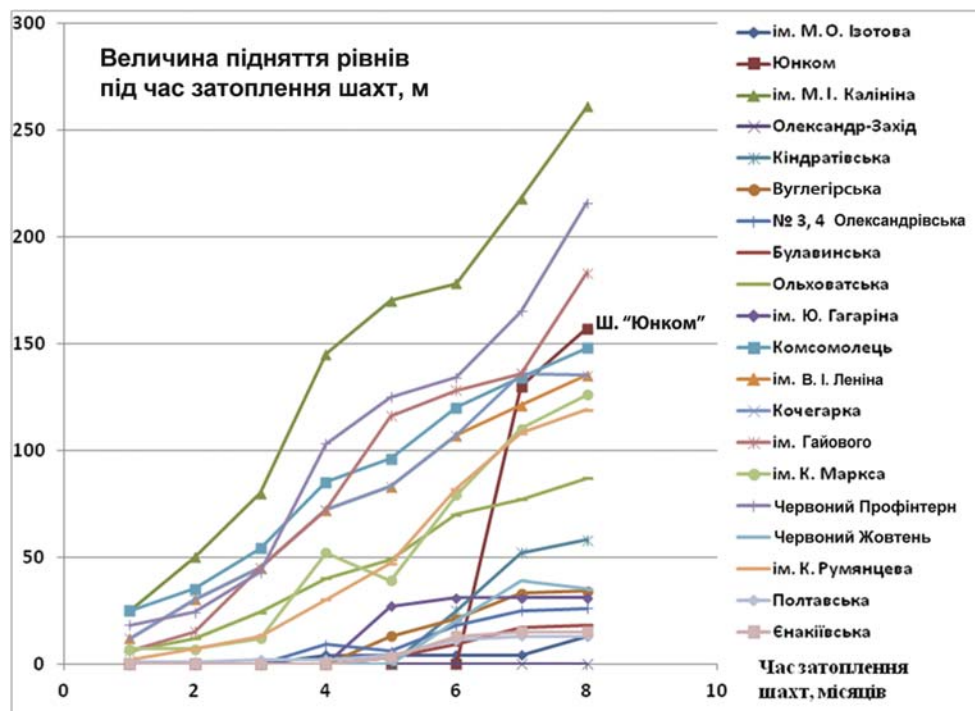


Рис. 4. Динаміка підняття рівнів підземних вод під час затоплення шахт Центрального району Донбасу (1.11.2017–1.07.2018 рр.)

природного водоенергообміну у верхній зоні геологічного розрізу й уповільнення швидкості потоку підземних вод до річкових долин після затоплення гірничих виробок.

Комплексний вплив структурно-геологічних, гідрогеологічних та гідрравліко-геомеханічних параметрів на структуру міграційного потоку довгоіснуючих радіонуклідів об'єкта "Кліваж" (цезій-137, стронцій-90 з періодом напіврозпаду 28–30 років) дає змогу виділити такі його особливості:

1) наявність у структурі потоку шахтних вод стохастичного просторово-часового розподілу гідрравлічних, фільтраційних елементів і сорбційних параметрів, що формує потребу використання в його математичній моделі узагальнених (усереднених за консервативним підходом) фільтраційно-балансових параметрів;

2) висока ймовірність міжшахтного розподілу та зменшення величини радіонуклідного забруднення вод шахти "Юнком" у зв'язку з наявністю великої кількості її гідрравлічних збіжок з гірськими виробками суміжних шахт "Полтавська" та "Червоний Жовтень" із загальним об'ємом гірничих виробок понад 45 млн м³.

Аналіз динаміки підняття рівнів у шахті "Юнком" свідчить, що в процесі її затоплення й скорочення депресії рівнів підземних вод спостерігатиметься короткочасова пришвидшена висхідна міграція мінералізованих шахтних вод (рис. 3, 4) з наступним довгостроковим латеральним перенесенням радіонуклідів цезію-137 і стронцію-90 внаслідок гідрогеомеханічного руйнування вибухової камери, повільного розчинення радіоактивного розплаву та затоплення міжшахтного простору.

Частковому сповільненню процесів висхідної й планової міграції радіонуклідів, за умови консервативної оцінки гірничо-геологічних умов шахт "Червоний Жовтень" і "Полтавська", суміжних із шахтою "Юнком", може сприяти:

– наявність гідрравлічних збіжок (горизонти 476, 596 м), а також гідрравлічно небезпечного зближення гірських виробок (горизонт 262 м шахти "Полтавська" – "Юнком"); водночас початкове перевищення рівнів у затоплених шахтах "Червоний Жовтень" і "Полтавська" відповідно становить 3,3–6,2 МПа (таблиця);

– затоплення суттєвої частини гірничих виробок з водонасиченням породного масиву шахт "Червоний Жовтень" і "Полтавська" зумовлює короткочасове пришвидшення підняття рівня в шахті "Юнком" з наступним формуванням латерального потоку (рис. 3, 4).

Додаткове ускладнення еколого-гідрогеологічних умов на території, прилеглої до шахти "Юнком", може бути пов'язане із затопленням забруднених високотоксичними хімічними сполуками виробок шахти "Олександр-Захід" та шахти "2-біс" Микитівського ртутного рудника (рис. 2). Сучасні радіоекологічні умови вибухової камери об'єкта "Кліваж" (з огляду на дані обстеження горизонту 936 м 17.10.2001 р.) на початковому етапі затоплення гірничого простору (травень 2018 р.) мають такі особливості:

1) затоплення прилеглих гірських виробок на горизонтах 936 та 823 м (відповідно на 33 м нижче та 80 м вище від центру вибуху), що активізує розвиток латерального потоку);

2) наявність руйнівних деформацій вибухової камери та її заповнення водою (за даними зондувальної свердловини, що розкрила камеру у вересні 1991 р.);

3) незначна величина горизонтального радіуса вибухової камери – до 5,0 м (діаметр – до 10,0 м), з утворенням за оцінками до 100 т склуватої розплавленої маси, де зосереджується до 95 % радіоактивних продуктів вибуху;

4) формування зони перем'ятих (цілком зруйнованих) порід, у межах якої вони переформовані в піщані й щебеністі фракції, радіусом до 8,0 м від центру вибуху, тобто витриманої потужності (8,0–5,0) $\approx$ 3,0 м;

5) розвиток зони радіальних тріщин на відстані до 15 м від центру вибуху або в масиві порід, що прилягає, потужністю (15–8,0) $\approx$ 7,0 м.

За оцінками окремі активізовані (сформовані), але закриті тріщини можуть виявлятися на відстані до 20–25 м від центру вибуху. Водночас за даними зондувальних свердловин залишків радіоактивного розплаву в зоні радіальної тріщинуватості не встановлено, що може свідчити про розвиток процесу сорбції радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90 із самого початку їхньої міграції за межами вибухової камери.

Орієнтовні оцінки рівня радіаційного забруднення вибухової камери (об'єкт "Кліваж")

і прилеглого породного масиву

За результатами досліджень, проведених у процесі підземних ядерних вибухів, з'ясовано, що на першу годину після вибуху ($t = 1$ год) кількість радіоактивних забруднень (R_t) залежить від потужності вибуху (тротилового еквівалента в кілотоннах) q

$$R_{t=1q} = 4,5 \cdot 10^8 q = 4,5 \cdot 10^8 \cdot 0,3 = 1,35 \cdot 10^8 \text{ Кюри (Ки)}.$$

Загалом кількість радіоактивних продуктів R_t згодом змінюється відповідно до залежності

$$R_t = R_{t=1q} t^{-1,2}.$$

За період 1979–2018 рр., тобто на момент затоплення (орієнтовно 1.06.2018 р.), залишкова кількість радіоактивних продуктів може бути оцінена на рівні

$$R_{t(2001p)} = \frac{R_{t=1q}}{[(2018-1979) \cdot 365 \cdot 24]^{1,2}} = \frac{1,35 \cdot 10^8}{(342 \cdot 10^5)^{1,2}} = 31 \text{ Ки}.$$

Є оцінки, згідно з якими залежно від складу ядерно-вибухової речовини обсяг утворення радіоактивних продуктів може дорівнювати $R_0 = 2 \cdot 10^6$ Ки на $q = 1$ кт, тобто на початковому етапі для умов шахти "Юнком" це могло становити

$$R_0 \approx 2 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \approx 0,6 \cdot 10^6 \text{ Ки}.$$

У такому разі залишкова кількість радіоактивних залишків у вибуховій камері станом на 2018 рік може сягати

$$R_{2018} = R_0 / 3,42 \cdot 10^6 = 0,6 \cdot 10^6 / 3,42 \cdot 10^6 \approx 0,2 \text{ Ки}.$$

Контрольний розрахунок залишкової радіоактивності, пов'язаної з наявністю в склоподібному розплаві ($P \approx 10^5$ кг $\approx$ 100 тонн в об'ємі камери $V = 500$ м³) цезію-137 і стронцію-90, має такий результат (за даними Всеросійського проектно-пошукового і науково-дослідного інституту промислової технології Мінатоенерго РФ, 1992 р.):

– питома активність склоподібного розплаву у вибуховій камері об'єкта "Кліваж" щодо стронцію-90 становить

$$R_{90} \approx 6,2 \cdot 10^{-5} \text{ Ки/кг} (2,3 \cdot 10^6 \text{ Бк/кг});$$

– питома активність щодо цезію-137 становить

$$R_{137} \approx 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ Ки/кг} (1,7 \cdot 10^6 \text{ Бк/кг}).$$

Загальна кількість радіоактивного забруднення щодо цезію-137 і стронцію-90 дорівнюватиме

$$R_{(90) + (137)} \approx (6,2 + 4,6) \cdot 10^{-5} \text{ Ки/кг} \cdot 10^5 \text{ кг} \approx 10,8 \text{ Ки}.$$

Вищенаведені результати розрахунків за різними варіантами залишкової кількості радіонуклідів цезію-137 і стронцію-90 у зоні вибухової камери (з обмеженням формуванням плутонію-239, америцію-241 тощо) свідчать, що оцінка залишкового рівня забруднення $R_{2018} \approx 31$ Ки має значний "запас міцності" (рівень консервативності).

Отже, вищенаведені оцінки радіонуклідного балансу у вибуховій камері довгоіснуючих радіонуклідів цезію-137 і стронцію-90 дають змогу дійти таких висновків.

1. Еколого-геологічний стан об'єкта "Кліваж" за наявними даними в сучасних гірничо-геологічних і гідрогеологічних умовах характеризується відносною гідрогеофільтраційною ізолюваністю та ймовірністю короточасного формування висхідного потоку підземних вод крізь зону вибухової камери, перем'ятих і радіально тріщинуватих порід у напрямку зони вивітрювання з підвищеною латеральною проникністю (рис. 1–3).

2. Переважання в літологічному складі вугленосних порід слабопроникних піщано-глинистих аргеліто-алевролітових порід (до 70–80 % сумарної потужності) з підвищеною сорбційною здатністю збільшує гідроізоляційну спроможність породного масиву в умовах розвитку дальших деформацій і його повного водонасичення із затопленням шахти.

3. Для зони впливу об'єкта "Кліваж" характерне обмеження (у сучасних умовах неповного водонасичення) міграції радіоактивних продуктів вибуху внаслідок їхньої переважної концентрації у важкорозчинних склоподібних утвореннях вибухової камери і впливу сорбції вугленосних слабопроникних порід.

Висока просторово-часова мінливість параметрів регіонального підняття рівнів підземних вод у процесі закриття шахт (рис. 2–4, таблиця) зумовлює стохастичний характер розподілу фільтраційно-балансових параметрів потоку підземних вод у зоні затоплення об'єкта "Кліваж" шахти "Юнком". У зв'язку із цим нижче ми розглянули основні характеристики ТГС для умов "мокрої схеми консервації об'єкта "Кліваж" за умов прийнятої схеми автореабілітаційного затоплення шахти "Юнком".

Зважаючи на велику глибину вибуху й високий геостатичний тиск (≈ 200 кГ/см² чи 20 МПа), який обмежуватиме шляхи міграції радіаційно забруднених вод з вибухової камери, за умови консервативного підходу знизимо величину лабораторних оцінок сорбційної здатності порід на 4 порядки [3], тобто до 0,1 мг-екв/100 кг ($S = 0,001$ мг-екв/1 кг).

З опублікованих даних численних досліджень відомо [3, 6–9], що понад 95 % радіоактивних продуктів вибуху зосереджуються у вигляді лізини на дні вибухової камери, що забирає 5–10 % її об'єму.

Про низький ризик істотного виходу радіоактивних продуктів вибуху за межі вибухової камери свідчить відсутність продуктів розплаву й аномального підвищення радіаційного фону у стовбурі зондувальної свердловини № 1, що розкрила піщаники в 5,0 м від її меж (станом на 1991 р., 12 років після вибуху).

Параметри розчинності радіоактивних забруднень в умовах водонасичення вибухових камер (за винятком сольових) вирізняються незначною розмаїтістю. Тому на першому етапі прогнозних оцінок ми приймаємо досить консервативну схему розчинення радіоактивних залишків вибухової камери – синхронно з її повним затопленням і поступовим підняттям рівнів підземних вод.

Додатково, для створення інженерного "запасу міцності" в розрахунках, не припускаємо бічного розтікання вод, що фільтруватимуться крізь площу кругової проекції камери

$$(r_0 = 5,0 \text{ м}; F_k = \pi r_0^2 = 3,14 \cdot 5^2 = 78,5 \text{ м}^2).$$

Відповідно до мінімальної сорбційної здатності порід $S = 1,0$ мг-екв/1000 кг $= 0,001$ мг-екв/кг і наявності на поверхні вибухової камери шару "h" сорбційних порід $R_0 = \pi r_0^2 S h \delta_w$, де h – середня довжина шляху суцільної міграції забруднень до повної сорбції породами, що вміщують розчинені радіонукліди (без бічного розтікання), δ_w – об'ємна вага порід, $\delta_w \approx 2000$ кг/м³,

$$h = R_0 / \pi r_0^2 = 300 / 3,14 \cdot 5^2 \cdot 0,001 \cdot 2000 \approx 2,0 \text{ м}.$$

Але реальнішим варіантом може бути міграція в структурі потоку, наближеного за формою до півкулі через можливість часткового розтікання в напрямку тріщинуватих зон, що сформувалися під час підроблення суміжних шарів.

У такому разі орієнтовна розрахункова залежність шляху міграції R_x матиме такий вигляд

$$R_0 = 2/3 \cdot \pi \cdot (R_x^3 - r_0^3) S \delta_w \approx 2(R_x^3 - r_0^3) S \delta_w.$$

З розрахунків випливає, що $R_x \approx 6,1$ м. Тобто навіть з істотним зменшенням відомих мінімальних значень іонно-обмінної (сорбційної) здатності порід їхнє додаткове забруднення в умовах суцільного розчинення радіаційних залишків і радіальної міграції буде незначним і становитиме приблизно 1 м (не вийде за межі зони зминання й тріщиноутворення).

Це свідчить про те, що навіть з використанням сорбційної здатності незначного обсягу порід, шлях міграції радіаційних забруднень в умовах суцільного фільтраційного потоку буде незначним. Якщо взяти до уваги, що в зоні геомеханічного впливу вибуху (за межами вибухової камери, в якій сформувався суцільний розплав порід) уміщувальні породи інтенсивно роздроблені, то варто очікувати на активізацію процесу сорбції з одночасним зменшенням швидкості міграції радіонуклідів у потоці підземних вод.

На наш погляд, головною умовою радіоекологічної безпеки об'єкта "Кліваж" в умовах схеми "мокрої" консервації є формування дуже сповільненого режиму вилугування й гідрогеофільтраційної міграції токсичних радіонуклідів стронцію-90 та цезію-137 за умови активного сповільнювального впливу глинистих фракцій порід аргеліто-алевролітового складу.

Загалом це дає змогу обґрунтувати наступну консервативну схему (з великим "запасом міцності") умовного одномоментного розчинення наявної кількості радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90 ($R_s = 31$ Кі) у загальному обсязі води під час заповнення виробок шахти "Юнком" $V \approx 25 \cdot 10^6$ м³ ($25 \cdot 10^9$ дм³), яке ми визначили за досвідом осушення шахт Донбасу у 1944–1951 рр. із середнім коефіцієнтом скорочення об'єму виробок унаслідок деформацій у разі повного водонаповнення $\alpha = 0,5$ [1, 2, 4–7].

Зі значеннями коефіцієнтів розподілу K_d у системі "водний розчин радіонуклідів – мінеральний скелет порід" для цезію-137 ($K_d = 200$) та стронцію-90 ($K_d = 20$) орієнтовна кількість розчинених у шахтній воді радіонуклідів дорівнюватиме $R_p = 15,5/200 + 15,5/20 = 0,86$ Кі. Тоді прогнозна сумарна концентрація радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90 в шахтній воді C_{np} дорівнюватиме

$$C_{np} = R_p : V = [0,86 \cdot 3,7 \cdot 10^{10}] : (25 \cdot 10^9 \text{ дм}^3) = 1,3 \text{ Бк/дм}^3 < 2 + 2 = 4 \text{ Бк/дм}^3$$

(згідно з ДСанПіН 2,2.4–176–2010 $C_{гпк}$ цезію-137 та стронцію-90 дорівнює 2 Бк/дм³).

Отже, вищенаведені розрахунки за умови максимальної швидкості розчинення радіаційно забрудненого склоподібного розплаву свідчать про можливість міграції радіонуклідів стронцію-90 та цезію-137 у безпечних концентраціях у разі повномасштабного розвитку процесів сорбції.

З огляду на результати вищенаведених розрахунків, можна зробити такі висновки щодо рівня небезпеки радіонуклідного забруднення підземних і поверхневих вод для умов автореабілітаційного затоплення ("мокрої консервації") камери атомного вибуху шахти "Юнком".

1. У разі переважної локалізації радіонуклідів цезію-137 та стронцію-90 в оклянілому слабкорозчинному розплаві матиме місце сповільнена гідрогеоміграція радіоактивно за-

бруднених розчинів в умовах активного прояву сорбційної здатності порід.

2. Головний вплив “мокрої” консервації шахти “Юнком” на екологічний стан геологічного середовища може бути зумовлений локальним додатковим порушенням рівноваги порід і гідрогеомеханічним руйнуванням вибухової камери об’єкта “Кліваж”.

3. В умовах “мокрої” консервації гідравлічно пов’язаних шахт “Юнком”, “Червоний Жовтень”, “Полтавська” та ін. (рис. 1, 2) формуються передумови для активної фільтраційно-гідравлічної дисперсії та зменшення концентрації радіонуклідів уздовж латерального потоку в зоні радіогеохімічно ненасичених (незабруднених) порід.

4. Застосування схеми “мокрої” консервації шахти “Юнком”, зважаючи на довгостроковий характер розчинення й міграції радіонуклідів, активне техногенне порушення цілісності вугленосних порід і ризик формування ділянок пришвидшеного гідравлічного руху радіонуклідних забруднень, має відбуватися за умови комплексної оцінки гірничо-геологічного й геомеханічного стану прилеглої породної маси, розроблення гідрогеологічної моделі й випереджального створення системи комплексного радіоекологічного моніторингу підземних і поверхневих вод модельної зони міграції радіонуклідів.

Загалом отримані оцінки свідчать, що з повільним порушенням гідрогеомеханічного режиму вибухової камери об’єкта “Кліваж” в умовах гірського простору шахти “Юнком” захисні чинники геологічного середовища (сорбційна здатність порід, сповільнена гідрогеофільтрація підземних вод, перебування більшості радіонуклідів у слабкорозчинних окислятих масах та ін.) майже достатні для запобігання критичному радіохімічному забрудненню підземних і поверхневих вод у зоні ЦРД.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гавриленко Ю. Н., Ермаков В. Н., Улицкий О. А. и др. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины. – Донецк: “Норд-Пресс”, 2004. – 632 с.
2. Рудько Г. І., Бондар О. І., Яковлев Є. О., Ермаков В. М. та ін. Екологічна безпека вугільних родовищ України. – Київ: Букрек, 2016. – 608 с.
3. Израэль Ю. А., Петров В. Н., Прессман А. Я. и др. Радиоактивное загрязнение природных сред при подземных ядерных взрывах и методы его прогнозирования. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1970. – 67 с.
4. Улицкий О. А. Анализ фильтрационного баланса в районе горных выработок // Зб. наукових праць УкрНДІЕП. – Харьков, 2004. – С. 259–265.
5. Яковлев Є. О. Теоретичні основи оцінки часу затоплення шахт і кар’єрів // Мінеральні ресурси України. – 2010. – № 2. – С. 35–40.
6. Беседа Н. И., Сляднев В. А. Региональные техногенные изменения геологической среды Донбасса под влиянием горных работ. – Киев: Общество “Знание” Украины, 1977. – 67 с.
7. Лютий Г. Г., Різник Т. О. Оцінка впливу вугільних підприємств на річковий стік по території Донбасу // Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2006. – № 1. – С. 96–101.
8. Yakovlev Ye., Chumachenko S. Ecological threats in Donbas, Ukraine. – Kyiv: Canada, HD Centre, 2017. – 60 p.
9. Gosk E., Galetskiy L., Yakovlev Ye. Yuncom Underground Nuclear Blast Chamber. Description and risk evaluation during mine closure. Geological Survey of Denmark and Greenland. – Kiev, Copenhagen, 2003. – 24 p.

REFERENCES

1. Gavrilenko Ju. N., Ermakov V. N., Ulickij O. A. et al. Technogenic consequences of the coal mines closure in Ukraine. – Donetsk: Nord-Press, 2004. – 632 p. (In Russian).
2. Rudko G. I., Bondar O. I., Yakovlev Ye. O., Ermakov V. M. et al. Ecological safety of coal deposits of Ukraine. – Kyiv: Bukrek, 2016. – 608 p. (In Ukrainian).

3. Izrael Ju. A., Petrov V. N., Pressman A. Ja. et al. Radioactive contamination of natural environments after underground nuclear explosions and methods of its forecasting. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1970. – 67 p. (In Russian).

4. Ulickij O. A. Analysis of the filtration balance in the mining area // Zbirnyk naukovykh prats UkrNDIEP. – Harkov, 2004. – P. 259–265. (In Russian).

5. Yakovlev Ye. O. Theoretical basis for assessing the time of mines and quarries flooding // Mineralni resursy Ukrainy. – 2010. – № 2. – P. 35–40. (In Ukrainian).

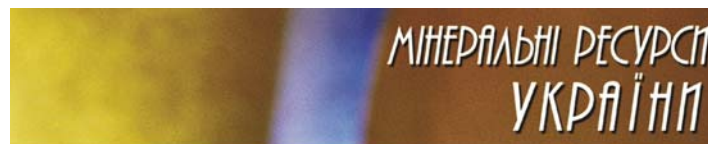
6. Beseda N. I., Slynadnev V. A. Regional technogenic changes of the geological environment within Donbass under the influence of mining operations. – Kiev: Obshchestvo “Znanie” Ukrainy, 2002. – 67 p. (In Russian).

7. Lyutyi G. G., Riznyk T. O. Estimation of the of coal enterprises influence on the river runoff within the territory of Donbas // Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2006. – № 1. – P. 96–101. (In Ukrainian).

8. Yakovlev Ye., Chumachenko S. Ecological threats in Donbas, Ukraine. – Kyiv: Canada, HD Center, 2017. – 60 p.

9. Gosk E., Galetskiy L., Yakovlev Ye. Yuncom Underground Nuclear Blast Chamber. Description and risk assessment during mine closure. Geological Survey of Denmark and Greenland. – Kiev, Copenhagen, 2003. – 24 p.

Рукопис отримано 6.02.2019.



Редакція приймає оригінальні, раніше не опубліковані статті геологічної, геолого-мінералогічної та технічної тематик.

Статті треба надсилати в друкованому (два примірники) й електронному вигляді, бажано українською мовою.

Обсяг однієї наукової статті – до 25 стор. машинопису через 2 інтервали (разом з табл., фото, рис. та підписами до них, бібліографічним списком, анотацією), оглядовою – 6–7 стор., інформаційного повідомлення – 3–4 стор.

До рукопису потрібно додати акт експертизи й такі відомості про автора/авторів: прізвище, ім’я та по батькові (повністю); учене звання й учений ступінь; посада чи професія; місце роботи (назва установи чи організації); адреса місця роботи, номер телефону; адреса місця проживання, номер телефону, електронна адреса, ORCID.

До кожної статті обов’язково навести: індекс УДК, реферат (мовою оригіналу та англійською), бібліографічний список за алфавітом (оформлений відповідно до сучасних вимог), рисунки, таблиці та підписи до них (окремі файли).

Комп’ютерні макети рисунків приймаються в разі дотримання таких умов.

Р а с т р о в а графіка: чорно-біле зображення – *.tif чи *.psd (Adobe PhotoShop); повнокольорове зображення – *.tif, *.eps, *.psd-формат, розрізнення 300 dpi. Кольорова модель СМΥК, чорний колір в одному каналі.

В е к т о р н а графіка: файли формату *.ai, *.eps (Adobe Illustrator) чи *.cdr (CorelDraw). Використані шрифти мають бути подані окремо або переведені в криві. Растрову графіку до векторного макета не заносити.

• Редколегія може не поділяти думок автора.

• Автори відповідають за точність викладених фактів, даних, цитат, бібліографічних довідок, написання географічних назв, власних імен, геологічних термінів тощо.

Рішення про публікацію статті в журналі приймається на основі незалежної експертизи, яку організовує редакція журналу.

УДК 548.562, 661.91

 <https://doi.org/10.31996/mru.2019.1.45-49>

С. В. ГОШОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, професор, директор (Український державний геологорозвідувальний інститут), ukrdgr@ukrdgri.gov.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8312-6244>,

О. В. ЗУР'ЯН, канд. техн. наук, завідувач відділу інноваційних технологій (Український державний геологорозвідувальний інститут), alexey_zuryan@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-2391-1611>

S. GOSHOVSKYI, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director (Ukrainian State Geological Research Institute), ukrdgr@ukrdgri.gov.ua, <https://orcid.org/0000-0002-8312-6244>,

O. ZURIAN, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Innovative Technologies (Ukrainian State Geological Research Institute), alexey_zuryan@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-2391-1611>

ГАЗОГІДРАТИ – ІСТОРІЯ ВІДКРИТТЯ

До 50-річчя відкриття властивості природних газів утворювати поклади в земній корі у твердому газогідратному стані

GAS HYDRATES – HISTORY OF DISCOVERY

Devoted to 50th anniversary when the ability of natural gas to form deposits in the earth's crust in solid gas hydrate state was discovered

Проаналізовано літературні джерела щодо історії вивчення газових гідратів і наукового відкриття можливості утворення газогідратних покладів у природних умовах. Викладено факти, які засвідчують, що в період від 1966 до 1969 року на кафедрі розроблення та експлуатації газових і газоконденсатних родовищ МІНХ та ГП ім. І. М. Губкіна були запроваджені дослідження умов утворення гідратів у поруваному середовищі. Перші експерименти провів доцент кафедри, українець за походженням, Ю. Ф. Макогон. Результати переконливо підтвердили можливість утворення й стабільного існування газогідратів у надрах Землі та стали засадами наукового обґрунтування відкриття природних газогідратних покладів. У 1969 році почалося розроблення Мессояхського родовища в Сибіру, де вперше вдалося добути природний газ безпосередньо з гідратів. Цього ж 1969 року це відкриття було офіційно визнано й зареєстровано.

Ключові слова: Ю. Ф. Макогон, природний газ, гідрати, родовища, відкриття.

The literature sources dealing with the history of gas hydrate studies and discovery of possible existence of gas hydrate deposits in natural conditions were analyzed. They contain facts proving that within 1966 and 1969 the conditions for formation of hydrates in porous medium were researched at the Department of Gas and Gas Condensate Deposits Development and Exploitation of Gubkin Russian State University of Oil and Gas. The first experiments were set up by the Ukraine-born Yuriy F. Makogon, Department Assistant Professor. The results proved possibility of formation and stable existence of gas hydrates in earth's crust and became a scientific substantiation of natural gas hydrate deposits discovery. In 1969 the exploitation of Messoyakha deposits in Siberia started and it was the first time when the natural gas was derived directly from hydrates. The same year that invention was officially recognized and registered. Following the comprehensive international expert examination the State Committee on Inventions and Findings of the USSR Council of Ministers assumed that the citizens of the USSR Yuriy F. Makogon, Andrej A. Trofimuk, Nikolaj V. Cherskij and Viktor G. Vasilev made a discovery described as follows: "Experiments proved previously unknown ability of natural gas to form deposits in the earth's crust in solid gas hydrate state under definite thermodynamic conditions (Request dated March 19, 1969)." The authors were presented with diplomas on March 4, 1971.

From then onwards the issue of natural gas hydrates existence was widely researched all around the world.

In 1985 Yuriy F. Makogon became a Professor. Since 1973 he was a head of the gas hydrate laboratory in the All-Russian Scientific Research Institute of Natural Gases and Gas Technologies. Within 1974–1987 he was a head of the gas hydrate laboratory in Oil and Gas Research Institute RAS. In 1992 he was invited by one of the largest universities of the USA to arrange modern laboratory for gas hydrate study. The laboratory was created in the Texas University, USA and in 1995 Yuriy Makogon became its head.

As far as interest in gas hydrates increases Yuriy F. Makogon reports at 27 international congresses and conferences, gives lectures in 45 world leading universities, functions as an academic adviser and participates in different international programs on research and exploitation of gas hydrate deposits in USA, Japan and India.

The heritage of the scientist includes 27 patents, eight monographs (four of them were translated and published in the USA and Canada) and more than 270 scientific articles.

Keywords: Yu. F. Makogon, natural gas, hydrates, deposits, discovery.

The mineral fuel is concentrated in the earth's crust as accumulation of carbon (different coals and schist) and hydrocarbon (oil and gas deposits). For a long time the scientists believed that hydrocarbon accumulation with molecular weight more than 60 exists in the earth's crust in liquid form and lighter ones in gaseous state [1].

It often happens that the researchers become interested in some process or phenomenon just by accident and then they go deeply into the matter if it is up to date and necessary. The same happened with gas hydrates.

The natural gas hydrates existed for ever and influenced greatly on formation and preservation of planetary material, but they were discovered by accident [11].

Nowadays gas hydrates are considered to be one of the most promising unconventional sources of hydrocarbons and energy in the twenty first century [3].

But what is the history of discovery, what happened before and what takes place nowadays. We will tell you about that and other things in our material.

For the first time gas hydrates were derived in laboratory environment but the exact name of the author is unknown [14]. Yuriy A. Diadin and his colleagues [4, 10], as well as Yuriy Makogon [9], believe that Joseph Priestley was the first who observed gas hydrate (sulfur dioxide hydrate) in 1777–1778. But as Sloan indicated [16], the temperature in experiments of J. Priestly was equal to 17 °F (-8,3 °C), and it is impossible to tell for sure that crystallization of solid phase that was observed during cooling of

sulfur dioxide aqueous solution was related to formation of hydrates but not ice. That is why the history of gas hydrates begins with researches of Humphry Davy who reliably ascertained in 1810 [13] that chlorine (at that time chlorine was called murium oxide) water crystallizes faster (i. e. under higher temperature) than clear water, but dry chlorine gas does not crystallize even under -40°F (-40°C). That is how chlorine hydrate was discovered and in 1823 Michael Faraday determined its composition.

During the next century the scientists worked a lot on classification of molecules of different substances being able to form clathrate compounds; the conditions necessary for steady state of each substance were experimentally investigated. But as far as people did not know about existence of hydrates in natural environment at that time, this subject matter remained just for academic interest [11].

On the cusp of the 19th and 20th centuries the hydrates of different substances, including methane, ethane, propane and other natural gas components, were discovered; the possibility of existence of double hydrates – structures containing molecules of two hydrate-forming substances – was also discovered. In 1829 Löwig discovered bromine hydrate, in 1840 Wöhler discovered hydrogen sulfide hydrate and in 1888 Paul Villard obtained hydrates of methane, ethane, ethylene, acetylene and nitrogen oxide [1].

Besides, the direct and semiempirical methods for estimated analysis of hydrates were offered. In total till the first half of the 20th century the researches focused more on detection of substances being able to form hydrates and of temperature and pressure conditions necessary for their formation. Later on the process of natural gas extraction, processing and transportation took place under high pressure and with high flow rate. Under such conditions the Joule-Thompson effect was observed at some sections of pipelines and processing facilities when the temperature of gas flow decreased rapidly and if there was water phase in the flow the gas hydrate was formed and influenced the efficiency of processing facilities, blocked the pipelines.

So in the middle of 1930 s the second phase of gas hydrate investigation started when E. G. Hammersmidt [15] demonstrated that gas hydrates cause formation of slugs in gas pipelines under the temperature above 0°C , which result in major complications and accidents at processing facilities. In 1934 Hammersmidt published the results of examination of pipelines in the USA where in winter they suffered from formation of slugs. It was believed that condensate water creates ice slugs. Based on laboratory experiments Hammersmidt demonstrated that solid slugs consist not of ice but of hydrate of transported gas. The interest in gas hydrates increased greatly [7].

Hammersmidt's researches initiated investigation of industrial formation of hydrates and methods for their prevention in oil and gas extraction and transportation systems. Even today industrial formation of hydrates is still one of the major problems of the gas industry and huge resources are used for its solution [5, 17].

The paper of academician Nikitin (1936) was an important stage in the history of gas hydrates study. He demonstrated that gas hydrates are clathrate compounds where gas molecules are trapped in separate cages formed by water molecules due to hydrogen bond.

Thereafter a small group of researchers headed by Dr. D. Sloan in Colorado School of Mines investigated physics of different clathrates and developed the first predictive models of their formation. The main purpose of this work was (and remains) development of different methods preventing hydrate formation, as well as searching for chemical additives inhibiting hydrate formation process [1]. So we may say that gas hydrates studies were applied

in practice for development of principles for prevention and control of their formation. In return it required detailed study of gas hydrates properties, their structure, thermodynamic stability zones and kinetics of their formation and dissolution.

The next stage of gas hydrates study was in 1940 s and it was related to discovery of natural gas hydrates that had a dominant role in formation of planets, atmosphere and hydrosphere of the Earth but were unknown [7].

First of all, two clathrate structures of crystals: "I" and "II" (1949–1954) were discovered based on X-ray crystallography; and after almost 45 years (1994) structure "H" was discovered [6]. So far more than ten structures of gas hydrates existing under different pressures and temperatures were discovered. Most of new structures were discovered by the team of scientists from the Institute of Inorganic Chemistry, Siberian Branch of RAS.

Second, a hypothesis was suggested that there are gas hydrate deposits in permafrost zone.

The first assumption on existence of gas hydrate deposits in permafrost zone of Canada was made by Professor Donald L. Katz, Michigan University, in 1943 but they failed to prove their existence by well drilling. Next time theoretical papers of Ivan N. Strizhov (1946), M. P. Mokhnatkin (1947), Nikolay V. Cherskiy, as well as experimental researches of Yuriy F. Makogon (1945–1946) demonstrated possible existence of gas hydrate deposits in natural environment [14].

Experimental researches were very important as far as existence of gas hydrate accumulations in cooled layers was doubted by scientific community. It was necessary to prove possibility of formation of hydrates in natural porous medium and of formation of gas hydrate deposits. The first experimental research of conditions for formation of natural gas hydrates in porous medium was conducted by Yuriy F. Makogon, Department Assistant Professor, at the Department of Gas and Gas Condensate Deposits Development and Exploitation of Gubkin Russian State University of Oil and Gas and published in Gas Industry Magazine. The results proved possibility of formation of gas hydrates in porous medium, in real drill samples, and became a substantiation of existence of gas hydrate deposits in earth's crust. The results of experimental study of hydrates formation and dissolution in real drill samples were reported by Yuriy F. Makogon at the scientific conference of young oil-well experts in Moscow in April 1965 and were awarded with the first prize [6].

Four years later, following the comprehensive international expert examination and conclusion of the RAS General Committee the State Committee on Inventions and Findings of the USSR Council of Ministers, according to the Regulation on Findings and Inventions, assumed that the citizens of the USSR Yuriy F. Makogon, Foma A. Trebin, Andrey A. Trofimuk, Nikolay V. Cherskiy and Viktor G. Vasilyev made a discovery described as follows: "Experiments proved previously unknown ability of natural gas to form deposits in the earth's crust in solid gas hydrate state under definite thermodynamic conditions (March 24, 1969)." The authors were presented with diplomas on March 4, 1971.

At the same time on December 24, 1969 the exploitation of Messoyakha gas hydrate deposits in the Polar Regions started. The author's report on laboratory and industrial results made at the 11th International Gas Congress in June 1970 had international resonance. Later on the national programs for investigation and exploitation of hydrate deposits were initiated in many countries.

When we analyze history of this worldwide important discovery we cannot just skip personal history of the scientist and researcher who made this world known discovery possible.

Yuriy F. Makohon was born on May 15, 1930 in village Vesele, Velykooleksandrivskiy District, Kherson Oblast. In 1951 he graduated with honors from Krasnodar Oil Technical School and entered Gubkin Moscow Institute of Oil, Gas and Oil Industry Department.

The scientific career of gas engineer Yuriy F. Makohon started at unique recently discovered Shebelinka gas field in Ukraine where he was employed as gas production operator in 1956. In 1957 Yuriy Makohon was promoted to the main foreman in the field and later to the Deputy Chief Engineer.

Formation of gas hydrates in wells and industrial gas pipelines was the most complicated problem young expert faced with. The experience of Yuriy Makohon in fighting against industrial hydrates obtained in Shebelinka gas field and their study in laboratory while working on his first dissertation, as well as analysis of abnormal conditions of existence of hydrocarbon deposits in cryolithic zone after discovery of anomalous frozen rock mass in Eastern Siberia contributed to discovery of existence of natural gas hydrates. Usually important scientific discoveries are made at the intersection of two problems. PhD thesis "Gas Hydrates, Formations and Their Prevention during Gas Extraction and Transportation" was the result of such studies and it was the first significant scientific paper on natural gas hydrates defended by the scientist in 1963.

Meanwhile Markhinskaya well 1850 m deep drilled in USSR in the north-west of Yakutia opened anomalous frozen rock mass, about 1150 m, it is almost twice more than any known before. Thermogradient within the range of frozen rocks did not exceed 0.5°C/100 m, and it was equal to 1°C/100 m in the subpermafrost layer of the open cut and it corresponds to gas hydrate existence conditions. It was necessary to prove it. As a result gas hydrate deposits were discovered.

Yuriy Makohon describes these events in his paper in detail [7]. In 1964 Yuriy Makohon and Kaplan S. Basniev, PhD student at the Department of Gas Deposits Development and Exploitation of Gubkin University of Oil and Gas, were sent on a business trip from Moscow to Yakutia. The purpose of the business trip was to sign an Agreement on Cooperation in the Areas of Science and Technology between Yakutia Affiliated Branch of Siberian Branch of the USSR Academy of Science, Yakutia Regional Geological Department (YaRGD) and the Department on the issue of fighting against formation of hydrates in gas wells and gas pipelines in conditions of Yakutia. Young scientists were hosted by Nikolay V. Cherskiy, the Chairman of the Presidium of Yakutia Affiliated Branch of Siberian Branch of the USSR Academy of Science, Doctor of technical sciences, and later Associate Member of the Academy of Science (1968) and the Academician of the Academy of Science of USSR (1981). Yuriy Makohon met Nikolay Cherskiy before in Moscow in 1962 when Makohon had a PhD completion seminar at the Department. Cherskiy was satisfied with the paper of young scientist. The seminar was successful. The experience of Yuriy Makohon at then the largest Shebelinka gas condensate field in Ukraine came in handy during conversation. That was also when Cherskiy invited Makohon to come to Irkutsk. It was time when gas hydrate fields were developed there and they needed experts in the issue of hydrates formation during transportation of gas in severe environment of Yakutia.

After visiting Yakutia they started works on fulfillment of the signed agreement in Moscow. The lead specialists of the Department B. B. Lapuk and E. A. Bondarev, thermodynamics experts and leading mathematicians, participated in this work. Yuriy Makohon conducted experiments studying conditions for



Yuriy F. Makohon.
Krasnodar
Oil Technical School

formation and dissolution of gas hydrates in wells and gas pipelines. PhD students K. S. Basniev, S. N. Zakirov, B. E. Somov and A. A. Bubnov and D. P. Sidorov from YaRGD took an active part in experiments.

The previous great scientific work, work on PhD thesis, received research materials and experience obtained by Yuriy Makohon in the field initiated idea about existence of gas hydrate deposits. The first article where Makohon described his idea about existence of gas hydrate deposits in permafrost area was written and sent to Gas Industry Magazine. But the editorial office sent the submission back refusing to publish unproven idea and having added that "Hundreds of wells were drilled in such areas but no one found hydrate layers." Yuriy Makohon insisted on publication and the article was published in section "Subject for discussion" (Gas Industry. #5. 1965). It was necessary to prove the idea. So Yu. F. Makohon made facilities to create conditions for formation and stable existence of hydrates in porous medium of real rocks. The laboratory experiments demonstrated that gas hydrate deposits may exist. The results of such work were published by Yuriy Makohon in brochure edited by K. S. Basniev (1966).



Shebelinka gas condensate field in Ukraine.
Meeting on the issue of formation of gas hydrate slugs in pipeline
(February 18, 1957)

At the end of August 1965, having become Assistant Professor of the Gas Deposits Exploitation Department Yuriy Makogon leaves for India. There he lectures on gas extraction in Indian School of Mines. It is interesting that right there being far from his motherland he arrives at the idea to submit request on discovery of gas hydrate deposits. Yuriy Makogon remembers that it was after radio program on recording of scientific discoveries he had heard on Mayak radio station [9]. He comes back home, enlists help of his teacher and colleague Nikolay V. Cherskiy, and starts with collecting of materials for recording of his discovery. He received all necessary experimental data already. All he had to do is to go through the procedure. Having come back to Moscow Yu. F. Makogon and N. V. Cherskiy go to the Committee on Inventions and Findings of the USSR Council of Ministers where they meet Yulia P. Koniushnaya, an expert of Scientific Discoveries Department. After statement of the heart of the matter it was decided to submit immediately.

But the idea itself and even publication as a basis for request was not enough for positive decision. N. V. Cherskiy made a wise decision to add more authors such as Academician Andrey A. Trofimchuk, Viktor N. Vasiliev, Head of Geological Survey of the Gas Industry Ministry, Professor Foma A. Trebin, Head of the Department of Gas Deposits Development and Exploitation of Gubkin University of Oil and Gas. The composite author was quite respectable: Academician, Associate Member, two Doctors and one Candidate. The request was submitted and registered on March 19, 1969. The authors were presented with diplomas on March 4, 1971.

Few years later young geologists M. Sapir and A. Beniaminovich from Norilskgasprom have proved existence of gas hydrate deposits at Messoyakha field.

From then onward a large-scale study of existence of natural gas hydrates started all around the world [2].

In 1975 Yuriy Makogon defended thesis for a doctor's degree on the subject of natural gas hydrates. In 1985 he became a Professor. Since 1973 he was a head of the gas hydrate laboratory in the All-Russian Scientific Research Institute of Natural Gases and Gas Technologies. Within 1974–1987 he was a head of the gas hydrate laboratory in Oil and Gas Research Institute RAS. For the next ten years he was a Director of Institute of Hydrocarbons and Environment RANS.

In 1984 the Minister of Gas Industry V. A. Dinkov approved the first national program for research and development of hydrate deposits but soon perestroika started and the situation has changed greatly. The research program was terminated and hydrate laboratory was liquidated. Researches in the Gubkin University were completely frozen. Russia had plenty of natural gas deposits and did not pay proper attention to hydrates. But good ideas never die. The energy crisis was approaching and researches were initiated in laboratories of the USA, Japan, India, Korea, Germany, etc. In 1992 Yuriy Makogon being retired already was invited by one



**Professor Yu. F. Makogon with colleagues.
Texas National University (USA)**

of the largest universities of the USA to arrange modern laboratory for gas hydrate study. The laboratory was created in the Texas University, USA and in 1995 Yuriy Makogon became its head.

As far as interest in gas hydrates increases Yuriy F. Makogon reports at 27 international congresses and conferences, gives lectures in 45 world leading universities, functions as an academic adviser and participates in different international programs on research and exploitation of gas hydrate deposits in USA, Japan and India.

The heritage of the scientist includes 27 patents, eight monographs (four of them were translated and published in the USA and Canada) and more than 270 scientific articles.

Yuriy Makogon is an Academician of Russian Academy of Natural Sciences, a member of Society of Petroleum Engineers (SPE), organizer and the first head of SPE section in Russia. In 2002–2003 he was known as a prominent international lecturer of SPE. In the USA he was a regional secretary of RANS American Branch. Since 2000 he was a head of production team of the CODATA International Commission on Gas Hydrates, and since 2010 – a foreign member of the Ukrainian Oil and Gas Academy.

Yuriy F. Makogon is a laureate of I. M. Gubkin National Prize, Doctor Honoris Causa of Institute of Inorganic Chemistry, Siberian Branch of RAS. He was awarded with silver medal of VDNKh USSR, V. Vernadskiy silver medal, A. Einstein and P. Kapitsa golden medals, and other prizes. The International Biographical Center, Cambridge, Great Britain awarded him with the title of “Person of the Year 1992–1993”.

In conclusion should be mentioned that today gas hydrate accumulations were discovered by different methods in many parts of the world. The aquatic deposits of methane in hydrate state attract special interest. But there is no industrial process for their development and exploitation. The only thing we have is political statements of different countries and that's it. Nowadays we know only three gas hydrate development methods once offered by Yuriy F. Makogon. So the inventors, researchers and enthusiasts still have a lot of work to do.

This year on May 15 Yuriy Makogon will celebrate his 89th birthday. But he is still ready to help curious and full of energy researchers of the world. The whole generation of young scientists was brought up on his books and scientific publications. The papers and scientific researches of



Authors of discovery № 75.

From left to right: N. V. Cherskiy, A. A. Trofimchuk, Yu. F. Makogon, F. A. Trebin, V. G. Vasiliev

gas hydrate properties conducted by Yuriy Makogon became the basis for creation of tools for search and exploration, estimation of reserves, development and creation of production technology. We can tell for sure that the issue of gas hydrates unites only people with proactive attitude, enquiring mind and will to life.

REFERENCES

1. Vorobjev A. E., Kapitonova I. L. Basics of the extraction of aquatic gas hydrates. – Moskva: Rossijskij universitet druzhby narodov, 2014. – 106 p. (In Russian).
2. State Register of Discoveries of the USSR [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa <http://ross-nauka.narod.ru/02/02-075.html> (In Russian).
3. Goshovskiy S. V., Zurian O. V. Methods and technologies for the extraction of methane gas from aquatic gas hydrate formations//Mine-ralni resursy Ukrainy. – 2018. – № 3. – P. 124–127. (In Russian).
4. Dyadin Yu. A., Udachin K. A., Bondaryuk I. V. Connection connections. – Novosibirsk: Novosibirskij gosudarstvennyy universitet, 1988. – 92 p. (In Russian).
5. Istomin V. A., Kvon V. G. Prevention and elimination of gas hydrates in gas production systems. – Moskva: OOO “IRCGazprom”, 2004. – 506 p. (In Russian).
6. Makogon Yu. F. Features of the Exploitation of Natural Gas Mines in the Permafrost Zone. – Moskva: CNTI Mingazproma. – 1966. – P. 19–24. (In Russian).
7. Makogon Yu. F. Gas hydrates. Study history and development prospects//Geologiya i poleznye iskopaemye Mirovogo okeana. – 2010. – № 22. – P. 5–21. (In Russian).

8. Makogon Yu. F. About Academician N. V. Cherskij and the story of one discovery//Nauka i tehnika v Yakutii. – 2008. – №2 (15). – P. 74–77. (In Russian).
9. Makogon Yu. F. Natural hydration: discovery and prospects//Gazovaya promyshlennost. – 2001. – № 5. – P. 10–16. (In Russian).
10. Rodionova T. V., Soldatov D. V., Dyadin Yu. A. Gas hydrates in the Earth's ecosystem//Himiya v interesah ustojchivogo razvitiya. – 1998. – Vol. 6. – P. 51–74. (In Russian).
11. Suhonosenko A. L. Thermohydrodynamic modeling of gas hydrate field development processes: avtoreferat dis. kandidata teh-nicheskikh nauk: 25.00.17/Suhonosenko A. L.; [Mesto zashhity: In-t problem nefti i gaza RAN]. – Moskva, 2013. – 28 p. (In Russian).
12. American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa <http://www.aimehq.org/programs/award/bio/yuri-f-makogon>
13. Davy H. On some of the combinations of oxymuriatic gas and oxy-gene, and on the chemical relations of these principles, to inflammable bodies //Phil. Trans. Roy. Soc. (London). 1811. – Vol. 101. – Part 1. – P. 1–36.
14. Ermolaev A. S. Hydrate Kinetics Study and Exhibition Display Preparation//European researcher. – № 10 (13). – 2011. – P. 1335–1342.
15. Hammerschmidt E. G. Formation of gas hydrates in natural gas transmission lines//Ind. Eng. Chem. – 1934. – Vol. 26. – P. 851–855.
16. Sloan E. D. Clathrate hydrates of natural gases. 2-nd ed. NY: Mar-cel Dekker, 1998. – 705 p.
17. Sloan E. D. Introductory overview: Hydrate knowledge develop-ment//American mineralogist. – 2004. – Vol. 89 (8–9). – P. 1155–1161.

Р у к о п и с о т р и м а н о 7.03.2019.

BRIEF INFORMATION ABOUT THE AUTHOR OF DISCOVERY

Dr. Makogon is a world-renowned expert on gas hydrates. In 1965-66 he has experimentally proven that gas hydrates may accumulate as large natural deposits in porous layers. Yuri F. Makogon graduated with honors from the Krasnodar Techni-cal School in 1951 and from the Gubkin Petroleum Institute in Moscow in 1956, started his career that year at the Shebelinskoe gas Field, in the Ukraine. In 1962 he received M.S. (Candidate) degree at the Gubkin Oil-Gas Institute, followed by his Dr. Sc. in 1975, and full Professorship in 1985. From 1961 to 1974 he worked at the Gubkin Institute of Oil and Gas. As a professor, he taught at the Indian School of Mines in Dhanbad from 1965 to 1967, and in 1973, at the Freiberg Mining Academy of Germa-ny. He worked as a consultant in many countries. He helped remove multiple hydrate plugs in per-mafrost regions and in the offshore conditions. In 1969 this discovery was formally recognized and re-gistered in the USSR. Yuri F. Makogon born May 15, 1930 in Ukraine. Dr. Makogon has authored eight monographs, including six books on gas hydrates and over 270 scientific papers. He holds 27 patents and has close to 60 years of experience in educa-tion and research for the oil and gas industry. Yuri F. Makogon is a Full Member of the Russian Academy of Natural Science. He was one of the founding of members of the RANS in 1990. He had served as the first Chairman of the Oil and Gas Section of the RANS. He is a Full Member of the Oil and Gas Aca-demy of Ukraine since 2010. Yuri is also a Member of the International Society of Petroleum Engineers. He organized and was the first Chairman of the SPE International, Russian Section in 1991–1993. He is also a member of the editorial board of the Inter-national Journal of Geology and Mineral Resour-ces of the World Ocean. He was the International

Distinguished SPE Lecturer for 2002–2003. He is presently the USA Section Regional Secretary of the RANS.

During his career Prof. Makogon held a number of leadership positions including head of the Gas Hydrate Laboratory of Petroleum Engi-neering Department at the Texas A&M University (1995–2010), Chairman of the technology group of international CODATA committee (1997–2008), and Director of the Russian Academy of Science Institute for Oil and Gas Research hydrate lab and at the Hydrocarbon and Environment Institute of the RANS (1987–1993). From 1974 till 1987 he served as the head of the gas-hydrate laboratory at the Central Gas Research Institute of the USSR. Dr. Makogon joined Texas A&M University in 1992 and has established a new direction in the re-search of water-gas phase behavior in the Earth's stratum, discovered a number of important new physical gas hydrates properties, researched ki-netics and morphology of hydrate crystals, struc-tural hydrogen bond memory of water, hydrate crystal transformation, and expanded knowledge of the existence of tremendous gas reserves in the hydrate form, proposed hydrate exploration and appraisal methods and technologies for deve-lopment of hydrates reservoirs. Yuri has retired in 2008. Dr. Y.F. Makogon holds an Honorary Doc-torate of the Nikolaev Institute of Inorganic Che-mistry Russian Academy of Science since 2005. His awards include Heritage Award recognizing his lifetime scientific accomplishments during the 2016 Offshore Technology Conference in Houston Texas on May 3, 2016; Honorary Medal “Star of Success”; 2015. His awards also include Golden Jubilee Medal of Russia in 1970; the Gubkin State Prize in 1989. Honorary Diploma of the Mendelev



Chemistry Society of Russia in 1982; Golden P. Ka-pitsa Medal for Scientific Discovery in 1997; Lifetime Achievement Award of Honor by the Sixth Interna-tional Conference on Gas Hydrates in 2008, Honor Certificate “Most Cited Articles 2007” from the J. Pe-troleum Science, London 2012; honorary sign “For Merits” in Science and Economics of Russia (2005). The First Prize at the Chess Tournament of Indian School of Mines in 1967; The First Prize at Young Pe-troleum Scientist Conference of Russia in 1965; Win-ner of the Ukraine State Inventors Competition in 1958. He has two children and three grandchildren. His hobbies include art painting, traveling and pho-tography [12].

AMERICAN INSTITUTE OF MINING, METALLURGICAL, AND PETROLEUM ENGINEERS

<http://www.aimehq.org/programs/award/bio/yuri-f-makogon>

ТЕКТОНИСТ НИКОЛАЙ НИКИТОВИЧ ШАТАЛОВ (К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

TECTONIST NIKOLAY NIKITOVICH SHATALOV (ON THE 70TH ANNIVERSARY OF BIRTH)

1 февраля 2019 года исполнилось 70 лет известному геологу-тектонисту, доктору геологических наук, ведущему научному сотруднику отдела энерго-массообмена в геосистемах Государственного учреждения “Научный центр аэрокосмических исследований Земли Института геологических наук Национальной академии наук Украины” Николаю Никитовичу ШАТАЛОВУ



Николай Никитович родился на восточной окраине бывшей Киевской Руси – в с. Богородицкое Горшеченского района Курской области. Его детство прошло на живописных просторах Среднерусской возвышенности – части Восточно-Европейской платформы, вблизи уникальных по запасам железорудных месторождений Курской магнитной аномалии (КМА). Там он учился в школе, а в 1967 году окончил знаменитый Старооскольский геологоразведочный техникум – старейшее учебное заведение геологического профиля в стране. Еще во время учебы в техникуме, кроме обычных по плану практик на железорудных месторождениях КМА, он работал в качестве техника-геолога в Сысертской полевой производственной экспедиции на “седом” Урале, где два летних полевых сезона занимался картированием рудоносных зон и тел, приуроченных к разломным тектоническим зонам субмеридионального простирания. Затем по направлению работал техником-геологом в Белорусском Полесье – в Пинской полевой геологической экспедиции. Серьезная школьная и техникумовская подготовка, полевая закалка, трудолюбие, усидчивость, целеустремленность, спорт и любовь к науке – все это позволило юноше сразу после техникума осуществить мечту и поступить в выбранный им ВУЗ.

В январе 1968 года Николай Никитович поступил на заочное отделение геологического факультета Киевского государственного университета (КГУ) имени Т. Г. Шевченко. Однако в КГУ возвратился лишь в ноябре 1970 года после службы в армии. В университете был студенческим деканом факультета, занимался научной работой и спортом, философией и журналистикой. В КГУ, например, он дополнительно учился на факультете журналистики и имеет еще и диплом журналиста. В 1975 году с блестящими показателями закончил геологический факультет КГУ по специальности “*Геологическая съемка и поиски месторождений полезных ископаемых*” и получил диплом с отличием. В те годы Киевский университет имени Т. Г. Шевченко был на высоком – мировом уровне! Подумать только, на геологическом факультете университета в те годы преподавали курс “Этика и эстетика”. Сложные и насыщенные программы курсов, производственные практики (т. е. настоящие геологические экспедиции) для студентов по всей территории бывшего СССР, уровень преподавания и требования к студентам и главное, профессорский состав университета – все было на высоте! Достаточно вспомнить имена Ф. А. Ру-

денко, Г. И. Молявко, О. Л. Эйнора, М. Н. Ключникова, В. С. Заики-Новацкого, Т. Н. Агафоновой, М. И. Толстого, М. Ф. Скопиченко, В. А. Слипенко, В. Н. Васько, В. К. Куликовского, Ю. Е. Добрянского, А. Г. Солдак, Н. И. Дробнохода, Н. Н. Жукова, В. Т. Латыша и других преподавателей.

Производственные практики во время учебы в университете Николай Никитович провел под руководством профессора В. С. Заики-Новацкого в Крыму и профессора М. И. Толстого – на Волини. Дипломную работу по металлогении Волини написал под руководством М. И. Толстого и первооткрывателя уникального Пержанского месторождения бериллия профессора Л. С. Галецкого. Именно эти профессора: тектонист В. С. Заика-Новацкий, геофизик М. И. Толстой и металлогенист Л. С. Галецкий склонили Николая Шаталова сделать важный выбор на всю жизнь – полюбить тектонику, геофизику и металлогению. После получения диплома Н. Н. Шаталов был оставлен в Киевском университете на геологическом факультете, где работал инженером в проблемной лаборатории физико-химических исследований горных пород (научный руководитель – профессор М. И. Толстой).

Осенью 1976 года Н. Н. Шаталов поступил в аспирантуру Института геологических наук (ИГН) АН УССР по специальности “Геотектоника”, в отдел мэтра геологии, выдающегося тектониста XX века, академика В. Г. Бондарчука. За короткий, трехлетний аспирантский период молодой исследователь самостоятельно смог подготовить работу, интересную с научной и важную с практической точки зрения. Кандидатскую диссертацию “*Структурно-геологические особенности дайковых образований Восточного Приазовья*” он блестяще защитил в сентябре 1980 года на ученом совете в ИГН АН УССР.

Работая в отделе геотектоники ИГН АН УССР под руководством выдающихся тектонистов, академиков В. Г. Бондарчука, а позднее – И. И. Чебаненко, Николай Шаталов быстро набирал профессионального веса и разнообразных научных знаний, что отразилось в монографиях. В 1983 г. издательством “Наукова думка”, с участием юбиляра, опубликована монография В. Г. Бондарчука и др. “*Закономерности развития региональной тектоники Украины*”, а в 1988 году увидела свет коллективная монография с И. И. Чебаненко и др. “*Тектоника Северного Причерноморья*”.

В конце 1970–1980-х годов в трудах молодого ученого много внимания стало уделяться также проблемам использования аэрокосмических методов при анализе тектоники и металлогении регионов Украины, что способствовало плодотворному развитию этого направления в ИГН АН УССР. Материалы исследований по космической тематике докладывались на многочисленных всесоюзных симпозиумах и опубликованы в Геологическом журнале (1982, 1985, 1988), журнале “Исследование Земли из космоса” (1980, 1989).

Признанием научного вклада в геологическую науку уже в молодые годы стало присуждение Н. Н. Шаталову в 1982 году медали с премией Академии наук УССР для молодых ученых за цикл работ **“Дайки Приазовья и их металлогеническое значение”**. Диплом и медаль президиума АН УССР Николай Никитович получил из рук выдающегося ученого современности, президента Академии наук Украины – академика Бориса Евгеньевича Патона.

Важными вехами в жизни молодого ученого-тектониста явились устный доклад (совместно с Н. П. Михайловой) на пленарном заседании XXVII Международного геологического конгресса, состоявшегося в Москве в 1984 году и публикация личной монографии **“Дайки Приазовья”** в 1986 году. С этого периода юбиляр прочно вошел в элиту геологов-дайкистов бывшего СССР и представлял страну на международных симпозиумах в Канаде, Австралии, Финляндии, Бразилии, Аргентине, Израиле, Китае.

Весьма плодотворным является 15-летний (1986–2001 гг.) период работы Н. Н. Шаталова в должности старшего научного сотрудника в Институте геофизики НАН Украины. Тут он также не был кабинетным ученым. За плечами были экспедиции в Крым, Приднестровье, Кировоградский и Волынский мегаблоки Украинского щита, а также на Воронежский кристаллический массив и в некоторые регионы Балтийского щита. Лично и совместно с коллегами-геофизиками им сделано более 40 докладов на республиканских, всесоюзных и международных симпозиумах и конгрессах, опубликовано более 100 научных работ, в том числе монография **“Палеомагнетизм гипабиссального комплекса Приазовья”** (Н. П. Михайлова и др., 1988). В этот период Николай Никитович подготовил также ряд научных рекомендаций и внедрил их в практику геологоразведочных работ. Их использование производителями принесло плоды. В связи с прогнозом автора в пределах Антон-Тарамского дайкового пояса открыты три трубки и две дайки алмазоносных кимберлитов. Подготовленная им же рекомендация по редкометалльным дайкам онгонитов Приазовского и Волынского мегаблоков Украинского щита, внедренная в Приазовскую ГРЭ, способствовала открытию в Восточном Приазовье Каранского месторождения редких металлов. По рекомендациям старших научных сотрудников НАН Украины Г. Л. Кравченко и Н. Н. Шаталова, подготовленным независимо друг от друга и внедренным в ПГО “Кировгеология”, в 1992 году в пределах Сорокинского трога Западного Приазовья было открыто уникальное Сурожское месторождение золота. Разработка указанного месторождения золота высокорентабельна. Прибыль для страны может составить десяток миллиардов долларов.

В 2001 году по инициативе заведующего отделом тектоники, академика НАН Украины И. И. Чебаненко юбиляр вернулся на работу в ИГН НАН Украины и на новом уровне занялся проблемами разломно-блоковой текто-

ники и дайкового магматизма различных регионов Украинского щита и обрамляющих его структур. Он был ответственным исполнителем разделов ряда тектонических тем. Из-под пера ученого в этот период вышло около 100 научных работ, а в 2013 году защищена докторская диссертация по специальности “Геотектоника” на тему **“Разломно-блоковая тектоника Приазовского мегаблока”**. В ней, по данным многолетних аэрокосмических, геофизических и геологических исследований, автор предложил новую модель тектоники, эволюционного развития и закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых этого докембрийского региона.

Особо необходимо отметить пятилетний период совместной работы юбиляра с выдающимся украинским металлогенистом XX века, профессором Леонидом Станиславовичем Галецким. Исследования Николая Никитовича этого периода имеют металлогенический аспект.

С 2017 года Н. Н. Шаталов работает в отделе энергообмена в геосистемах ГУ “Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины” – заведующий отдела и почетный директор Центра академик НАН Украины Вадим Иванович Лялько. Основным направлением научных исследований юбиляра остается детальное изучение тектоники и минерализации регионов Украины с помощью дистанционного зондирования Земли и геолого-геофизических методов, а также аэрокосмические исследования в геоэкологии.

Исследования Николая Никитовича Шаталова имеют широкий практический аспект. Он автор и соавтор 225 научных работ, в том числе личной и четырех коллективных монографий. Научные работы написаны им ясно, просто и имеют высокий уровень цитирования – особенно личная монография. Его монография “Дайки Приазовья” оцифрована в США и России. Он член двух специализированных советов по защите диссертаций (в ИГН и ЦАКИЗе), заместитель главного редактора журнала “Тектоніка і стратиграфія” и член редколлегии “Українського журналу дистанційного зондування Землі”.

Коллеги-геологи тепло поздравляют юбиляра и желают ему крепкого здоровья, личного счастья, научных открытий и вдохновения на пути достижения новых научных вершин.



НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ
**МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ
УКРАЇНИ**

Коллектив журналу
нагадує авторам
і читачам, що триває
передплата на журнал
МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ
на II півріччя 2019 р.

Передплатний індекс
за Каталогом
періодичних видань України –
48336



mruggeo.ukrdgri.gov.ua



Завідувач редакції — С. О. НЕКРАСОВА
Літературні редактори-коректори —
Р. В. КОРНІЄНКО, Я. І. ВОЗНІЮК
Технічні редактори — А. В. ВОЛКОГОН, І. О. НАГОРНИХ
Комп'ютерна верстка — Б. І. ВОЛИНЕЦЬ
Художній редактор — Б. І. ВОЛИНЕЦЬ

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 182 від 18.09.2000 р.
Здано до набору 27.02.2019
Підписано до друку 26.03.2019
Формат 60х90 ¹/₈
Папір крейдовий
Друк офсетний. Ум.-друк. арк. 6,5
Обл.-вид. арк. 9. Тираж 300 прим.
Зам. № 315

Адреса редакції та п/п: Київ-114, вул. Автозаводська, 78А
Тел. редакції: 206-35-18, 206-35-20
E-mail: mru@ukrdgri.gov.ua, press.ukrdgri@gmail.com
<http://mruggeo.ukrdgri.gov.ua>