УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ

№ 3–4
2019

Збірник наукових праць УкрДГРІ

науковий журнал

Виходить чотири рази на рік

Засновано у 2000 р.

Київ
УкрДГРІ
2019

ББК 32.973я43+33.12я43
З-41

ISSN 1682-3591

Головний редактор доктор технічних наук *С. В. Гошовський*

Редакційна колегія: *О. Т. Азімов, О. Б. Бобров, Ю. М. Веклич, Ю. І. Войтенко, В. М. Гулій, В. І. Зацерковний, І. Г. Зезекало, М. М. Зінчук (Росія), О. В. Зур'ян, М. М. Костенко, О. В. Кравченко, М. Д. Красножон* (заступник головного редактора), *С. О. Кудря, О. І. Левченко, О. А. Лисенко, О. Ю. Лукін, Н. Г. Люта, Г. Г. Лютий, Б. І. Малюк, Н. Я. Мармалевський, С. О. Некрасова, А. Я. Парфенова* (відповідальний секретар), *Г. І. Рудько, І. В. Саніна, Л. М. Степанюк, В. В. Сукач, Є. О. Яковлєв*

Відповідальний за випуск *М. М. Костенко*

Затверджено до друку вченою радою УкрДГРІ
протокол № 3 від 30.09.2019 р.

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ УкрДГРІ
науковий журнал
№ 3–4/2019
Засновник — Український державний геологорозвідувальний інститут (УкрДГРІ)
Зареєстровано в Державному комітеті
інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України
Свідоцтво про державну реєстрацію серія КВ № 4558 від 18.08.2000 р.

Наукове видання внесено до переліку наукових фахових видань України
з геологічної і технічної галузей науки. Наказ Міністерства освіти та науки України
№ 515 від 16.05.2016 р.

Завідувач редакції *С. О. Некрасова*
Редактори *Р. В. Корнієнко, Я. І. Вознюк*
Комп'ютерна верстка *С. І. Вишницька*
Художній редактор *Б. І. Волинець*

Здано до складання 11.07.2019. Підписано до друку 17.12.2019. Формат 60×84 $^{1}/_{8}$.
Ум.-друк. арк. 21,75. Обл.-вид. арк. 17,62. Тираж 300 прим. Зам. № 323
Видавництво УкрДГРІ
Р. с. серія ДК № 182 від 18.09.2000 р.
04114, м. Київ-114, вул. Автозаводська, 78А

Адреса редакції та п/п: інформаційно-видавничий відділ УкрДГРІ
04114, м. Київ-114, вул. Автозаводська, 78А
Тел.: 206-35-18; тел./факс: 426-91-71
E-mail: mru@ukrdgri.gov.ua

© УкрДГРІ, 2019

UKRAINIAN STATE GEOLOGICAL RESEARCH INSTITUTE

№ 3–4
2019

Scientific proceedings of UkrSGRI

SCIENTIFIC JOURNAL
4 ISSUES PER YEAR
FOUNDED IN 2000

Kyiv
UkrSGRI
2019

ББК 32.973я43+33.12я43
З-41

ISSN 1682-3591

Editor-in-Chief *S. V. Goshovskyi*

EDITORIAL BOARD: *O. T. Azimov, O. B. Bobrov*, *Yu. M. Veklych, Yu. I. Voytenko, V. M. Guliy, V. I. Zatserkovnyi, I. G. Zezekalo, M. M. Zinchuk (Russia), O. V. Zuryan, M. M. Kostenko, O. V. Kravchenko, M. D. Krasnozhon* (Deputy Editor-in-Chief), *S. O. Kudrya, O. I. Levchenko, O. A. Lysenko, O. Yu. Lukin, N. G. Lyuta, G. G. Lyutyi, B. I. Malyuk, N. Ya. Marmalevskiy, S. O. Nekrasova, A. Ya. Parfenova* (Managing Secretary), *G. I. Rudko, I. V. Sanina, L. M. Stepanyuk, V. V. Sukach, Ye. O. Yakovlev*

Approved to publishing by Scientific Council of UkrSGRI

SCIENTIFIC PROCEEDINGS OF UkrSGRI
SCIENTIFIC JOURNAL
№ 3–4/2019
FOUNDER – UKRAINIAN STATE GEOLOGICAL RESEARCH INSTITUTE (UkrSGRI)

Head of the Editorial Staff
S. O. Nekrasova
Editors
R. V. Korniienko, Ya. I. Vozniuk

EDITORSHIP ADDRESS
Avtozavodska, 78A, Kyiv 04114, Ukraine
Phone (+38044) 206-35-18,
fax (+38044) 426-91-71
ukrdgri@ukrdgri.gov.ua

© UkrSGRI, 2019

ЗМІСТ

Регіональна геологія, петрологія, металогенія

Костенко М. М. МЕТАЛОГЕНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РУДОНОСНОСТІ БАЗИТОВИХ ДАЙКОВИХ КОМПЛЕКСІВ ВОЛИНСЬКОГО МЕГАБЛОКА УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА 9

ВІТАЄМО З ЮВІЛЕЄМ МИКОЛУ МИХАЙЛОВИЧА КОСТЕНКА 24

Ганжа Е. А., Охолина Т. В., Крошко Ю. В. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РУДОНОСНОСТЬ ЗЕЛЕНОЯРСКОГО ТИТАН-ЦИРКОНИЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ 26

Зинчук Н. Н. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗА ИЗ КИМБЕРЛИТОВ И ДРЕВНИХ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ (на примере Сибирской платформы) 39

Нафтогазова геологія і геофізика

Дем'яненко І. І. ГІПСОМЕТРІЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ В УТВОРЕННЯХ ФАНЕРОЗОЮ ПІВДЕННОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ 61

Використання комп'ютерних технологій для вирішення еколого-геологічних проблем

Люта Н. Г., Саніна І. В., Приходько С. М. ДОСВІД СТВОРЕННЯ ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНИХ ОГЛЯДІВ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ 71

Геологічні пам'ятки природи

Музичко Т. І., Пилипчук О. М. ПОСМАК 80

Технологія і техніка буріння

Волошинівський Б. О., Рой М. М., Ластовка В. Г. СУЧАСНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ ЦЕМЕНТУВАННЯ СВЕРДЛОВИН 98

Орловський В. М. ТАМПОНАЖНІ МАТЕРІАЛИ, РОЗШИРЮВАНІ ПІД ЧАС ТВЕРДІННЯ 106

Дискусія щодо вдосконалення кореляційної хроностратиграфічної схеми раннього докембрію УЩ

Кирилюк В. П. СТРАТИГРАФІЧНА СХЕМА НИЖНЬОГО ДОКЕМБРІЮ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ЇЇ ГЕОХРОНОМЕТРИЧНІ ПРОБЛЕМИ. Стаття 2. Проблеми бузької серії побузького комплексу та інших високотемпературних стратометаморфічних комплексів 114

Кирилюк В. П. СТРАТИГРАФІЧНА СХЕМА НИЖНЬОГО ДОКЕМБРІЮ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ЇЇ ГЕОХРОНОМЕТРИЧНІ ПРОБЛЕМИ. Стаття 3. Деякі геологічні аспекти інтерпретації ізотопних даних 134

ПАМ'ЯТІ В'ЯЧЕСЛАВА ЯКИМОВИЧА ВЕЛІКАНОВА 158

ЗМІСТ ЗБІРНИКІВ НАУКОВИХ ПРАЦЬ УкрДГРІ ЗА 2019 РІК 161

CONTENTS

Geology, petrology, metallogeny

Kostenko M. M. METALLOGENIC FEATURES AND ORE-BEARING EVALUATION OF BASITE DIKE FORMATIONS OF VOLYN BLOK OF THE UKRAINIAN SHIELD 9

CONGRATULATIONS WITH ANNIVERSARY M. M. KOSTENKO 24

Ganzha E. A., Okholina T. V., Kroshko Yu. V. GEOLOGICAL STRUCTURE AND ORE CONTENT OF ZELENOYARSK TITANIUM ZIRCONIA DEPOSIT 26

Zinchuk N. N. COMPARATIVE FEATURES OF DIAMONDS FROM KIMBERLITES AND ANCIENT SEDIMENTARY CAPITALS (on the example of the Siberian platform) 39

Oil and gas geology and geophysics

Demyanenko I. I. THE VIEWPOINT ABOUT THE HYPSOMETRY OF THE HYDROCARBON DEPOSITS VERTICAL DISTRIBUTION IN THE PHANEROZOIC FORMATIONS OF THE UKRAINIAN SOUTHERN OIL AND GAS REGION 61

Computer techniques implementation to ecology-geological problem solving

Lyuta N. G., Sanina I. V., Prykhodko S. M. EXPERIENCE OF REGIONS ECOLOGICAL AND GEOLOGICAL REVIEWS CREATION IN GEOINFORMATION SYSTEM 71

Geological sights of nature

Muzychko T. I., Pylypchuk O. M. AFTERTASTE 80

Drilling technology and techniques

Voloshynivskyi B. O., Roy M. M., Lastovka V. H. MODERN TECHNICAL-TECHNOLOGY POSSIBILITIES OF WELLS CEMENTATION 98

Orlovskyi V. M. EXTENDING CEMENT MATERIALS 106

Discussion about the chronostratigraphic scale improvement of Early Precambrian of the Ukrainian Shield

Kyrylyuk V. P. STRATIGRAPHIC SCHEME OF THE LOWER PRECAMBRIAN OF THE UKRAINIAN SHIELD AND THE ISSUES WITH ITS GEOCHRONOMETRY. Article 2. The issues of the Buh series of the Buh Area complex and other high temperature stratometamorphic complexes 114

Kyrylyuk V. P. STRATIGRAPHIC SCHEME OF THE LOWER PRECAMBRIAN OF THE UKRAINIAN SHIELD AND THE ISSUES WITH ITS GEOCHRONOMETRY. Article 3. Certain geological aspects of interpreting isotope data 134

IN MEMORY OF V. Ya. VELIKANOV 158

CONTENTS OF SCIENTIFIC PROCEEDINGS OF UkrSGRI IN 2019 161

УДК 552.31:553.43/.48(477.42)

М. М. Костенко, *д-р геол. наук, завідувач відділу геології рудних та нерудних корисних копалин (Український державний геологорозвідувальний інститут),*
nrsggs@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-0781-7318

МЕТАЛОГЕНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РУДОНОСНОСТІ БАЗИТОВИХ ДАЙКОВИХ КОМПЛЕКСІВ ВОЛИНСЬКОГО МЕГАБЛОКА УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

За результатами виконаного металогенічного аналізу серед дев'яти базитових дайкових комплексів Волинського мегаблока Українського щита (УЩ) виділено п'ять груп, які характеризуються різною рудоносністю.

Перша група охоплює дайки посттетерівського діабазового й постжитомирського діабаз-лампрофірового комплексів, які зазнали нерівномірних змін під впливом метаморфічних або накладених гідротермально-метасоматичних процесів, і в металогенічному аспекті через низький уміст рудних компонентів (зокрема титаномагнетиту) є безперспективними. До другої групи належать дайки городницького комплексу лужно-ультраосновних порід, складені мельтейгіт- та якупірангіт-порфірами, що знаменують собою передкімберлітовий етап магматизму й отже слугують одним з важливих прогнозно-пошукових критеріїв алмазоносних кімберлітових тіл у регіоні. Третя металогенічна група представлена толеїтовими (прототраповими) габродолеритовою (прутівський) і габро-троктоліт-габродолеритовою (кам'янський комплекс) формаціями. Ця група добре зіставляється з відомими нікеленосними формаціями Світу (трапи Сибірської платформи й Воронезького кристалічного масиву) і є високоперспективною на відкриття промислових родовищ сульфідних мідно-нікелевих руд із супутніми кобальтовим і платинометалевим компонентами. До складу четвертої металогенічної групи входять дайки сублужної габродолеритової (замисловицький (добілокоровицький), коростенський і посткоростенський дайкові комплекси) формації, які мають фосфор-титанову рудну спеціалізацію, але в них немає багатих післямагматичних скупчень (ільменітових рудних стовпів), тому на сьогодні вони загалом поки що не мають промислового інтересу. П'яту металогенічну групу складають силоподібні тіла діабазів постовруцького дайкового комплексу, для яких характерна апатит-ільменітова й гематит-мартит-гетит-гідрогетитова рудна спеціалізація і які заслуговують подальшого вивчення щодо виявлення промислових концентрацій апатитових руд із супутніми ільменітовим і залізистим компонентами.

Ключові слова: *Український щит, Волинський мегаблок, базитові дайкові комплекси, металогенічні особливості, сульфідне мідно-нікелеве зруденіння, фосфор-титанова спеціалізація.*

Волинський мегаблок Українського щита (УЩ) дуже насичений дайковими утвореннями основного, середнього й кислого складу, які контролюють зони розривних порушень докембрійського фундаменту щита переважно північно-східного й північно-західного простягання (рис. 1). Однак найбільше поширення серед них мають дайки основного й середнього складу. З давніх часів вони є предметом досліджень різних дослідників. Так, питанням геології, петрографії, мінералогії,

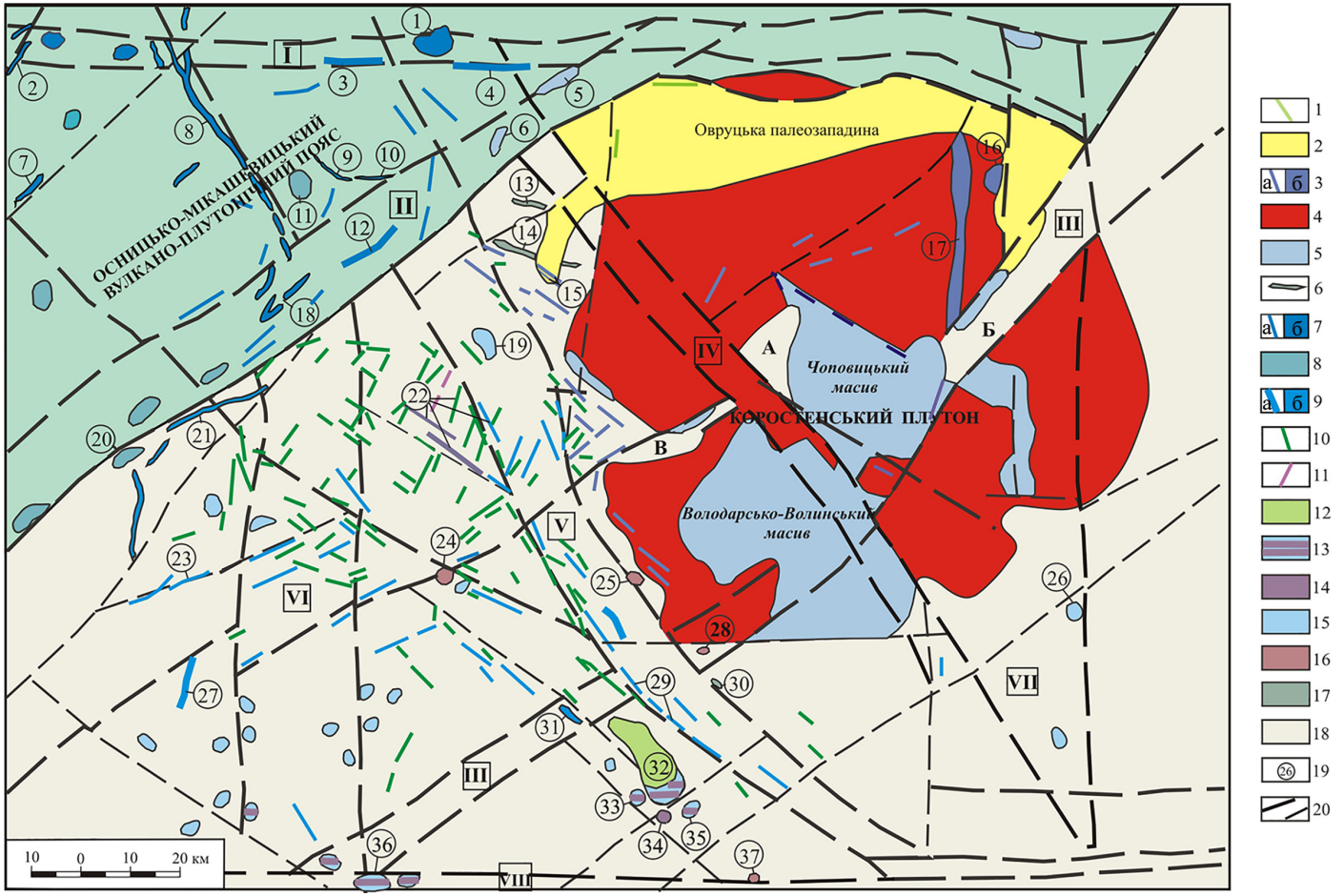


Рис. 1. Схематична карта поширення базитових дайок і гіпербазит-базитових масивів Волинського мегаблока УЩ [26]

1 – дайки діабазів постовруцького комплексу; 2 – нижньо-середньопротерозойські вулканогенно-осадові утворення топільнянської (Білокоровицька палеозападина) та овруцької (Овруцька палеозападина) серій; 3 – дайки долеритів і габродолеритів посткоростенського дайкового комплексу (а – потужність тіл до 50 м, б – понад 50 м); 4–5 – коростенський інтрузивний комплекс (4 – граніти рапаківі й рапаківіподібні, 5 – габро,

габронорити, габроанортозити, анортозити); 6 – дайки габродолеритів замисловицького комплексу; 7 – дайки долеритів і габродолеритів та габро-троктолітові масиви кам'янського комплексу (а – інтрузиви потужністю до 50 м, б – понад 50 м); 8 – масиви габро осницького комплексу; 9 – дайки долеритів і габродолеритів прутівського комплексу (а – недиференційовані інтрузиви потужністю до 50 м, б – диференційовані інтрузиви потужністю понад 50 м); 10 – дайки постжитомирського діабаз-лампрофірового комплексу; 11 – дайки городницького комплексу лужно-ультраосновних порід; 12–15 – букинський комплекс (12 – монцоніти, габромонцоніти, діорити; 13 – породи гіпербазит-базитового складу диференційованих інтрузій; 14 – гіпербазити недиференційованих інтрузій; 15 – габро, габронорити недиференційованих інтрузій); 16–17 – нарцизівський комплекс (16 – метаперидотити, метапіроксеніти, 17 – габроамфіболіти); 18 – гнейсо-мігматитові утворення складчастого фундаменту. 19 – *нумерація окремих масивів, дайок і дайкових зон базитових і гіпербазит-базитових утворень (цифри в кружках)*: 1 – Кам'янський масив, 2 – Горинська зона дайок, 3 – Березівська дайка, 4 – Глушковицька дайка, 5 – Селезівський масив, 6 – Юрівський масив, 7 – Костянтинівська дайка, 8 – Томашгородська зона дайок, 9 – Берестівська дайка, 10 – Сновидовицька група дайок, 11 – Рокитнянський масив, 12 – Корощинський інтрузив, 13 – Замисловицька дайка, 14 – Білокоровицька дайка, 15 – Південнобілокоровицька група дайок, 16 – Давидківський масив, 17 – Звіздаль-Заліська дайка, 8 – Карпилівська група дайок, 19 – Жубровицький масив, 20 – Ялинівський масив, 21 – Броніславівська зона дайок, 22 – Ємільчинська зона дайок, 23 – Крилівська зона дайок, 24 – Романівський масив, 25 – Нарцизівський масив, 26 – Толстовський масив, 27 – Жуківська інтрузія, 28 – Новопільський масив, 29 – Богданівська зона дайок, 30 – Дубовецький масив, 31 – Прутівська силоподібна інтрузія, 32 – Букинський масив, 33 – масив Шейка, 34 – масив Годиха, 35 – Залізнянський масив, 36 – Варварівський масив, 37 – масив Ріг. 20 – *зони розламів та окремі розломи (а – глибинні, б – локальні)*: I – Південноприп'ятська, II – Сущано-Пержанська, III – Тетерівська, IV – Центральнокоростенська, V – Красногірсько-Житомирська, VI – Корецько-Шепетівська, VII – Кіровсько-Кочерівська, VIII – Андрушівська. *Блоки порід (виступи) складчастого фундаменту серед Коростенського плутону*: А – Бехівський, Б – Недашківський, В – Пугачівський

геохімії, металогенії, систематизації і класифікації базитових дайкових утворень присвячені праці В. І. Лебединського, І. Л. Личака, Л. Г. Ткачука, І. С. Усенка, В. П. Бухарєва і В. Д. Полянського [2–4], О. В. Зінченка та ін. [9, 10], М. М. Костенка [8, 11–27], В. Ф. Грінченка [7], Є. Г. Шмельова [35], Л. В. Шумлянського [36–38], І. Б. Щербакова [39], Ю. В. Гейко та ін. [31], А. М. Омельченко і О. В. Митрохина [29, 30]. Проте попри довготривале їхнє вивчення ще й на сьогодні найпроблемнішими є питання розчленування, вікового положення, комплексної належності і перспектив рудоносності базитових дайок.

У різні періоди вивчення дослідники виділяли від двох до п'яти вікових груп (комплексів) дайок. В останній час на підставі систематизації геологічних, петрографічних, геохімічних і радіоізотопних даних автор у протерозої Волинського мегаблока УЩ виокремив дев'ять дайкових комплексів основного й середнього складу, пов'язаних з окремими стадіями тектономагматичної активізації регіону. Питання стосовно геології та петро- і геохімічних особливостей цих дайкових комплексів уже розглянуто в окремих працях [26, 27]. Метою ж цієї статті є висвітлення металогенічних особливостей і перспектив їхньої рудоносності.

Посттетерівський діабазовий комплекс

Представлений найдавнішими палеотипними дайковими утвореннями регіону, складеними амфіболовими діабазами й габродіабазами, які залягають у вигляді малопотужних (перші метри – перші десятки метрів) дайок серед метавулканогенних і метаосадових палеопротерозойських порід хоморської й тетерівської серій і є зазвичай комагматичною метавулканітам інтрузивною фацією. Разом з умісними породами вони зазнали регіонального метаморфізму амфіболітової фації і пізнішої гранітизації під час шереметівського й житомирського етапів ультраметаморфічних перетворень, які призвели до повного перетворення

первинних мінеральних парагенезисів. Ці дайки вкорінювалися ще до моменту регіонального метаморфізму (понад 2100 млн років тому).

Породи належать до нормального й сублужного ряду та характеризуються низькою глиноземистістю, помірною загальною залізистістю, нижчекларковим умістом титану та елементів сидерофільної геохімічної групи – Cr, Ni, а також Cu [27]. На металогенічній діаграмі О. І. Богачова [1] діабази й габродіабази потрапляють у статистичне поле потенційно титаноносних порід або розміщуються поблизу нього (рис. 2). Породи загалом збіднені рудними та акцесорними мінералами, серед яких кількісно переважає титаномагнетит. Проте останній не утворює якихось значущих рудних концентрацій. Також не визначено й підвищених концентрацій якоїсь іншої накладеної епігенетичної мінералізації. Тому самі по собі ці дайки не становлять практичного інтересу.

Однак, часто до них приурочені різного роду геохімічні аномалії свинцю, міді, олова, нікелю, сурми тощо, які вказують на можливу роль дайок як трасерів рудоконтролювальних структур.

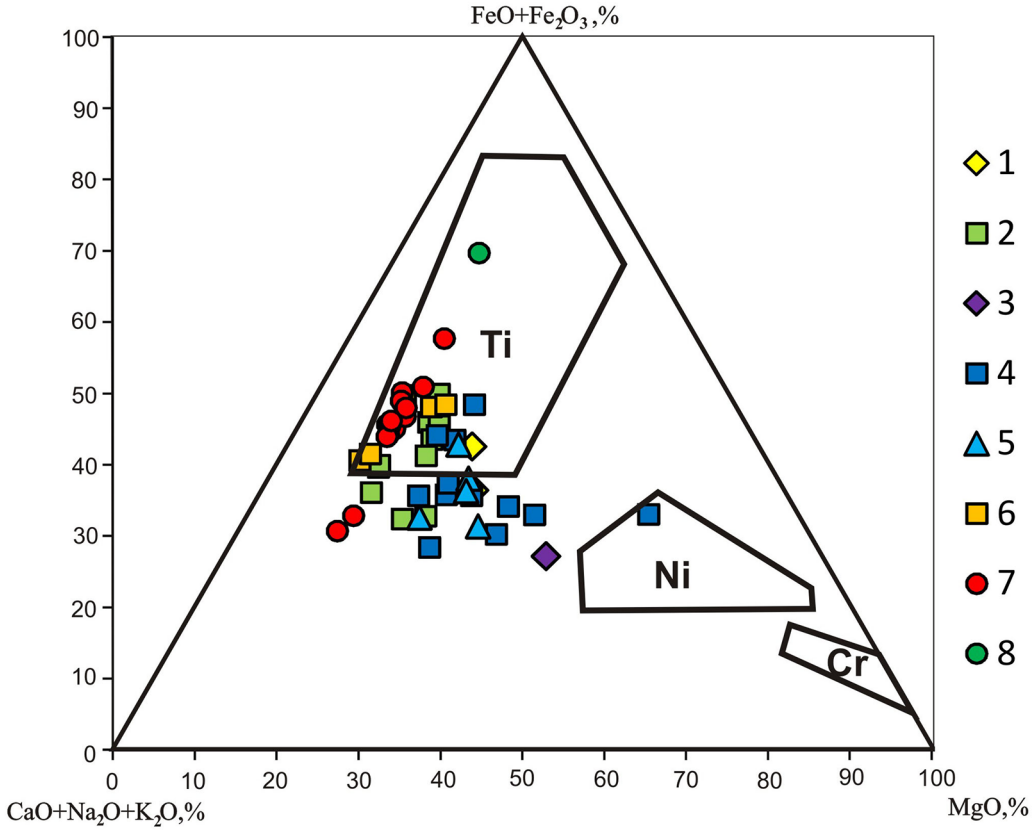


Рис. 2. Положення дайкових утворень Волинського мегаблока на металогенічній діаграмі А. І. Богачова

Дайкові комплекси: 1 – посттетерівський; 2 – постжитомирський; 3 – городницький; 4 – прутівський; 5 – кам'янський; 6 – замисловицький (добілокоровицький); 7 – посткоростенський; 8 – постовруцький

Постжитомирський діабаз-лампрофіровий комплекс

Цей комплекс складають дайки порід палеотипного вигляду – діабазів і діабазових порфіритів, діоритових порфіритів і лампрофірів, які утворюють багатокілометрові рої північно-східного й північно-західного простягання в гнейсо-гранітному складчастому фундаменті Волинського мегаблока. Для порід цього комплексу характерне нерівномірне змінювання під впливом накладених гідротермально-метасоматичних процесів, завдяки чому співвідношення піроксену та амфіболу в них має істотне коливання. Дайки впроваджувались у часовому інтервалі між житомирським та осницьким комплексами (2040–2000 млн років).

Основні дайкові породи комплексу за ступенем глиноземистості належать до низько- й помірно глиноземистих утворень. Петрохімічними ознаками діабазів і діабазових порфіритів, що відрізняють їх від попереднього типу дайкових порід, є підвищений уміст титану (понад 1,79 % TiO_2), низький – магнію (на рівні 4–5 % MgO) за помірної загальної залізистості порід [27]. Тому на металогенічній діаграмі дайкові утворення розміщуються в статистичному полі потенційно титаноносних порід або поблизу нього (рис. 2).

Однак у металогенічному аспекті ці дайки, як і попереднього комплексу, безперспективні. За геохімічними даними рудні елементи (Ti, Ni, Cr, Cu, Mn) формують у породах групу дефіциту [27]. До того ж основний рудний мінерал – титаномагнетит – не утворює в них значущих рудних концентрацій. Епігенетичні процеси також не призвели до накопичення якихось рудних компонентів, а сприяли формуванню лише підвищених концентрацій рідкісних і рідкісноземельних (Nb, Sn, Be, Zr, Ba, La, Ce), халькофільних (Pb, Zn, Bi, Cu) і благородних (Au) елементів, які вказують на можливу роль дайок як трасерів рудоконтролювальних структур.

Водночас, оскільки дайки цього комплексу структурно й просторово контролюють тіла лужних метасоматитів, з якими пов'язані підвищені концентрації золота, рідкісних металів та урану, то вони можуть слугувати додатковим локальним структурно-геологічним критерієм рудоконцентрації цих металів [35].

Дайки городницького комплексу лужно-ультраосновних порід

Дайки мають невелике поширення в межах Глумчанської кільцевої структури Новоград-Волинського блока першого порядку [31]. Невеликої потужності дайки (до 1,5 м) складені мельтейгіт- та якупірангіт-порфірами, нерівномірно зміненими під впливом накладених гідротермально-метасоматичних процесів. Становлення дайок відбувалось у віковому інтервалі 2000–1980 млн років.

Це недонасичені кремнеземом (нефелін- та олівін-нормативні) ультраосновні породи, які характеризуються низькою глиноземистістю, низьким умістом TiO_2 і P_2O_5 і високою магнезіальністю (15,41 % MgO) [27]. На металогенічній діаграмі дайкові породи розміщуються поблизу статистичного поля нікеленосних порід (рис. 2). До того ж вони не несуть якогось рудного навантаження. Проте вони, як вважається, очевидно являють собою передкімберлітовий етап магматизму, отже слугують одним з важливих прогнозно-пошукових критеріїв алмазоносних кімберлітових тіл у регіоні.

Прутівський комплекс

Об'єднує кайнотипні породи толеїтової габродолеритової (прототрапової) формації, розвинені в межах Новоград-Волинського та Коростенського (складчасте облямування однойменного плутону) тектонічних блоків першого порядку [2–4, 8, 10, 11, 13, 17–20, 22, 25–27, 33, 37]. Представлений диференційованими (Прутівська) і недиференційованими (численні інші дайки основного складу Волинського мегаблока) інтрузіями. Формування дайок відбувалось на рубежі 2 млрд років (ізотопний вік Прутівської інтрузії, визначений уран-свинцевим методом за цирконами, становить 1990 млн років [33, 34]).

Як їхні формаційні аналоги розглядають інтрузивні утворення трапової формації Сибірської платформи й Воронезького кристалічного масиву.

Олівінові, олівінумісні і троктолітові долерити й габродолерити належать до помірно глиноземистих порід, а пікритові долерити – до низькоглиноземистих утворень. Для порід Прутівської інтрузії характерні загалом помірна залізистість і відносно низький уміст титану (менше 1,24 %) і відповідно фосфору (менше 0,6 %) [27]. Однак у габро-пегматитах уміст діоксиду титану і пентаоксиду фосфору різко збільшується, сягаючи в окремих інтервалах промислових концентрацій.

Базитові утворення прутівського комплексу характеризуються позитивною металогенічною спеціалізацією на нікель, мідь і кобальт [13, 27]. На металогенічній діаграмі долерити й габродолерити розміщуються переважно між статистичними полями титаноносних і нікеленосних порід, а найбільш магнезіальні їхні різновиди – пікритові долерити – у нікеленосному полі (рис. 2).

Просторово й генетично з пологозалеглою силоподібною Прутівською інтрузією пов'язаний перспективний рудопрояв сульфідних мідно-нікелевих руд з металами платинової групи [13, 19, 22, 32]. Сульфідна мінералізація в ньому приурочена до контактів габроїдів з умісними породами і в розрізі простежується у вигляді двох рудоносних зон (пластоподібних покладів), одна з яких розміщена у висячому боці інтрузиву, а інша – у її лежачому ендо-екзоконтакті. Потужність зон варіює від 3–4 до 30–34 м, а рудних тіл у них – від 1 до 15,1 м. У межах зон сульфіди розподілені нерівномірно; їхня кількість змінюється від 3–5 до 20 %, сягаючи інколи 50–60 % від об'єму породи. Морфологічно сульфіди утворюють три типи руд: розсіяні дрібні (0,1–1 мм) інтерстиційні виділення поміж породотвірними мінералами, гніздоподібні великоагрегатні уособлення округлої й неправильної форми розміром до 1,5–3 см, а інколи й більше, прожилкові виділення (до 2–5 см) і невеликі тіла (від 0,2 до 1,6 м) суцільних руд. Найпоширенішими рудними мінералами Прутівського рудопрояву є піротин, пентландит, халькопірит, магнетит і титаномагнетит. Інші мінерали (пірит, віоларит, макінавіт, кубаніт, галеніт, хроміт, графіт) трапляються в невеликих кількостях і мають другорядне значення.

Уміст нікелю в рудних тілах становить 0,3–3,84 %, міді – 0,1–2,88 %, кобальту – до 0,02 %. В окремих інтервалах по розрізу Прутівської інтрузії визначено також підвищені концентрації благородних металів – платини (0,094–5 г/т), паладію (0,2–0,5 г/т) і золота (0,1–0,55 г/т). Крім того, з горизонтом пегматоїдного габро та габро-пегматитів, середньою потужністю 31 м, пов'язаний рудопрояв титану (до 5,64 %) і фосфору (до 2,64 %), представлений ільменітом, титаномагнетитом та апатитом.

Кам'янський комплекс

Представлений різною мірою диференційованими інтрузіями толеїтової (прототрапової) габро-троктоліт-габродолеритової формації. У її складі виділяються дві асоціації: габро-троктолітова (Кам'янський масив ультраосновних-основних порід) і габродолеритова (Томашгородська, Берестинська, Сновидовицька та інші дайки Осницько-Мікашевицького вулкано-плутонічного поясу) [13–16, 22, 25–27, 36]. За геологічними даними вкорінення інтрузій кам'янського комплексу відбувалось у віковому діапазоні між становленням гранітів осницького комплексу (1960 млн років), які вони прориває, і початком формування порід Коростенського плутону (1800 млн років), у межах якого їх немає.

Як відомо з праць [13, 16, 22], з розшарованим Кам'янським масивом пов'язаний рудопрояв сульфідних мідно-нікелевих руд. Зруденіння визначено в перидотитах придонної частини масиву. Сульфіди вкрапленого і гніздово-вкрапленого типу (розміром до 4 см) утворюють мінералізовану зону, потужність якої змінюється

від 5 до 141,5 м, у середньому становить 61,2 м. Уміст сульфідів у ній коливається від 3 до 25 %. Сульфідне зруденіння складене піротином, пентландитом, халькопіритом, кубанітом і піритом; у невеликій кількості трапляються віоларит, макінавіт і марказит. У перидотитах, олівіновому габро й габронноритах так само визначено платину (до 0,1–0,12 %) і паладій (до 0,11 %).

Долерити й габродолерити прототрапової формації за петрографічним і мінеральним складом та петрохімічними ознаками ідентичні утворенням прутівського комплексу, з яким пов'язаний, як зазначено раніше, перспективний однойменний сульфідний мідно-нікелевий рудопрояв.

У петрохімічному аспекті толеїти характеризуються помірними глиноземистістю й загальною залізистістю, дещо підвищеним, порівнюючи з породами прутівського комплексу, умістом TiO_2 (до 1,65 %) і P_2O_5 (варіює від 0,4 до 1,22 %) і однаковим з ними вмістом магнію й кальцію [27]. На металогенічній діаграмі О. І. Богачова [1] долерити й габродолерити кам'янського комплексу здебільшого локалізуються між статистичними полями потенційно титаноносних і нікеленосних порід (рис. 2).

Попри знижені концентрації у вивчених недиференційованих дайках нікелю відносно кларка для основних порід [27] загалом перспективи нікеленосності порід цього комплексу все ж таки є досить високими, і пов'язуються вони саме з диференційованими інтрузіями, на виявлення яких мають спрямовувати пошукові роботи.

Замисловицький (добілокоровицький) комплекс кайнотипних сублужних долеритів і габродолеритів

Представлений дайками, розвиненими в межах однойменного блока, у бортах Білокоровицької палеозападини (Білокоровицька, Замисловицька та інші дайки) [26]. Вікове положення дайок за геологічними даними визначається періодом між завершенням становлення інтрузій осницького комплексу (дайки їх прориваються) і формуванням Білокоровицької палеозападини, відкладами якої вони перекриваються (тобто у віковому інтервалі 1950–1800 млн років).

Сублужні породи характеризуються низькою, помірною й високою глиноземистістю, помірною магнезіальністю, високою загальною залізистістю та високим умістом TiO_2 (1,75–3,15 %) і підвищеним P_2O_5 (до 1,22 %), що й визначає їхні металогенічні особливості [27]. На металогенічній діаграмі вони закономірно розміщуються в титаноносному полі основних порід (рис. 2). Проте попри сприятливі петрохімічні ознаки апатит-магнетит-ільменітова рудна мінералізація не утворює значущих рудних концентрацій у породах, тому вона не має промислового інтересу.

Дайки коростенського комплексу сублужних базитів

Дайки залягають серед основних порід однойменного плутону та складчастих порід облямування в межах Недашковицького тектонічного блока (Рудня-Базарська інтрузія). Представлені сублужними гіперстеновими плагіофіровими трахідолеритами (волинітами), гіперстеновими долеритами, габродолеритами й мікрогабро-норитами [9, 26–30, 35, 39], для яких характерні первинні двопіроксенові (авгіт-гіперстенові й олівін-авгіт-гіперстенові) парагенезиси мафічних мінералів. Формування дайок коростенського комплексу відбувалось у часовому відрізку між становленням габро-анортозитів плутону, які вони прориває, і гранітів коростенського комплексу, що вміщують ксеноліти плагіопорфіритів або їх прориває і калішпатизують (у віковому інтервалі 1800–1760 млн років). Визначений ізотопний вік волинітів з дайки с. Пугачівки становить 1760 млн років [5, 6].

За петрохімічними ознаками дайкові утворення належать до сублужного ряду помірно глиноземистих (гіперстенові габродолерити та мікрогабро-норити) і високоглиноземистих (плагіофірові трахідолерити) утворень [27]. Характеризуються

помірною залізистістю й високою титанистістю (1,4–2,5 % TiO_2). Тому на металогенічній діаграмі вони закономірно розміщуються в полі титаноносних порід (рис. 2).

Оскільки дайки базитів коростенського комплексу генетично пов'язані з габро-анортозитами плутону, тому, як і останні, вони характеризуються фосфор-титановою металогенічною спеціалізацією. Проте найбільші концентрації рудних компонентів визначено в мікрогабброноритах Рудня-Базарського тіла (уміст TiO_2 – 4,1–10,5; P_2O_5 – до 2,3 %) [12]. Однак невеликі загалом середні вмісти рудних компонентів, а також потужності самих дайкових тіл, та відсутність (у всякому разі поки що не встановлено) в них багатих післямагматичних скупчень (ільменітових рудних стовпів) засвідчують, що дайки цього комплексу на сьогодні не мають якогось промислового інтересу. Для оцінки промислових перспектив найцікавішого об'єкта – Рудня-Базарської інтрузії – потрібне подальше її вивчення.

Посткоростенський дайковий комплекс

Представлений дайковими утвореннями основного, середнього й кислого складу, розвиненими в межах Коростенського плутону та його складчастому облямуванні [2–4, 8, 11–12, 21, 23–30, 38]. Найбільшим розвитком серед них користуються основні породи (сублужно-трахібазальтові авгітові долерити й габродолерити та авгітові плагіофірові трахідолерити (волиніти), значно меншим – середні (порфірові трахіандезибазальти і трахіандезити, ортофіри). Укорінення дайок відбувалось у віковому діапазоні від 1740 млн років (час становлення граніт-порфірів Коростенського плутону) до 1650 млн років (час формування основних вулканітів нижньозбраньківської підсвіти овруцької серії).

Петрохімічними особливостями основних порід сублужного ряду є помірна глиноземистість, низька магнезіальність, помірна кальцієвість і високий уміст TiO_2 (2,1–4,06 %), що й визначає їхні металогенічні особливості [27]. На металогенічній діаграмі О. І. Богачева вони локалізуються в полі титаноносних порід або поблизу нього (рис. 2).

Характерною мінералогічною особливістю дайкових базитів є підвищені концентрації ільменіту (5–10 %) та апатиту (1–5 %), розподілених у породах більшменш рівномірно. Проте невелика потужність дайок і відсутність диференціації в тілах, навіть за великих їхніх розмірів (наприклад, Звіздаль-Заліська дайка), та загалом низький уміст рудних компонентів і відсутність рудних стовпів засвідчують малу вірогідність утворення в них значущих рудних концентрацій цих корисних копалин, які б мали зараз промислове значення.

Постовруцький дайковий комплекс

Представлений силоподібними інтрузивними тілами діабазів, діабазових порфіритів і базальтів, що зазнали інтенсивних перетворень гідротермально-метасоматичними процесами, які розвинені в північній частині Овруцької палеозападини серед кварцитів товкачівської світи [24, 26, 27]. Передбачається, що їхнє формування відбувалось у віковому інтервалі 1350–1200 млн років.

За петрохімічними ознаками породи належать до нормального ряду і характеризуються помірною глиноземистістю, високою залізистістю (Кф = 87,48 %), найвищим серед усіх розглянутих дайкових комплексів регіону вмістом TiO_2 (змінюється від 4,4 до 7,18 %) і P_2O_5 (від 0,25 до 3,0 %), низьким умістом магнію й кальцію [27]. Тому на металогенічній діаграмі вони розміщуються в полі титаноносних порід (рис. 2).

Для порід цього комплексу загалом характерна апатит-ільменітова й гематит-мартит-гетит-гідрогетитова рудна спеціалізація (уміст гідрооксидів заліза становить до 25 % від об'єму породи). Зважаючи на найвищі в них концентрації фосфору серед інших дайкових утворень регіону, сили діабазів постовруцького комплексу заслуговують подальшої оцінки щодо виявлення промислових концентрацій апатитових руд із супутніми ільменітовим і залізистим компонентами.

Висновки

Серед базитових дайкових утворень Волинського мегаблока УЩ чітко виділяються п'ять груп, які характеризуються різною рудоносністю.

Перша металогенічна група охоплює дайки посттетерівського діабазового й постжитомирського діабаз-лампрофірового комплексів, які зазнали нерівномірних змін під впливом метаморфічних або накладених гідротермально-метасоматичних процесів і які в металогенічному аспекті є безперспективними. Основний рудний мінерал титаномагнетит не утворює значущих рудних концентрацій у породах. Епігенетичні процеси також не призвели до накопичення в них рудних компонентів, а сприяли формуванню лише підвищених концентрацій рідкісних, рідкісноземельних, халькофільних і благородних елементів, які вказують на можливу роль дайок як трасерів рудоконтролювальних структур.

До другої групи належать дайки городницького комплексу лужно-ультраосновних порід, складені мельтейгіт- і якупірангіт-порфірами, які самі по собі не несуть якогось рудного навантаження. Проте вони знаменують собою передкімберлітовий етап магматизму, отже наряду з іншими ознаками слугують одним з важливих прогнозно-пошукових критеріїв алмазоносних кімберлітових тіл у регіоні.

Третя металогенічна група представлена толеїтовими (прототраповими) габродолеритовою (прутівський) і габро-троктоліт-габродолеритовою (кам'янський комплекс) формаціями. Ця група добре зіставляється з відомими нікеленосними формаціями Світу (трапи Сибірської платформи й Воронезького кристалічного масиву) і є високоперспективною на відкриття промислових родовищ сульфідних мідно-нікелевих руд із супутніми кобальтовим і платинометалевим компонентами. У зв'язку з нею вже відомі в межах Волинського мегаблока перспективні рудопрояви сульфідного мідно-нікелевого зруденіння (Прутівський і Кам'янський).

До складу четвертої металогенічної групи входять дайки сублужної габродолеритової (замисловицький (добілокоровицький), коростенський і посткоростенський дайкові комплекси) формації, які мають фосфор-титанову спеціалізацію. Однак переважно невелика потужність дайкових тіл та відсутність в них ознак диференціації, низький загалом уміст рудних компонентів і відсутність багатих післямагматичних скупчень (ільменітових рудних стовпів) засвідчують малу вірогідність утворення в габродолеритах значущих рудних концентрацій цих корисних копалин, які б мали зараз промисловий інтерес.

П'яту металогенічну групу утворюють силоподібні тіла діабазів постовруцького дайкового комплексу. Для них характерна апатит-ільменітова й гематит-мартит-гетит-гідрогетитова рудна спеціалізація. Зважаючи на найвищі концентрації фосфору в цих діабазах серед інших дайкових утворень регіону, вони заслуговують подальшого вивчення щодо виявлення промислових концентрацій апатитових руд із супутніми ільменітовим і залізистим компонентами.

ЛІТЕРАТУРА

1. ***Богачев А. И.*** **Некоторые петрохимические особенности никеленосных, титаноносных и хромитоносных интрузий// Вулканогенные и гипербазитовые комплексы Карелии. Тр. ИГКФ АН СССР. – Петрозаводск, 1968. – Вып. 1. – С. 48–53.**

2. ***Бухарев В. П., Полянский В. Д.*** **Классификация и формационная принадлежность габбродолеритов Волынского блока Украинского щита//Геол. журнал. – 1983. – Т. 43, № 1. – С. 33–44.**

3. ***Бухарев В. П., Полянский В. Д.*** **Систематика и генезис габброидов Каменского массива (северо-западная часть Украинского щита)//Геол. журнал. – 1983. – Т. 43. – Вып. 2. – С. 71–77.**

4. ***Бухарев В. П.*** **Эволюция докембрийского магматизма западной части Украинского щита. – К.: Наукова думка, 1992. – 152 с.**

5. ***Верхогляд В. М.*** **Возрастные этапы магматизма Коростенского плутона//**

Геохим. и рудообраз. – 1995. – Вып. 21. – С. 34–47.

6. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой/М. П. Щербак, Г. В. Артеменко, И. М. Лесная и др. – К.: Наукова думка, 2008. – 240 с.

7. *Грінченко В. Ф.* Еволюційно-формаційна модель розвитку Волинського мегаблока в докембрії: Автореф. дис. ... д-ра геол. наук: 04.00.01 "Загальна та регіональна геологія". – К., 1999. – 39 с.

8. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Центральноукраїнська серія. Аркуш M-35-XI (Коростень)/М. М. Костенко, С. М. Мазур, Л. Ф. Котвицький та ін. – К.: Мін-во екології та природ. ресурсів України, Північ. держ. регіон. геол. під-во "Північгеологія". – 2001. – 145 с.

9. *Зинченко О. В., Гринченко В. Ф., Добрянский Ю. Е.* и др. Геохимические типы даек северо-западной части Украинского щита и некоторые вопросы их стратиграфического положения//Геол. журн. – 1986. – Т. 46, № 1. – С. 68–77.

10. *Зінченко О. В., Шумлянський Л. В., Молявко В. Г.* Трапова формація півдня Східноєвропейської платформи: склад, обсяг, стратиграфічне положення//Геологія і стратиграфія докембрію Українського щита. Тези доповідей Всеукраїнської міжвідомчої наради. – Київ, 1998. – С. 102–104.

11. *Костенко Н. М., Высоцкий Б. Л., Супруненко Н. С.* Петрохимические особенности дайковых базитов северной части Украинского щита//Советская геология. – 1990. – № 7. – С. 90–95.

12. *Костенко Н. М., Высоцкий Б. Л., Супруненко Н. С.* Петрохимические особенности постбелокоровичских дайковых базитов (северо-западная часть Украинского щита)//Вестник Киевского ун-та "Прикладная геохимия и петрофизика". – 1991. – № 17. – С. 107–117.

13. *Костенко Н. М.* Геология никеленосных гипербазит-базитовых комплексов северо-западной части Украинского щита: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – К., 1991. – 20 с.

14. *Костенко М. М.* Кам'янський ультрамафіт-мафітовий комплекс Волинського мегаблока Українського щита. Стаття 1. Геологія, формаційна належність та вікове положення//Мін. ресурси України. – 2008. – № 2. – С. 12–19.

15. *Костенко М. М.* Кам'янський ультрамафіт-мафітовий комплекс Волинського мегаблока Українського щита. Стаття 2. Петрологія//Мін. ресурси України. – 2008. – № 3. – С. 12–22.

16. *Костенко М. М.* Кам'янський ультрамафіт-мафітовий комплекс Волинського мегаблока Українського щита. Стаття 3. Металогенічні особливості та перспективи рудоносності//Мін. ресурси України. – 2008. – № 4. – С. 22–26.

17. *Костенко М. М.* Прутівський інтрузивний базитовий комплекс Волинського мегаблока Українського щита. Стаття 1. Склад, обсяг, геологія//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2009. – № 3–4. – С. 82–96.

18. *Костенко М. М.* Прутівський інтрузивний базитовий комплекс Волинського мегаблока Українського щита. Стаття 2. Особливості речовинного складу та формаційна належність//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2010. – № 1–2. – С. 53–69.

19. *Костенко М. М.* Прутівський інтрузивний базитовий комплекс Волинського мегаблока Українського щита. Стаття 3. Рудоносність та питання петроґенезу й рудогенезу//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2010. – № 3–4. – С. 9–20.

20. *Костенко М. М.* Етапи трапового магматизму південно-західної частини Східно-Європейської платформи//Матер. V наук.-виробн. наради геологів-зйомщиків України "Геологічне картування території України та підготовка до видання Держгеолкарти-200. Сучасний стан та перспективи розвитку регіональних геологічних досліджень в Україні" смт Миколаївка, АР Крим, 13–18 вересня 2010 р. – Київ: УкрДГРІ, 2010. – С. 124–128.

21. *Костенко М. М., Мазур М. Д, Глухов О. П.* та ін. Типи дайкових утворень Ємільчинського дайкового поля (Волинський мегаблок УЩ)//Матер. V наук.-виробн. наради геологів-зйомщиків України "Геологічне картування території України та підготовка до видання Держгеолкарти-200. Сучасний стан та перспективи розвитку регіональних геологічних досліджень в Україні" смт Миколаївка, АР Криму, 13–18 вересня 2010 р. – Київ: УкрДГРІ, 2010. – С. 124–128.

22. ***Костенко М. М.*** **Металогенія трапового магматизму в докембрії південно-західної частини Східноєвропейської платформи//Геохім. і рудоутв. – 2011. – Вип. 29. – С. 16–29.**

23. ***Костенко М. М.*** **Особливості магматизму Білокоровицької палеозападини (північна частина Українського щита //Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2011. – № 3. – С. 21–49.**

24. ***Костенко М. М.*** **Типізація магматичних утворень та питання співвідношення накладених палеозападин північної частини Українського щита//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2011. – № 4. – С. 29–49.**

25. ***Костенко М. М.*** **Геологічна будова, магматизм та геодинаміка докембрію західної частини Українського щита: Автореф. дис. ... д-ра геол. наук: 04.00.01 "Загальна та регіональна геологія". – К., 2012. – 40 с.**

26. ***Костенко М. М.*** **Дайкові комплекси основного та середнього складу Волинського мегаблока Українського щита//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2018. – № 3–4. – С. 9–29.**

27. ***Костенко М. М.*** **Петро- і геохімічні особливості дайкових утворень основного та середнього складу Волинського мегаблока Українського щита//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2019. – № 1–2. – С. 9–31.**

28. ***Личак И. Л.*** **Петрология Коростенского плутона. – К.: Наук. думка, 1983. – 248 с.**

29. ***Омельченко А. М.*** **Геологічна позиція та формаційна приналежність сублужних базитових дайкових комплексів східної частини Волинського мегаблока Українського щита: Автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.01 "Загальна та регіональна геологія". – К., 2011. – 20 с.**

30. ***Омельченко А. Н., Митрохин А. В.*** **Возрастные группы субщелочных базитовых даек восточной части Волынского мегаблока Украинского щита//Геолог Украины. – 2012. – № 3 (39). – С. 56–65.**

31. Перспективы коренной алмазоносности Украины/Ю. В. Гейко, Д. С. Гурский, Л. И. Лыков и др. – Киев-Львов: Издательство "Центр Европы", 2006. – 200 с.

32. Петрогенезис никеленосных габброидных интрузий Волынского мегаблока Украинского щита/В. М. Скобелев, Б. Г. Яковлев, С. А. Галий и др. – АН УССР, Ин-т геохимии и физики минералов. – К.: Наукова думка, 1991. – 140 с.

33. ***Чернышов Н. М., Щербаков И. Б., Когут К. В.*** **Главнейшие типы сульфидно-никелевых рудномагматических систем Украинского щита, их положение в общей систематике и последовательность прогнозной оценки//Геологический журнал. – 1989. – № 6. – С. 13–26.**

34. ***Чернышов Н. М., Верхогляд В. М.*** **Особенности изотопного возраста разнотипных ультрамафит-мафитовых никеленосных формаций унаследованных структур докембрия (на примере ВКМ и УЩ)// Изотопное датирование эндогенных рудных формаций. Тезисы докладов Всесоюзн. совещания. – К., 1990. – С. 97–100.**

35. ***Шмельов Є. Г.*** **Систематика та металогенічна роль базитових дайок Волинського блока Українського щита: Автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.11 "Геологія металевих і неметалевих корисних копалин". – К., 2001. – 19 с.**

36. ***Шумлянський Л. В., Павлов Г. Г.*** **Петрогенезис та формаційна належність Кам'янського масиву (північний захід Українського щита)//Вісник Київського ун-ту, серія Геологія. – 2000. – № 16. – С. 46–51.**

37. ***Шумлянський Л. В.*** **Петрологія мезопротерозойської трапової асоціації Північно-Західного району Українського щита: Автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.08 "Петрологія". – К., 2001. – 20 с.**

38. ***Шумлянський Л. В.***, ***Мазур М. Д.*** **Вік та речовинний склад йотунітів Білокоровицького дайкового поясу//Геолог України. – 2010. – № 1–2. – С. 70–78.**

39. ***Щербаков И. Б.*** **Петрология Украинского щита. – Львов: ЗУКЦ, 2005. – 366 с.**

REFERENCES

1. ***Bogachev A. I.*** **Some petrochemical features of nickel, chrome and titanic intrusions// Vulkanogennye i giperbazitovye kompleksy Karelii. Tr. IGKF AN SSSR. – Petrozavodsk, 1968. – Iss. 1. – P. 48–53. (In Russian).**

2. ***Buharev V. P., Poljanskij V. D.*** **Classification and formation affiliation of the gabbro dolerites of the Volyn Block of the Ukrainian Shield//Geol. zhurn. – 1983. – Vol. 43, № 1. – P. 33–44. (In Russian).**

3. ***Buharev V. P., Poljanskij V. D.*** **Systematics and genesis of gabbroids of Kamenskij massif (north-western part of the Ukrainian shield)//Geol. zhurn. – 1983. – Vol. 43. – Iss. 2. – P. 71–77. (In Russian).**

4. ***Buharev V. P.*** **The evolution of Precambrian magmatism in the western part of the Ukrainian shield. – Kyiv: Naukova dumka, 1992. – 152 p. (In Russian).**

5. ***Verhogljad V. M.*** **Age stages of magmatism of Korosten pluton//Geohimija i rudoobrazovanie. – 1995. – Iss. 21. – P. 34–47. (In Russian).**

6. Geochronology of Early Precambrian of the Ukrainian Shield. Proterozoic/M. P. Shherbak, G. V. Artemenko, I. M. Lesnaja i dr. – Kyiv: Naukova dumka, 2008. – 240 p. (In Russian).

7. ***Hrinchenko V. F.*** **Evolutionary formation model of development of Volyn block in Precambrian: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia doktora heol. nauk: spets. 04.00.01 "Zahalna ta rehionalna heolohiia". – Kyiv, 1999. – 39 p. (In Ukrainian).**

8. State geological map of Ukraine. Scale 1:200 000. Central-Ukrainian region. Sheet M-35-XI (Korosten)/M. M. Kostenko, S. M. Mazur, L. F. Kotvytskyi ta in. – Kyiv: Min-vo ekolohii ta pryrod. resursiv Ukrainy, Pivnich. derzh. rehion. heol. pid-vo "Pivnichheolohiia", 2001. – 145 p. (In Ukrainian).

9. ***Zinchenko O. V., Grinchenko V. F., Dobrjanskij Yu. E.*** **i dr. Geochemical types of dikes in the north-western part of the Ukrainian Shield and some stratigraphic issues//Geol. zhurnal. – 1986. – Vol. 46, № 1. – P. 68–77. (In Russian).**

10. ***Zinchenko O. V., Shumlianskyi L. V., Moliavko V. H.*** **Trap formation of the south of the Eastern European platform: composition, volume, stratigraphic position//Heolohiia i stratyhrafiia dokembriiu Ukrainskoho shchyta. Tezy dopovidei Vseukrainskoi mizhvidomchoi narady. – Kyiv, 1998. – P. 102–104. (In Ukrainian).**

11. ***Kostenko N. M., Vysockij B. L., Suprunenko N. S.*** **Petrochemical features of dyke basites of the northern part of the Ukrainian shield//Sovetskaja geologija. – 1990. – № 7. – P. 90–95. (In Russian).**

12. ***Kostenko N. M., Vysockij B. L., Suprunenko N. S.*** **Petrochemical features of the postbelokorovichi dike basites (north-western part of the Ukrainian shield)/Vestnik Kievskogo un-ta "Prikladnaja geohimija i petrofizika ". – 1991. – № 17. – P. 107–117. (In Russian).**

13. ***Kostenko N. M.*** **Geology of nickel-bearing hyperbasite-basite complexes northwestern part of the Ukrainian shield: Avtoref. dis. ... kand. geol.-mineral. nauk. – Kiev, 1991. – 20 p. (In Russian).**

14. ***Kostenko M. M.*** **Kamianskyi ultramafic-mafic complex Volynskyi block of the Ukrainian shield. Article 1. Geology, formation affiliation and age position//Mineralni resursy Ukrainy. – 2008. – № 2. – P. 12–19. (In Ukrainian).**

15. ***Kostenko M. M.*** **Kamianskyi ultramafic-mafic complex Volynskyi block of the Ukrainian shield. Article 2. Petrology//Mineralni resursy Ukrainy. – 2008. – № 3. – P. 12–22. (In Ukrainian).**

16. ***Kostenko M. M.*** **Kamianskyi ultramafic-mafic complex Volynskyi block of the Ukrainian shield. Article 3. The metalogenetic features and prospects of ore-bearingness// Mineralni resursy Ukrainy. – 2008. – № 4. – P. 22–26. (In Ukrainian).**

17. ***Kostenko M. M.*** **Prutivskyi intrusive basite complex of Volyn block of the Ukrainian Shield. Article 1. Composition, volume, geology//Zb. nauk. prats UkrDHRI. – 2009. – № 3–4. – P. 82–96. (In Ukrainian).**

18. ***Kostenko M. M.*** **Prutivskyi intrusive basite complex of Volyn block of the Ukrainian Shield. Article 2. Features of the material composition and formation affiliation//Zb. nauk. prats UkrDHRI. – 2010. – № 1–2. – P. 53–69. (In Ukrainian).**

19. ***Kostenko M. M.*** **Prutivskyi intrusive basite complex of Volyn block of the Ukrainian Shield. Article 3. Ore and Petrogenesis orogeny issues//Zb. nauk. prats UkrDHRI. – 2010. – № 3–4. – P. 9–20. (In Ukrainian).**

20. ***Kostenko M. M.*** **Stages of trapp magmatism of the southwestern part of East European platform//Mater. V nauk.-vyrobn. narady heolohiv-ziomshchykiv Ukrainy "Heolohichne kartuvannia terytorii Ukrainy ta pidgotovka do vydannia Derzhheolkarty-200. Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku rehionalnykh heolohichnykh doslidzhen v Ukraini", Mykolaivka, AR Krym, 13–18 veresnia 2010 r.). – Kyiv: UkrDHRI, 2010. – P. 124–128. (In Ukrainian).**

21. ***Kostenko M. M., Mazur M. D., Hlukhov O. P.*** **ta in. Types of dike formations Emilchinsky dyke field (Volyn block of the Ukrainian Shield)//Mater. V nauk.-vyrobn. narady heolohiv-ziomshchykiv Ukrainy "Heolohichne kartuvannia terytorii Ukrainy ta pidgotovka do**

vydannia Derzhheolkarty-200. Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku rehionalnykh heolohichnykh doslidzhen v Ukraini", Mykolaivka, AR Krym, 13–18 veresnia 2010 r.). – Kyiv: UkrDHRI, 2010. – P. 124–128. (In Ukrainian).

22. ***Kostenko M. M.*** **Metalogenetic of trapp magmatism in the Precambrian of the southwestern part of the Eastern European Platform//Heokhim. i rudoutv. – 2011. – Iss. 29. – P. 16–29. (In Ukrainian).**

23. ***Kostenko M. M.*** **Peculiarities of magmatism of the Bilokorovychi paleoconcavity (the northern part of the Ukrainian shield)// Zb. nauk. prats UkrDHRI. – 2011. – № 3. – P. 21–49. (In Ukrainian).**

24. ***Kostenko M. M.*** **Typification of magmatic formations and correlation issues of the paleodepression of the northern part of the Ukrainian shield//Zb. nauk. prats UkrDHRI. – 2011. – № 4. – P. 29–49. (In Ukrainian).**

25. ***Kostenko M. M.*** **Geological structure, magmatism and geodynamics of Precambrian of western part of the Ukrainian shield: Avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia d-ra heol. nauk: spets. 04.00.01 "Zahalna ta rehionalna heolohiia". – Kyiv, 2012. – 40 p. (In Ukrainian).**

26. ***Kostenko M. M.*** **Dike Complexes of the mafic and intermediate Composition of Volyn Block of Ukrainian Shield//Zb. nauk. prats UkrDHRI. – 2018. – № 3–4. – P. 9–29. (In Ukrainian).**

27. ***Kostenko M. M.*** **Petro- and geochemical the features of dike education mafic and intermediate composition of the Volyn Block of Ukrainian Shield//Zb. nauk. prats UkrDHRI. – 2019. – № 1–2. – P. 9–31. (In Ukrainian).**

28. ***Lichak I. L.*** **Petrology of Korosten pluton. – Kyiv: Naukova dumka, 1983. – 248 p. (In Russian).**

29. ***Omelchenko A. M.*** **Geological position and magmatic association belonging of subalkaline basic dike complexes of the eastern part of the Volyn megablock of the Ukrainian Shield: Avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. heol.-mineral. nauk: spets. 04.00.01 "Zahalna ta rehionalna heolohiia". – Kyiv, 2011. – 20 p. (In Ukrainian).**

30. ***Omelchenko A. N., Mitrohin A. V.*** **Age groups of subalkaline basite dikes of eastern part of the Volyn megablock of the Ukrainian Shield//Geolog Ukrainy. – 2012. – № 3 (39). – P. 56–65. (In Russian).**

31. Perspectives of basement diamond productivity of Ukraine/Yu. V. Geiko, D. S. Gurskij, L. I. Lykov i dr. – Kiev-Lvov: Izdatelstvo "Centr Evropy", 2006. – 200 p. (In Russian).

32. Petrogenesis of nickel-bearing gabbroic intrusions of the Volyn block of the Ukrainian shield/V. M. Skobelev, B. G. Jakovlev, S. A. Galij i dr. – AN USSR, In-t geohimii i fiziki mineralov. – Kyiv: Naukova dumka, 1991. – 140 p. (In Russian).

33. ***Chernyshov N. M., Shherbakov I. B., Kogut K. V.*** **The main types of sulphide-nickel ore-magmatic systems of the Ukrainian Shield, their position in the overall systematics and the sequence of the forecast estimate//Geologicheskij zhurnal. – 1989. – № 6. – P. 13–26. (In Russian).**

34. ***Chernyshov N. M., Verhogljad V. M.*** **Peculiarities of the isotope age of the various types of ultramafic-mafic nickel-bearing formations of the Precambrian's inherited structures (for the example of VKM and USH)//Izotopnoe datirovanie endogennyh rudnyh formacij. Tezisy dokladov Vsesojuzn. soveshhanija. – Kiev, 1990. – P. 97–100. (In Russian).**

35. ***Schmelov Ye. H.*** **Iystematization and metallogenic role of basic dikes of the Volyn block of the Ukrainian shield: Avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. heol. nauk: spets. 04.00.11 "Heolohiia metalevykh i nemetalevykh korysnykh kopalyn". – Kyiv, 2008. – 16 p. (In Ukrainian).**

36. ***Shumlianskyi L. V., Pavlov H. H.*** **Petrogenesis and formation affiliation of Kamianskyi massif (northwest of the Ukrainian shield)//Visnyk Kyivskoho un-tu, seriia Heolohiia. – 2000. – № 16. – P. 46–51. (In Ukrainian).**

37. ***Shumlianskyi L. V.*** **Petrology of the Mesoproterozoic Trap Association of Northwest area of the Ukrainian shield: Avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. heol. nauk: spets. 04.00.08 "Petrolohiia". – Kyiv, 2001. – 20 p. (In Ukrainian).**

38. ***Shumlianskyi L. V., Mazur M. D.*** **Age and composition of iotunites of Bilokorovychi dike belt//Heoloh Ukrainy. – 2010. – № 1–2. – P. 70–78. (In Ukrainian).**

39. ***Shherbakov I. B.*** **Petrology of the Ukrainian shield. – Lvov: ZUKC, 2005. – 366 p. (In Russian).**

Рукопис отримано 13.09.2019.

Н. М. Костенко, *Украинский государственный геологоразведочный институт,* nrsggs@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-0781-7318

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РУДОНОСНОСТИ БАЗИТОВЫХ ДАЙКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ВОЛЫНСКОГО МЕГАБЛОКА УКРАИНСКОГО ЩИТА

По результатам выполненного металлогенического анализа среди девяти базитовых дайковых комплексов Волынского мегаблока УЩ выделено пять групп, которые характеризуются разной рудоносностью. Первая группа охватывает дайки посттетеревского диабазового и постжитомирского диабаз-лампрофирового комплексов, подвергшихся неравномерным изменениям под влиянием метаморфических или наложенных гидротермально-метасоматических процессов, и в металлогеническом отношении через низкое содержание рудных компонентов (в частности титаномагнетита) являются бесперспективными. Ко второй группе относятся дайки городницкого комплекса щелочно-ультраосновных пород, представленного мельтейгит- и якупирангит-порфирами, которые знаменуют собой передкимберлитовый этап магматизма и следовательно служат одним из важных прогнозно-поисковых критериев алмазоносных кимберлитовых тел в регионе. Третья металлогеническая группа представлена толеитовыми (прототрапповыми) габбродолеритовой (прутовский) и габбро-троктолитовой (каменский комплексы) формациями. Эта группа хорошо сопоставляется с известными никеленосными формациями Мира (траппы Сибирской платформы и Воронежского кристаллического массива) и является высокоперспективной на открытие промышленных месторождений сульфидных медно-никелевых руд с сопутствующими кобальтовым и платинометаллическим компонентами. В состав четвертой металлогенической группы входят дайки субщелочной габбродолеритовой (замысловичский (добелокоровичский), коростенский и посткоростенский дайковые комплексы) формации, которые имеют фосфор-титановую рудную специализацию, но из-за отсутствия в них богатых постмагматических скоплений (ильменитовых рудных столбов) на сегодня в целом пока-что не представляют промышленного интереса. Пятую металлогеническую группу составляют силловидные тела диабазов постовручского дайкового комплекса, для которых характерна апатит-ильменитовая и гематит-мартит-гетит-гидрогетитовая рудная специализация, и которые заслуживают дальнейшего изучения на предмет выявления промышленных концентраций апатитовых руд с сопутствующими ильменитовым и железистым компонентами.

Ключевые слова: *Украинский щит, Волынский мегаблок, базитовые дайковые комплексы, металлогенические особенности, сульфидное медно-никелевое оруденение, фосфор-титановая специализация.*

M. M. Kostenko, *Ukrainian State Geological Research Institute, Kyiv, Ukraine,* nrsggs@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-0781-7318

METALLOGENIC FEATURES AND ORE-BEARING EVALUATION OF BASITE DIKE FORMATIONS OF VOLYN BLOCK OF THE UKRAINIAN SHIELD

According to the results of the metallogenic analysis, five groups were distinguished among the nine basic dike complexes of Volyn block of the Ukrainian Shield. They are characterized by different ore-bearing properties The first group covers the dikes of the Post-Teteriv diabase and of the Post-Zhytomyr diabase-lamprophyric complexes that have undergone uneven changes under the influence of metamorphic or superimposed hydrothermal-metasomatic processes and in metallogenic terms are unpromising due to the low content of ore components (particular, titanomagnetite). The second group includes dikes of the alkaline-ultrabasite of the Gorodnytzkyi complex, represented by the melteigite and jacupirangite porphyries, which mark the pre-kimberlite stage of magmatism and therefore serve as one of the important forecasting and search criteria for diamondiferous kimberlite bodies in the region. The third metallogenic group is represented by tholeitic (prototrappean), gabbrodolerite (Prutivka complex) and gabbro-troctolite (Kamianka complex) formations. This group is well compared with the known nickel-bearing formations of the World (trappean of the Siberian

platform and Voronezh crystalline massif) and is highly promising for the discovery of commercial deposits of sulfide copper-nickel ores with cobalt and platinum associated components. The fourth metallogenic group includes dikes of the sub-alkaline gabrodolerite (Zamyslovychi (Pre-Bilokorovychi), Korosten and Post-Korosten dike complexes) formations that have phosphoric-titanium ore specialization. They do not represent industrial interest due to the lack of rich post-magmatic clusters (ilmenite ore columns) inside them. The fifth metallogenic group consists of sils bodies of the Post-Ovruch diabases dike complex, which are characterized by apatite-ilmenite and hematite-martit-goethite-hydrogoethite ore specialization, and which deserves further study in order to identify industrial concentrations of apatite ores with associated ilmenite and ferrous components.

Keywords: *Ukrainian Shield, Volyn block, basic dike complexes, metallogenic features, sulfide copper-nickel ore formations, phosphoric-titanium specialization.*

ВІТАЄМО З ЮВІЛЕЄМ МИКОЛУ МИХАЙЛОВИЧА КОСТЕНКА

2 січня 2020 року виповнюється 70 років від дня народження Миколи Михайловича Костенка – завідувача відділу геології рудних та нерудних корисних копалин Українського державного геологорозвідувального інституту, голови Науково-редакційної ради Державної служби геології та надр України, доктора геологічних наук.

Микола Михайлович народився в с. Дорогинці Ічнянського району Чернігівської області. 1970 року він закінчив Київський геологорозвідувальний технікум, а 1979 року – Львівський державний університет ім. І. Франка за спеціальністю "Геологія та розвідка родовищ корисних копалин".

Трудовий шлях ювіляра розпочався 1972 року після служби в армії в Житомирській геологорозвідувальній експедиції, де відбулося його професійне становлення на шляху від техніка-геолога до начальника геологознімальної партії. Працював на пошуках золота, алмазів, кольорових і рідкісних металів, а також виконував геологічну зйомку. Під його керівництвом проведено геологічне довивчення й видано комплект Держгеолкарти-200 аркуша M-35-XI (Коростень), а за співавторством і редакцією – комплект карт аркуша M-35-XVII (Житомир). Підсумком проведених досліджень цього періоду та утвердження його як фахівця високого рівня став захист кандидатської дисертації на тему "Геология никеленосных гипербазит-базитовых комплексов северо-западной части Украинского щита" (науковий керівник – професор В. А. Рябенко).

Важливим періодом життя Миколи Михайловича є робота в Українському державному геологорозвідувальному інституті, де він з 2002 р. спершу обіймає посаду провідного наукового співробітника Науково-редакційної ради (НРР) Державної геологічної служби України, що контролює якість виконуваних геологознімальних робіт, а з кінця 2003 р. й донині – очолює її. Із січня 2017 р., окрім обов'язків голови НРР, виконує обов'язки завідувача відділу геології рудних та нерудних корисних копалин УкрДГРІ.

Наукова діяльність М. М. Костенка різнопланова й пов'язана з вирішенням проблемних питань стратиграфії, магматизму, тектоніки та металогенії Українського щита, які мають не лише науковий, але й практичний аспект. Його стратиграфічні побудови, з виокремленням нових стратиграфічних підрозділів, і тектонічне районування УЩ отримали загальне визнання. Дослідження інтрузивних утворень сприяли оцінці високих перспектив Волинського мегаблока на пошуки мідно-нікелевого, титанового й молібденового зруденіння. Узагальненням багаторічних наукових досліджень ювіляра стала

докторська дисертація на тему "Геологія, магматизм та геодинаміка докембрію західної частини Українського щита". Головні результати досліджень Миколи Михайловича висвітлено в понад 100 наукових і 20 фондових працях.

Окрім виконання безпосередніх обов'язків, М. М. Костенко – заступник голови Міжвідомчого тектонічного комітету України (МТКУ), член бюро Національного стратиграфічного комітету (НСК) України і заступник голови протерозойської секції, член Міжвідомчої науково-методичної ради (МНМР) НАН України "Геологічні проблеми ізоляції радіоактивних та інших небезпечних відходів в Україні", член Наукової ради з прогнозування корисних копалин Держгеонадр України, член редколегій і відповідальний за випуск журналів "Мінеральні ресурси України" та "Збірник наукових праць УкрДГРІ".

За вагомий внесок у розвиток геологічної галузі Миколу Михайловича відзначено званням "Почесний розвідник надр", нагороджено медаллю ім. В. І. Лучицького, почесними грамотами Держгеонадр України та УкрДГРІ, подякою Київського міського голови.

Варто зазначити, що Миколі Михайловичу властиві такі професійні й людські риси, як високий професіоналізм, компетентність, професійна принциповість, висока працездатність, наполегливість у вирішенні різних складних наукових питань, порядність, доброзичливість, повага до людей, готовність прийти на допомогу геологам, за що й поважають його друзі та колеги-геологи.

Колектив УкрДГРІ, геологічна громадськість, колеги та друзі сердечно вітають шановного Миколу Михайловича з 70-річним ювілеєм і бажають йому щастя, доброго здоров'я, довголіття, творчого натхнення й оптимізму в досягненні нових наукових звершень.

УДК 553.3.072

Е. А. Ганжа, *канд. геол. наук, младший научный сотрудник*
(Институт геологических наук НАН Украины),
oag2909@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-8510-5618,
Т. В. Охолина, *канд. геол. наук, старший научный сотрудник*
(Институт геологических наук НАН Украины),
svilya@ukr.net, https://orcid.org/0000-0003-3936-9561,
Ю. В. Крошко, *канд. геол. наук, научный сотрудник*
(Институт геологических наук НАН Украины),
ykrosh.79@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-7601-7760

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РУДОНОСНОСТЬ ЗЕЛЕНОЯРСКОГО ТИТАН-ЦИРКОНИЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Зеленоярское россыпное месторождение пространственно и генетически связано с отложениями новопетровской и в меньшей степени берекской свит. В геологическом плане промышленные концентраты тяжелых минералов преимущественно приурочены к низам новопетровской свиты. По простиранию всех рудных залежей наивысшее содержание коллективного концентрата приурочено к первой трети простирания, причем характерно относительно постепенное нарастание в направлении от северо-западного фланга в юго-восточном направлении.

На основе анализа и модернизации традиционных представлений с учетом новых стратиграфических, палеогеографических и литологических данных, а также результатов цифрового структурно-литологического моделирования дана современная трактовка геологического строения, рудных характеристик и условий образования Зеленоярского титан-циркониевого месторождения. Создана цифровая структурно-литологическая модель месторождения, отражающая его рудные характеристики. Построено палеогеографическую схему месторождения, которая дополняет палеогеографическую схему локальной масштабности.

Ключевые слова: *титан, цирконий, месторождения, моделирование, палеогеографические схемы.*

Постановка проблемы. Зеленоярское россыпное титан-циркониевое месторождение расположено в северо-восточной части Винницкой области. Оно выявлено в 1962 г. Правобережной экспедицией треста "Киевгеология" при геологической съемке масштаба 1:50 000 (И. И. Шоцкий, 1962). В 1962–1965 гг. здесь проведены поисково-разведочные работы, в результате чего месторождение было оконтурено и подсчитаны его запасы по категории C_2. Начиная с 1962 года, Институт геологических наук АН УССР, а с 1965 года Институт минеральных ресурсов Министерства геологии УССР изучали вещественный состав и технологию обогащения полезных ископаемых Зеленоярского месторождения. В 60–70-х годах опубликовано ряд работ, в которых освещены геологическое строение, закономерности размещения, вещественный состав россыпей и др.

© Е. А. Ганжа, Т. В. Охолина, Ю. В. Крошко, 2019

[3, 11, 14, 15, 17, 18]. В связи с развитием новых технологий и востребованностью титанового сырья актуальным становится вопрос современной геолого-экономической характеристики Зеленоярского месторождения.

Геологическое строение. В геологическом строении Зеленоярского месторождения принимают участие докембрийские, палеогеновые, неогеновые и четвертичные образования (рис. 1). Докембрийские образования представлены биотит-плагиоклазовыми гнейсами, амфиболитами, серыми равномерно-зернистыми гранитами житомирского типа, а также розовыми аплит-пегматоидными гранитами и их мигматитами. На этих породах развита и почти повсеместно сохранилась от размывов кора выветривания мощностью 10–25, редко 40–50 м, поверхность которой расчленена эрозионными понижениями, выполненными бучакскими континентальными отложениями.

На размытой поверхности коры выветривания залегают отложения бучакской свиты. В пределах месторождения отложения этой свиты развиты на ограниченной площади преимущественно в юго-вос-

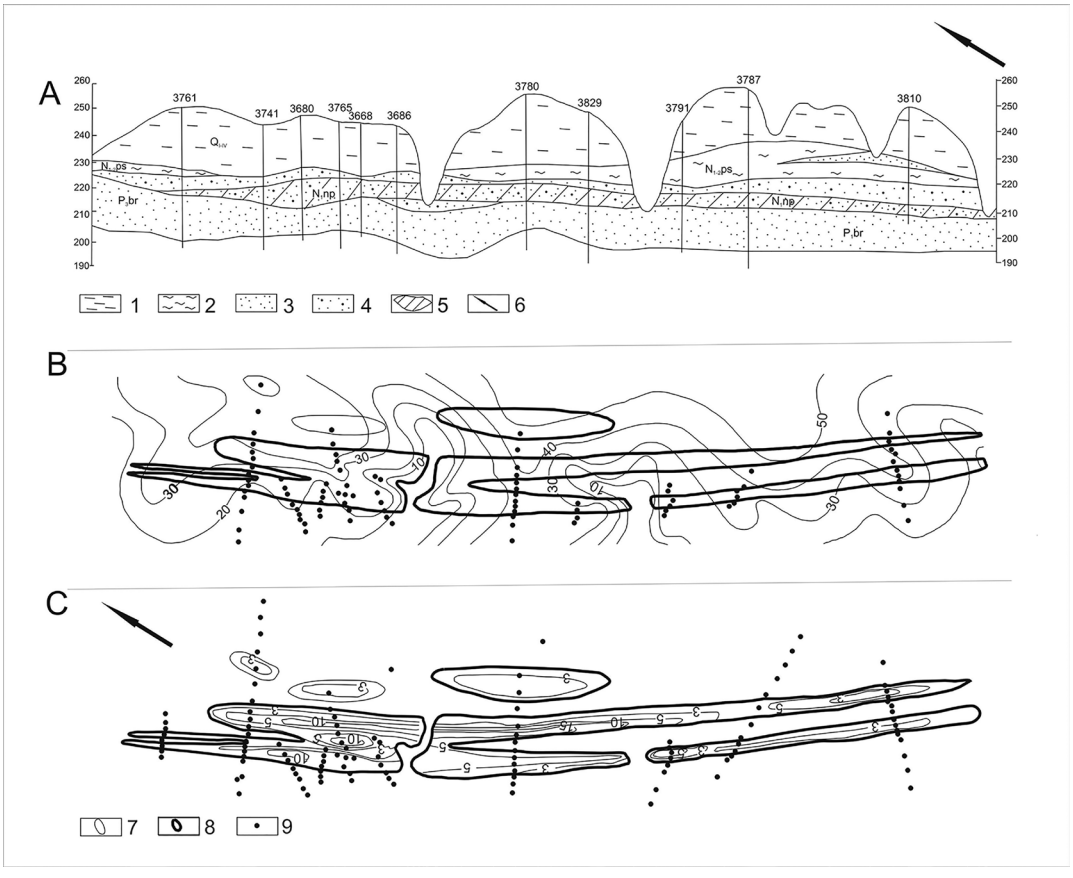


Рис. 1. Геологическое строение Зеленоярского месторождения

А. Продольный разрез Зеленоярской россыпи (северо-западная залежь): 1 – суглинки четвертичные, 2 – пестроцветные глины сарматской свиты, 3 – пески мелко- и тонкозернистые берекской свиты, 4 – пески средне- и разнозернистые новопетровской свиты, 5 – рудное тело, 6 – кора выветривания кристаллических пород фундамента;

В. Карта изопахит вскрышных пород; С. Карта изопахит рудного тела:

7 – изопахиты, 8 – контуры рудных тел, 9 – скважины разведочного бурения

точной части (сс. Березовка, Осична). Представлены отложения песками, песчаниками, глинами, бурым углем и маломощными линзами вторичных каолинов.

Отложения перекрываются отложениями межигорской и берекской свит. Абсолютные отметки подошвы толщи составляют 165,9–198,3 м; разница в отметках – 32,4 м. Кровля толщи довольно ровная, ее абсолютные отметки достигают 190,0–200,0 м.

Отложения межигорской свиты пространственно приурочены к площади развития бучакских отложений и существенной роли в геологическом строении месторождения не играют. Они представлены песками глауконит-кварцевыми, зеленовато-серыми, темно-серыми с неясно выраженной горизонтальной слоистостью. Мощность отложений не превышает 5 м.

В 70-х годах, когда активно проводилось изучение Зеленоярского месторождения И. И. Шоцким, К. А. Пузик, И. И. Бондарем, С. Н. Цымбалом и др. [3, 11, 14, 15, 17, 18], было установлено, что на отложениях межигорской свиты залегает полтавский горизонт. На конкретном месторождении по литологическим признакам этот горизонт четко разделялся на две толщи: среднюю и верхнюю. Разделение на две толщи произведено в соответствии с делением полтавского горизонта, принятом в "Геологии УССР", том 5. Нижний горизонт в районе работ отсутствует. Параллельно с этими работами решали вопросы литостратиграфии полтавских отложений, которые в конечном итоге были разделены на берекскую и новопетровскую свиты [1, 4–6, 13]. Сопоставляя литологическое описание указанных свит с подгоризонтами полтавской толщи, нами отнесено средний горизонт к отложениям берекской свиты, а верхний горизонт – к новопетровской свите. Однако этот вопрос не изучался достаточно подробно и требует более детального изучения.

Берекская свита залегает на отложениях межигорской свиты, с которыми связана постепенными переходами, а также в меньшей степени – на размытой поверхности бучакских отложений и древней коры выветривания кристаллических пород. Представлены отложения песками с редкими тонкими прослойками бентонитоподобных зеленоватых глин, мощность которых не превышает 1–2 см.

Пески кварцевые, светло-зеленые, серые до белых, охристо-желтые, к подошве зеленовато-серые, мелкозернистые, каолиновые, изредка углистые, в низах с различным содержанием тяжелых минералов (ильменита, рутила, циркона, дистена, силлиманита и др.).

Содержание рудных минералов в песках горизонта незначительное, но в отдельных случаях повышается до промышленного и колеблется от 1 до 97,5 кг/т.

Для обогащенных песков характерна отчетливая тонкая горизонтальная слоистость, обусловленная скоплением рудных минералов. Встречаются участки равномерного распределения рудных минералов по всему слою песка.

Мощность отложений на большей части выдержана и в большинстве скважин изменяется в пределах 10–15 м. Наименьшая мощность 1,8 м отмечена в скважине 3877, наибольшая – 26,9 м – в скважине 3860.

Новопетровская свита распространена в центральной части месторождения и прослеживается узкой полосой через все месторождение в юго-восточном направлении. Ширина полосы – 1,2–3,5 км. Залегают породы свиты повсеместно на отложениях берекской свиты, с которыми она имеет четкий гранулометрический контакт. Пески новопетровской свиты крупнее и хорошо окатаны.

Четкий контакт между свитами лучше всего прослеживается в местах развития рудных песков, т. е. в пределах рудных залежей. По мере удаления от рудных залежей на северо-восток наблюдается постепенное размывание контакта.

Пески новопетровской свиты в приконтактовой части более мелкозернистые и хуже окатаны. В разрезе появля-

ются 2–3 слоя песков, подобных пескам верхнего горизонта.

Дальше на северо-восток пески новопетровской свиты фациально замещаются песками берекской свиты. Таким образом, северо-восточная граница распространения песков проведена с некоторой условностью, тогда как юго-западная граница прослеживается четко по резкой смене гранулометрического состава песков.

Отложения новопетровской свиты представлены исключительно песками. Пески кварцевые, кирпично-красные, с постепенным переходом к подошве в охристо-желтые, светло-серые и темно-серые (благодаря рудному обогащению) цвета. Окраска песков в значительной степени изменяется и по простиранию пород. Более интенсивные кирпично-красные тона преобладают в северо-западной части месторождения, а по мере продвижения на юго-восток их окраска постепенно переходит в охристо-желтую и светло-серую.

Мощность новопетровских отложений непостоянная, изменяется от 0,7 до 18,8 м. Увеличение мощности песков происходит с юго-запада на северо-восток (вкрест простирания рудных залежей) и по простиранию на юго-восток. Абсолютные отметки подошвы песков не поднимаются выше 236 м над уровнем моря, а минимальные – 202 м. Наивысшие отметки преобладают в северо-западной части месторождения. Понижение подошвы пород происходит в восточном и юго-восточном направлениях, но интенсивнее – на восток.

Пески кварцевые (48,2–100 %), тяжелая фракция представлена ильменитом, рутилом, цирконом, дистеном, силлиманитом, ставролитом, турмалином и др. минералами.

Залегание берекской свиты на отложениях морского нижнего – среднего олигоцена [4–6], а новопетровской свиты под среднесарматскими глинистыми отложениями служит основанием для отнесения их к верхнему олигоцену – среднему миоцену. Принадлежность новопетровской свиты к миоцену, а берекской – к олигоцену подтверждает выдвинутое нами предположение о принадлежности горизонтов полтавской серии к определенным свитам.

Сарматский ярус представлен горизонтом “пестрых” глин, которые сплошным чехлом перекрывают отложения новопетровской свиты и связаны с последующим постепенным переходом. Средняя мощность – от первых сантиметров до 4 м.

Нерасчлененные нижнечетвертичные-верхненеогеновые отложения развиты, в основном в юго-восточной части месторождения, и представлены кирпично-красными и красно-бурыми глинами мощностью 1,2–9,7 м.

Четвертичные отложения сплошным чехлом перекрывают всю площадь месторождения, представлены зеленовато-серыми озерными суглинками, песками, лессовидными суглинками и лессами, ископаемыми и современными почвами суммарной мощностью 1,5–29,5 м.

Рудная характеристика. Зеленоярское россыпное месторождение пространственно и генетически связано с отложениями новопетровской и в меньшей степени берекской свит.

Поверхность месторождения представляет собой плоскую равнину, сильно изрезанную оврагами. Абсолютные отметки поверхности месторождения варьируют от 221,45 (скв. 3825) до 261,85 м (скв. 3737). Естественных обнажений рудных песков не наблюдается, все поисковые работы проведены с помощью бурения скважин.

Для переоценки и уточнения рудных характеристик месторождения была использована методология структурно-литологического моделирования. Принципы цифрового структурно-литологического моделирования разработаны под руководством Д. П. Хрущева и неоднократно были апробированы на ряде месторождений [2, 7, 8, 16, 19, 20]. Цифровая структурно-литологическая модель месторождения позволила получить комплект карт, которые дают представление об условиях распределения рудных минералов (ильменит, рутил, лейкоксен, сил-

лиманит, циркон) во вмещающих толщах как в вертикальном разрезе, так и по латерали. Особенностью полученных визуализаций является объединение и усреднение повышенных содержаний полезных ископаемых берекской и новопетровской свит, хотя рудная толща является сплошной только на одной залежи. Ниже представлено площадное распределение содержания коллективного концентрата по площади Зеленоярского титан-циркониевого месторождения (рис. 2).

В плане месторождение представляет собой параллельные лентовидные залежи, вытянутые с северо-запада на юго-восток. Простирание залежей совпадает с общим простиранием миоценовой долины, а в пределах последней они располагаются вблизи крутого склона.

Содержание рудных минералов в песках берекской свиты незначительно, но в отдельных пробах достигает 97,5 кг/т.

В отложениях берекской свиты выделено три рудных залежи: Северо-Восточная-1, Северо-Восточная-2 и Юго-Восточная [10, 14, 15].

Первые две залежи находятся в пределах месторождения, а Юго-Восточная залежь выделена по данным только одной скважины. Мощность рудных песков

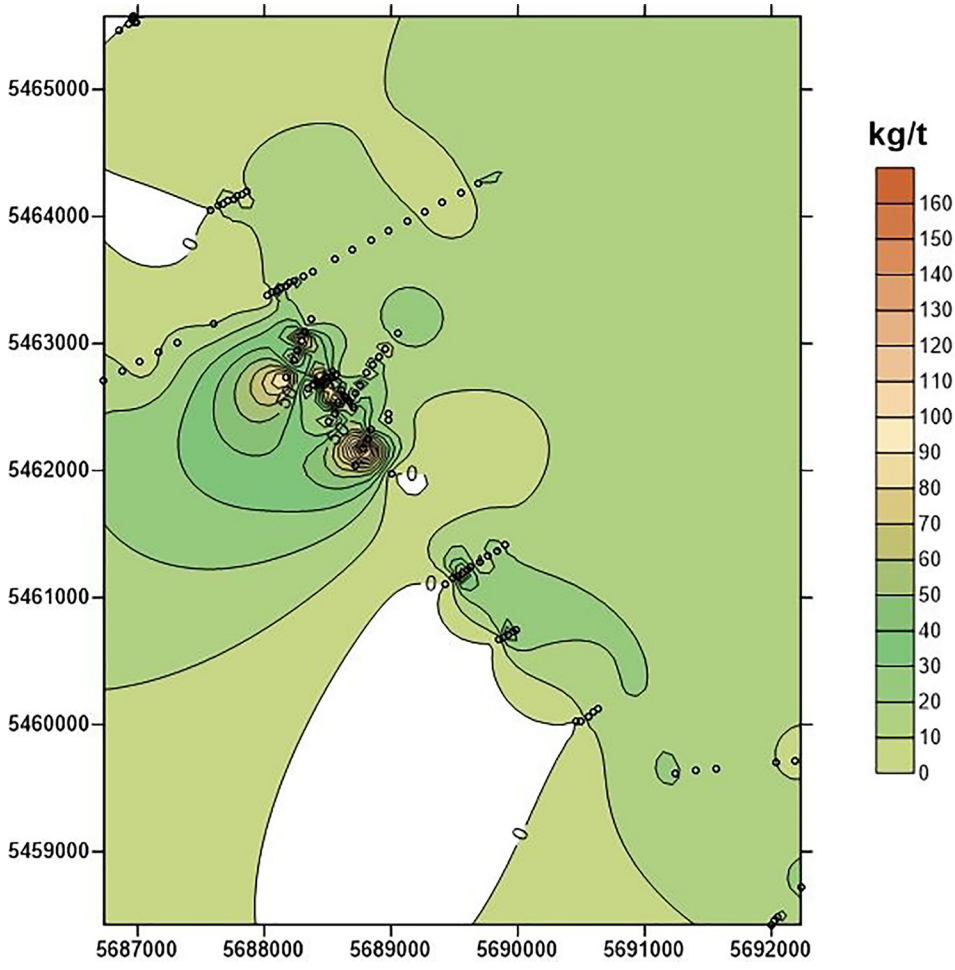


Рис. 2. Площадное распределение содержания коллективного концентрата по площади Зеленоярского титан-циркониевого месторождения

– 2,3 м, содержание коллективного концентрата – 10,8 кг/т. Глубина залегания – 35,7 м. В связи с такими показателями залежь не представляет практического интереса и далее не будет рассмотрена.

В песках новопетровской свиты наблюдаются промышленные концентрации рудных минералов: ильменита, рутила, циркона, лейкоксена, силлиманита, дистена, ставролита и др., содержание которых местами достигает 518 кг/т.

В отложениях новопетровской свиты россыпь титан-циркониевых минералов представлена тремя залежами: Юго-Западной, Северо-Восточной-1 и Северо-Восточной-3.

Северо-Восточная-1 рудная залежь берекской свиты расположена в верхней части разреза в непосредственном контакте с одноименной рудной залежью новопетровской свиты. Мощность обогащенного слоя – 2,1–6,0 м, ширина – 80–350 м, простирание – около 3 км. При подсчете запасов залежи берекской и новопетровской свит объединены в одну и оценка их дана общая.

Северо-Восточная-2 рудная залежь бедная; содержание рудных минералов – 12–20 кг/т, мощность – 3,0–4,3 м, ширина – около 300 м. По простиранию она оконтурена условно.

Юго-Западная рудная залежь прослежена 30-ю скважинами в северо-западном и юго-восточном направлениях на протяжении 13,5 км, при максимальной ширине 206 м. Преобладающая ширина залежи – 40–120 м. Площадь залежи – 904,7 тыс. м^2.

Форма рудной залежи линзообразная с четкими юго-западным и северо-восточным бортами, которые хорошо оконтуриваются по резкой смене содержания рудных минералов. Мощность рудной залежи непостоянна и колеблется от 0,4 до 10,7 м.

Анализ характера изменения мощностей по простиранию рудной залежи позволил установить, что в крайней северо-восточной части максимальная мощность рудного пласта достигает 1,6 м; затем, по мере продвижения на юго-восток происходит увеличение мощности рудных песков до 10,7 м, которое сменяется довольно плавным снижением до 0,5 м. В продольном разрезе залежь резко обрывается, что вызвано эрозионной деятельностью современной балки Зеленый Яр.

Вкрест простирания максимальная мощность рудных песков в большинстве случаев фиксируется ближе к юго-западному борту залежи и постепенно выклинивается в северо-восточном направлении; иногда максимум отмечается в осевых частях залежи с постепенным переходом в безрудные пески по ее бортам. Средняя мощность рудных песков по залежи – 4,4 м.

Содержание тяжелых минералов в залежи изменяется от 10,4 до 518 кг/т. Пески с содержанием концентрата ниже 10,4 кг/т в рудную залежь не включали. Среднее содержание рудных минералов по залежи равно 117,2 кг/т.

Северо-Восточная-1 рудная залежь расположена параллельно Юго-Западной залежи и вскрыта 13-ю скважинами. Длина залежи по простиранию – 7,2 км, при максимальной ширине – 400 м. Площадь рудной залежи – 1356,2 тыс. м^2. Форма залежи линзообразная с более расширенной частью на северо-западном фланге и постепенным сужением в юго-восточном направлении. Мощность рудных песков не превышает 9 м при минимальном значении 0,6.

Изменению мощности рудных песков по простиранию свойственны те же закономерности, что и в Юго-Западной залежи, но вкрест простирания она ведет себя несколько по-иному. В плане она представлена как единое целое, хотя в толще песков новопетровской свиты в центральной части разбивается на две струи. Цельность залежи в плане объясняется тем, что под ней залегают пески берекской свиты с промышленным содержанием рудных минералов. Содержание тяжелых минералов в залежи колеблется от 10,3 до 246,2 кг/т.

Северо-Восточная-3 рудная залежь подсечена только одной скважиной. Раз-

меры залежи точно определить невозможно. Мощность рудных песков равна 4,1 м, содержание тяжелых минералов – 36 кг/т.

В геологическом плане промышленные концентраты тяжелых минералов преимущественно приурочены к низам новопетровской свиты. Более четко эта особенность выдержана в Северо-Восточной-1 залежи. В Юго-Восточной части залежи она нарушена. Здесь промышленные скопления рудных минералов отмечаются в средней части разреза.

Для Юго-Западной залежи промышленные содержания тяжелых минералов отмечаются в низах новопетровской свиты преимущественно ближе к юго-западному борту залежи. По мере удаления на северо-восток (вкрест простирания) обогащение как бы "всплывает" и между подошвой вмещающих пород и нижним контактом остается слой пустых пород.

По простиранию всех рудных залежей наивысшее содержание коллективного концентрата приурочено к первой трети простирания, причем характерно относительно постепенное нарастание в направлении от северо-западного фланга в юго-восточном направлении. Достигнув максимума, по мере удаления на юго-восток содержание концентрата уменьшается до бортового, причем отмечаются довольно резкие колебания по отдельным линиям.

Наиболее тяжелые рудные минералы (циркон, рутил, ильменит) играют большую роль в составе концентрата в северо-западных частях рудных залежей. По мере удаления на юго-восток содержания циркона и рутила понижаются довольно плавно соответственно с 8 и 16 % (на северо-западе) до 3 и 7 % (на юго-востоке). Содержание ильменита в концентрате уменьшается скачкообразно с 36 до 16 %.

Минералы группы дистена и ставролита в составе концентрата по простиранию рудных залежей ведут себя в порядке, обратном рудным минералам. Роль этих минералов в составе концентрата заметно повышается в юго-восточной части рудных залежей, где содержание их возрастает с 12 до 26 % для минералов группы дистена и с 18 до 27 % – для ставролита.

Таким образом, наиболее высокие содержания концентрата приходятся на первую треть залежи, что объясняется близостью источников сноса тяжелых минералов.

Увеличение содержаний наиболее легких минералов по простиранию рудных залежей указывает на то, что формирование титан-циркониевых россыпей происходило в водной среде с направленным течением.

Видовой состав и типоморфные особенности тяжелых минералов россыпей указывают на то, что их коренными источниками были чудново-бердичевские граниты, гранодиориты, диориты и аплито-пегматоидные граниты, развитые на междуречье Южный Буг – Тетерев [15].

Генезис. Изучение генетических аспектов проводили по структурным и текстурным особенностям литофаций и площадному распространению рудных минералов.

Для обогащенных песков берекской свиты характерна отчетливая тонкая горизонтальная слоистость, обусловленная скоплением рудных минералов. Встречается и равномерное распределение рудных минералов по всему слою песчаных отложений.

По данным результатов гранулометрического анализа, с целью выяснения условий формирования песчаных отложений, рассчитаны гранулометрические коэффициенты. Полученные данные свидетельствуют о том, что пески берекской свиты обладают хорошей сортированностью, коэффициент сортировки их колеблется от 0,076 до 0,203, при среднем значении – 0,130. Средний размер зерен изменяется в пределах от 0,073 до 0,157 мм.

Используя полученные коэффициенты, получаем совокупность точек на генетической диаграмме Л. Б. Рухина (рис. 3), попадающих в определенное поле, которое характеризует динамические условия среды формирования, как поле со слабыми колебательными движениями воды. Такие условия характерны для фаций прибрежного мелководья.

Заметное повышение мощности отложений берекской свиты в юго-западном и северо-восточном направлениях является признаком углубления бассейна в данных направлениях.

Характерной особенностью отложений новопетровской свиты является их распространение узкой полосой через все месторождение в юго-восточном направлении. Ширина полосы – 1,2–3,5 км.

Четкий контакт между отложениями берекской и новопетровской свит лучше всего прослеживается в пределах рудных залежей. По мере удаления от рудных залежей на северо-восток наблюдается постепенный размыв контакта.

Отложения, слагающие новопетровскую свиту, характеризуются хорошей горизонтальной и косой слоистостью. Слоистость обусловлена обогащением песков рудными минералами, которые накапливаются в виде темно-серых тонких слоев, чередующихся с такими же тонкими безрудными полосками. Косая слоистость несогласно контактирует с горизонтальной слоистостью. Угол падения – 20–22 , направление западное. Мощность косых слоев – 2–3 см, мощность серии слоев – 20 см.

Иногда наблюдается горизонтальная слоистость, вызванная избирательным характером ожелезнения. В таких случаях наблюдается нечеткое переслаивание пород с различной интенсивностью ожелезнения от охристо-желтых до кирпично-красных тонов. Такая слоистость наблюдается у кровли горизонта.

Гранулометрический состав песков изучался по рудным залежам, поэтому характеристика зернового состава отло-

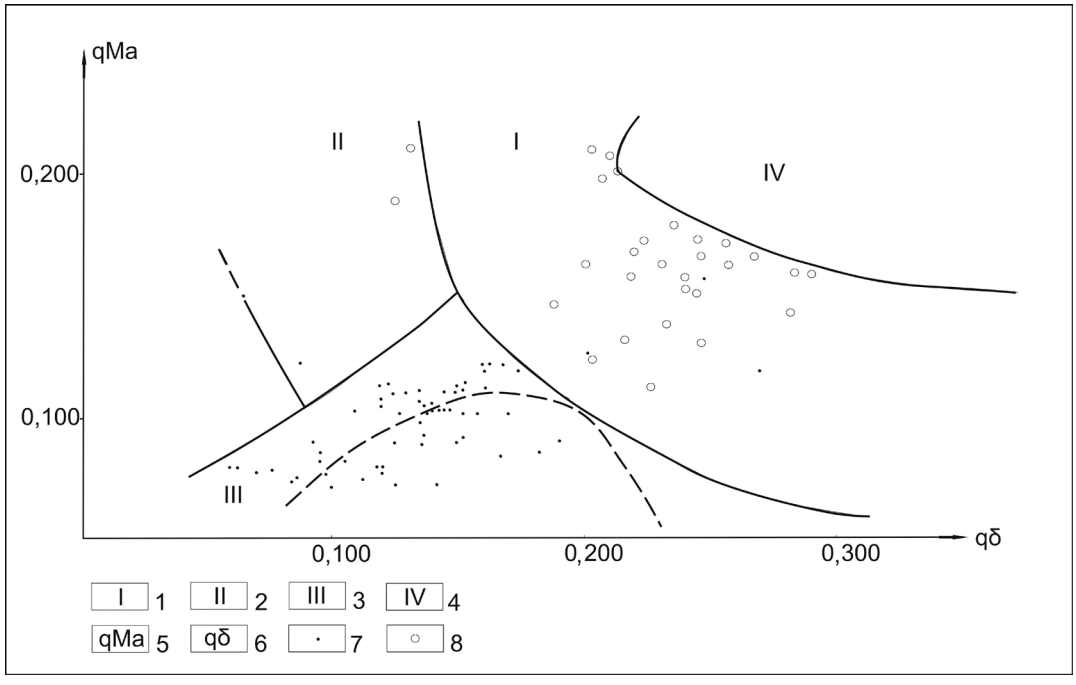


Рис. 3. Генетическая диаграмма Л. Б. Рухина для песков берекской и новопетровской свит Зеленоярского месторождения

1 – поле песков, отложенных при поступательном движении воды (русловые, зоны течения); 2 – поле песков, отложенных при сильных колебательных движениях воды (прибрежные, пляжные, мелководные пески); 3 – поле песков, отложенных при слабых колебательных движениях воды (донные пески); 4 – эоловые пески; 5 – средний размер зерен; 6 – коэффициент сортировки; 7 – пески берекской свиты (61 проба); 8 – рудные пески новопетровской свиты (61 проба)

жений дана применительно к пескам этих залежей.

По гранулометрическому составу отложения новопетровской свиты – разнозернистые с преобладанием среднезернистых. Преобладают среднезернистые пески с размером зерен крупнее 0,25 мм (47,7 %), мелкозернистые пески (0,25–0,1 мм) составляют 31,6 %.

Пески новопетровской свиты обладают значительно худшей сортировкой, чем пески берекской свиты. Коэффициент сортировки в большинстве случаев превышает 0,2, среднее – 0,222. Средний размер зерен – 0,154 мм.

Результаты полученных вычислений на генетической диаграмме Л. Б. Рухина попадают в поле песков, отложенных при поступательном движении воды. Динамически это характерно для русловых фаций и зон течений (рис. 3).

Сопоставление генетических диаграмм Л. Б. Рухина дает ясное представление о том, что берекская и новопетровская свиты имеют различный генезис.

Распространение новопетровских отложений узкой полосой, гранулометрический состав, слоистость, а также динамика образования свидетельствуют о принадлежности продуктивной толщи россыпи к русловой фации. Представленные выводы подтверждают С. Н. Цымбал и Ю. А. Полканов [15], которые предполагают, что нижняя часть продуктивной толщи сложена отложениями плотикового аллювия русловой фации, а верхняя часть может рассматриваться как равновесный и покровный аллювий русловой фации.

Полученные данные дают возможность представить палеогеографическую схему этапа формирования россыпи новопетровской свиты (рис. 4).

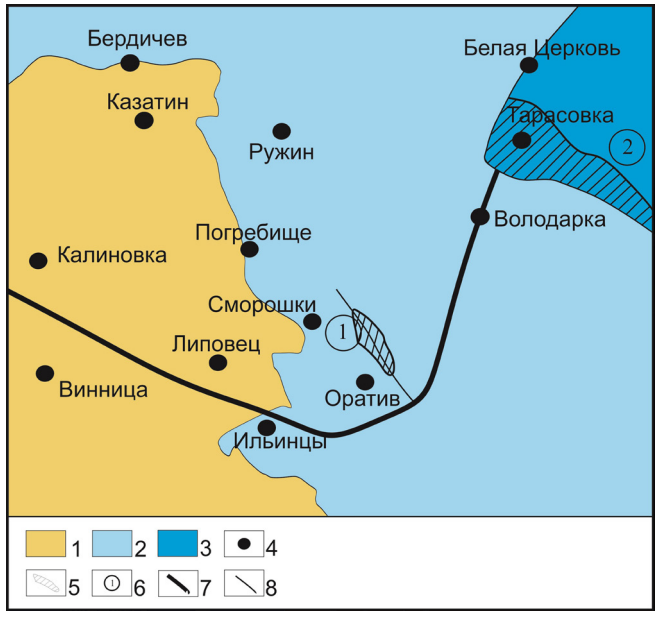


Рис. 4. Палеогеографическая схема этапа формирования Зеленоярского месторождения новопетровского времени (с использованием материалов С. Н. Цымбала [16, 19])

1 – повышенная слаборасчлененная денудационная равнина, сложенная с участием кор выветривания докембрийских кристаллических пород – основная область сноса терригенного материала; 2 – приморская денудационно-аккумулятивная низменность; 3 – залив раннемиоценового мелководного моря; 4 – населенные пункты; 5 – контуры месторождений; 6 – месторождения: 1 – Зеленоярское, 2 – Тарасовское; 7 – точно установленная палеодолина раннемиоценового возраста (основной источник сноса терригенного материала); 8 – предполагаемая палеодолина раннемиоценового возраста Зеленоярского месторождения

Выводы. Авторами дана современная трактовка геологического строения и рудных характеристик Зеленоярского титан-циркониевого месторождения. Результаты получены на основе анализа и пересмотра традиционных представлений с учетом новейших стратиграфических, палеогеографических и литологических данных, а также использования цифрового структурно-литологического моделирования.

Визуализации цифрового структурно-литологического моделирования позволили более детально изучить рудные характеристики (содержание ильменита, рутила, лейкоксена, циркона, коллективного концентрата и др. в рудной толще) Зеленоярского месторождения. Структурно-литологическое моделирование может быть аналитико-информационной основой для разработки технико-экономического обоснования на более детальную разведку и эксплуатацию месторождения.

На основе изученного материала была создана палеогеографическая схема этапа формирования Зеленоярского месторождения новопетровского времени с использованием новых стратиграфических и палеогеографических данных о юго-западной части Украинского щита.

По нашему мнению, Зеленоярское месторождение, в связи с ростом спроса на титан-циркониевое сырье на мировом рынке, может быть отнесено к разряду перспективных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас "Геологія і корисні копалини України". Масштаб 1:5 000 000/Під ред. Л. С. Галецького. – К.: НАН України, Міністерство екології та природних ресурсів, 2001. – 168 с.

2. *Василенко С. П., Охоліна Т. В., Ткаченко П. Г.* Геолого-генетична модель об'єкта "Тарасівка східна"//ІІІ Міжнародний геологічний форум "Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво (Геофорум-2016)", с. Коблеве, Миколаївська обл., Україна, 15–20 серпня 2016 р. – С. 10–14.

3. *Гурвич С. И.* Титано-циркониевые россыпи Русской платформы и вопросы поисков/С. И. Гурвич, А. М. Болотов. – М.: Недра, 1968. – 187 с.

4. *Зосимович В. Ю., Клюшников М. Н., Носовський М. Ф.* Про схему стратиграфічного розчленування палеогенових відкладів платформенної частини УРСР//Геол. журн. АН УРСР. – 1963. – Т. XXIII, вип. 6. – С. 32–41.

5. *Зосимович В. Ю.* Малакофауна сивашских слоев: стратиграфическое положение, корреляция, возраст, палеоэкология и палеогеография//Проблеми стратиграфії фанерозою України /В. Ю. Зосимович. – К., 2001. – С. 132–138.

6. *Зосимович В. Ю.* Некоторые проблемы стратиграфии палеогена и неогена Североукраинской палеоседиментационной провинции/В. Ю. Зосимович//Проблеми палеонтології та біостратиграфії протерозою і фанерозою України: Зб. наук. праць Інституту геологічних наук. – К., 2006. – С. 160–172.

7. *Кравченко О. А.* Моделювання титан-цирконієвих розсипів на прикладі Краснокутського родовища/О. А. Кравченко, Д. П. Хрущов//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – № 3. – 2015. – С. 102–113

8. *Лаверов Н. П.* Цифровое структурно-литологическое моделирование месторождений тяжелых минералов/Н. П. Лаверов, П. Ф. Гожик, Д. П. Хрущев и др. – К.-М.: Интерсервис, 2014. – 242 с.

9. Металічні і неметалічні корисні копалини України: у 2 т./Д. С. Гурський, К. Ю. Єсипчук, В. І. Калінін та ін. – К.-Львів: Центр Європи, 2005–2006. – Т. 1: Металічні корисні копалини. – 2005. – 785 с.

10. *Охолина Т. В., Василенко С. П.* Сравнительная геолого-экономическая оценка Зеленоярского и Тарасовского россыпных месторождений титана//Міжнародний геологічний форум "Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво" (Геофорум–2016): Україна, Миколаїв. обл., с. Коблеве, 15–20 серп. 2016 р.: голов. ред. С. В. Гошовський. – Київ: УкрДГРІ, 2016. – 38 с.

11. Россыпные месторождения титана СССР/Под ред. Г. С. Момджи. – М.: Недра, 1976. – 287 с.

12. *Рухин Л. Б.* Основы литологии. Учение об осадочных породах: учебное посо-

бие/Л. Б. Рухин; Под ред. Е. В. Рухиной. – Л.: Наука, 1969. – 703 с.

13. Стратиграфічний кодекс України: затв. 11.09.2012 р.//Нац. стратигр. ком. України; уклад.: П. Ф. Гожик та ін.; відп. ред. П. Ф. Гожик. – 2-е вид. – К.: [б. в.], 2012. – 66 с.

14. Титановые и титано-циркониевые россыпи Украинской ССР/Гл. ред. Н. П. Семененко, отв. ред. М. Ф. Веклич. – К.: АН УССР, Ин-т геол. наук, Сектор геогр., Ин-т экономики СОПС, Мин-во геол. УССР, Ин-т минер. рес., 1967. – 850 с.

15. *Цымбал С. Н.* Минералогия титано-циркониевых россыпей Украины/С. Н. Цымбал, Ю. А. Полканов. – К.: Наукова думка, 1975. – 247 с.

16. Цифровая структурно-литологическая модель Тарасовского месторождения титано-циркониевых руд/С. Н. Цымбал, Д. П. Хрущев, А. П. Лобасов//Геологічний журнал. – 2016. – № 1. – С. 81–93.

17. *Цимбал С. М.* Будова міоценового алювіального розсипу Придніпров'я/С. М. Цимбал, І. І. Бондар//Геол. журнал АН УРСР. – 1966. – Т. XXIV. – Вип. 2. – С. 41–50.

18. *Цымбал С. Н.* Закономерности размещения и источники питания титановых и титано-циркониевых россыпей Украины/С. Н. Цымбал, М. Г. Дядченко, И. Л. Личак, Н. И. Половко, К. М. Заруцкий, Г. П. Проскурин//Древние и погребенные россыпи СССР. Сб. тр. – К.: Наукова думка, 1977. – Ч. 1. – С. 84–92.

19. *Хрущев Д. П., Ковальчук М. С., Ремезова Е. А., Лаломов А. В., Цымбал С. Н., Босевская Л. П., Лобасов А. П., Ганжа Е. А, Дудченко Ю. В., Крошко Ю. В.* Структурно-литологическое моделирование осадочных формаций/Науч. редактор Д. П. Хрущев; Институт геологических наук НАН Украины. – Киев: Интерсервис, 2017. – 352 с.

20. *Kroshko Yu. V., Kovalchuk M. S.* Formation and development of the lower cretaceous and middle paleogene river valleys with in the central part of the Ukrainian shield// Молодий вчений. – 2017. – № 6 (46). – С. 5–9.

REFERENCES

1. Atlas "Geology and Minerals of Ukraine". Scale 1:5 000 000/Edited by L. S. Haletskyi. – Kyiv: NAN Ukrainy, Ministerstvo ecolohii ta pryrodnykh resursiv, 2001. – 168 c. (In Ukrainian).

2. *Vasylenko S. P., Okholina T. V., Tkachenko P. H.* Geological and genetic model of the Tarasivka skhidna object/ III Mizhnarodnyi heolohichnyi forum "Aktualni problemy ta perspektyvy rozvytku heolohii: nauka i vyrobnytstvo (Heoforum–2016)", s. Kobleve, Mykolaivska obl., Ukraina, 15–20 serpnia 2016 r. – P. 10–14. (In Ukrainian).

3. *Gurvich S. I.* Titanium-zirconium placers of the Russian platform and search questions/S. I. Gurvich, A. M. Bolotov. – Moskva: Nedra, 1968. – 187 p. (In Russian).

4. *Zosymovych V. Yu., Kliushnykov M. N., Nosovskyi M. F.* About the scheme of stratigraphic differentiation of Paleogene deposits of the platform part of the Ukrainian SSR// Heol. zhurn. AN URSR. – 1963. – V. XXIII. – Iss. 6. – P. 32–41. (In Ukrainian).

5. *Zosymovych V. Yu.* Malakofauna of the Sivashian layers: stratigraphic position, correlation, age, paleoecology and palogeography// Problemy stratyhrafii fanerozoiu Ukrainy. – Kyiv, 2001. – P. 132–138. (In Russian).

6. *Zosymovych V. Yu.* Some problems of Paleogene and Neogene stratigraphy of the North Ukrainian Paleo-sedimentation province//Problemy paleontolohii ta biostratyhrafii proterozoiu i fanerozoiu Ukrainy: Zb. nauk. prats Instytutu heolohichnykh nauk. – Kyiv, 2006. – P. 160–172. (In Russian).

7. *Kravchenko O. A., Khrushchov D. P.* Simulation of titan-zirconium placers on the example of the Krasnokutsk deposit//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – № 3. – 2015. – P. 102–113. (In Ukrainian).

8. *Laverov N. P., Gozhik P. F., Khrushchov D. P.* et al. Digital structural and lithological modeling of heavy mineral deposits – Kiev-Moskva: Interservis, 2014. – 242 p. (In Russian).

9. Metal and non-metal minerals of Ukraine: in 2 volumes/D. S. Hurskyi, K. Yu. Esypchuk, V. I. Kalinin et al. – Kyiv-Lviv: Tsentr Yevropy, 2005–2006. – Vol. 1: Metalic minerals. – 2005. – 785 p. (In Ukrainian).

10. *Okholina T. V., Vasilenko S. P.* Comparative geological and economic assessment of Zelenoyarsk and Tarasovskyi placer deposits of titanium//Mizhnarodnyi heolohichnyi forum "Aktualni problemy ta perspektyvy rozvytku heolohii: nauka i vyrobnytstvo" (Heoforum-2016): Ukraina, Mykolaiv. obl., s. Kobleve, 15–20 serp. 2016 r.: holov. red. S. V. Goshovskyi. – Kyiv: UkrDHRI, 2016. – 38 p. (In Russian).

11. Alluvial deposits of titanium of the USSR/Ed. G. S. Momdzhi. – Moskva: Nedra, 1976. – 287 p. (In Russian).

12. ***Ruhin L. B.*** **Fundamentals of lithology. The study of sedimentary rocks: study guide/By ed. E. V. Ruhina. – Leningrad: Nauka, 1969. – 703 p. (In Russian).**

13. Stratigraphic Code of Ukraine: approved on 11.09.2012 y./Nats. stratyhr. kom. Ukrainy; uklad.: P. F. Hozhyk ta in.; vidp. red. P. F. Hozhyk. – 2-e vyd. – Kyiv, 2012. – 66 p. (In Ukrainian).

14. Titanium and titanium-zirconium placers of the Ukrainian SSR/Ch. ed. N. P. Semenenko, resp. ed. M. F. Veklich. – Kiev: AN USSR, In-t geol. nauk, Sektor geogr., In-t jekonomiki SOPS, Min-vo geol. USSR, In-t miner. res., 1967. – 850. (In Russian).

15. ***Cymbal S. N., Polkanov Yu. A.*** **Mineralogy of Ukraine's Titanium-Zirconium Placer. – Kyiv: Naukova dumka, 1975. – 247 p. (In Russian).**

16. Digital structural-lithological model of the Tarasovskij deposit of titanium-zirconium ores/S. N. Cymbal, D. P. Khrushchov, A. P. Lobasov//Heolohichnyi zhurnal. – 2016. – № 1. – P. 81–93. (In Russian).

17. ***Cymbal S. M., Bondar I. I.*** **Structure of the Miocene alluvial placer of Dnieper//Heol. zhurnal AN URSR. – 1966. – V. XXV. – Iss. 2. – P. 41–50. (In Ukrainian).**

18. ***Cymbal S. N., Dyadchenko M. G., Lichak I. L., Polovko N. I., Zaruckij K. M., Proskurin G. P.*** **Patterns of location and power sources of titanium and titanium-zirconium placers in Ukraine//Drevnie i pogrebennye rossypi SSSR. Sb. tr. – Kyiv: Naukova dumka, 1977. – Part 1. – P. 84–92. (In Russian).**

19. ***Khrushchov D. P., Kovalchuk M. S., Remezova E. A., Lalomov A. V., Cymbal S. N., Bosevskaja L. P., Lobasov A. P., Ganzha E. A., Dudchenko Yu. V., Kroshko Yu. V.*** **Structural and lithological modeling of sedimentary formations/Scientific. editor D. P. Khrushchov; Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine. – Kiev: Interservis, 2017. – 352 p. (In Russian).**

20. ***Kroshko Yu. V., Kovalchuk M. S.*** **Formation and development of the lower cretaceous and middle paleogene river valleys with in the central part of the Ukrainian shield// Молодий вчений. – 2017. – № 6 (46). – P. 5–9.**

Рукопис отримано 29.05.2019.

О. А. Ганжа, *Інститут геологічних наук (Національна академія наук України),*
oag2909@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-8510-5618,
Т. В. Охоліна, *Інститут геологічних наук (Національна академія наук України),*
svilya@ukr.net, https://orcid.org/0000-0003-3936-9561,
Ю. В. Крошко, *Інститут геологічних наук (Національна академія наук України),*
ykrosh.79@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-7601-7760

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ТА РУДОНОСНІСТЬ ЗЕЛЕНОЯРСЬКОГО ТИТАН-ЦИРКОНІЄВОГО РОДОВИЩА

Зеленоярське розсипне родовище просторово й генетично пов'язане з відкладами новопетрівської і меншою мірою берецької світ. У геологічному плані промислові концентрати важких мінералів переважно приурочені до низів новопетрівської світи. За простяганням усіх рудних покладів найвищий уміст колективного концентрату приурочений до першої третини горизонтів, причому характерне поступове нарощування в напрямку від північно-західного флангу до південно-східного.

На основі аналізу і модернізації традиційних уявлень та з огляду на нові стратиграфічні, палеогеографічні і літологічні дані, а також результати цифрового структурно-літологічного моделювання подане сучасне трактування геологічної будови, рудних характеристик та умов утворення Зеленоярського титан-цирконієвого родовища. Створено цифрову структурно-літологічну модель родовища, що зображує його рудні характеристики. Побудовано палеогеографічну схему родовища, яка доповнює палеогеографічну схему локальної масштабності.

Ключові слова: *титан, цирконій, родовища, моделювання, палеогеографічні схеми.*

E. A. Ganzha, *Institute of Geological Sciences (National Academy of Sciences of Ukraine),*
oag2909@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-8510-5618,
T. V. Okholina, *Institute of Geological Sciences National Academy of Sciences of Ukraine,*
svilya@ukr.net, https://orcid.org/0000-0003-3936-9561,
Yu. V. Kroshko, *Institute of Geological Sciences (National Academy of Sciences of Ukraine),*
ykrosh.79@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-7601-7760

GEOLOGICAL STRUCTURE AND ORE CONTENT OF ZELENOYARSK TITANIUM ZIRCONIA DEPOSIT

The Zelenoyarsk placer deposit is spatially and genetically associated with sediments the Novopetrovsk and a lesser extent Berek suite. In geological terms, industrial concentrates of heavy minerals are mainly confined to the bottoms of the Novopetrovsk suite. By the strike of all ore deposits, the highest content of collective concentrate is confined to the first third of the strike, and a relatively gradual increase in direction from the northwestern flank to southeast is characteristic.

Having reached a maximum, as a distance to southeast is removed, the content of concentrate decreases to the on-board one, with rather sharp fluctuations along individual lines. The study of genetic aspects was carried out on the structural and textural features of lithofacies and areal distribution ore minerals. Based on the analysis and modernization of traditional concepts, taking into account new stratigraphic, paleogeographic and lithological data, as well as the results of digital structural and lithological modeling, a modern interpretation of the geological structure, ore characteristics and formation conditions of the Zelenoyarsk titanium-zirconium deposit is given. A digital structural and lithological model of the deposit was created, reflecting its ore characteristics.

A paleogeographic map of the field was constructed, which complements the paleogeographic scheme of local scale. The peculiarity of the obtained visualizations is the combination and averaging of the elevated mineral content of Berek and Novopetrovsk formations, although ore mass is continuous only on one deposit. In our opinion, the Zelenoyarsk field, due to the growing demand for titanium-zirconium raw materials on the world market, can be considered promising.

Based on the analysis and modernization of traditional concepts, taking into account new stratigraphic, paleogeographic and lithological data, as well as the results of digital structural and lithological modeling, a modern interpretation of the geological structure, ore characteristics and formation conditions of the Zelenoyarsk titanium-zirconium deposit is given. A digital structural and lithological model of the deposit was created, reflecting its ore characteristics. A paleogeographic map of the field was constructed, which complements the paleogeographic scheme of local scale.

Keywords: *titanium, zirconium, deposits, modeling, paleogeographic schemes.*

УДК 549.211:549.553

Н. Н. Зинчук, *д-р геол.-минерал. наук, профессор, академик АН РС (Я), председатель Западно-Якутского научного центра (ЗЯНЦ) Академии наук Республики Саха (Якутия), г. Мирный,*
nnzinchuk@rambler.ru, https://orcid.org/0000-0002-9682-3022

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗА ИЗ КИМБЕРЛИТОВ И ДРЕВНИХ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ (на примере Сибирской платформы)

Приведены типоморфные особенности алмазов перспективных территорий Сибирской платформы (СП) и показана возможность их использования при прогнозировании коренных и россыпных месторождений на стадиях региональных и среднемасштабных исследований, а также при локальном прогнозе. По результатам изучения типоморфных особенностей алмазов из кимберлитовых тел с убогой продуктивностью отдельных полей СП показано, что для них характерно высокое содержание типичных округлых выделений минерала уральского (бразильского) типа с шагренью и полосами пластической деформации. Это свидетельствует о значительном растворении минерала из кимберлитов таких диатрем, что отличает их по этому критерию от аналогичных тел с алмазоносностью и позволяет прогнозировать уровень продуктивности пород уже по первым сотням добытых кристаллов на начальных стадиях геолого-поисковых и разведочных работ. Для кристаллов из жил отмечено повышенное содержание мелких полупрозрачных дымчато-коричневых округлых алмазов с шагренью и полосами пластической деформации, что являются типоморфными особенностями и для трубок с убогой алмазоносностью. Показаны примеры использования типоморфных особенностей алмазов при прогнозировании высокоалмазоносных кимберлитов и россыпей в пределах Центрально-Сибирской (Малоботуобинский, Далдыно-Алакитский, Моркокинский и Среднемархинский районы), Лено-Анабарской (Кютюнгдинский район) и Тунгусской (Байкитский район) субпровинций СП.

Ключевые слова: *типоморфизм алмазов, Сибирская платформа, региональный и локальный прогнозы, высокоалмазоносные кимберлиты и россыпи.*

Алмаз – полигенный минерал, образующийся не только в условиях земных недр (кимберлитовый, лампроитовый и метаморфогенные типы), а и при сверхскоростном соударении космических тел с землей (импактный тип). Для алмаза характерен широкий комплекс физико-химических и кристалло-морфологических особенностей, отражающих своеобразие термодинамических и геохимических условий его образования, которые могут быть использованы в качестве типоморфных [1–20]. Проведенными комплексными исследованиями установлено, что алмазы из отдельных кимберлитовых тел (а нередко и из различных минералого-петрографических разновидностей кимберлита в отдельном месторождении) довольно существенно отличаются по ряду типоморфных особенностей. Зная свойства алмазов из кимберлитовых тел, можно с большой долей уверенности решить вопрос о коренных источниках изучаемой россыпи или группы россыпей [1–8, 12–

 © Н. Н. Зинчук, 2019

17]. Современные методы исследований алмазов [14] дают возможность получить большой объем информации об условиях их образования, последующего существования и изменения, что имеет важное значение при прогнозировании, поисках и оценке алмазных месторождений. Из большого спектра этих особенностей наиболее информативными и относительно легко диагностируемыми являются: морфология, фотолюминесценция, распределение оптически активных азотных и водородных центров, электронный парамагнитный резонанс, химический состав твердых включений в алмазах и др. При этом главнейшими из них являются определения принадлежности алмазов к определенной минералогической разновидности, что происходит по комплексу взаимосвязанных признаков и свойств. В результате многолетних исследований алмазов из россыпей и кимберлитовых тел Сибирской платформы (СП), проведенных под руководством канд. геол.-минерал. наук. В. И. Коптиля с применением минералогической классификации, предложенной Ю. Л. Орловым [17] и имеющей глубокое физическое обоснование [3–6, 12–20], по которой выделяются 11 генетических разновидностей алмазов (с дополнительным разделением кристаллов отдельных разновидностей по габитусу и морфологическим типам кристаллов), нами накоплен громадный фактический материал по типоморфным особенностям минерала из кимберлитовых диатрем, современных отложений и разновозрастных вторичных коллекторов с выделением типов их первоисточников.

Изучение типоморфных особенностей алмазов из россыпей и россыпных проявлений СП позволило определить [14], что формирования этих продуктивных толщ происходило за счет размыва четырех типов первоисточников: а) I тип первоисточника, характерный для богатых кимберлитовых тел, которые характеризуются преобладанием алмазов, представленных ламинарными кристаллами октаэдрического, ромбододекаэдрического и переходного между ними габитусов и образующих непрерывный ряд, а также присутствием алмазов с оболочкой IV разновидности, серых кубов III разновидности, поликристаллических агрегатов VIII–IX разновидностей и в некоторых трубках (например, Юбилейная), равномерно окрашенных в желтый цвет кубоидов II разновидности. По соотношению габитусов, морфологических типов кристаллов и разновидностей среди алмазов I типа первоисточника различается ряд ассоциаций кристаллов, выделяемых по названию районов или отдельных фаз кимберлитового магматизма в их пределах (мирнинская, далдыно-алакитская, верхнемунская, кютюнгдинская и др.); б) II тип первоисточника – также алмазы кимберлитового генезиса, характерные для тел с низкой алмазоносностью и жил, в которых превалируют додекаэдроиды с шагренью и полосами пластической деформации “жильного” типа, типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа и присутствию бесцветных кубоидов I разновидности; в) III тип первоисточника – алмазы невыясненного генезиса, которые характерны для россыпей северо-востока СП, где их коренные источники до настоящего времени не обнаружены и представлены графитизированными ромбододекаэдрами V разновидности, сложными двойниками и сростками додекаэдроидов VII разновидности с легким ($\delta^{13}C$=-23,60 ‰) изотопным составом углерода и равномерно окрашенными кубоидами II разновидности с изотопным составом углерода промежуточного состава, образующими ассоциацию эбеляхского (нижнеленского) типа; г) IV тип взрывных кольцевых структур импактного генезиса, алмазы которого сложены поликристаллами типа карбонадо с примесью гексагональной модификации углерода-лонсдейлита (якутит). Следует отметить, что алмазы I типа первоисточника резко преобладают в кимберлитовых диатремах и россыпях Центрально-Сибирской алмазоносной субпровинции (ЦСАС) – как современного, так и более древнего (пермского и юрского) возраста. В пределах

Анабаро-Оленекской алмазоносной области алмазы I типа первоисточника превалируют в нижне- и верхнекарбоновых, нижнепермских и пространственно связанных с ними современных отложениях Кютюнгдинского и Молодо-Далдынского полей россыпной алмазоносности, а также в россыпи р. Улаах-Муна, ниже известных кимберлитовых тел Верхнемунского поля с близкой к промышленной алмазоносностью. Необходимо также отметить преобладание алмазов I типа первоисточника в нижнекарбоновых отложениях тычанского коллектора Красноярского края на западе Тунгусской синеклизы (Байкитская область), для которых предполагается множественность коренных источников, что может свидетельствовать [14] о присутствии в данном регионе продуктивных кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста. Значительный практический интерес представляют результаты исследования типоморфизма алмазов из известных кимберлитовых тел СП, что позволяет проводить районирование коренной алмазоносности. Особо следует отметить результаты исследования типоморфных особенностей алмазов из кимберлитовых тел северо-востока СП, на которых в последние годы при проведении ревизионно-опробовательских работ добыты представительные количества алмазов и получены принципиально новые данные по их алмазоносности [12–15]. В свою очередь, результаты исследования типоморфных особенностей алмазов из кимберлитовых тел Верхнемунского (трубки Заполярная, Новинка, Комсомольская-Магнитная и Поисковая), Куранахского (Малокуонапская, Университетская и др.), Омонос-Укукитского (Русловая, Ленинград, Лорик и Светлана), Куойского (Дьянга), Верхнемоторчунского (Аэрогеологическая), Лучаканского (Лыхчан, Отрицательная, Двойная и Дама) и Чомурдахского (Ан. 21/73) полей свидетельствуют об их резком отличии от кристаллов большинства россыпей северо-востока СП с невыявленными коренными источниками. *Во-первых*, в этих кимберлитовых телах полностью отсутствуют алмазы II, V и VII разновидностей (III тип первоисточника), представляющие основной тип первоисточника (50–70 % от общей алмазоносности) для разновозрастных россыпей Эбеляхской алмазоносной площади и среднетриасовых отложений Нижнеленского алмазоносного поля. *Во-вторых*, следует отметить преобладание ламинарных кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов в известных кимберлитовых телах упомянутых полей (особенно в мелком классе – +0,5–1,0 мм), что свидетельствует об отсутствии зональности коренной алмазоносности СП по типоморфным особенностям алмазов [14]. Полученные данные свидетельствуют о принципиальной возможности нахождения на северо-востоке СП отдельных кимберлитовых тел или рудных столбов в трубках сложного геологического строения с близкой к промышленной алмазоносностью, с преобладанием кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов. В связи со своеобразием минералого-петрографического состава кимберлитов трубки Малокуонапская [12, 14] и отсутствием в них пиропов с высоким содержанием кнорринговитового компонента [18–20] необходима разработка критериев обнаружения высокопродуктивных кимберлитовых тел в пределах северо-востока СП. *В-третьих,* впервые для северо-востока СП установлена [14, 19] близкая к промышленной алмазоносность северного рудного столба трубки Малокуонапская (Куранахское поле). Здесь преобладают характерные для богатых кимберлитовых тел кристаллы октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов и отмечаются низкие (менее 10%) содержания типичных округлых алмазов уральского (бразильского) типа, подчеркивающих отрицательный фактор алмазоносности [14]. Для южного рудного столба трубки Малокуонапская характерна более низкая (практически на порядок)

алмазоносность при одновременно резком увеличении (почти в 8 раз) содержания типичных округлых алмазов, что сближает данное тело с диатремой Сытыканская (Алакит-Мархинское поле).

Предлагается существенно изменить сам подход к технологии разномасштабного районирования алмазоперспективных территорий. Так, нами [14] проведено *региональное минералогическое районирование* территорий, при котором на СП выделено четыре алмазоносные субпровинции: Центрально-Сибирская (ЦСАС), Лено-Анабарская (ЛААС), Тунгусская (ТАС) и Алданская (ААС). *ЦСАС* охватывает центральную часть СП, располагающуюся южнее Маакской излучины р. Оленек, и характеризуется проявлением продуктивной россыпной алмазоносности и высокоалмазоносного кимберлитового магматизма среднепалеозойского возраста. Алмазы I типа первоисточника резко преобладают в россыпях Малоботуобинского (МБАР), Далдыно-Алакитского (ДААР), Верхнемунского (ВМАР), Моркокинского (МАР) и Среднемархинского (СМАР) алмазоносных районов данной субпровинции как современного, так и более древнего возраста. Эта субпровинция характеризуется наличием россыпей разной дальности сноса, для которых в отдельных алмазоносных районах существуют местные коренные источники. Наиболее широкие масштабы россыпной алмазоносности установлены в МБАР и СМАР.

В пределах *Мирнинского кимберлитового поля* (МКП), входящего в МБАР, выявлено семь кимберлитовых трубок (пять из них представляют промышленный интерес) и одна не связанная с трубками дайка А-21. Размеры тел от десятков до первых сотен метров, форма – трубочная. Возраст кимберлитов – среднепалеозойский. Известные в МКП кимберлитовые трубки и дайки приурочены к трем разломам. В зоне Западного разлома локализованы трубки Таежная, Амакинская, имени XXIII съезда КПСС, дайка А-21, а также серии даек, сочленяющихся с этими трубками. Диатрема Интернациональная с системой даек расположена в 3-х км от осевой линии Западного разлома и связана с Кюэляхским разломом [9, 19]. В зоне Параллельного разлома размещаются трубки Мир, Спутник и Дачная, а также дайки, сопровождающие эти диатремы. Кимберлитовые трубки Мир, Спутник и Амакинская отпрепарированы эрозией и выходят непосредственно на дневную поверхность. В отличие от этого кимберлитовые трубки имени XXIII съезда КПСС, Интернациональная и Дачная полностью перекрыты кластическими отложениями нижней юры мощностью от первых метров до 12–19 м, а трубка Таежная – частично. В МКП выделяются три группы кимберлитовых тел, резко различающихся по типоморфным особенностям алмазов, связанные [14–15] с тремя разделенными во времени фазами кимберлитового магматизма (I – жила А-21, II – трубки Таежная и Амакинская и III – трубки Мир, Интернациональная, имени XXIII съезда КПСС, Дачная и Спутник). Для первой (наиболее ранней) группы характерно низкое содержание октаэдров с преобладанием индивидов ромбододекаэдрического габитуса, представленных в основном окрашенными в дымчато-коричневые цвета додекаэдроидами с шагренью и полосами пластической деформации “жильного” типа и преобладание алмазов с сине-голубым и зеленым свечением в ультрафиолетовых лучах. Во второй группе отмечается (рис. 1) примерно равное соотношение кристаллов октаэдрического и ромбододекаэдрического габитусов при сравнительно низком (первые проценты) содержании типичных округлых алмазов и превалировании алмазов с сине-голубой фотолюминесценцией. Третья, наиболее высокопродуктивная группа кимберлитовых тел (рис. 1) характеризуется преобладанием (фото 1) груболаминарных кристаллов октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов при низком (менее 10 %) содержании индивидов ромбододекаэдрического габитуса, практи-

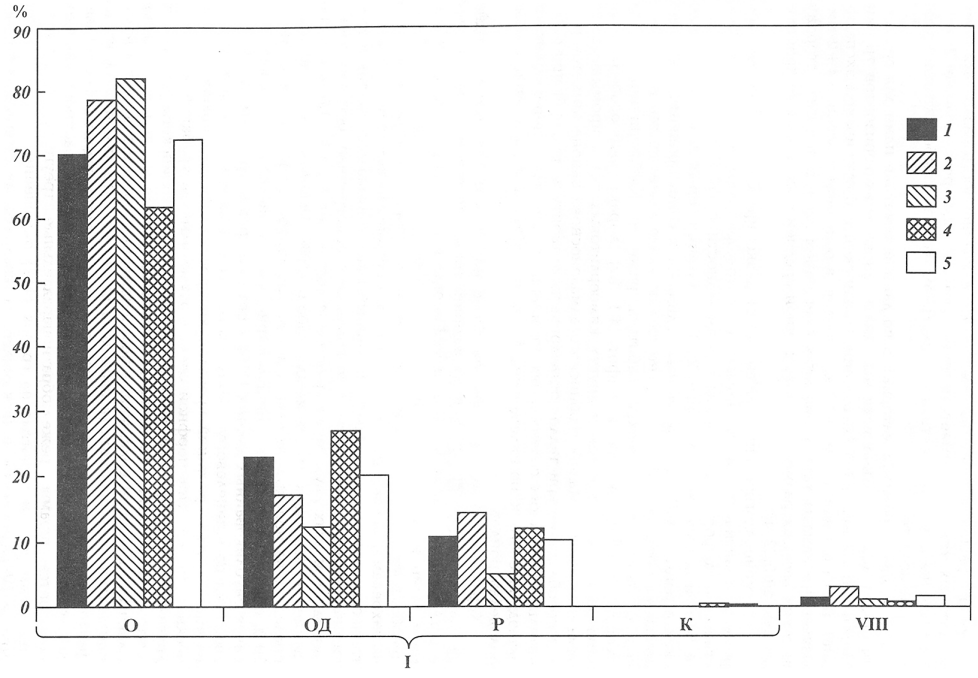


Рис. 1. Типоморфные особенности алмазов из кимберлитовых тел Мирнинского поля
I, VIII – разновидности алмазов по Ю. Л. Орлову (О – октаэдры, ОД – переходные формы, Р – ламинарные ромбододекаэдры, К – кубы); 1–4 – трубки: 1 – Интернациональная, 2 – Дачная, 3 – им. XXIII съезда КПСС, 4 – Мир; 5 – среднее по полю

Фото 1. Алмазы из кимберлитов трубки имени XXIII съезда КПСС (МБАР)

ческом отсутствии типичных округлых алмазов, низком количестве двойников и сростков, преобладании кристаллов с розово-сиреневой фотолюминесценцией и без признаков видимого свечения при низком содержании кристаллов с сине-голубым свечением. В МБАР уже на протяжении более 40 лет разрабатываются алмазодобывающей промышленностью богатые россыпи алмазов юрского и современного возрастов, а в начале 1980-х гг. здесь также открыты россыпи позднепалеозойского возраста. Проведенное районирование разновозрастных россыпей МБАР [14, 15] с учетом их возраста и местоположения свидетельствует об их полигенности и существовании смешанных ореолов. Значимых отличий алмазов из верхнепалеозойских и мезозойских отложений района в пределах одних и тех же участков не обнаружено (россыпи Солур и Восточная). Несмотря на преобладание (рис. 2) в россыпях алмазов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов I разновидности (первая и вторая группы кимберлитовых тел), в ряде россыпей содержание алмазов с сине-голубой фотолюминесценцией достигает 30–40 %, что характерно для трубок Мир и Интернациональная, но присуще второй группе диатрем. В целом морфологический спектр алмазов из россыпей МБАР близок между собой (рис. 2), но вместе с тем несколько отличается от кристаллов из известных в регионе кимберлитовых диатрем. Суммарное содержание кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов в большинстве россыпей района примерно на 10 % ниже, чем в кимберлитовых диатремах первой и второй групп (Мир, Интернациональная, Дачная, имени XXIII съезда КПСС и Спутник) и

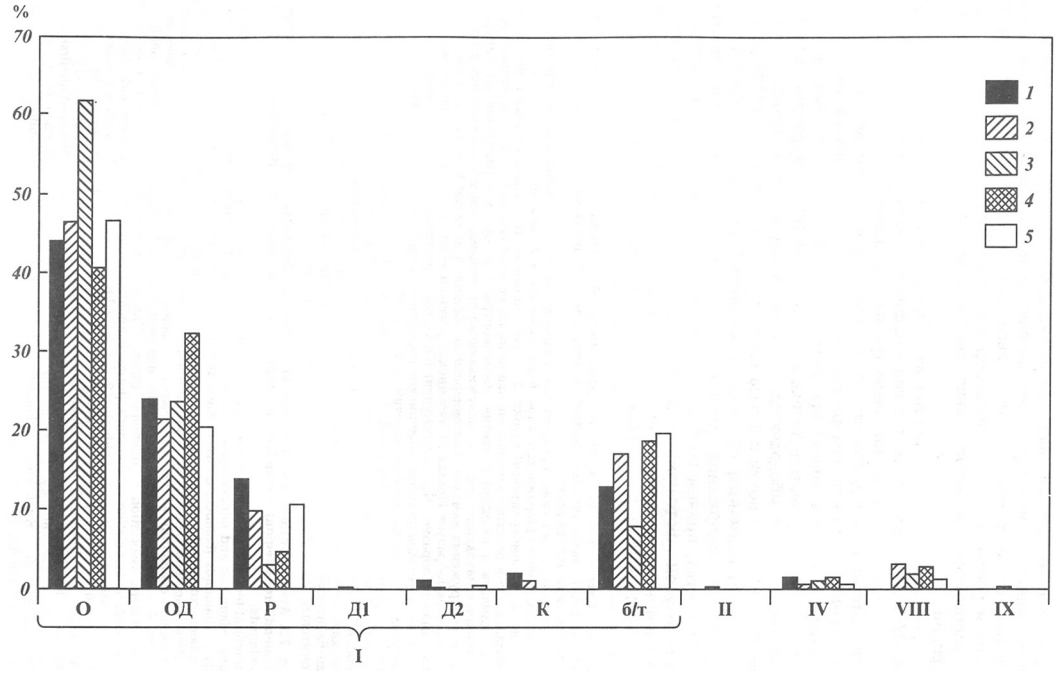


Рис. 2. Типоморфные особенности алмазов из россыпей МБАР
I, II, IV, VIII, IX – разновидности алмазов по Ю. Л. Орлову (О – октаэдры, ОД – переходные формы, Р – ламинарные ромбододекаэдры, Д1 – додекаэдры скрытослоистые, Д2 – додекаэдры с шагренью, К – кубы, б/т – осколки). 1–5 – участки: 1 – Улахан-Еленгский, 2 – Глубокий, 3 – Солур, 4 – Куранахский, 5 – Таборный

одновременно несколько выше количество ламинарных ромбододекаэдров. В россыпях отмечено несколько больше плоскогранных октаэдров, чем в трубке Интернациональная, и меньше, чем в трубке Мир. Алмазы из современных россыпей резко отличаются по своим типоморфным особенностям от кристаллов из кимберлитовых трубок Таёжная, Амакинская и жилы А-21. В алмазах из некоторых россыпей (Восточная и др.) присутствуют, в отличие от коренных месторождений, так называемая леденцовая скульптура и отсутствует мелкий класс, что обычно характерно для россыпей ближнего сноса. По таким россыпям также установлено повышенное содержание включений в алмазах сульфидных минералов (чаще всего по трещинам кубооктаэдрической формы отмечен пирит), быстрее всего эпигенетического происхождения. Во многих россыпях (участки Тымтайдахский, Дачный, Искра и др.) выявлено [14] высокое содержание низкоазотных и безазотных кристаллов, практически отсутствующих вблизи расположенных трубок Мир и Интернациональная. Общей особенностью кристаллов с пониженным содержанием азота является зеленая, реже желто-зеленая фотолюминесценция.

Моркокинский алмазоносный район (МАР) охватывает левобережье среднего течения р. Вилюй и бассейна р. Моркока. В структурном плане он находится в пределах Сюгджерской седловины. Здесь развиты продуктивные на алмазы терригенные отложения верхнего палеозоя, мезозоя и современные четвертичные образования. Россыпей и кимберлитовых тел промышленного значения здесь пока не установлено, за исключением слабоалмазоносной трубки Моркока. Для этой территории охарактеризованы [1, 5, 14] алмазы пяти пространственно разобщенных ореолов: Дьюкунахский, Хатырыкский, Ыгыаттинский, Чагдалинский и Нижнеморкокинский. Сделаны выводы о том, что каждый из этих ореолов обладает комплексом типоморфных особенностей алмазов, характерных для богатых кимберлитовых тел фанерозойского возраста СП. Однако один из ореолов (Дьюкунахский) имеет сложную историю формирования, а поэтому характеризуется преобладанием однозернистых мелких (0,8 мм) обломков алмаза октаэдрического габитуса (средняя масса 1–2 мм) ассоциации мирнинского типа без трещин и включений. Однако, в отличие от алмазов трубки Мир среди них практически отсутствуют октаэдры с полицентрически растущими гранями и выше доля кристаллов с желтой фотолюминесценцией при низком содержании типичных округлых алмазов. Среди них превалируют кристаллы со сноповидной штриховкой, реже отмечаются округлоступенчатые и с блоковой скульптурой I при единичных находках алмазов IV и VIII разновидностей. По своим кристалло-морфологическим особенностям алмазы россыпей Дьюкунах и Лиственичная не имеют никаких признаков сходства с кристаллами из кимберлитовых тел территориально близко расположенного ДААР. Содержание двойников и сростков является очень низким и не превышает первых процентов от общего количества кристаллов. Среди алмазов преобладают бесцветные камни высокой степени прозрачности при очень низком содержании окрашенных в лилово-коричневый цвет кристаллов и отсутствии окрашенных в другие цвета индивидов. Характерно также низкое содержание дефектных трещиноватых камней и кристаллов с включениями.

В *Далдыно-Алакитском алмазоносном районе* (ДААР) обнаружены как многочисленные кимберлитовые диатремы (в том числе и высокопродуктивные), так и россыпные проявления алмазов ближнего сноса, непосредственно примыкающие к трубкам. Территориально ДААР находится в бассейнах верхнего течения рек Марха и Алакит, а в структурном плане – на юго-западном склоне Анабарской антеклизы, на который наложилось северо-восточное крыло Тунгусской верхнепалеозойской синеклизы (ТВС). Здесь

широко развиты терригенные отложения верхнего палеозоя, сложно интрудированные телами траппов (Алакит-Мархинское кимберлитовое поле) и карбонатные отложения нижнего палеозоя (Далдынское кимберлитовое поле), а также установлено около 200 кимберлитовых тел. *Алакит-Мархинское кимберлитовое поле* (АМКП) находится в юго-западной части ДААР, в пределах которого открыто более 70 кимберлитовых тел, большинство из которых трубочной формы. Многие кимберлитовые диатремы сопровождаются дайками, обычно сочленяющимися с трубками. Из большинства открытых в АМКП диатрем повышенным содержанием алмазов характеризуются трубки Айхал, Сытыканская, Юбилейная, Комсомольская и Краснопресненская. В целом каждая из этих диатрем имеет своё специфическое геолого-петрографическое строение и характерные ассоциации алмазов (рис. 3), однако все они обычно узнаваемые и получили название алмазы алакитского типа. Здесь обычно повышенное количество окрашенных кристаллов II, III и IV разновидностей, по Ю. Л. Орлову, [17] с нормальным тангенциальным и волокнистым механизмом роста, преобладанием ламинарных ромбододекаэдров, а также окрашенных комбинационных многогранников IV разновидности, высокое содержание двойников и сростков, а также кристаллов с призна-

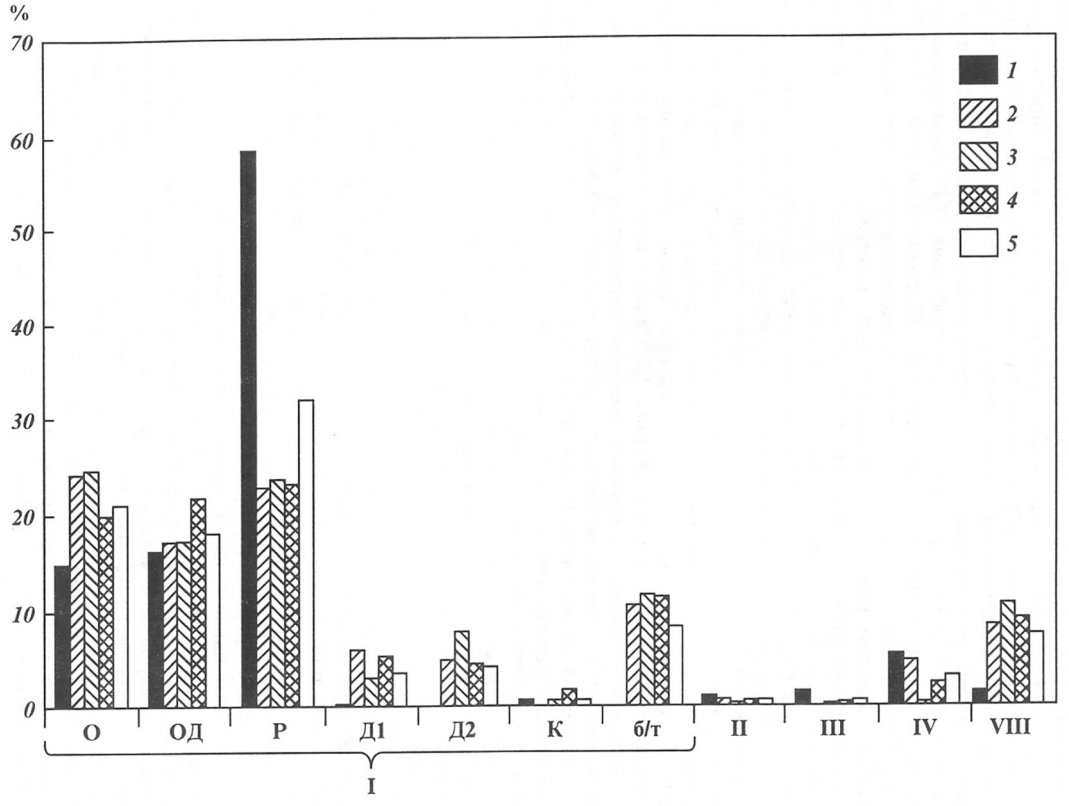


Рис. 3. Типоморфные особенности алмазов из кимберлитовых тел Алакит-Мархинского поля

I–IV, VIII – разновидности алмазов по Ю. Л. Орлову (О – октаэдры, ОД – переходные формы, Р – ламинарные ромбододекаэдры, Д1 – додекаэдры скрытослоистые, Д2 – додекаэдры с шагренью, К – кубы, б/т – осколки); 1–4 – трубки: 1 – Айхал, 2 – Юбилейная, 3 – Сытыканская, 4 – Комсомольская; 5 – среднее по полю

ками природного травления и др. Нередко (трубки Айхал, Сытыканская, Юбилейная и др.) отмечается существенное различие в соотношениях различных кристалломорфологических форм алмаза от фаз внедрения кимберлитов. Так, в автолитовой кимберлитовой брекчии (АКБ) центрального рудного столба трубки Сытыканская содержание алмазов без трещин редко превышает 25 %, в то время как количество целых кристаллов увеличивается в порфировом кимберлите (ПК) северо-восточного рудного столба (фото 2).

Далдынское кимберлитовое поле (ДКП) расположено в северо-восточной части ДААР и включает около 60 трубчатых тел и семь даек. Локализуются кимберлитовые трубки в ДКП сравнительно кучно в пределах Далдыно-Оленекской кимберлитоконтролирующей зоны. Лидерами в ДКП являются успешно эксплуатируемая на протяжении нескольких десятилетий трубка Удачная, а также первая открытая на СП трубка Зарница, существенно отличающиеся по типоморфным свойствам алмазов (рис. 4). Для кимберлитов трубки Удачная характерно повышенное содержание кубов II и III разновидностей, близких по своим особенностям к алмазам из глубинных включений эклогитов, относительно высокая роль сингенетических включений, повышенное содержание обломков и бесформенных осколков, а также повышенное количество камней с желтой фотолюминесценцией. Для трубки Зарница характерно (рис. 4) преобладание кристаллов ромбододекаэдрического габитуса I разновидности при максимальном для ДААР содержании типичных округлых алмазов, что согласу-

Фото 2. Алмазы из кимберлитов трубки Сытыканская (Алакит-Мархинское поле)

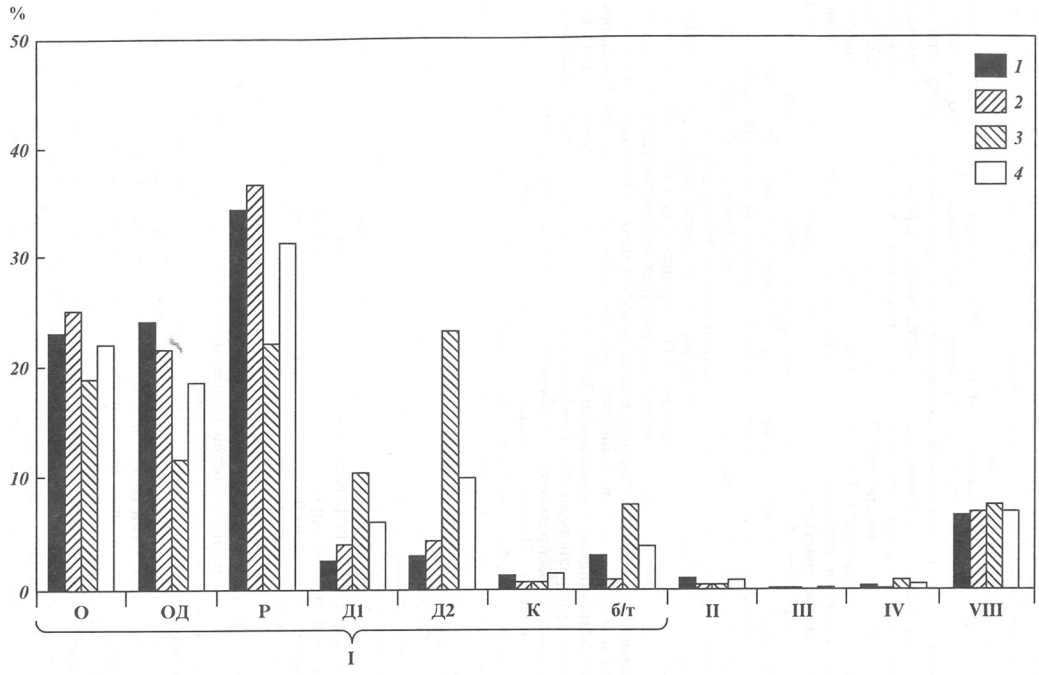


Рис. 4. Типоморфные особенности алмазов из кимберлитовых тел Далдынского поля
I–IV – разновидности алмазов по Ю. Л. Орлову (О – октаэдры, ОД – переходные формы, Р – ламинарные ромбододекаэдры, Д1 – додекаэдры скрытослоистые, Д2 – додекаэдры с шагренью, К – кубы, б/т – осколки); 1–3 – трубки: 1 – Удачная-Западная, 2 – Удачная-Восточная, 3 – Зарница, 4 – среднее по полю

ется и с её невысокой алмазоносностью. ДААР характеризуется незначительными масштабами россыпной алмазоносности, несмотря на наличие в районе высокоалмазоносных диатрем, из которых только некоторые (Удачная и Айхал) образуют промышленные россыпи ближнего сноса (ручьи Пироповый и Мелкоильменитовый). Отмечаются низкие концентрации алмазов в современном аллювии в различных участках рек Марха, Далдын, Сохсолоох и др.

В *Среднемархинском алмазоносном районе* (СМАР) коренные месторождения кимберлитового типа Ботуобинская и Нюрбинская, являющиеся вместе с телом Майским открытыми к настоящему времени продуктивными образованиями НКП. Типоморфными особенностями алмазов кимберлитов СМАР являются (рис. 5): преобладание кристаллов октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов I разновидности при сравнительно высоком содержании бесформенных осколков (особенно в мелких классах крупности) и практическом отсутствии типичных округлых алмазов (фото 3). Содержание кристаллов октаэдрического габитуса резко увеличивается в направлении крупности минерала и в таком же порядке повышается роль плоскогранных остроребериых кристаллов мирнинского типа. Для кристаллов из диатрем района характерно также существенное значение окрашенных алмазов с оболочкой IV разновидности. В СМАР установлены россыпи алмазов в юрских, современных и палеоген-неогеновых отложениях, часть из которых связана с недавно открытыми кимберлитовыми трубками НКП – Нюрбинская и Ботуобинская. Алмазы из россыпей СМАР характеризуются комплексом типоморфных особенностей,

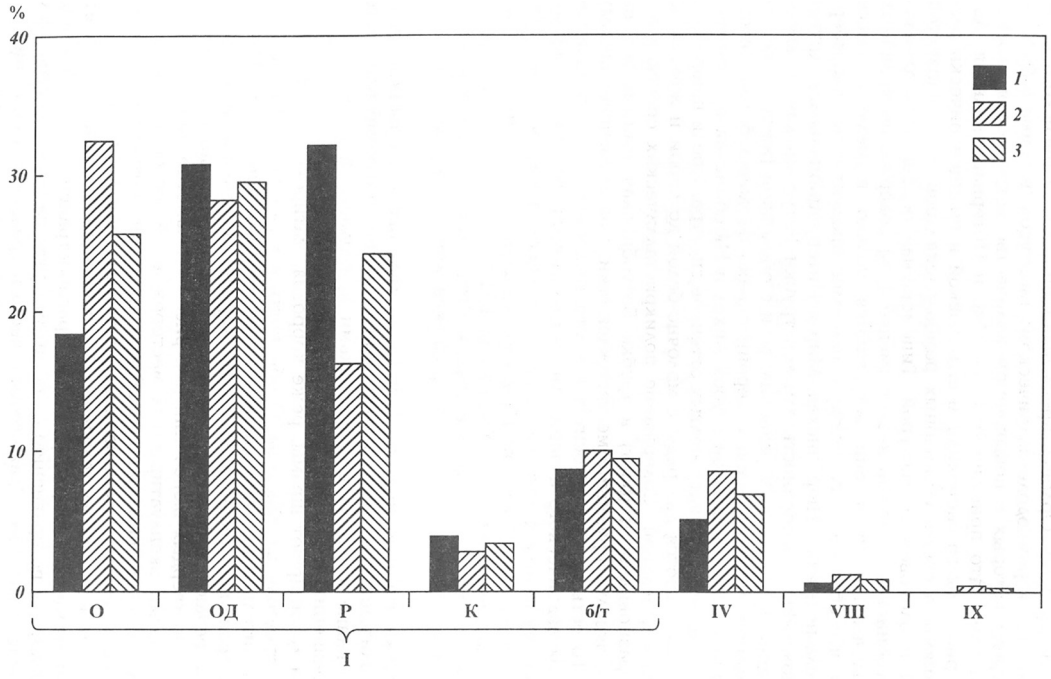


Рис. 5. Типоморфные особенности алмазов из кимберлитовых тел Накынского поля
I, IV, VIII, IX – разновидности алмазов по Ю. Л. Орлову (О – октаэдры, ОД – переходные формы, Р – ламинарные ромбододекаэдры, К – кубы, б/т – осколки); 1–2 – трубки Ботуобинская и Нюрбинская соответственно; 3 – среднее по полю

Фото 3. Алмазы из кимберлитов трубки Нюрбинская (Накынское кимберлитовое поле)

позволяющих отличать их от индивидов других регионов. К ним в первую очередь относится высокое содержание кристаллов октаэдрического, переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитуса, а также ламинарных ромбододекаэдров при низком (не выше 10 %) количестве округлых алмазов уральского (бразильского) типа, являющихся неблагоприятным фактором алмазоносности. Среди алмазов из россыпей НКП в количестве до 5 % присутствуют псевдоромбододекаэдры мархинского типа без преломления по гранному шву, полностью отсутствующие в кимберлитовых телах ДААР, но обнаруженные в трубках СМАР.

Верхнемунское кимберлитовое поле (ВМКП) выделено в пределах Муно-Тюнгского алмазоносного района (МТАР), где открыто 16 трубок и четыре дайки, сгруппированные в две цепочки северо-западного простирания. Перекрываются трубки маломощными рыхлыми осадками четвертичного возраста. Выделяется несколько морфологических групп кимберлитовых тел: а) изометрические почти округлые (Зимняя, Легкая, 325 лет Якутии, Верхняя, Малая); б) удлиненные (Комсомольская-Магнитная, Поисковая); в) тела сложной конфигурации (Новинка, Заполярная). По кристалломорфологическим особенностям среди алмазов ВМКП резко преобладают бесцветные, а также часто окрашенные в дымчато-коричневые цвета различной интенсивности кристаллы I разновидности различной морфологии при заметном (до 6 %) содержании поликристаллических сростков VIII и низком количестве алмазов с окрашенной оболочкой IV и серых кубов III разновидностей. В ВМАР находится россыпь р. Улаах-Муна, тяготеющая к ореолам эрозионного выноса алмазов из известных здесь девяти кимберлитовых трубок [14]. Кроме современных отложений, алмазы здесь встречены и в юрских железистых галечниках. Типоморфизм алмазов в пределах алмазоносных районов и участков этой субпровинции является одним из критериев для постановки работ по поискам кимберлитовых тел, среди которых наиболее высока вероятность открытия высокоалмазоносных объектов по сравнению с другими регионами СП. Особенностями алмазов (I тип первоисточника) отдельных территорий субпровинции является различное соотношение кристаллов октаэдрического и ромбододекаэдрического габитусов при низком (не более 10 %) содержании округлых алмазов и кубоидов. Алмазы III типа первоисточника, характерные для россыпей северо-востока СП, в россыпях этой субпровинции не встречены.

Лено-Анабарская алмазоносная субпровинция (ЛААС) охватывает северо-восточную часть СП и совпадает с полем развития докембрийских и, главным образом, нижнепалеозойских пород Анабарской антеклизы и Оленекского поднятия, обрамленных выходами пермских, триасовых, юрских и меловых отложений. Здесь находятся современные богатые россыпи алмазов Анабарского района, которые уже разрабатываются. Алмазы этой субпровинции характеризуются (фото 4) резким преобладанием индивидов III типа первоисточника в основном невыясненного генезиса (ассоциация эбеляхского типа) с превалированием кристаллов кубического и тетрагексаэдрического габитусов, полуокруглых октаэдроидов, а также округлых алмазов во всех возрастных и генетических типах отложений, начиная с мелового возраста. Масштабы проявления россыпной алмазоносности здесь значительны по сравнению с таковыми в других районах провинции. Россыпи с алмазами I типа первоисточника практически отсутствуют. Детальное изучение типоморфных особенностей алмазов из каменноугольных, нижнепермских и пространственно связанных с ними современных отложений субпровинции позволили среди огромного по площади россыпного поля северо-востока СП, характеризующегося в основном полигенной ассоциацией алмазов, выделить площадь эллипсовид-

ной формы размером 40×85 км (с севера контуры ее ограничиваются восточным бортом Кютюнгдинского грабена с простиранием на юго-запад до междуречья Молодо-Далдын), в россыпях которой преобладают алмазы I типа. Все это дало возможность разделить ЛААС на две алмазоносные области – Кютюнгдинскую и Анабаро-Оленекскую, заметно различающиеся как по истории геологического развития, так и по типоморфным особенностям алмазов. Своеобразие типоморфных особенностей алмазов из нижнекаменноугольных отложений *Кютюнгдинской области* заключается в преобладании (до 90 %) кристаллов кимберлитового генезиса (тип I) и присутствии (около 10 %) округлых алмазов, при полном отсутствии характерных для россыпей северо-востока СП кристаллов III типа. Исходя из такой корреляции между морфологией алмазов и их содержанием в кимберлитах, можно предположить наличие в данном районе богатых кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста. По результатам комплексных исследований здесь была выделена ассоциация алмазов кютюнгдинского типа. Доминирующими для нее являются кристаллы октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов (более 50 %) при заметном содержании полуокруглых ромбододекаэдров с блоковой скульптурой, а также алмазов с оболочкой. Округлые алмазы уральского типа встречаются в незначительном количестве, а кристаллы III типа и карбонадо с примесью лонсдейлита импактного типа (якутиты) не встречены в этой области вовсе. *Анабаро-Оленекская область* состоит из трех алмазоносных районов: Анабарский, Средне- и Нижнеоленекский. Здесь установлены тысячи пунктов с находками алмазов, группирующихся в ряд россыпных полей: Нижнеэбеляхское, Майат-Уджинское, Верхнеуджинское,

Фото 4. Алмазы нижнего течения р. Эбелях (Нижнеэбеляхское поле ЛААС)

Анабаро-Попигайское, Куонапское (Анабарское), Беенчимэ-Куойское и др. Общим для них является низкое (10–15 %) суммарное содержание кристаллов октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов при переменных значениях округлых алмазов, серых ромбододекаэдров и близких к ним сложных двойников додекаэдроидов, а также желто-оранжевых кубоидов и поликристаллов типа карбонадо (якутит). Их различное соотношение образует несколько минералогических ассоциаций: эбеляхская, майат-верхнебилляхская, куонапская, укукитская и др. Алмазы из россыпей Анабаро-Оленекской области сравнительно однообразны и близки к кристаллам из окаймляющих с востока и севера Анабарскую антеклизу вторичных коллекторов среднетриасового и ранневолжского возраста (кряжи Чекановского и Прончищева, хребет Хараулах и др.). Для них характерно низкое (10–15 %) содержание алмазов I типа первоисточника при несколько различном в отдаленных районах соотношении округлых индивидов уральского типа октаэдроидов, сложно деформированных двойников и сростков додекаэдроидов с облегченным изотопным составом углерода, желто-оранжевых кубоидов с промежуточным изотопным составом углерода, отсутствующих в известных коренных месторождениях провинции. В ряде регионов этой области присутствуют поликристаллы типа карбонадо [14]. Общим для алмазов этой области является повышенный механический износ, увеличивающийся от краевых частей Анабарской антеклизы в сторону Анабарского кристаллического массива, что совпадает с направлением трансгрессии при формировании алмазоносных отложений. Алмазы из разновозрастных вторичных коллекторов раннемелового и неоген-четвертичного возраста карстовых впадин в пределах Анабарского района практически не отличаются от таковых из современных отложений данного региона (при сопоставлении кристаллов одной и той же крупности). Крупность алмазов современных россыпей северо-востока СП заметно убывает в направлении от областей поднятий к краевым частям Анабарской антеклизы, что также следует рассматривать как результат неоднократного перемыва и переотложения во вторичных коллекторах различного возраста на пути от коренных источников к местам их современного захоронения. Алмазы из известных трубок северо-востока СП (Верхнемоторчунское, Куойское, Чомурдахское, Лучаканское, Куранахское и другие кимберлитовые поля) по типоморфным особенностям резко отличаются от кристаллов из россыпей данного региона, а их присутствие в значительном количестве в аллювии обнаруживается только в редких случаях на расстоянии первых километров от размываемой трубки. Очень специфическими являются алмазы из многочисленных россыпей Приленского алмазоносного района (фото 5), в котором выделены и исследованы [14, 15] Нижнеприленское (Усункинское), Среднеприленское (Лено-Сюнгюдинское), Верхнеприленское (Хахчанское), Кютюнгдинское и Молодо-Далдынское поля.

В пределах *Тунгусской алмазоносной субпровинции* (ТАС) по типоморфным особенностям алмазов можно выделить две заметно различающиеся области [14]: Байкитскую (северная часть Енисейского края и Байкитская антеклиза) и Саяно-Тунгусскую. В пределах *Байкитской области* было установлено преобладание октаэдров (Большепитский, Северо-Енисейский и Нижневельминский алмазоносные районы). Позже площадь с превалированием октаэдрических кристаллов была расширена на юго-восток, в направлении простирания Ковино-Кординской и Тарыдакской зон глубинных разломов. Здесь наблюдается заметное развитие индивидов из современных и каменноугольных отложений в бассейне р. Тычана, что свидетельствует о множественности коренных источников в данном регионе. Алмазы из современных образований характеризуются повышенной

крупностью. Среди них по количеству (до 75 %) преобладают кристаллы класса –2+1 мм, при высоком (свыше 25 %) количестве алмазов класса –4+2 мм и единичных находках мелких индивидов класса –1+0,5 мм. О повышенной их крупности свидетельствует и распределение по массе. Так, на долю алмазов массой до 10 мг приходится лишь 25 %. Преобладают ламинарные кристаллы ряда октаэдр-ромбододекаэдр (преимущественно октаэдры) при заметном (свыше 25 %) содержании округлых индивидов, в основном с шагренью и полосами пластической деформации. Для каменноугольных отложений *Тычанской площади* характерным является преобладание индивидов из кимберлитового первоисточника мирнинского типа (более 50 %), представленных кристаллами октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов. Присутствуют также ромбододекаэдры далдыно-алакитского типа с занозистой штриховкой, додекаэдроиды уральского типа (близкие к ингашинским) и встречены своеобразные равномерно окрашенные октаэдроиды, аналогичные этой группе алмазов Дьюкунахского участка ЦСАС. По комплексу типоморфных признаков и спектру кристаллов отдельных морфологических групп (разновидности, габитус и морфологические типы) алмазы каменноугольного коллектора Тычанской площади и Байкитской области в целом не имеют аналогов среди известных кимберлитовых тел и россыпей СП, что позволяет предполагать наличие собственных продуктивных коренных источников среднепалеозойского возраста. Установлена множественность первоисточников этих алмазов, которые могут охватывать несколько кимберлитовых полей двух эпох магматизма (среднепалеозойской и докембрийской) с различными особенностями кристаллов. Алмазы *Саяно-Тунгусской обла-*

Фото 5. Алмазы из россыпи Улдаха-Юэтээ (Приленский алмазоносный район)

сти характеризуются сравнительно небольшой крупностью (5–10 мг, в среднем 9,4 мг). По количеству резко преобладают кристаллы класса –2+1 мм при сравнительно небольших, примерно равных количествах классов –4+2 и –1+0,5 мм (по 5–10 %) и единичных находках более крупных индивидов класса –8+4 мм. Превалируют округлые алмазы уральского типа (более 50 %) при заметном содержании поликристаллических образований типа баллас (до 10 %). На долю кристаллов октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов приходится около 25 %. Проведенный нами анализ типоморфных особенностей алмазов Байкитской и Саяно-Тунгусской областей ТАС подтверждает различную роль коренных источников отдельных эпох кимберлитового магматизма в формировании алмазоносных отложений. В этом плане более благоприятной для поисков богатых коренных источников алмазов среднего палеозоя является территория Байкитской области. Наибольшее влияние на формирование россыпей алмазов Саяно-Тунгусской области имеют кимберлиты докембрия в Присаянье и других подобных структурах южного обрамления СП, откуда эти кристаллы сносились в Иркутский амфитеатр, а возможные коренные источники среднего палеозоя и мезозоя были убогоалмазоносны и не оказали заметного влияния на формирования здесь россыпей. Всё это соответствует [6, 12, 14] о приуроченности областей распространения округлых алмазов к полям развития докембрийских алмазоносных формаций мира.

В пределах *Алданской алмазоносной субпровинции* (ААС) известны единичные находки алмазов, представляющие минералогический интерес. Несмотря на небольшие объёмы проведенных здесь геолого-поисковых работ на алмазы, можно утверждать, что по своим типоморфным особенностям эти кристаллы близки к аналогичным выделениям из докембрийских алмазоносных терригенных формаций платформы и её складчатого обрамления, коренные источники которых до настоящего времени не установлены.

Таким образом, исходя из проведенных исследований можно утверждать, что на этапе ранних стадий региональных поисковых тематических и научно-исследовательских работ сначала необходимо исследовать типоморфные особенности всех обнаруженных алмазов на изученной территории, выделить их крупную ассоциацию и сравнить с уже имеющимися. Все эти данные затем нужно проанализировать совместно с материалами структурно-формационного строения изученной территории. При *среднемасштабном районировании* также используются структурно-тектонические и минералогические критерии (выделение ассоциаций алмазов). В основу этого районирования положены минералогические признаки, поскольку алмаз является полигенным минералом с характерным комплексом типоморфных кристаллов I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX и XI разновидностей по Ю. Л. Орлову [17], свидетельствующих о своеобразии термодинамических и геохимических условий его образования. Результаты комплексного исследования типоморфных особенностей алмазов из россыпей позволяют выделять [14] алмазоносные субпровинции, области, районы и поля, для которых можно прогнозировать тип первоисточников, уровень их потенциальной алмазоносности и качество алмазного сырья. По результатам сравнительного исследования типоморфных особенностей алмазов с привлечением данных детального изучения твердых включений и изотопного состава углерода в пределах северо-востока СП оконтурен [4, 5] локальный *район Кютюнгдинского грабена* и прилегающих к нему с юго-запада территорий Молодо-Далдыно-Толуопского междуречья общей площадью 350 км^2, перспективный на открытие богатых кимберлитовых тел с алмазами кютюнгдинского типа, имеющими в качестве ИМК классические пиропы алмазной ассоциации с высоким содержанием кнор-

рингитового компонента. В *МБАР* на этапе среднемасштабного районирования все россыпные проявления и россыпи алмазов сгруппированы [7, 14, 15] в три россыпных поля: Ирелях-Маччобинское (с разделением на Центральный и Юго-Западный ореол), Чуоналыр-Курунг-Юряхское (с разделением на Северо-Западный и Лапчанский ореол) и Бахчинское, а также, отдельно, современные россыпи по р. Малая Ботуобия. В целом, комплекс особенностей алмазов по морфологии, окраске, твердым включениям, внутреннему строению, фотолюминесцентным особенностям, а также примесному составу свидетельствует о множественности первоисточников алмазов из россыпей и наличии в пределах района новых, еще не открытых кимберлитовых тел, что согласуется с мнением других исследователей. Среди них могут быть месторождения с высоким содержанием алмазов, поскольку среди кристаллов из россыпей исключительно редко встречаются округлые алмазы уральского (бразильского), а также жильного типов, являющихся [14] по морфологическому критерию отрицательным фактором алмазоносности. Результаты сравнительного изучения алмазов междуречья рек Моркока и Вилюй свидетельствуют о высокой перспективности этой территории на поиски высокоалмазоносных кимберлитовых тел фанерозойского возраста, приуроченных к Вилюйско-Мархинской зоне глубинных разломов. Однако прямой поиск коренных источников здесь затруднен из-за сложного геологического строения территории, ограничивающего применение как шлихо-минералогического, так и геофизических методов поисков. Анализ типоморфных особенностей алмазов СМАР свидетельствует о полигенности их россыпных ореолов, коренным источником которых являются высокоалмазоносные (по морфологическому критерию алмазоносности) кимберлитовые тела среднепалеозойского возраста. Можно предположить, что в СМАР, по аналогии с МБАР, существует не менее двух групп или кустов трубок, резко различающихся по типоморфным особенностям алмазов. Среди них также высока вероятность повышенной частоты встречаемости высокоалмазоносных кимберлитовых тел (не менее половины от общего количества трубок). Причем практическое значение будут представлять трубки относительно небольшого размера. Эти данные следует учитывать при выборе методики поисков погребенных кимберлитовых тел с мощностями перекрывающих терригенных отложений мезозойского возраста не более 200 м (предела глубины экономической целесообразности), что значительно сужает район первоочередных геолого-поисковых работ до довольно узкой полосы северо-восточного простирания по северо-западному обрамлению Вилюйской синеклизы (южнее р. Накын, где сравнительно недавно открыто новое НКП). Результаты исследования типоморфных особенностей алмазов из наиболее хорошо изученных кимберлитовых тел свидетельствуют о неоднородностях в строении верхней мантии даже в пределах ЦСАС, особенно в отношении распределения достаточно редких окрашенных разновидностей кристаллов (II, III и IV), предположительно, эклогитового генезиса, связанных с глубинными алмазоносными ксенолитами различного состава [14]. Эти разновидности алмазов являются редкими в кимберлитовых телах, однако их находки в россыпях даже в единичном количестве могут служить основанием для локализации территории поиска коренных источников.

В *основу локального районирования* нами положен анализ соотношения отдельных морфологических групп алмазов в разных фациях пород, что позволяет по их типоморфным особенностям выделять отдельные участки россыпей и рудные столбы кимберлитовых тел или сами тела с резко специфическими характеристиками. На этой основе уверенно прогнозируются новые коренные источники в различных частях исследованной территории. Например, изученные крис-

таллы алмаза из пермских пролювиально-аллювиальных отложений локального участка Хатырыкский Моркокинского района отличаются от находок минерала в бассейновых образованиях верхнего палеозоя и современных аллювиальных осадках Ыгыаттинской площади, к которой территориально тяготеет этот участок. Всё это позволило сделать вывод [14] о локальном характере алмазов участка Хатырыкский, не имеющего аналогов в близлежащих районах россыпной и коренной алмазоносности (Малоботуобинский, Среднемархинский и собственно Моркокинский). По индивидуальным типоморфным особенностям алмазов также выделяются отдельные трубки или их рудные столбы. Так, кимберлитовая трубка Ботуобинская (НКП) характеризуется комплексом типоморфных особенностей, присущим богатым кимберлитовым телам, преобладанием кристаллов октаэдрического, переходного и ромбододекаэдрического габитусов (соотношение их 1:1:1) при отсутствии типичных округлых алмазов. Но в то же время она отличается от других богатых трубок заметным (около 5 %) содержанием кристаллов псевдоромбододекаэдрического габитуса, сложенных тригональными слоями роста (мархинского типа), присутствием в небольшом количестве алмазов IV разновидности с тонкой окрашенной оболочкой, а также поликристаллических агрегатов и превалированием индивидов с сине-голубой фотолюминесценцией. В свою очередь, в трубке Дьянга (Куойское поле) резко преобладают додекаэдроиды с шагренью, полосами пластической деформации. Однако, в отличие от других бедных по содержанию алмазов трубок, в ней отмечаются кристаллы со сплошными кавернами и с резко преобладающей эклогитовой ассоциацией (гранат оранжевый+омфацит) твердых включений. В трубке Малокуонапская (Куранахское поле) выделены два рудных столба с заметно различающейся алмазоносностью. В порфировых кимберлитах северного рудного столба с повышенной алмазоносностью доминируют кристаллы октаэдрического и переходного от него к ромбододекаэдрическому габитусов во всех классах крупности. Их содержание повышается [14] с увеличением крупности камней, а кристаллы –4+2 и –8+4 мм представлены исключительно октаэдрами при полном отсутствии типичных округлых алмазов уральского типа. Для кимберлитовой брекчии южного рудного столба с пониженной алмазоносностью характерно повышенное содержание округлых алмазов, которое заметно увеличивается с уменьшением крупности кристаллов.

Анализ многолетнего опыта комплексного изучения алмазов подтверждает следующее: а) Детальные минералогические исследования алмазов комплексом современных методов с геологической привязкой находок в трех направлениях необходимы и очень актуальны. Во-первых, это фундаментальные комплексные исследования минералогии, кристаллографии и физических свойств алмазов, а также твердых включений в них для выяснения условий генезиса. Во-вторых, это использование информации, полученной разными методами при комплексном исследовании алмазов, для решения прикладных вопросов, непосредственно связанных с практикой геологоразведочных работ. К ним относятся установленные связи вещественно-индикационных параметров кимберлитового магматизма различной алмазоносности и геолого-структурного положения кимберлитовых тел, что позволяет выявить как региональные, так и локальные типоморфные особенности, а также выяснить вопрос о коренных источниках алмазов россыпей. Третьим направлением комплекса минералогических исследований алмазов, развивающихся на стыке минералогии и технологии минерального сырья, является разработка рекомендаций, направленных на создание наиболее рациональных схем переработки руды и обеспечивающих кристаллосберегающие технологии, а также уточнение областей применения алмазов с учетом их реальной структуры

и физических особенностей и выявление объектов с повышенным качеством алмазного сырья. б) Использование типоморфных особенностей алмазов имеет важное значение для геологоразведочных работ, в частности, для прогнозирования типов первоисточников, уровня их потенциальной алмазоносности и качества минерального сырья, а также для восстановления экзогенной истории алмазов на пути от коренных источников до мест современного нахождения, для палеогеографических реконструкций распространения древних алмазоносных отложений и направлений сноса материала. Минералогическое районирование коренной и россыпной алмазоносности древних платформ Мира по типоморфным особенностям алмазов даст возможность проводить локализацию перспективных площадей и осуществлять поиск кимберлитов по самим алмазам, являющимся значительно более устойчивыми в экзогенных условиях по сравнению с их минералами-спутниками. в) Выполнение комплекса минералогических исследований алмаза и минерагеническое районирование территорий по алмазам необходимо как для рационального определения направления геологоразведочных работ, так и для повышения их качества и эффективности, что будет способствовать открытию новых месторождений алмазов и приросту запасов алмазного сырья.

Проведенное разномасштабное районирование СП на основе результатов комплексного исследования типоморфных особенностей алмазов позволяет выделять наиболее перспективные площади и участки для поисков на разных стадиях работ (от региональных до локальных). Так, первоочередными объектами для поисков высокоалмазоносных кимберлитовых трубок на СП являются перспективные участки в пределах Среднемархинского, Малоботуобинского, Далдыно-Алакитского и Моркокинского районов (ЦСАС), Кютюнгдинской (ЛААС) и Байкитской (ТАС) областей, в россыпях которых преобладают алмазы октаэдрического габитуса, характерные для богатых первоисточников кимберлитового типа. Предложенный методологический подход использования типоморфных особенностей алмазов от общего к частному позволяет применять результаты комплексного минералогического исследования алмазов для решения задач на разных стадиях геологоразведочных работ, а также для локализации и поисков коренных источников по самим алмазам, являющимся значительно более устойчивыми в экзогенных условиях по сравнению с их минералами-спутниками. Полученные в результате анализа большого фактического материала по комплексному изучению алмазов СП принципы классификации и районирования территорий успешно могут быть использованы и при решении аналогичных или близких задач по другим алмазоносным платформам мира.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аргунов К. П., Зинчук Н. Н.* Некоторые вопросы онтогении природных алмазов//Сб.: Исследование высокобарических минералов. – М.: ИФЗ АН СССР, 1987. – С. 166–186.

2. *Аргунов К. П., Зинчук Н. Н., Ваганов В. И.* Мелкие алмазы из кимберлитов и эклогитов//Сб.: Геология, минералогия и методы прогнозирования алмазных месторождений. Труды ЦНИГРИ. – М.: ЦНИГРИ, 1984. – Вып. 188. – С. 40–45.

3. *Афанасьев В. П., Ефимова Э. С., Зинчук Н. Н., Коптиль В. И.* Атлас морфологии алмазов России. – Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, 2000. – 291 с.

4. *Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Похиленко Н. П.* Морфология и морфогенез индикаторных минералов кимберлитов. – Новосибирск: ГЕО, 2001. – 276 с.

5. *Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Похиленко Н. П.* Поисковая минералогия алмаза. – Новосибирск: ГЕО, 2010. – 650 с.

6. *Афанасьев В. П., Зинчук Н. Н., Харькив А. Д., Соколов В. Н.* Закономерности изменения мантийных минералов в коре выветривания кимберлитовых пород//Сб.: Минералогия зоны гипергенеза. – М.: Наука, 1980. – С. 45–54.

7. ***Бартошинский З. В.*** **Сравнительная характеристика алмазов из различных алмазоносных районов Западной Якутии// Геология и геофизика. – 1961. – № 6. – С. 40–50.**

8. ***Бартошинский З. В.*** **Минералогическая классификация природных алмазов// Минералогический журнал. – 1983. – Т. 5. – № 5. – С. 84–93.**

9. ***Бобриевич А. П., Илупин И. П., Козлов И. Т.*** **и др. Петрография и минералогия кимберлитовых пород Якутии. – М.: Недра, 1964. – 190 с.**

10. ***Василенко В. Б., Зинчук Н. Н., Кузнецова Л. Г.*** **Геодинамический контроль размещения кимберлитовых полей центральной и северной части Якутской кимберлитовой провинции (петрохимический аспект)//Вестник Воронеж. ун-та. Сер. геологич. – 2000. – № 3 (9). – С. 37–55.**

11. ***Галимов Э. М.*** **Вариации изотопного состава алмазов и связь их с условиями алмазообразования//Геохимия. – 1984. – № 8. – С. 1091–1117.**

12. ***Гневушев М. А., Бартошинский З. В.*** **К морфологии якутских алмазов//Труды ЯФ СО АН СССР. Сер. геолог. – 1959. – Вып. 4. – С. 74–92.**

13. ***Зинчук Н. Н., Коптиль В. И.*** **Особенности коренной алмазоносности Сибирской платформы//Сб.: Российская Арктика: геологическая история, минералогия, экология. – СПб.: ВНИИОкеанология, 2002. – С. 586–602.**

14. ***Зинчук Н. Н., Коптиль В. И.*** **Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. – М.: Недра, 2003. – 603 с.**

15. ***Зинчук Н. Н., Коптиль В. И.*** **Особенности алмазов из кимберлитовых тел Сибирской платформы//Сб.: Геология алмазов – настоящее и будущее (геологи к 50-летнему юбилею г. Мирный и алмазодобывающей промышленности России). – Воронеж: ВГУ, 2005. – С. 1000–1020.**

16. ***Мацюк С. С., Зинчук Н. Н.*** **Оптическая спектроскопия минералов верхней мантии. – М.: Недра, 2001. – 428 с.**

17. ***Орлов Ю. Л.*** **Минералогия алмаза. 2-е издание. – М.: Наука, 1984. – 264 с.**

18. ***Харькив А. Д.*** **Геолого-генетическая типизация коренных месторождений алмазов//Советская геология. – 1992. – № 8. – С. 22–28.**

19. ***Харькив А. Д., Зинчук Н. Н., Крючков А. И.*** **Коренные месторождения алмазов Мира. – М.: Недра, 1998. – 555 с.**

20. ***Харькив А. Д., Квасница В. Н., Сафронов А. Ф., Зинчук Н. Н.*** **Типоморфизм алмаза и его минералов-спутников из кимберлитов. – Киев: Наукова думка, 1989. – 183 с.**

REFERENCES

1. ***Argunov K. P., Zinchuk N. N.*** **Some issues of natural diamonds ontogeny//Sb.: Issledovanie vysokobaricheskih mineralov. – Moskva: IFZ AN SSSR, 1987. – P. 166–186. (In Russian).**

2. ***Argunov K. P., Zinchuk N. N., Vaganov V. I.*** **Fine diamonds from kimberlites and eclogites//Sb.: Geologija, mineralogija i metody prognozirovanija almaznyh mestorozhdenij. Trudy CNIGRI. – Moskva: CNIGRI, 1984. – Iss. 188. – P. 40–45. (In Russian).**

3. ***Afanasev V. P., Efimova Je. S., Zinchuk N. N., Koptil V. I.*** **Atlas of diamond morphology of Russia. – Novosibirsk: NIC OIGGM SO RAN, 2000. – 291 p. (In Russian).**

4. ***Afanasev V. P., Zinchuk N. N., Pohilenko N. P.*** **Morphology and morphogenesis of kimberlite indicator minerals. – Novosibirsk: GEO, 2001. – 276 p. (In Russian).**

5. ***Afanasev V. P., Zinchuk N. N., Pohilenko N. P.*** **Prospecting mineralogy of diamond. – Novosibirsk: GEO, 2010. – 650 p. (In Russian).**

6. ***Afanasev V. P., Zinchuk N. N., Harkiv A. D., Sokolov V. N.*** **Regularities of mantle minerals alteration in the crust of weathering of kimberlites//Sb.: Mineralogija zony gipergeneza. – Moskva: Nauka, 1980. – P. 45–54. (In Russian).**

7. ***Bartoshinskij Z. V.*** **Comparative characteristics of diamonds from various diamondiferous regions of Western Yakutia// Geologija i geofizika. – 1961. – № 6. – P. 40–50. (In Russian).**

8. ***Bartoshinskij Z. V.*** **Mineralogical classification of natural diamonds// Mineralogicheskij zhurnal. – 1983. – Vol. 5. – № 5. – P. 84–93. (In Russian).**

9. ***Bobrievich A. P., Ilupin I. P., Kozlov I. T.*** **et al. Petrography and mineralogy of kimberlite rocks of Yakutia. – Moskva: Nedra, 1964. – 190 p. (In Russian).**

10. ***Vasilenko V. B., Zinchuk N. N., Kuznecova L. G.*** **Geodynamic control of kim-**

berlite fields' allocation of central and northern part of Yakutian kimberlite province (petrochemical aspect)//Vestnik Voronezh. un-ta. Ser. geologich. – 2000. – № 3 (9). – P. 37–55. (In Russian).

11. *Galimov Je. M.* Variations of isotopic composition of diamonds and their relationship with conditions of diamond formation// Geohimija. – 1984. – № 8. – P. 1091–1117. (In Russian).

12. *Gnevushev M. A., Bartoshinskij Z. V.* To morphology of Yakutian diamonds//Trudy JaF SO AN SSSR. Ser. geolog. – 1959. – Iss. 4. – P. 74–92. (In Russian).

13. *Zinchuk N. N., Koptil V. I.* Features of the bed-rock diamond content of the Siberian platform//Sb.: Rossijskaja Arktika: geologicheskaja istorija, mineralogija, jekologija. – SPb.: VNIIOkeanologija, 2002. – P. 586–602. (In Russian).

14. *Zinchuk N. N., Koptil V. I.* Typomorphism of diamonds of the Siberian platform. – Moskva: Nedra, 2003. – 603 p. (In Russian).

15. *Zinchuk N. N., Koptil V. I.* Specific features of diamonds from kimberlite bodies of the Siberian platform//Sb.: Geologija almazov – nastojashhee i budushhee (geologi k 50-letnemu jubileju g. Mirnyj i almazodobyvajushhej promyshlennosti Rossii). – Voronezh: VGU, 2005. – P. 1000–1020. (In Russian).

16. *Macjuk S. S., Zinchuk N. N.* Optical spectroscopy of upper mantle minerals. – Moskva: Nedra, 2001. – 428 p. (In Russian).

17. *Orlov Ju. L.* Mineralogy of diamond. – Moskva: Nauka, 1984. – 264 p. (In Russian).

18. *Harkiv A. D.* Geologic-genetic typification of primary diamond deposits//Sovetskaja geologija. – 1992. – № 8. – P. 22–28. (In Russian).

19. *Harkiv A. D., Zinchuk N. N., Krjuchkov A. I.* Primary diamond deposits of the World. – Moskva: Nedra, 1998. – 555 p. (In Russian).

20. *Harkiv A. D., Kvasnica V. N., Safronov A. F., Zinchuk N. N.* Typomorphism of diamond and its accessory minerals from kimberlites. – Kiev: Naukova dumka, 1989. – 183 p. (In Russian).

Рукопис отримано 15.12.2018.

М. М. Зінчук, *Академія наук Республіки Саха (Якутія), Західноякутський науковий центр АН РС(Я), Росія, м. Мирний,* nnzinchuk@rambler.ru,
https://orcid.org/0000-0002-9682-3022

ПОРІВНЯЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ АЛМАЗУ З КІМБЕРЛІТІВ І ДАВНІХ ОСАДОВИХ ТОВЩ (на прикладі Сибірської платформи)

Наведено типоморфні особливості алмазів перспективних територій Сибірської платформи (СП) і показано можливість їхнього використання під час прогнозування корінних і розсипних родовищ на стадіях регіональних і середньомасштабних досліджень, а також під час локального прогнозування. За результатами вивчення типоморфних особливостей алмазів з кімберлітових тіл з убогою продуктивністю окремих полів СП показано, що для них характерний високий уміст типових округлих виділень мінералу уральського (бразильського) типу з шагренню і смугами пластичної деформації. Це свідчить про значне розчинення мінералу з кімберлітів таких діатрем, що відрізняє їх за цим критерієм від аналогічних тіл з алмазоносністю і дає змогу прогнозувати рівень продуктивності порід уже за першими сотнями добутих кристалів на початкових стадіях геологопошукових і розвідувальних робіт. Кристалам із жил притаманний підвищений уміст дрібних напівпрозорих димчасто-коричневих округлих алмазів із шагренню й смугами пластичної деформації, що є типоморфними особливостями і для трубок з убогою алмазоносністю. Показано приклади використання типоморфних особливостей алмазів під час прогнозування високоалмазоносних кімберлітів і розсипів у межах Центральносибірської (Малоботуобінський, Далдино-Алакитський, Моркокинський і Середньомархинський райони), Лено-Анабарської (Кютюнгдинський район) і Тунгуської (Байкитський район) субпровінцій СП.

Ключові слова: *типоморфізм алмазів, Сибірська платформа, регіональний і локальний прогнози, високоалмазоносні кімберліти й розсипи.*

N. N. Zinchuk, *West-Yakutian Scientific Centre of the Sakha (Yakutia) Republic Academy of Sciences, Mirnyj, Russia,* nnzinchuk@rambler.ru, https://orcid.org/0000-0002-9682-3022

COMPARATIVE FEATURES OF DIAMONDS FROM KIMBERLITES AND ANCIENT SEDIMENTARY CAPITALS (on the example of the Siberian platform)

Diamonds from half-industrial diatremes of Daldyn-Alakitsky and Verkhne-Munsky diamondiferous regions are characterized by prevalence of rhombic dodecahedral habit crystals at high content of typical rounded diamonds, being unfavorable factor of diamondiferousness. Difference in diamond features of individual kimberlite bodies is less than within diamondiferous regions against each other on the whole, which serves as confirmation of upper mantle structure heterogeneity in various parts of the platform. Prevalence of laminar crystals of octahedral, rhombic dodecahedral and transitive between them habits in pipes of peripheral part of the Siberian platform (pipe Malo-Kuonapskaya) is indicative of horizontal zonality absence in alteration of typomorphic features within the investigated territory. Typomorphic features of diamonds of the Siberian platform perspective territories are adduced and possibility to use them when forecasting primary deposits is shown at the stages of regional, average-scale, as well as local forecasting. Examples of using typomorphic features of diamonds are shown for forecasting high-diamondiferous kimberlites within Central-Siberian (Malobotuobinsky, Daldyn-Alakitsky, Morkoka and Sredne-Markhinsky regions, Lena-Anabar (Kyutyungdinsky region) and Tunguska (Baikitsky region) sub-provinces.

Keywords: *typomorphism of diamonds, Siberian platform, regional and local forecast, high-diamondiferous kimberlites.*

УДК 550.82:553.98(477.7)

І. І. Дем'яненко, *д-р геол. наук, завідувач сектору (Український державний геологорозвідувальний інститут, м. Київ),*
demyanenko_i_i@i.ua, https://orcid.org/0000-0002-1944-1151

ГІПСОМЕТРІЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ В УТВОРЕННЯХ ФАНЕРОЗОЮ ПІВДЕННОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

У статті наведено результати гіпсометричного аналізу вертикального розподілу покладів вуглеводнів з установленими водонафтовими контактами (ВНК) і газоводяними контактами (ГВК) в інтервалі глибин від -110 м до -5050 м у фанерозойських комплексах Південного нафтогазоносного регіону України.

Створено гістограму вертикального розподілу покладів і складено графіки частоти їхнього виявлення. З'ясовано регіональний гіпсометричний максимум покладів вуглеводнів і чотири субрегіональні максимуми показано гіпсометричне положення локальних інтервалів. Установлено дискретність у гіпсометричному розподілі покладів.

Запропоновані в цій публікації вертикальні гіпсометричні дослідження покладів вуглеводнів з установленими ВНК і ГВК сприятимуть методологічному підвищенню оцінки перспектив нафтогазоносності в регіоні й можливому виявленню нових покладів вуглеводнів.

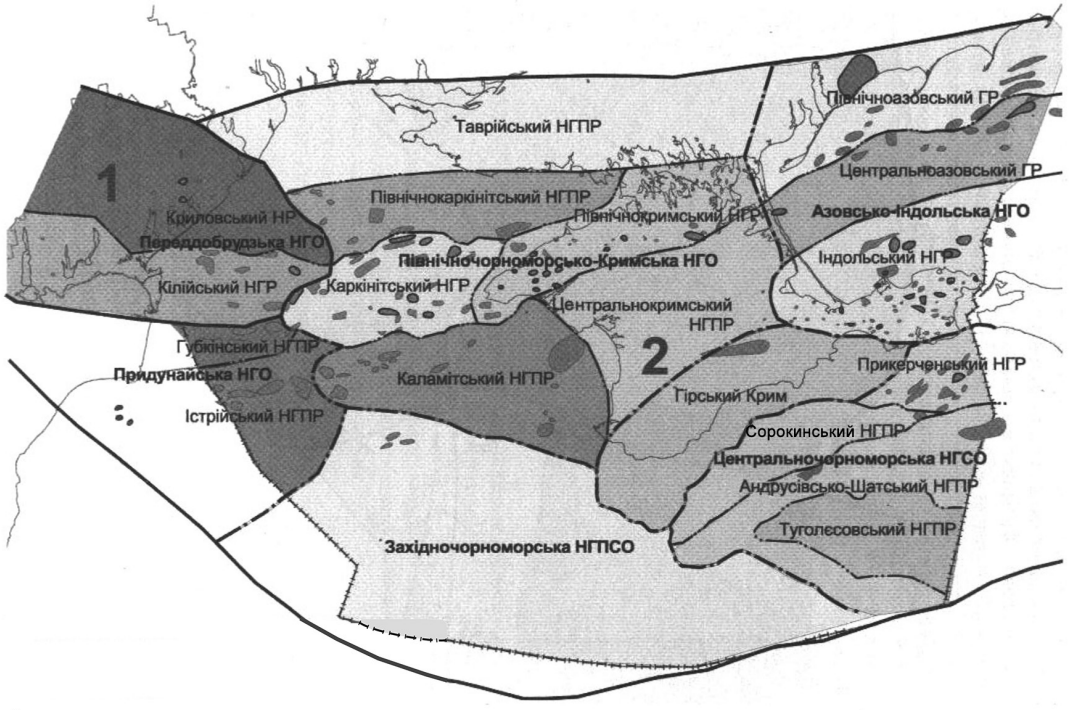
Ключові слова: *фанерозойський комплекс, нафтогазоносний регіон, поклади та їхні контакти, гіпсометрія, гістограма, графіки частоти, регіональний і локальний максимуми покладів.*

Вступ. З'ясування розміщення покладів вуглеводнів (ВВ) у розрізах нафтогазоносних районів, областей і регіонів є однією з головних проблем геології нафти й газу. Вона має теоретичне й практичне значення під час визначення оптимальних напрямів нафтогазопошукових робіт і їхніх результатів. Для розв'язання цієї проблеми в геологорозвідувальному процесі використовують різні геологічні, геофізичні та інші методи досліджень, результати яких дають змогу прогнозувати й оконтурювати поклади та визначати перспективні території для пошуково-розвідувальних робіт в умовах горизонтального поширення їх площею [2–5, 6, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 18, 20, 26, 29 та ін.]. Але в таких дослідженнях варто б надавати більше уваги з'ясуванню можливих особливостей і вертикального розподілу покладів ВВ з використанням гіпсометричних даних установлених ВНК і ГВК на об'єктах. Такі дослідження певною мірою сприятимуть достовірності гіпсометрії покладів, оцінці їхніх запасів, оптимальності пошуків, розвідки й обґрунтуванню напрямів подальших робіт та ефективності пошуково-розвідувального процесу на об'єкті, визначеному за конкретним фактичним матеріалом. На розгляд деяких питань зазначеної проблеми спрямовані дослідження, результати яких наведено в цій публікації на прикладі утворень фанерозою – девону, крейди-палеогену й неогену на території Південного нафтогазоносного регіону України.

 © І. І. Дем'яненко, 2019

Виклад головного матеріалу й результатів досліджень. За адміністративно-територіальним поділом регіон міститься в Одеській, Херсонській, Запорізькій, Донецькій областях та Автономній республіці Крим. У геолого-структурному сенсі досліджуваний регіон охоплює частини територій [21] схилу Українського щита (УЩ), Східноєвропейської платформи (СЄП) (Переддобрудзький, Криловський, Каркінітсько-Північнокримський, Північноазовський, Індоло-Кубанський, Керченсько-Таманський прогини, а також Чубкінський та Азовський вали, Кілійсько-Зміїне підняття, Чингульську і Нижньогірську сідловини, Крайовий уступ), мегантиклінорій Гірського Криму. Результати геолого-геофізичних робіт і досліджень [10, 11, 15, 16, 18–20, 22, 24, 27 та ін.] унесли певні уточнення в нафтогазогеологічне районування Південного регіону виділеними: нафтогазоносними провінціями (1, 2); нафтогазонасиченими областями (НГО); нафтоносними областями (НО); нафтогазоносними субобластями (НГСО); нафтогазоперспективними субобластями (НГПСО); нафтоносними районами (НР); газоносними районами (ГР) і нафтогазоперспективними районами (НГПР), які враховують обґрунтування ГРР у регіоні, що наведено на рис. 1.

У південному нафтогазоносному регіоні значилося [13] 39 родовищ (10 нафтових, 22 газові і 7 газоконденсатних), зо-



1 Балтійсько-Переддобрудзька нафтогазоносна провінція;
2 Чорноморсько-Північнокавказько-Мангишлацька нафтогазоносна провінція;
НГО нафтогазоносні області;
НГСО нафтогазоносні субобласті;
НГПСО нафтогазоперспективні субобласті;
НГР нафтогазоносні райони;
НР нафтоносні райони;
ГР газоносні райони;
НГПР нафтогазоперспективні райони

Границі
нафтогазоносної провінції
нафтогазоносної області
нафтогазоносного району
державний кордон України
родовище
виявлена структура

Рис. 1. Карта нафтогазоносного районування Південного регіону України (Б. Л. Крупський, В. В. Гладун, М. І. Євдощук, М. І. Павлюк та ін. 2009) [17]

крема 10 родовищ на акваторіях Чорного й Азовського морів. За останній період на обґрунтованих об'єктах унаслідок ГРР з використанням досвіду пошуків ВВ в інших регіонах і результатів нових досліджень [1, 4, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 22–25, 27–29 та ін.] у Південному регіоні з'явилися нові відкриття ВВ. За оперативними даними загальна кількість виявлених у регіоні родовищ досягла 46 [21], зокрема на суші 31 (67 %), а на акваторіях 15 (33 %). З-поміж них газових родовищ – 24 (52 %), нафтових – 11 (24 %), газоконденсатних – 7 (15 %), газоконденсатних і нафтогазових – 4 (9 %). Оскільки дослідження передбачали виявлення гіпсометрії вертикального розподілу покладів в утвореннях фанерозою, автор провів аналіз гіпсометрії вертикального розміщення покладів ВВ, в яких установлені ВНК і ГВК. Усього з установленими контактами в регіоні є 74 поклади ВВ. У продуктивних комплексах кількість покладів з установленими контактами різна. З наявних продуктивних горизонтів максимальну кількість контактів – 48 (69 %) мають поклади палеогенових відкладів, за ними – 13 (18 %) неогенові продуктивні комплекси, а потім – 8 (11 %) і 5 (7 %) поклади з контактами продуктивних відкладів крейдової й девонської систем. Разом із цим зазначимо, що більшість покладів ВВ у регіоні виявлено в палеогенових продуктивних горизонтах і набагато менше в неогенових, крейдових і девонських продуктивних комплексах. Поклади ВВ у них приурочені до брахіантиклінальних і гемібрахіантиклінальних структур з наявністю літологічно обмежених, тектонічно екранованих і комбінованих пасток [13], які зумовлені різною інтенсивністю коливальних рухів у регіоні та їхнім впливом на будову геоструктур регіону. На суші поклади ВВ родовищ приурочені до різних осадових стратиграфічних порід палеогену, крейди, неогенових карбонатів і теригенних відкладів. Нафтові поклади виявлені в девонських вапняках і доломітах. На акваторіях газові поклади виявлені в карбонатних і теригенних породах.

Продуктивність фанерозойських відкладів у регіоні схарактеризована нафтогазовими контактами гіпсометрично неоднозначно. Верхній контакт установлений у неогенових карбонатах Войківського нафтового родовища на глибині з абсолютною позначкою 110 м у північно-західній частині Керченського півострова. А максимальна глибина контакту, яку має ГВК з позначкою -5050 м на Придорожньому газовому родовищі, міститься у верхньопалеогенових відкладах Індоло-Кубанського прогину. За результатами аналізу покладів з виявленими ВНК і ГВК у цьому гіпсометричному інтервалі розрізу фанерозою з'явилася можливість представити розподіл покладів у вигляді гістограми (рис. 2а) і побудувати графіки частоти з'єднання покладів з контактами (рис. 2б) у фанерозойському розрізі досліджуваного Південного нафтогазоносного регіону.

Результати досліджень засвідчили, що гіпсометричний розподіл покладів у розрізі фанерозою Південного регіону має складну неоднозначність як у вертикальному, так і в горизонтальному плані за частотою трапляння. У розподілі покладів з установленими контактами виділяється три різновиди кількісних гіпсометричних максимумів покладів вуглеводнів у різногіпсометричних умовах.

Перший головний репрезентують 23 поклади ВВ з наявними установленими контактами, що розміщуються в міоценових і олігоценових продуктових горизонтах у гіпсометричному інтервалі з позначками -410÷725 м. Це найбільша кількість покладів з установленими контактами, виявлених близько в розрізі одного інтервалу, що дає нам змогу іменувати його регіональним гіпсометричним максимумом покладів ВВ (РГМПВВ) з установленими контактами в Південному нафтогазоносному регіоні. Регіональний максимум зверху обмежується Стрілковим газовим покладом, а внизу покладом газу Шмідтівського родовища в олігоценових продуктивних комплексах порід. Поклади ВВ у РГМП розміщуються на відстані 10÷30 м один від одного.

У розрізі фанерозою регіону виділяються і максимуми з меншими показниками. Вище виділеного регіонального гіпсометричного максимуму, в інтервалі позначок -115÷300 м у міоценових й олігоценових продуктивних горизонтах виявлено десять покладів нафти й газу, які залягають на відстані 15÷40 м один від одного й репрезентують наступний за показниками максимум покладів, який називаємо субрегіональний. Зверху його обмежує нафтовий поклад на Войківському родовищі, а знизу – газовий поклад Джанкойського родовища.

Нижче РГМПВВ розміщуються два субрегіональні максимуми на відстані 600 м один від одного. Верхній утворюють п'ять покладів, що залягають на відстані 20÷40 м один від одного, а обмежують його газові поклади в олігоцені Архангельського родовища в інтервалі позначок -815÷910 м. Другий максимум містить чотири газові

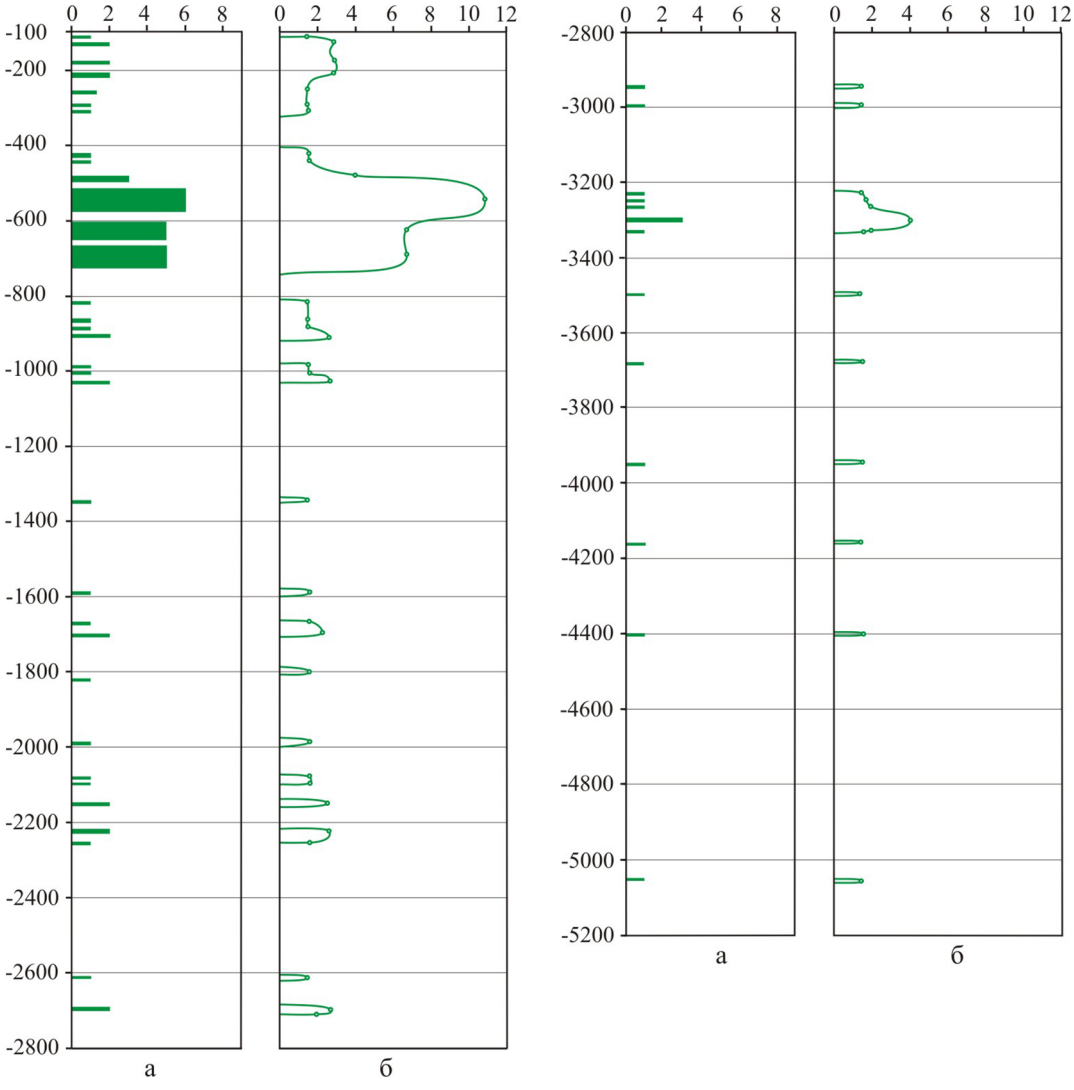


Рис. 2. Розподіл покладів вуглеводнів за абсолютними глибинами залягання у фанерозойських відкладах Південного нафтогазоносного регіону України (за І. І. Дем'яненком): а – гістограма покладів (74), б – частота (%)

поклади на відстані 10–20 м у палеогенових продуктивних відкладах на позначках -980÷1030 м. Максимум обмежений покладами в міоценових відкладах Кіровського й Карловського родовищ.

Четвертий субрегіональний максимум розміщується в інтервалі розрізу регіону з позначками -3225÷3335 м. Він охоплює сім покладів на відстані 15–30 м у девонських, крейдових й олігоценових продуктивних комплексах. Зверху максимум обмежується газовим покладом в олігоцені Фонтанівського родовища, а знизу – нафтовим покладом у девоні на Східносарматському родовищі.

Крім вищерозглянутих виділених регіональних і субрегіональних гіпсометричних максимумів покладів ВВ, у розрізі фанерозою регіону з позначкою -1340 м показано наявність двох локальних інтервалів (чотири поклади) і шести інтервалів по одному покладу, які хоч і повторюються через 50–600 м, але доповнюють наочність інформації про продуктивність фанерозойських утворень у Південному регіоні.

Зі складеного графіка частоти покладів (рис. 2б) видно, що максимальна щільність покладів, яка становить приблизно 11 %, має регіональний гіпсометричний максимум покладів ВВ, що розміщуються в інтервалі позначок -410÷725 м. Далі за частотою йдуть субрегіональні максимуми покладів у межах позначок -115÷300 м з показником щільності до 3 %, а в інтервалах позначок -815÷910 м і -980÷1030 м частота покладів у субрегіональних максимумах становить приблизно 3 %. У найнижчому субрегіональному максимумі, який має сім покладів в інтервалі позначок -3225÷3335 м, частота покладів становить 5,4 %. Решта виявлених локальних продуктивних інтервалів має здебільшого по одному покладу і лише чотири по два поклади, які розміщуються в інтервалах з позначками від -50 до -650 м і мають частоту від 1,35 до 2,70 %.

На основі комплексного аналізу нафтогазоносності відкладів фанерозою Південного регіону, тематичних узагальнень, наукових розробок і результатів пошуково-розвідувальних робіт досліджено особливості вертикального гіпсометричного розподілу контактів покладів ВВ з установленими ВНК і ГВК. Гіпсометрично вони розміщуються в інтервалі позначок -110 м у неогені Войківського і -5050 м в олігоцені на Придорожньому родовищах. До цього гіпсометричного інтервалу належать 74 поклади ВВ. Промислова нафтогазонасиченість установлена в продуктових горизонтах неогенових, палеогенових, крейдових і девонських відкладів. Але базисними є палеогенові горизонти й поклади. На об'єктах поклади переважно приурочені до брахіантикліналей і гемібрахіантикліналей і містяться в пастках антиклінального й геміантиклінального типів, часто є літологічно обмеженими, тектонічно екранованими й комбінованими. Це пов'язано з впливом різноспрямованих вертикальних рухів геологічних і геоморфологічних типів на сингенетичний і постседиментаційний розвиток структур у Південному регіоні.

За результатами виконаних досліджень створено гістограму вертикального розподілу покладів ВВ з установленням контактів нафти й газу і складено графіки частоти їхньої появи. У розрізі фанерозою регіону виявлений регіональний гіпсометричний максимум з 23 покладами в інтервалі з позначками -410÷725 м і чотири субрегіональні гіпсометричні максимуми з меншою кількістю покладів в інтервалах з позначками -115÷300, -815÷910, -980÷1030, -3225÷3335 м. У вертикальному плані особливістю для покладів і виділених максимумів є відстань між ними. Повторюються вони в розрізі через різну відстань і мають різні інтервали товщини. Крім цього, у розрізі фанерозою з позначки -1340 м локальні інтервали виділені в кількості 1–4 поклади, а повторюються вони через 50–600 м.

Аналіз складеного графіка частоти покладів засвідчив, що максимальна щільність покладів, яка становить 11 %, має регіональний гіпсометричний максимум в інтервалі -410÷725 м. Потім слідують суб-

регіональні максимуми покладів в інтервалах: -115÷300 м, -815÷910 м, -980÷1030 м зі щільністю до 3 і 3 %. В інтервалі -3225÷3335 м частота становить 5,4 %. Решта локальних продуктивних інтервалів з позначками -50÷650 м має щільність 1,35÷2,70 %.

Наведені абсолютні глибини й гіпсометрична характеристика розподілу покладів свідчать, що з позначки -3350 м і до -5050 м у розрізі переважають локальні однопокладові інтервали, які трапляються здебільшого через 400 м і лише з позначки -4400 м через -650 м. Загалом у розрізі утворень фанерозою Південного регіону встановлено дискретність у вертикальному розподілі й щільності покладів і частоті їхньої появи. Безумовно, подальші дослідження цієї проблеми заслуговують на увагу. Виявлені субрегіональні максимуми покладів й установлені локальні інтервали продуктивності свідчать про наявність перспективності й можливість відкриття нових покладів у розрізі регіону. Фанерозойський комплекс Південного нафтогазоносного регіону є недостатньо вивченим, його промислову нафтогазоносність установлено і ГРР на нафту й газ у регіоні варто і далі проводити.

ЛІТЕРАТУРА

1. ***Бурштар М. С.*** **Геология и нефтегазоносность Предкавказья и Крыма. – М.: Гостоптехиздат, 1960. – 186 с.**

2. Геология и нефтегазоносность шельфов Черного и Азовского морей/В. В. Бобылев, В. Е. Железняк, Ю. В. Шиманов и др. – М.: Недра, 1979. – 184 с.

3. Геология шельфа УССР. Нефтегазоносность/А. Т. Богаец, Г. К. Бондарчук, И. В. Леськив и др. – К.: Наукова думка, 1986. – 152 с.

4. ***Гожик П. Ф., Краюшкин В. А., Клочко В. П.*** **Успехи мировой морской нефтегазоразведки//Геология и полезные ископаемые мирового океана. – 2007. – № 2. – С. 19–33.**

5. ***Дем'яненко І. І.*** **Гіпсометричне положення покладів нафти і газу в Дніпровсько-Донецькій западині//Доп. АН УРСР. Сер. Б. – 1977. – № 2. – С. 101–107.**

6. ***Дем'яненко І. І.*** **Гіпсометричні поверхи нафтогазоносності фанерозою Дніпровсько-Донецької западини. – Чернігів: Чернігівський ЦНТЕІ, 2001. – 156 с.**

7. ***Дем'яненко І. І.*** **Проблеми непродуктивності нафтогазоносних розрізів фанерозою Дніпровсько-Донецької западини. – К.: LAT&K, 2015. – 253 с.**

8. ***Дем'яненко І. І.*** **Про інтенсивність коливальних рухів у Дніпровсько-Донецькій западині//Доп. АН УРСР. Сер. Б. – 1981. – № 1. – С. 21–24.**

9. ***Євдощук М. І.*** **Проблеми і перспективи геологорозвідувальних робіт на нафту і газ в Україні. – К.: НТП "Нафтогазпрогноз", 1998. – 164 с.**

10. ***Єсипович С. М.*** **Історія геологічного розвитку та перспективи нафтогазоносності українських шельфових зон//Нафт. і газов. пром-сть. – 2003. – № 4. – С. 3–5.**

11. ***Захарчук С. М., Максимчук П. Я., Полухтович Б. М.*** **Стан вивченості перспектив нафтогазоносності і актуальні напрями пошуків родовищ вуглеводнів українського сектору акваторії Азовського моря//Зб. доповідей на V Міжнар. конфер. "Проблеми геодинаміки і нафтогазоносності Чорноморсько-Каспійського регіону". – Гурзуф, 8–13.09.2003. – Сімферополь: Асоц. геол. м. Сімферополя, 2004. – С. 102–107.**

12. ***Земская В. А., Зосимович В. Ю., Иваник М. М.*** **и др. Материалы к стратиграфической схеме палеогена Украины// Палеонтология и стратиграфия фанерозоя Украины. – К.: Наукова думка, 1984. – С. 102–110.**

13. ***Іванюта М. М.*** **(головний редактор). Атлас родовищ нафти і газу України. Південний нафтогазоносний регіон. – Львів: Вид-во "Центр Європи", 1988. – Т. VI. – 226 с.**

14. ***Краюшкин В. А., Шнюков Е. Ф., Кенни Дж. Ф.*** **Нефть и природный газ в кристаллическом фундаменте мирового континентального шельфа//Докл. НАН Украины. – 1998. – № 9. – С. 148–151.**

15. ***Максимчук П. Я.*** **Перспективи нафтогазоносності та освоєння українського сектору Азовського моря//Нафт. і газ. Промисловість. 2005. – № 1. – С. 9–14.**

16. ***Мельничук П. М.*** **Про стан геофізичної вивченості і перспективи пошуків вуглеводнів на шельфі Чорного моря та**

акваторії Азовського морів//"Нафтогазова геофізика – стан та перспективи". Тези доп. наук.-практ. конф., Ів.-Франківськ 25–29.05.2009. – Ів.-Франківськ: ІФНТУНГ, 2009. – С. 185–188.

17. Наукове обґрунтування ресурсів і запасів нафтогазоперспективних об'єктів України/Б. Л. Крупський, В. В. Гладун, М. І. Євдощук та ін. – К.: ЕКМО, 2009. – 240 с.

18. Нафтогазоносний потенціал Керченсько-Таманського шельфу Чорного моря, континентального схилу і глибоководної западини Чорного моря/Відп. ред. М. К. Ільницький, В. П. Клочко, В. С. Токовенко. – К.: Український нафтогазовий інститут, 1996. – 175 с.

19. Нафтогазоперспективні об'єкти України. Наукові і практичні основи пошуків вуглеводнів в Азовському морі/П. Ф. Гожик, І. І. Чебаненко, В. О. Краюшкін та ін. – К.: ЕКМО, 2006. – 340 с.

20. Нафтогазоперспективні об'єкти України. Наукові і практичні основи пошуків родовищ вуглеводнів у північно-західному шельфі Чорного моря/П. Ф. Гожик, І. І. Чебаненко, Б. М. Полухтович та ін. – К.: ЕКМО, 2007. – 230 с.

21. Нафтогазоперспективні об'єкти України. Теоретичне і практичне обґрунтування пошуків нафти і газу в акваторіях України/П. Ф. Гожик, І. І. Чебаненко, М. І. Євдощук та ін. – К.: ЕКМО, 2010. – 200 с.

22. *Огороднік М. Є.* Нові стратиграфічні та палеонтологічні результати досліджень відкладів нижньої крейди Передкарпаття// Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2004. – № 2. – С. 85–91.

23. Особенности прогнозирования и поисков неантиклинальных залежей нефти и газа в Днепровско-Донецкой впадине/Э. В. Абражевич, Н. Я. Барошовская, И. И. Демьяненко и др.//Методика поисков стратиграфических и литологических залежей нефти и газа: Тез. докл. научн. конф. – Баку, 1963. – С. 128–129.

24. Оценка нефтегазоносного потенциала подводных недр Черного и Азовского морей с позиций разломно-блоковой тектоники/П. Ф. Шпак, И. И. Чебаненко, В. П. Клочко и др. – К., 1993. – 63 с. Препр. АН Украины, Ин-т геологических наук; 93-6.

25. *Попадюк І. В., Іваніна А. В.* Огляд основних положень сиквенс-стратиграфії// Мінеральні ресурси України. – 2001. – № 2. – С. 26–28.

26. Програма освоєння вуглеводневих ресурсів українського сектору Чорного і Азовського морів. Резюме: – К.: Держнафтогазпром, 1996. – 22 с. (Кер. розробки: Є. М. Довжок, П. Ф. Шпак, М. К. Ільницький).

27. Стратегія освоєння ресурсів західного і південного нафтогазоносних регіонів України/В. О. Федишин, В. М. Гаврилко, Ю. І. Малетич та ін.//Мінеральні ресурси України. – 2006. – № 3. – С. 42–46.

28. *Хоров А. В., Непрочнов Ю. П.* Глубинное строение и некоторые аспекты нефтегазоносности южных морей России// Океанология. – 2006. – Т. 46. – № 1. – С. 114–122.

29. *Шнюков Е. Ф., Гошовский С. В., Пасинков А. А.* Перспективы геохимических поисков углеводородов на акваториях Черного и Азовского морей//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2007. – № 2. – С. 295–297.

REFERENCES

1. *Burshtar M. S.* Geology and petroleum potential of Ciscaucasia and Crimea. – Moskva: Gostoptehizdat, 1960. – 186 p. (In Russian).

2. Geology and petroleum potential of the shelvs of the Black and Azov Seas/V. V. Bobylev, V. E. Zheleznjak, Ju. V. Shimanov et al. – Moskva: Nedra, 1979. – 184 p. (In Russian).

3. Geology of the shelf of the Ukrainian SSR. Oil and gas content/A. T. Bogaec, G. K. Bondarchuk, I. V. Les'kiv et al. – Kiev: Nauk. dumka, 1986. – 152 p. (In Russian).

4. *Gozhik P. F., Krajushkin V. A., Klochko V. P.* Successes of world marine oil and gas exploration//Geologija i poleznye iskopaemye mirovogo okeana. – 2007. – № 2. – P. 19–33. (In Russian).

5. *Demyanenko I. I.* Hypsometric position of deposits of oil and gas in the Dnieper-Donets depression//Dop. AN URSR. Ser. B. – 1977. – № 2. – P. 101–107. (In Ukrainian).

6. *Demyanenko I. I.* Hypersometric levels of oil and gas bearing Phanerozoic of the Dnieper-Donets hollow. – Chernihiv: Chernihivskyi TsNTEI, 2001. – 156 p. (In Ukrainian).

7. ***Demyanenko I. I.*** **Problems of unproductive oil and gas sections of the Phanerozoic of the Dnieper-Donets depression. – Kyiv: LAT&K, 2015. – 253 p. (In Ukrainian).**

8. ***Demyanenko I. I.*** **About the intensity of oscillatory movements in the Dnieper-Donets depression//Dop. AN URSR. Ser. B. – 1981. – № 1. – P. 21–24. (In Ukrainian).**

9. ***Yevdoshchuk M. I.*** **Problems and perspectives of geological prospecting works on oil and gas in Ukraine. – Kyiv: NTP "Naftohazprohnoz", 1998. – 164 p. (In Ukrainian).**

10. ***Yesypovych S. M.*** **History of geological development and prospects of oil and gas bearing of Ukrainian shelf zones//Naft. i hazov. prom-st. – 2003. – № 4. – P. 3–5. (In Ukrainian).**

11. ***Zakharchuk S. M., Maksymchuk P. Ya., Polukhtovych B. M.*** **The state of studying prospects for oil and gas and the actual directions of exploration of hydrocarbon deposits in the Ukrainian sector of the Azov Sea//Zb. dopovidei na V Mizhnar. konfer. "Problemy heodynamiky i naftohazonosnosti Chornomorsko-Kaspiiskoho rehionu". – Hurzuf, 8–13.09.2003. – Simferopol: Asots. heol. m. Simferopolia, 2004. – P. 102–107. (In Ukrainian).**

12. ***Zemskaja V. A., Zosimovich V. Ju., Ivanik M. M.*** **et al. Materials to the stratigraphic scheme of the Paleogene of Ukraine//Paleontologija i stratigrafija fanerozoja Ukrainy. – Kiev: Naukova dumka, 1984. – P. 102–110. (In Russian).**

13. ***Ivaniuta M. M.*** **(head editor). Atlas of oil and gas fields of Ukraine. Southern oil and gas region. – Lviv: Vyd-vo "Tsentr Yevropy", 1988. – Vol. VI. – 226 p. (In Ukrainian).**

14. ***Krajushkin V. A., Shnjukov E. F., Kenni Dzh. F.*** **Oil and natural gas in the crystalline basement of the world continental shelf//Dokl. NAN Ukrainy. – 1998. – № 9. – P. 148–151. (In Russian).**

15. ***Maksymchuk P. Ya.*** **Prospects of oil and gas and development of the Ukrainian sector of the Azov Sea//Naft. i haz. promyslovist. – 2005. – № 1. – P. 9–14. (In Ukrainian).**

16. ***Melnychuk P. M.*** **About the state of geophysical exploration and the prospect of the search for hydrocarbons on the Black Sea shelf and the waters of the Azov Sea//"Naftohazova heofizyka – stan ta perspektyvy". Tezy dop. nauk.-prakt. konf., Iv.-Frankivsk 25-29.05.2009. – Iv.-Frankivsk: IFNTUNH, 2009. – P. 185–188. (In Ukrainian).**

17. Scientific substantiation of resources and stocks of oil and gas prospecting objects of Ukraine/B. L. Krupskyi, V. V. Hladun, M. I. Yevdoshchuk ta in. – Kyiv: EKMO, 2009. – 240 p. (In Ukrainian).

18. Oil and gas potential of the Kerch-Taman shelf of the Black Sea, the continental slope and deep water depression of the Black Sea/Vidp. red. M. K. Ilpytskyi, V. P. Klochko, V. S. Tokovenko. – Kyiv: Ukrainskyi naftohazovyi instytut, 1996. – 175 p. (In Ukrainian).

19. Oil and gas perspective objects of Ukraine. Scientific and practical bases of search of hydrocarbons in the Sea of Azov/P. F. Hozhyk, I. I. Chebanenko, V. O. Kraiushkin ta in. – Kyiv: EKMO, 2006. – 340 p. (In Ukrainian).

20. Oil and gas perspective objects of Ukraine. Scientific and practical foundations for searches in the northwestern Black Sea shelf/P. F. Hozhyk, I. I. Chebanenko, B. M. Polukhtovych ta in. – Kyiv: EKMO, 2007. – 230 p. (In Ukrainian).

21. Oil and gas perspective objects of Ukraine. Theoretical and practical rationale for the search for oil and gas in the water areas of Ukraine/P. F. Hozhyk, I. I. Chebanenko, M. I. Yevdoshchuk ta in. – Kyiv: EKMO, 2010. – 200 p. (In Ukrainian).

22. ***Ohorodnik M. Ye.*** **New stratigraphic and paleontological results of the study of the deposits of the lower chalk of Subcarpathia// Zb. nauk. prats UkrDHRI. – 2004. – № 2. – P. 85–91. (In Ukrainian).**

23. Features of forecasting and exploration of non-anticlinal oil and gas deposits in the Dnieper-Donets depression/Je. V. Abrazhevich, N. Ja. Baroshovskaja, I. I. Dem'janenko i dr.//Metodika poiskov stratigraficheskih i litologicheskih zalezhej nefti i gaza: Tez. dokl. nauchn. konf. – Baku, 1963. – P. 128–129. (In Russian).

24. Assessment of the oil and gas potential of the underwater bowels of the Black and Azov Seas from the standpoint of fault-block tectonics/P. F. Shpak, I. I. Chebanenko, V. P. Klochko et al. – Kiev, 1993. – 63 p. Prepr. AN Ukrainy, In-t geologicheskih nauk; 93-b. (In Russian).

25. ***Popadiuk I. V., Ivanina A. V.*** **Overview of the main provisions of the sequence-stratigraphy//Mineralni resursy Ukrainy. – 2001. – № 2. – P. 26–28. (In Ukrainian).**

26. Program for the development of hydrocarbon resources of the Ukrainian sector of the Black and Azov Seas. Resume: – Kyiv: Derzhnaftohazprom, 1996. – 22 p. (Ker. rozrobky: Ye. M. Dovzhok, P. F. Shpak, M. K. Ilnytskyi). (In Ukrainian).

27. Strategy for development of resources of the western and southern oil and gas regions of Ukraine/V. O. Fedyshyn, V. M. Havrylko, Yu. I. Maletych ta in.//Mineralni resursy Ukrainy. – 2006. – № 3. – P. 42–46. (In Ukrainian).

28. *Horov A. V., Neprochnov Ju. P.* The deep structure and some aspects of the oil and gas potential of the southern seas of Russia//Okeanologija. – 2006. – Vol. 46. – № 1. – P. 114–122. (In Russian).

29. *Shnjukov E. F., Goshovskij S. V., Pasinkov A. A.* Prospects for geochemical exploration of hydrocarbons in the waters of the Black and Azov Seas//Zb. nauk. prats UkrDHRI. – 2007. – № 2. – P. 295–297. (In Russian).

Рукопис отримано 2.04.2019.

И. И. Демьяненко, *Украинский государственный геологоразведочный институт,* demyanenko_i_i@i.ua, https://orcid.org/0000-0002-1944-1151

ГИПСОМЕТРИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В ОБРАЗОВАНИЯХ ФАНЕРОЗОЯ ЮЖНОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ

Рассмотрены результаты анализа вертикального распределения залежей углеводородов с установленными ВНК и ГВК в интервале глубин от -110 до -5050 м в фанерозойских комплексах Южного нефтегазоносного региона Украины. Построена гистограмма залежей и графики частоты их обнаружения в разрезе фанерозоя. Установлена дискретность количества и плотности встречаемости выявленных залежей на месторождениях. Отмечена недостаточность обобщающих исследований гипсометрии залежей углеводородов на основании их установленных водонефтяных и газоводяных контактов. Выполнен анализ данных 74 залежей в комплексах отложений фанерозоя на 46 месторождениях нефти и газа в исследуемом нефтегазоносном регионе. Выявлены: региональный гипсометрический максимум залежей углеводородов, четыре субрегиональных максимума, показано гипсометрическое положение локальных интервалов.

Предложенные в данной публикации вертикальные гипсометрические исследования установленных контактов залежей угловодородов направлены на способствование методологическому повышению оценки перспектив нефтегазоносности в регионе и выявлению новых залежей углеводородов.

Ключевые слова: *фанерозойский комплекс, нефтегазоносный регион, углеводородные залежи и их контакты, гипсометрия, гистограмма, график частоты, региональный и локальный максимумы залежей углеводородов.*

I. I. Demyanenko, *Ukrainian State Geological Research Institute,* demyanenko_i_i@i.ua, https://orcid.org/0000-0002-1944-1151

THE VIEWPOINT ABOUT THE HYPSOMETRY OF THE HYDROCARBON DEPOSITS VERTICAL DISTRIBUTION IN THE PHANEROZOIC FORMATIONS OF THE UKRAINIAN SOUTHERN OIL AND GAS REGION

In the article discusses the analysis results of the hydrocarbon deposits vertical distribution with the established water-oil contacts and gas-water contacts in the depth range from minus -110 to -5050 m in the Phanerozoic complexes of the Ukrainian Southern petroleum region. The histogram of the deposits and the frequency graphs of their availability in the section of the Phanerozoic are plotted. The discreteness of the quantities and occurrence density of the identified deposits has been established. The insufficiency of generalizing works on the study of hydrocarbon deposits hypsome-

try on the basis of their established oil-water and gas-water contacts was noted. Data analysis on the 74 deposits in the Phanerozoic sediments at 46 oil and gas fields in the studied petroleum region was carried out. Revealed: regional hypsometric maximum of hydrocarbon deposits, four subregional peaks, shows the hypsometric position of local intervals.

Proposed in this publication vertical hypsometric established contacts studies of hydrocarbons deposits are aimed on promoting a methodological assessment increase of the prospects for petroleum potential in the region and the identification of new hydrocarbon deposits.

Keywords: *Phanerozoic complex, oil and gas region, hydrocarbon deposits and their contacts, gypsometry, histogram, frequency graph, regional and local maximum for hydrocarbon deposits.*

УДК 528.94

Н. Г. Люта, *канд. геол.-мінерал. наук, учений секретар УкрДГРІ, Київ, Україна,* nlyuta@ukr.net, https://orcid.org/0000-0003-4070-0944,
І. В. Саніна, *завідувач відділу, УкрДГРІ, Київ, Україна,* ekogeol@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-6592-9625,
С. М. Приходько, *пров. інженер-гідрогеолог, УкрДГРІ, Київ, Україна,* ekogeol@ukr.net

ДОСВІД СТВОРЕННЯ ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНИХ ОГЛЯДІВ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ

У статті наведено досвід створення еколого-геологічних оглядів областей України в ГІС. Створені огляди сприятимуть інформаційному забезпеченню обласних органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, на які покладено функції розроблення й утілення місцевих програм у сфері питної води й питного водопостачання, затвердження згідно з вимогами законодавства проєктів містобудівних програм, генеральних планів забудови населених пунктів, іншої містобудівної документації, а також виконання регіональних програм соціально-економічного розвитку та охорони довкілля через ухвалення обґрунтованих управлінських рішень.

Ключові слова: *інформаційне забезпечення, еколого-геологічні огляди адміністративних областей, еколого-геологічні умови, корисні копалини.*

З огляду на курс на децентралізацію, який вибрала Україна, важливого значення набуває інформаційне забезпечення обласних органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, на які покладено функції розроблення й утілення місцевих програм у сфері питної води й питного водопостачання, затвердження проєктів містобудівних програм, генеральних планів забудови населених пунктів, іншої містобудівної документації, а також виконання регіональних програм соціально-економічного розвитку та охорони довкілля. Очевидно, що для таких споживачів загальноприйняте в галузі картування за аркушами є вкрай незручним у вжитку. Натомість найоптимальнішим варіантом є створення карт територій адміністративних областей.

Перед створенням оглядів ми проаналізували, яка саме інформація є найкориснішою і цікавою для обласних органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування й широких верств населення, і дійшли висновку, що головну увагу варто надати питанням забезпеченості областей України корисними копалинами, питною водою із захищених підземних джерел водопостачання, а також питанням висвітлення небезпечних геологічних процесів.

Зважаючи на ці умови було створено еколого-геологічні огляди територій Київської та Волинської областей. Еколого-геологічні огляди – це ***комплект карт,*** що містить інформацію про:

– геологічну будову й корисні копалини;

– гідрогеологічні умови;

– основні водоносні горизонти і комплекси;

– прогнозні ресурси та експлуатаційні запаси підземних вод;

– еколого-геохімічні умови;

© Н. Г. Люта, І. В. Саніна, С. М. Приходько, 2019

– гідрохімічну характеристику ґрунтових вод;

– будову зон аерації та прогнозування можливого проникнення забруднень у ґрунтові води;

– інженерно-геологічні умови;

–поширення екзогенних геологічних процесів;

– геоморфологічні умови;

– основні техногенні об'єкти, що впливають на екологічний стан геологічного середовища.

Створення еколого-геологічних оглядів відбувалося в такий спосіб: визначення переліку картографічних матеріалів та інформаційних шарів для еколого-геологічних оглядів; збирання фактичних матеріалів для підготування комплекту електронних карт; розроблення структури карто- і фактографічної бази даних у ГІС; наповнення баз даних еколого-геохімічною, гідрогеологічною, інженерно-геологічною, геологічною та ін. потрібною для створення оглядів інформацією; розроблення адаптованих варіантів картографічних матеріалів і легенд до них та, власне, підготування карт і пояснювальних записок до них.

Методичні підходи, застосовані в процесі створення оглядів, такі. Увесь обсяг інформації оглядів, сформований у вигляді карто- і фактографічної бази даних, за смисловим навантаженням відповідає основним блокам, визначеним метою і завданнями роботи [1].

Карти, що супроводжують огляди, створені в ГІС у масштабі 1:200000. На них показано сучасний стан геологічного середовища з огляду на природні, природно-техногенні й техногенні умови та чинники.

Створення й обслуговування фактографічних і картографічних блоків бази даних здійснено на основі стандартних пакетів "MapInfo" та "ArcGIS". Функціонування бази даних ґрунтується на принципах узгодженості, комплексності оброблення й використання інформації.

В атрибутивних таблицях ГІС MapInfo наведено кількісні та якісні характеристики просторових об'єктів, де кожному об'єкту відповідає певний запис у таблиці. База геоданих містить відомості про геологічні, гідрогеологічні, еколого-геохімічні, інженерно-геологічні, геоморфологічні умови території та дані про техногенні об'єкти.

Для створення просторових моделей, що дають змогу оцінити стан і взаємозв'язок між об'єктами, використано метод векторного накладання шарів. Цей метод застосовано, зокрема, для побудови карти зони аерації й прогнозування можливого проникнення забруднень у ґрунтові води. Він дає нам змогу автоматично визначити області перетину зіставлюваних об'єктів і територій, водночас програма створює новий набір даних, в якому кожній результівній області надано атрибути обох вихідних. Для створення такої просторової моделі застосовано Модуль Geoprocessing ArcGIS.

Інформацію для користувача підготовлено у вигляді інтерактивних карт, легенд і пояснювальних записок до них. Інтерактивна карта дає змогу користувачеві переглядати й аналізувати просторові дані на вебресурсі за допомогою звичайного веббраузера, що є перевагою створених еколого-геологічних оглядів.

Такі підходи дають змогу в простий і зрозумілий спосіб отримати доступ до потрібних електронних карт, виконати їхнє масштабування. До того ж користувач в автоматичному режимі може збільшити або зменшити електронні карти, що спрощує сприйняття просторової інформації, а за потреби може самостійно вмикати або вимикати ті чи інші інформаційні шари.

Спрощена навігація електронною картою дає змогу легко визначити положення вибраної для розгляду ділянки й отримати інформацію про потрібний просторовий об'єкт.

Для отримання інформації різної детальності встановлено діапазони видимих масштабів. Водночас залежно від масштабу змінюється навантаження карти. Зі збільшенням масштабу на карті з'являються додаткові дані. Щоб отримати детальнішу інформацію, треба збільшити зображення, клацнувши на карті або розтягнувши на ній рамку. Довідку про об'єкт можна отримати,

якщо навести на нього курсор і клацнути кнопкою миші. Найдетальніша інформація з'являється для масштабу 1:200 000.

До ***проблем*** створення еколого-геологічних оглядів належать такі.

Формат геологічних, еколого-геологічних атласів, як і будь-яких інших, передбачає жорстку структуру (у разі карт – це легенда до них), і відповідний уніфікований набір даних стосовно різних територій. Зазвичай у процесі створення еколого-геологічних карт це стає неабиякою проблемою, пов'язаною передовсім з украй ***нерівномірною вивченістю територій*** і як наслідок – неоднаковою забезпеченістю інформацією для картографування.

Як відомо, розквіт еколого-геологічних досліджень припав на середину 1980-х рр. XX сторіччя, а на початку 1991-х уже розпочався їхній занепад. Методика проведення тогочасних еколого-геологічних робіт відповідала їхній меті – зазвичай це був "пошук забруднення", а не намагання показати реальний екологічний стан компонентів геологічного середовища. Такі обставини нерідко ставили під сумнів можливість екстраполювати отримані результати на інші, необстежені території. Адже зрозуміло, що для об'єктивного зображення стану геологічного середовища потрібно було рівномірно вивчати територію, не лише найбільш техногенно навантажену, а й з фоновими умовами, а також з найтиповішим поєднанням природних і техногенних умов.

У дальший період еколого-геологічні дослідження мали здебільшого епізодичний і несистемний характер, що засвідчує інформація, отримувана з розділів "Екологічний стан геологічного середовища" звітів з геологічного довивчення раніше закартованих площ, які ми використовували в процесі підготування оглядів.

За таких умов досить часто виникає запитання – як показати більш-менш реальний екологічний стан довкілля? Наприклад, у межах області територію одного населеного пункту було охоплено літолого-геохімічним випробуванням і внаслідок створено відповідні ізоконцентрати вмісту важких металів у ґрунтах. Тим часом у сусідньому населеному пункті таких випробувань не проводили, хоча за показниками кількості населення, кількості й характеру промислових підприємств та іншими показниками техногенного навантаження він не поступається першому.

З практики попередніх робіт відомо, що часто дослідники зображали, так би мовити, гіпотетичні аномалії хімічних елементів і сполук, які, з огляду на їхні експертні судження, мали б виявитися в населеному пункті відповідно до методу аналогій.

У процесі укладання еколого-геологічних оглядів ми вирішили не використовувати подібні методи й виходили з передумови, що будь-яка карта, зокрема й еколого-геологічна, відбиває сучасний рівень знань про досліджувану територію. Тому відсутність інформації про забруднення того чи іншого компонента довкілля, можливо, свідчить не про відсутність такого забруднення, а про відсутність відповідної інформації щодо нього. На картах позначено винесені лише підтверджені документально аномалії (ізоконцентрати) хімічних елементів.

Іншою істотною проблемою створення таких оглядів є швидке ***старіння геологічної інформації***. Якщо класична геологія має справу зі стабільними в часі об'єктом і предметом досліджень, коли змінюються лише методи вивчення, то екологічна геологія вивчає швидкозмінні в часі властивості об'єктів. Наприклад, комплексний вплив природних і техногенних чинників зумовлює досить швидкі й суттєві зміни хімічного складу кореневого прошарку ґрунтів у межах територій з інтенсивним техногенним навантаженням.

Вихідними даними для проведення роботи були матеріали геологічних, гідрогеологічних, еколого-геологічних, еколого-геохімічних, інженерно-геологічних, геологознімальних та ін. досліджень, які виконують регіональні геологічні підприємства, інші суб'єкти державного моніторингу довкілля.

В оглядах ідеться про геологічну будову; гідрогеологічні умови; розміщення родовищ корисних копалин у межах області, зокрема їхні запаси на період підготування

огляду; родовища підземних вод господарсько-питного призначення, мінеральних лікувально-столових і лікувальних вод, зокрема експлуатаційні запаси підземних вод та обсяги водоспоживання; прояви й поширення екзогенних геологічних процесів; ландшафтно-геохімічні; інженерно-геологічні умови тощо; техногенний вплив; еколого-геологічні умови територій, зокрема фонові показники, ореоли забруднення компонентів геологічного середовища.

Як уже зазначено, чи не найчастіше пересічних громадян цікавлять відомості про корисні копалини території, де вони проживають, і підземні води зокрема. Тому в статті намагатимемося висвітлити саме ці питання. Наведемо деякі дані з огляду по Київській області.

Цікавою є історія геологічного освоєння надр Київщини. Її вигідні географічні умови сприяли ранній появі тут людей та активній експлуатації надр. Археологічні знахідки засвідчують, що понад 12 тисяч років тому первісні люди вже використовували кам'яні знаряддя праці й предмети побуту з граніту, кварциту, пісковику, виготовляли прикраси з бурштину, халцедону та кварцу [2].

Найцікавіша археологічна культура України – трипільська – характеризується широким видобутком глини й каміння для зведення будинків. Для добування каміння трипільці споруджували горизонтальні й вертикальні гірничі виробки – котловани та стовбури.

З кінця II сторіччя до н. е. до побуту входить залізо, однак масове виготовлення залізних виробів починається з початку I тисячоліття до н. е., з формуванням культури скіфів.

Неабиякий прогрес у всіх сферах виробництва знаменував період Київської Русі (X–XII сторіччя). Великого розвитку сягнуло будівництво, ливарний, ковальський, ювелірний та інші промисли. Високий попит на залізо, зокрема для виготовлення зброї, задовольняли переважно завдяки болотній руді.

Багато топонімів розповідають про наявність корисних копалин і пов'язані з ними промисли місцевих жителів. У поліській частині Київщини п'ять сіл і містечок мають у назві слово "рудня", що свідчить про те, що в давнину тут виробляли залізо з болотної руди. Про наявність сировини для виробництва скла – скляних пісків – розповідають назви населених пунктів зі словом "гута", два села з такою назвою є у Вишгородському, одне – у Богуславському районі. Трапляються серед топонімів Торф'яне, Піски, Пісківка та інші, що прямо вказують на наявність відповідних копалин.

Нині детально вивчено ***геологічну будову*** території Київщини. Більша частина території області розміщена на північно-східному схилі Українського щита (УЩ) і в межах Дніпровсько-Донецької западини, де давні докембрійські кристалічні породи перекриті потужною товщею різновікових осадових відкладів. Меншу її частину, південно-західну, охоплює УЩ. Для східного схилу УЩ характерне неглибоке залягання кристалічних порід і невелика потужність осадової товщі. Отже, у геологічній будові області беруть участь докембрійські кристалічні породи й молодші осадові відклади протерозою, мезозою і кайнозою.

На території Київської області Державним балансом запасів ***корисних копалин*** України нині обліковується 227 родовищ твердих корисних копалин і виявлено понад 200 проявів корисних копалин (рис. 1). Родовища й прояви представлені 20 видами корисних копалин [3].

Мінерально-сировинна база Київської області на 12,7 % складається з паливно-енергетичних корисних копалин (торф), на 69,2 % – із сировини для виробництва будівельних матеріалів.

Аналіз стану розробки родовищ засвідчує значний невикористаний мінерально-сировинний потенціал області. Так, з 27 родовищ торфу, який можна використовувати як паливо або аграрну сировину, розробляють лише три. З-поміж 111 родовищ цегельно-черепичної сировини розробляють 12. Набагато інтенсивніше експлуатують піщано-гравійну сировину (46 родовищ, розробляють 22) і бутовий камінь (23 родовища, розробляють 15).

Не надто багата Київщина на ***геологічні пам'ятки природи*** – налічується лише вісім геологічних пам'яток місцевого значення мінералого-петрографічного, стратиграфічного та геоморфологічного типів. Це Білогородський горб, Новопетрівський геологічний розріз, відслонення у с. Старі Петрівці, відслонення у с. Пирогів, опорний розріз палеогенових і неогенових відкладів у с. Креничі, відслонення гранітів біля с. Чмирівка, відслонення богуславських гранітів та Щербаки (граніти й мігматити звенигородського комплексу). Крім того, тут є три пам'ятки місцевого значення гідрологічного типу – Дзвінкова криниця, Кошівські джерела та криниця Св. Георгія. Вони дають уявлення про історію геологічного розвитку території, мають естетичну цінність (особливо Новопетрівський розріз), тому їх доцільно вносити в комплексні екскурсійні програми.

Гідрогеологічні умови. Територія Київської області розміщена в зоні зчленування двох структурно-гідрогеологічних регіонів – гідрогеологічної області УЩ і Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну (ДДАБ), які різняться за умовами формування підземних вод.

Гідрогеологічна область УЩ характеризується двоповерховою будовою. Підземні води нижнього поверху, складеного метаморфічними й магматичними утвореннями архею-протерозою, пов'язані із зоною тріщинуватості кристалічних порід. Водоносні горизонти верхнього поверху в осадових утвореннях мезозою та кайнозою вирізняються невитриманими поширенням і потужністю, найчастіше приурочені до вододільних ділянок і розмиті в долинах річок.

ДДАБ виповнений потужною товщею осадових утворень палеозойського, мезозойського і кайнозойського віку, яка характеризується витриманим поширенням на великих територіях як водомістких, так і водотривких відкладів, що визначає багатоповерховий характер залягання водоносних горизонтів. У ДДАБ зосереджена

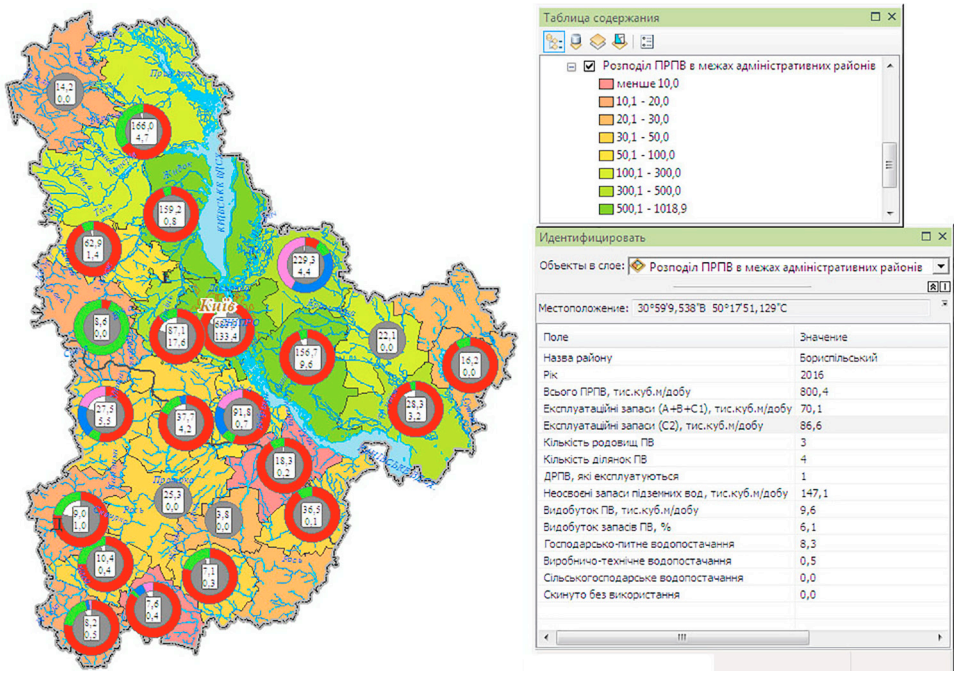


Рис. 1. Електронна карта геологічної будови та корисних копалин території Київської області з інформаційним вікном

найбільша кількість ресурсів підземних вод Київської області (рис. 2).

Закономірності поширення водоносних горизонтів у четвертинних відкладах зумовлені переважно літолого-геоморфологічними особливостями.

Прогнозні ресурси питних підземних вод Київської області (включно з містом Києвом) становлять 4 215,300 тис. м^3/д.

На 1.01.2017 року в Київській обл. (включно з містом Києвом) налічувалося 42 родовища питних і технічних підземних вод, які складаються зі 122 ділянок, і чотири родовища мінеральних вод (шість ділянок). Експлуатаційні запаси розвіданих родовищ питних і технічних підземних вод становлять по області 1220 тис. м^3/д, по м. Києву – 694,28 тис. м^3/д.

2016 року по області розробляли: 47 (зі 103) ділянок, відбір з яких становив 63,291 тис. м^3/д; по м. Києву – 23 ділянки (з 28) з відбором 85,505 тис. м^3/д.

У Київській області розвідано чотири родовища (шість ділянок) мінеральних вод, експлуатаційні запаси – 2637,0 м^3/д. Розробляють дві ділянки.

Видобуток мінеральних вод 2016 року становив 10,644 м^3/д.

Отже, Київська область має чималі ресурси підземних вод, на що потрібно зважати під час господарського освоєння територій.

Електронна гідрогеологічна карта містить інформаційний шар водопунктів і водозабірних споруд, де в атрибутивній частині є дані про номер водопункту; його місцезнаходження; геологічний індекс водоносного горизонту (комплексу); мінералізацію води, глибину залягання, дебіт, глибину рівня, забруднювальні речовини тощо. Така інформація є корисною для планування розміщення нових свердловин на воду, визначення попередньої вартості їхнього буріння.

Щодо ***першого від поверхні водоносного горизонту*** – ґрунтових вод (рис. 3), які часто використовують для індивідуального водопостачання в межах сільських населених пунктів, то більшість їх через незначну глибину залягання є незахищеними від поверхневого забруднення, тому часто

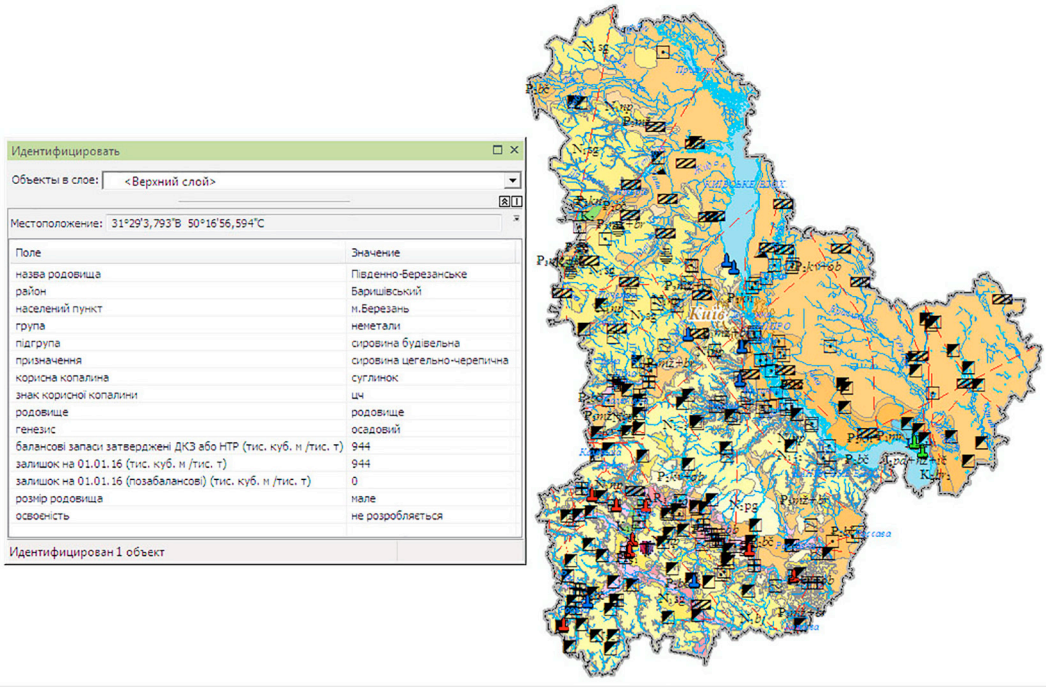


Рис. 2. Прогнозні ресурси та експлуатаційні запаси підземних вод території Київської області

містять нітрати, рідше – азот амонійний. Крім того, ґрунтовим водам нерідко властивий підвищений природний уміст заліза й мангану. Рекомендації щодо поліпшення ситуації з нітратним забрудненням ґрунтових вод полягають в організації моніторингу підземних вод водопунктів, які використовують для питного водопостачання населення, і обов'язкового періодичного чищення колодязів, оскільки найвищі показники вмісту нітратів здебільшого пов'язані з точковим забрудненням ґрунтових вод у межах водозабірних споруд.

Екзогенні геологічні процеси (ЕГП), зумовлені природними й техногенними чинниками, спричиняють суттєвий негативний вплив на стан геологічного середовища.

Найхарактерніші ЕГП та території Київської області – це зсуви, водна ерозія (площинна і яружна), абразія, підтоплення, заболочування та просідання лесових ґрунтів (рис. 4). Негативний вплив техногенних чинників можна зменшити або повністю усунути через регулювання господарської діяльності на зсувонебезпечних територіях, відповідне інженерне підготування території до господарського освоєння, періодичне очищення русел водостоків від мулу, дренування перезволожених і підтоплених територій, регулювання поверхневого стоку на забудованих територіях, механічне утримування підрізаних схилів.

Зсуви є найнебезпечнішими екзогенними геологічними процесами. Їхня активізація може мати руйнівний, а інколи й катастрофічний характер. Зсуви проявляються на порівняно невеликих площах, проте мають значні негативні наслідки, оскільки здатні до швидкоплинних деформацій і руйнувань локальних та лінійних інженерно-господарських об'єктів.

Загалом на території Київської області виявлено 779 зсувів, зокрема активних – 17, частково активних – 69, тимчасово стабілізованих – 18 і стабілізованих – 675. Ступінь динамічного стану зсувів різний. Більшість з них за сприятливих умов може активізуватися, інші (ділянки Києва, частково Київського й Канівського водосховищ) захищені завдяки проведенню комплексу протизсувних заходів.

Усі екзогенні процеси треба вивчати в моніторинговому режимі й зважати на отриману інформацію в процесі планування господарської діяльності. Це неабияк заощадить кошти й дасть змогу запобігти негативним наслідкам.

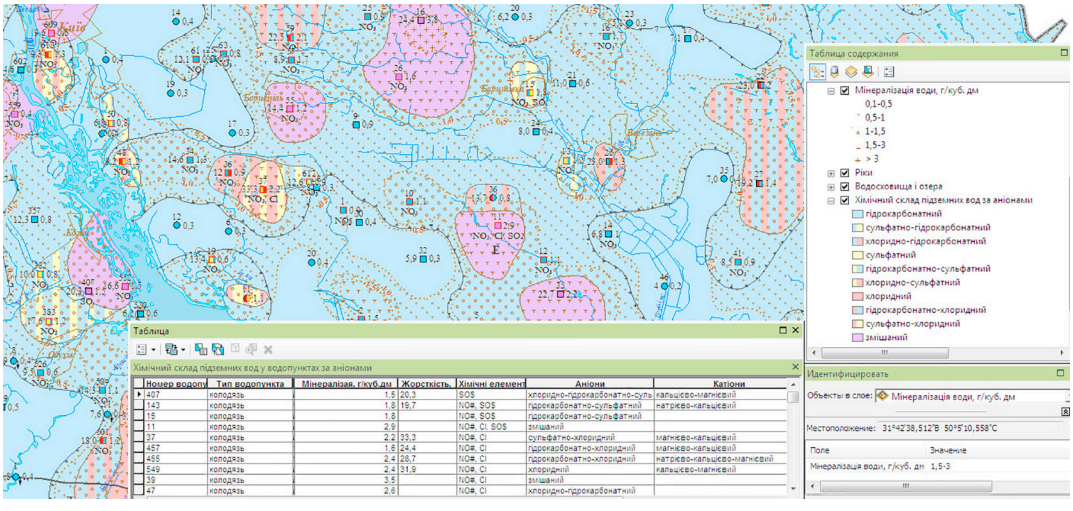


Рис. 3. Фрагмент електронної карти гідрохімічної характеристики першого від поверхні водоносного горизонту території Київської області

Створені огляди є результатом узагальнення та аналізу найновішої наявної еколого-геологічної інформації і, безсумнівно, будуть корисними. Вони дають змогу оцінити перспективи використання неосвоєних мінеральних ресурсів областей, ознайомлюють з геологічними пам'ятками, досить детально описують можливості освоєння підземних вод, а також допомагають обґрунтованіше планувати господарське освоєння територій з огляду на особливості поширення й можливості активізації небезпечних геологічних процесів.

Передбачається, що створені інтерактивні карти будуть доступні для перегляду на сайті УкрДГРІ широкому загалу споживачів, які цікавляться природними багатствами й екологією рідного краю.

Еколого-геологічні огляди сприятимуть інформаційному забезпеченню обласних органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, на які покладено функції розроблення й утілення місцевих програм у сфері питної води й питного водопостачання, затвердження згідно з вимогами законодавства проєктів містобудівних програм, генеральних планів забудови населених пунктів, іншої містобудівної документації, а також виконання регіональних програм соціально-економічного розвитку та охорони довкілля через ухвалення обґрунтованих управлінських рішень.

ЛІТЕРАТУРА

1. ***Люта Н. Г., Саніна І. В., Лущик А. В.*** **Критерії оцінки екологічного стану геологічного середовища при проведенні регіональних еколого-геологічних досліджень. Методичне керівництво. – К.: УкрДГРІ, 2006. – 57 с.**

2. 100 років Геологічній службі України. – Київ: Лазурит-Поліграф, 2018. – 325 с.

3. Державний баланс запасів корисних копалин. – Київ: ДНВП "Геоінформ", 2016.

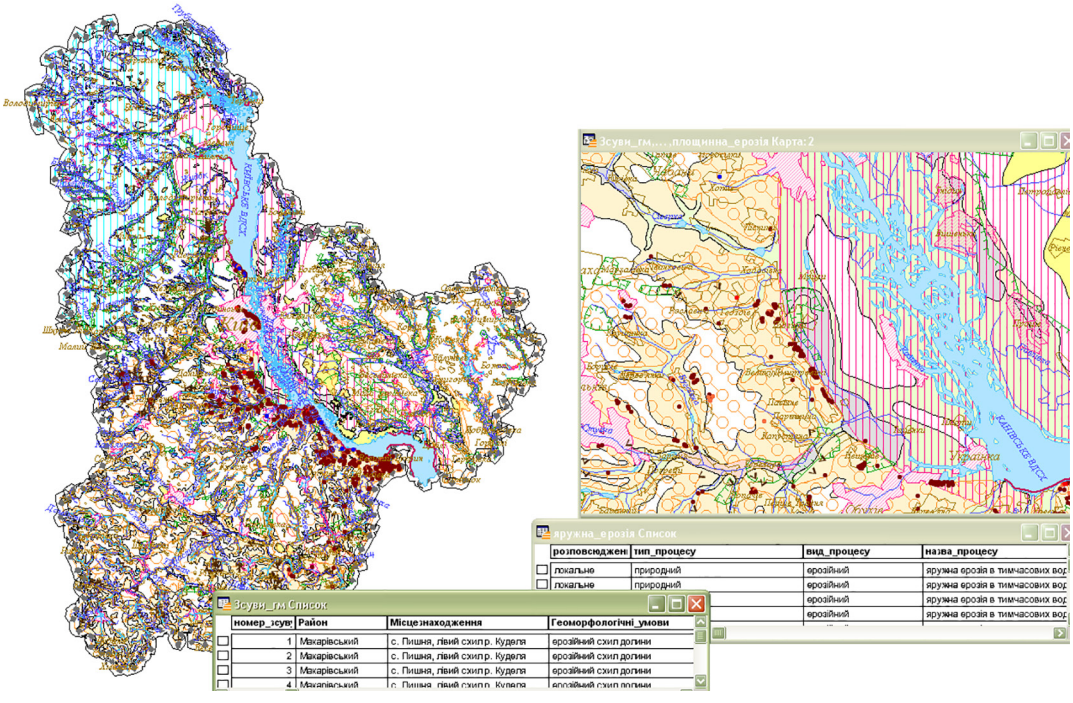


Рис. 4. Загальний вигляд і фрагмент електронної карти поширення екзогенних геологічних процесів на території Київської області з атрибутивними таблицями

REFERENCES

1. *Lyuta N. G., Sanina I. V., Lushchyk A. V.* Criteria for assessing the ecological state of the geological environment during regional ecological and geological surveys. Methodical management. – Kyiv: UkrDHRI, 2006. – 57 p. (In Ukrainian).

2. 100 years to the Geological Survey of Ukraine. – Kyiv: Lazuryt-Polihraf, 2018. – 325 p. (In Ukrainian).

3. State balance of mineral resources. – Kyiv: DNVP "Heoinform", 2016. (In Ukrainian).

Рукопис отримано 11.04.2019.

Н. Г. Лютая, *УкрГГРИ, Киев, Украина,* nlyuta@ukr.net,
https://orcid.org/ -0000-0003-4070-0944,
И. В. Санина, *УкрГГРИ, Киев, Украина,* ekogeol@ukr.net,
https://orcid.org/ 0000-0002-6592-9625,
С. Н. Приходько, *УкрГГРИ, Киев, Украина,* ekogeol@ukr.net

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБОЗРЕНИЙ ОБЛАСТЕЙ УКРАИНЫ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

В статье освещен опыт создания в ГИС эколого-геологических обозрений областей Украины. Созданные обозрения будут содействовать информационному обеспечению областных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления, на которые возложены функции разработки и реализации местных программ в сфере питьевой воды и питьевого водоснабжения, утверждение с учетом требований законодательства проектов градостроительных программ, генеральных планов застройки населенных пунктов, другой градостроительной документации, а также выполнение региональных программ социально-экономического развития и охраны окружающей среды в части принятия обоснованных управленческих решений.

Ключевые слова: *информационное обеспечение, эколого-геологические обозрения административных областей, эколого-геологические условия, полезные ископаемые.*

N. G. Lyuta, *Ukrainian State Geological Research Institute, Kyiv, Ukraine,* nlyuta@ukr.net,
https://orcid.org/0000-0003-4070-0944,
I. V. Sanina, *Ukrainian State Geological Research Institute, Kyiv, Ukraine,* ekogeol@ukr.net,
https://orcid.org/0000-0002-6592-9625,
S. M. Prykhodko, *Ukrainian State Geological Research Institute, Kyiv, Ukraine,* ekogeol@ukr.net

EXPERIENCE OF REGIONS ECOLOGICAL AND GEOLOGICAL REVIEWS CREATION IN GEOINFORMATION SYSTEM

The article presents the experience of creating ecological-geological reviews in GIS of the regions territories. The reviews will supply the information support of the regional executive authorities and local governments, which are responsible for the development and implementation of local programs in the area of drinking water and drinking water supply, approval, taking into account the requirements of the legislation, projects of urban development programs, general plans for the development of human settlements, other urban planning documentation, as well as the implementation of regional programs for socio-economic development and environmental protection in the adoption of sound management making decisions.

Ecological and geological reviews are a set of maps that reflect: geological structure and minerals; hydrogeological conditions; main aquifers and their complexes; projected resources and operational reserves of groundwater; ecological and geochemical conditions; hydrochemical characteristics of groundwater; structure of aeration zone and estimation of the time of possible penetration of contamination in groundwater; engineering-geological conditions; distribution of exogenous geological processes; geomorphological conditions; the main man-made objects that affect the ecological state of the geological environment.

Keywords: *information support, regional reviews, ecological and geological conditions, mineral resources.*

УДК 502.62, 64:504.06; 551.11

Т. І. Музичко, *начальник відділу ПАТ "Укрнафта",* tmuzychko11@gmail.com,
https://orcid.org/0000-0002-7796-2246,
О. М. Пилипчук, *провідний інженер-геолог (Український державний геологорозвідувальний інститут),* nikaasl@gmail.com,
https://orcid.org/0000-0002-7108-7567

ПОСМАК

У статті оповідається про подорож до імпактитів Іллінецького кратера під час геологічної екскурсії. Описано відслонення, в яких розкриті імпактити червоно-бурі, буро-сірі, ніздрюваті, тріщинуваті, у свіжому невивітрілому стані дуже щільні, з укрупленнями уламків кристалічних порід.

Це єдине місце в межах Українського щита (УЩ), де можна спостерігати й вивчати взаємозв'язок і склад імпактних порід, астроблем – рідкісних геологічних структур. Геологічний об'єкт унікальний, має велике наукове значення. 2017 року одержав статус геологічної пам'ятки місцевого значення. Саме тому виникла ідея екскурсії, про яку йдеться в статті. Мета публікації – популяризація геологічних пам'яток України з-поміж широкого кола дослідників, зацікавлених у вивченні геологічних об'єктів на теренах України.

Ключові слова: *Іллінецький кратер, імпактити, метеорити, зювіти і тагаміти.*

Частина 1. Геологічна екскурсія

(*Першу частину написала Тетяна Музичко під враженням від екскурсії, майже відразу після її завершення*).

Телефонний дзвінок!

(*На дроті Катерина – досвідчений геолог і знавець унікальних об'єктів природи*).

– Привіт! Як справи? Не хочеш подивитися, як понівечив землю метеорит у Вінницькій області?

– Дуже хочу.

– Тоді чекаю в суботу.

Передчуття знайомства з новим, незвіданим – що може бути кращим. І тебе не бентежить, що у вихідний день ти замість ніжитися в ліжку, маєш раненько поїхати через усе місто, а потім аж п'ять годин долати 270 кілометрів невідомого напрямку.

Катерина – чудовий організатор. Вона прораховує маршрут і намагається вмістити в ньому все найцікавіше. "Не проходьте повз", – можливо, така філософія її пізнавальних виїздів.

Охочих зібралося понад 20 осіб. І всі вони очікували на зустріч з таємним і чудовим. Це були не тільки геологи, а й звичайні громадяни, які виявили цікавість до метеорита, з-поміж них також учителі й учні вальдорфської школи.

Катерина ніколи не виїжджає, не підготувавшись до маршруту. Як завжди, попросить усіх залишити осторонь гаджети й послухати. Ті, хто подорожує з нею не перший раз, з моменту початку руху автобуса вже чекали на цікаві розповіді неординарних людей з найрізноманітніших питань.

Метеорити – такі собі "собакіти" космічного простору, швендяють ним, куди хочуть, і періодично знаходять притулок на якомусь космічному об'єкті. Якщо планета або її супутник не завели собі кисневої атмосфери з рослинно-тваринним

 © Т. І. Музичко, О. М. Пилипчук, 2019

світом, то історії зіткнення з метеоритами яскраво прописані на їхніх поверхнях. Метеорити – це своєрідні хатіфнати (розповіді про Мумі-Троля) всесвіту (фото 1).

Що ж стосується Землі… Частина кратерів читається в рельєфі, частина нівелюється внаслідок екзогенних руйнівно-нагромаджувальних процесів, до яких залучені вода, вітер, гравітація й зміна погодних умов.

Метеорити бувають різні. За розмірами – маленькі, великі, гігантські; за складом – кам'яні, залізні та змішані. Вони можуть потрапити на земну поверхню під різними кутами й лишити різні сліди. Науковці стверджують, що поверхні землі досягають лише метеорити, які мають вагу понад 10 000 т. Ті, що не доросли – повністю згоряють, проходячи через щільні шари атмосфери, натомість великі лише зазнають зовнішніх утрат.

Ви пам'ятаєте чудове осіннє зоряне небо? Якщо довго дивитися на нього, то обов'язково побачиш "падучі зорі". Це і є ті маленькі метеорити (метеори), життя яких у космосі закінчується яскравим спалахом. За мить того спалаху нам потрібно загадати бажання й енергія спалаху зробить усе, щоб його здійснити.

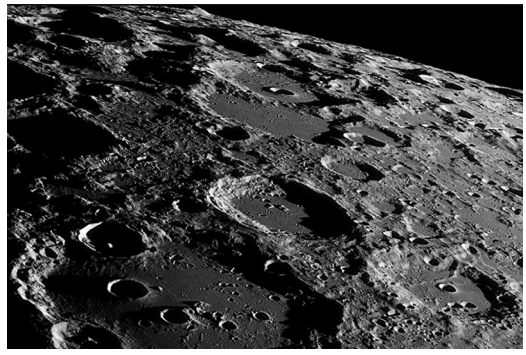


Фото 1. Поверхня Місяця, укрита кратерами

А що ж з нашим метеоритом, куди він летів, де впав, що наробив?

На території України вчені визначають сім місць, в яких метеорити досягли землі. У шести випадках ми не можемо побачити, що вони накоїли, і лише у випадку з Іллінецьким метеоритом можемо доторкнутися до незвичайного й чудернацького (фото 2).

Іллінецький метеорит спричинив своїм падінням колосальний вибух десь так 430 млн років тому, коли на Землі закінчувався силурійський або ж розпочинався девонський час. Девон у часовому вимірі тривав 55 млн років і розпочався приблиз-

Фото 2. Зображення місцевості на Google_map

но 420 млн років тому (419,2 млн років). Цей період характеризувався відступом моря й накопиченням потужних червоноколірних континентальних відкладів у посушливому кліматі. У ранньому девоні завершилася каледонська складчастість. У девоні планета вже мала кисень у складі своєї атмосфери й давала змогу жити і розвиватися таким організмам, як дводишні групи лопатоперих риб. Тобто в девоні вийшли на сушу перші земноводні. У середньому девоні з'явилися плауноподібні, хвощеподібні, папоротеподібні і голонасінні. Перші дерева почали утворювати ліси.

Місце, куди впав метеорит, могло бути трохи інакшим стосовно сучасної системи меридіанів і паралелей, зважаючи на постійний рух плит-материків. У силурійський період, який передував девону (443,8–419,2 млн років тому), найбільшим континентом була Гондвана, яка розміщувалась у південній півкулі, а в північній півкулі знов утворився материк Лаврентія. Наприкінці силуру на півночі клімат був сухим і спекотним, з'явилися перші наземні рослини – псилофіти, а на мілководді оселилися риніофіти. На сучасній території України нагромаджувалися потужні товщі карбонатних і теригенних відкладів. Попри, можливо, інше географічне розміщення, у попередні мільйони років усе, що є на території сучасної України, утворювалось у певній хронологічній послідовності й відбувалося в певний абсолютний геологічний час, який сучасні геологи визначають із застосуванням швидкостей напіврозпаду низки радіоактивних елементів, як-от: уран (перетворюється на свинець), рубідій (перетворюється на стронцій), калій сорок (перетворюється на аргон) або вуглець 14 в органічних залишках. Звісно, це не абсолютно точні величини і є проблема похибки, але інакше ми не можемо контролювати час і події, що відбувалися на нашій планеті з моменту її утворення.

Місце падіння метеорита встановлюють геофізики за даними гравітаційного й магнітного полів, де воно простежується у вигляді гравімінімума з амплітудою 6,5 мГал круглої форми діаметром 3 км на тлі спокійного негативного фону магнітного поля на рівні -400– -600 нТл. Ексклюзивність аномалії зумовлює приуроченість до її центральної частини інтенсивних локальних мінімумів магнітного поля. Геофізики зауважують, що за поєднанням зазначених параметрів геофізичних полів Іллінецька аномалія є унікальною для імпактних структур України та Світу (рис. 1, 2).

Катерина розповідає, ми уважно слухаємо й інколи підтримуємо її розповідь, поглядаючи у віконця.

Українські осінні дороги – це щось неймовірне: уся гама осінніх кольорів від зеленого до багряного із золотистими переливами, від гаряче жовтого до коричневого. Технічна зупинка. Погляд вишукує квіти вереску, залишені на полі качани кукурудзи, жолуді зі шляпками-маківками. Різнотрав'я ніжить ноги й сповнює подих осінніми пахощами.

Ми знову в автобусі, знову слухаємо й насолоджуємося краєвидами за вікном.

Для того, щоб відтворити все, що відбулося 400 млн років тому, потрібно досконально вивчити все, до чого можна дотягнутися. Найлегше це зробити на поверхні, утворивши гірничі виробки. Про це здогадалися ще наші пращури. З давніх-давен вони користувалися всім, що можна застосувати в повсякденному житті. Вирубати шматок твердої породи, наприклад граніту, для жорен (молоти зерно) примітивними засобами майже неможливо, а дістати з порівняно м'якої породи шматок граніту, відірваний космічною силою, набагато легше. От і почали наші предки з жилкою підприємців видобувати ті шматки, обробляти їх і використовувати не лише для власних потреб, а й забезпечувати інших. З'ясовано, що іллінецькі жорна були дорогою розкішшю, але мали попит на чималих територіях Правобережжя Дніпра.

– Усі виходимо, – лунає голос Катерини.

Геологічна зупинка. Неподалік Білої Церкви на річці Рось є гребля, створе-

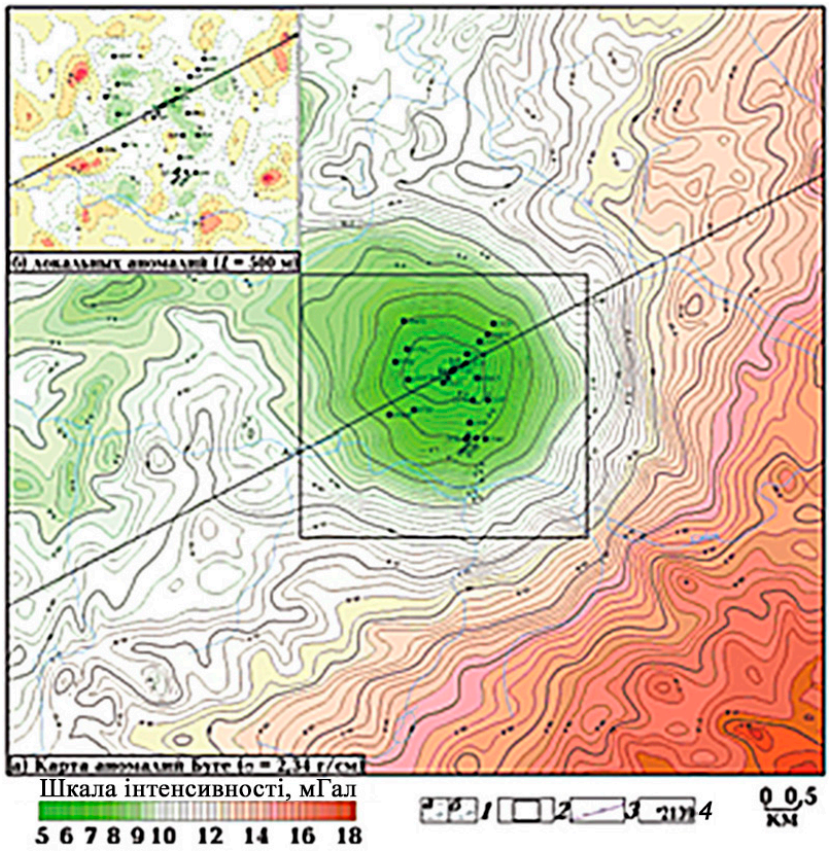


Рис. 1. Поле аномалій Буге у мГал

Рис. 2. Напрямок вектора залишкової намагніченості

на для невеличкої гідроелектростанції. У дзеркалі заплави розчиняються блакитне небо й русяві верби, які своїми довгими пасмами тягнуться до води. І знову погляд насичується безліччю відтінків. Тиша та краса. Відпочинок для пересичених інформацією й напругою очей і мізків (фото 3).

– Подивіться під ноги – це граніти та мігматити зі слідами фізичного й хімічного вивітрювання. Ось слюда, а це пірит. А тепер візьміть до рук лес – це геологічна загадка, яку геологи ніяк не можуть розгадати. Не бійтеся, беріть (фото 4, 5).

Досить прохолодно й волого, дівчата бояться забруднити руки.

Фото 3. Гребля невеличкої гідроелектростанції

Фото 4. Відслонення лесових відкладів

– Беріть, беріть, – наполягає Катерина. – Розминайте між пальцями. А тепер струсіть з долонь.

Чарівний лес падає донизу, залишаючи долоні чистісінькими, ніби ніколи його ці руки й не брали. Диво. Частина дослідників вважає, що великі за площею території лесу утворилися в пору зледенінь, коли крихітні часточки відкладалися в умовах холоду в прильодовикових степах.

Ми проходимо через греблю, милуємося гладдю в її верхній частині й стрімким потоком нижче за течією. І тут око зачепилося на гранітах, розбитих чіткою сіткою тріщинуватості – прямокутною й діагональною. Матінка природа знову дивує, цього разу – геометричними формами (фото 6).

Фото 5. Відслонення лесових відкладів і гранітів

Фото 6. Відслонення гранітів біля греблі

Ми сідаємо в автобус і рушаємо далі.

Ви хочете подивитися на жорна із зювітів і величезну кількість цікавинок Іллінецького краю Вінниччини? Тоді обов'язково, як і ми, завітайте до Краєзнавчого музею Іллінців, яким опікується чудова людина, небайдужа до свого краю, його історії і талантів, яка закликає нас не бути такими собі "собакітами" життя. Усе, що вдалося зібрати, зосереджено в п'яти залах другого поверху будиночка із зовнішніми сходами, який притулився біля стадіону. Знайомство з краєм розпочинається з картин місцевих художників. Один із залів присвячений побуту містян. Тут зібрані ікони, сорочки, рушники, стародавні праски, посуд (дерев'яні ночви для холодцю!), знаряддя праці. І все насичене енергетикою наших пращурів, і все в єдиному екземплярі, створене талановитими руками українців. Просуваючись далі, бачиш жорна і пристрій, в який їх укладали (фото 7). В іншому залі розміщені геологічні зразки з Іллінецького кар'єру й археологічні знахідки часів загадкової черняхівської культури (фото 8). Зал бойової слави – данина пам'яті іллінчанам, які боронили свою землю, від козацької доби до наших днів. В останньому залі, де експонують колекцію музичних інструментів, предмети посуду, керамічні вироби тощо, надибую знайомі з дитинства непереливайки. Саме з такою я ходила до початкової школи. Тоді ми писали ручками з пером і чорнилом. Майже в кожному домі стояв порцеляновий набір з однієї великої і шести маленьких рибок. Усе, що збереглося на полицях залу, уже за наш вік стало історією, споглядання якої відбивається приємними спогадами дитинства (фото 9).

Фото. 7. Жорна із зювітів

Угору, вниз. Дорога все біжить уперед. Нас охоплює нетерплячка – коли вже ми дістанемося кінцевого пункту подорожі?

Автобус звертає праворуч і на горизонті з'являються якісь чудернацькі пагорби, дуже виразні на тлі пласких полів.

Невже це місцина, де проживають таємничі гобіти?

Їдемо заплавою вздовж річечки. Корівки скубають осінню підсохлу травичку, згадуючи смачну весняну соковиту зелень.

Автобус зупиняється.

– Ну що, громадяни, виймайте свої геологічні молотки, беріть відра, сумки й ходімо збирати геологічні цікавинки.

Автобусний мурашник заворушився, збудився.

– Далі – пішки (рис. 3).

Вервечка дорослих і малих заспішила за Катериною. Зліва – посічені пагорби, справа – заплава з річечкою, а попереду – таємниця. Ми завертаємо за ріг і опиняємося посеред рукотворного амфітеатру – кар'єру. Тут майже немає трав'яного покриву, породи мають жовто-пісочний колір.

Фото 8. Знахідки часів загадкової черняхівської культури

Фото. 9. Експонати музею

Не скажу вам, що розповідала Катерина, позаяк не знайшовши свого телефона-фотоапарата, я поспішила знову до автобуса.

Який же геолог відмовить собі в задоволенні подивитися на кар'єр зверху? Я пішла до кар'єру навпростець. Трава висока, невеличкі чагарники. Боязко ступати – можливо, тут територія якихось змій, і вони не дуже радітимуть моїй присутності? А чи правильно я вибрала напрямок?

Авжеж правильно! Унизу мурашки-збирачі вже уважно нишпорять по всіх закутках з надією відшукати агат, жорна чи ще щось (фото 10).

Я починаю спускатися і мій погляд вже обстежує кар'єр (фото 11), в якому основний склад порід – це брекчії-зюві-

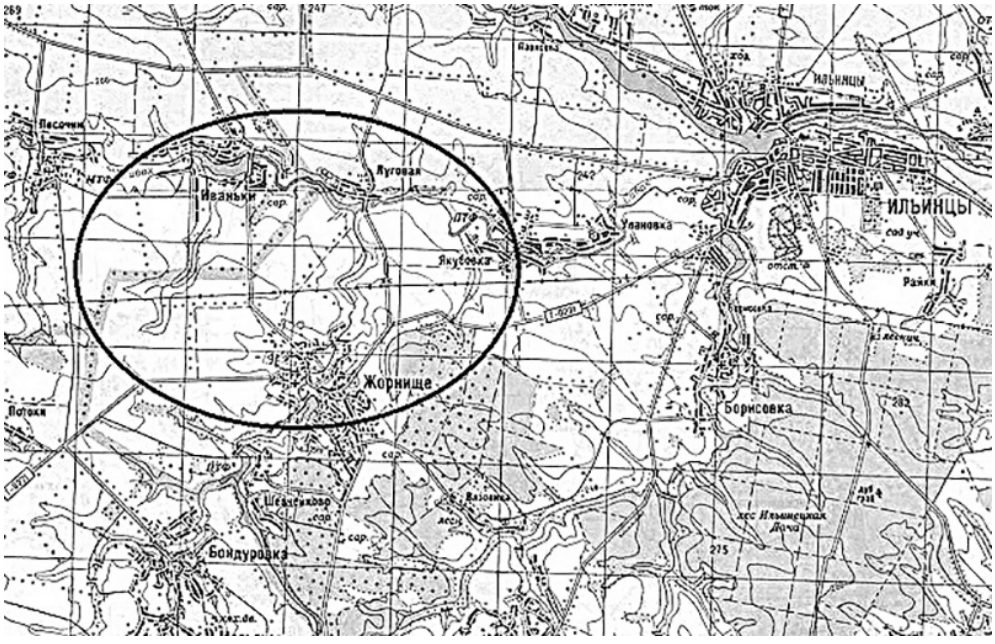


Рис. 3. Обриси Липовецько-Іллінецької структури

ти. Чудернацькі назви. Я чула їх уперше в житті: зювіти і тагаміти. Із чим це "їдять"? Виявляється – це імпактні брекчії. Імпактні – бо утворилися від страшного удару метеорита об земну поверхню. Брекчії – бо становлять поєднання уламків якихось порід і чогось, що їх цементує. Якщо уламків більше, ніж того, що їх цементує, – вживайте термін зювіт, якщо ж навпаки – ви маєте справу з тагамітом.

Фото. 10. Кар'єр Іллінецького кратера біля с. Лугове – погляд зверху

Фото 11. Частина кар'єру Іллінецького кратера

На очі потрапляє шматочок подібного до глини "кругляшка", завдовжки десь сантиметрів сім. До мене підходить Катерина.

– Я у твоєму розпорядженні, запитуй.

– А що це я знайшла?

– Та це ж бомбочка.

– Бомбочка, бомбочка, давайте шукати бомбочки!

– Люди, я тільки що дізнався, що став дідусем!

– Ура! Вітаємо!

– Який же дідусь без бомбочки! Покажіть, яка вона!

Ви знаєте, хто найкращі шукачі? Ну, звичайно ж, діти! Так і цього разу. Усі переважно знаходили сліди бомбочок у породі – такі собі "виїмки", а Влад знайшов половинку бомбочки, і відразу було видно, яка вона зовні, а яка всередині. Усередині – це було нагромадження якихось пластів неправильної форми, імовірніше прямокутної, зовні подібних до глини (фото 12а, б).

А ось граніт, огорнутий жовтою масою. Його можна розкришити самими пальцями. Яка ж потрібна була сила, щоб відірвати шматок міцного й твердого граніту, стиснути його так, щоб він став, неначе жорства, і кинути в якісь інші породи, що огорнули його зусебіч і сховали від чужо-

а **б**

Фото 12. "Бомбочка" з товщі зювітів Іллінецького кратера: а) вигляд зовні; б) вигляд усередині

го ока? А ось щось подібне до глинистих стрічок. Яка незвичайна форма (фото 13)! І цей шматочок був огорнутий жовтою породою. А ось охристий шматочок.

– Ідемо далі, – командує Катерина. – Зараз ви побачите сліди кайл, якими довбали породи шукачі тагамітів для жорен і бруківок (фото 14а, б).

Які ми малесенькі серед пагорбів (фото 15). Видираємося вгору, спускаємося донизу. Який яскравий вишневий колір у шматочка під правим черевиком. Такого ми ще не бачили. Що це? Знову загадка.

Дорогу перешкоджає величезний обкочений валун.

– Катю, ти бачиш це? Як він тут опинився? Це ж пісковик! А який великий!

Частина береться за лопати й відкидає породу, яка зсипалася біля штучного відслонення. Частина рушає далі.

Надвечір'я. Сонце косими променями розкриває всі кольори навколишніх жовтих пагорбів, синього неба й пожухлого осіннього листя. Де-не-де стирчать кущі з ягодами шипшини. Біля дороги закрутилася в кільце дивовижна гусінь (фото 16). Якого метелика вона подарує світу?

– Люди, нумо перекусимо.

Усі тягнуться до сумок і через декілька хвилин з'являється маршрутний "стіл". Попили, поїли, поспілкувалися. Швидше-швидше, сонце сідає, треба сфотографуватися всім разом на згадку! Мерщій! Сонечко сховалося за пагорб, і тієї ж миті пройняло вечірнім холодком. Ми йдемо до автобуса з добутими трофеями.

Фото 13. Зювіти

Фінальний акорд – захід сонця над ставком. Дуже швидко смеркло, а ще за хвилину навколо нас утворилася суцільна темрява. Кожен потонув у своїх думках і спогадах.

а

б

Фото 14. Пагорб зі слідами кайл: а) загальний вигляд; б) сліди кайл

А наступного дня в мене з'явився посмак. Я передивлялася світлини. Попросила Ґуґл видати мені інформацію про Іллінецький метеорит. Думки почали роїтися в голові. Моя подорож до Іллінецького метеорита тільки починається, і, здається, вона буде захопливою. Тепер я інакше дивитимуся під ноги.

Дякую, посмаку…

Фото 15. Пагорби Іллінецької структури

Фото 16. Гусінь "Місцева"

Частина 2. *Стисла геологічна довідка про Іллінецьку структуру*

1851 року професор К. М. Феофілактов почав досліджувати крихкі породи й породи, які зазнали впливу сильного тиску в долині річки Сибок, і за уявленнями, поширеними наприкінці XIX сторіччя, породи було інтерпретовано як вулканічні туфи. Їхню петрографію вивчав В. Є. Тарасенко.

Планово територію досліджували з кінця 50-х років XX сторіччя, коли вона була охоплена геологічними зйомками й пошуковими роботами. Водночас відомим був єдиний погляд на генезис Іллінецької структури – як на результат виверження силур-ранньодевонського вулкана. Приблизно цього ж часу розпочалося всесвітнє виявлення й дослідження астроблем, що дало змогу дослідникам Іллінецького об'єкта переглянути попередні припущення про модель формування структури й дослідити її як формування внаслідок удару космічного тіла об земну кору з утворенням відповідних структурних форм і літологічно-петрографічних особливостей. 1973 року А. А. Вальтер і В. А. Рябенко надали докази метеоритного походження структури [2–4].

Новий погляд на генезис Іллінецького об'єкта сприяв проведенню цілеспрямованих досліджень, які охоплювали роботи з виявлення космічної речовини, імпактних алмазів, хімічні й геохімічні дослідження порід, хромшпінелідів, визначення напрямів хімічних і фізичних змін порід мішені, картування зональності, дослідження магнітних властивостей порід. На відміну від інших астроблем, виявлених на території України, цей об'єкт частково можна вивчати з поверхні. Цьому сприяє наявність шести відслонень, зокрема двох кар'єрів. Усього для вивчення структури було пробурено 58 свердловин, з яких сім свердловин мали глибину понад 200 м, а три, пробурені 2010 року, усього 120–140 м. [6]. На думку дослідників, цими свердловинами не вдалося розкрити відклади мішені. Однак результати вивчення керна свердловин, а також площова магніторозвідка мережею 50×50 м дали змогу уточнити окремі аспекти геологічної будови й генезису Іллінецької структури.

З'ясувалося, що Іллінецький кратер є найдавнішим і найбільш еродованим з відомих нині шести кратерів УЩ. Розмір його становить 4,0×5,5 км, а зона дроблених порід має діаметр приблизно 7 км. У його розрізі виділяються чотири головні породні комплекси: цокольний, коптогенний, а також комплекси заповнення й перекриття.

На дні кратера розміщені породи цокольного комплексу – аутигенна, тобто не переміщена під впливом вибуху брекчія. Вона утворена з брекчійованих найдавніших порід фундаменту того ж складу, що й за межами кратера. З глибиною ознаки ударного метаморфізму поступово затухають.

Коптогений, тобто створений вибухом, комплекс складається з алогенної (переміщеної) брекчії, яка залягає на аутигенній, та імпактитів. Вони завершують угорі коптогенний комплекс і залежно від умісту скла поділяються на зювіти (скла до 75 %) і тагаміти (скла до 100 %). Серед усіх цих порід переважає алогенна брекчія. Вона майже не містить скла і становить понад 60 % об'єму коптогенних порід; на ній залягають зювіти з лінзами алогенних і уламками аутигенних брекчій (фото 17, 18). Серед зювітів у розрізах свердловин і відслонень у наближенні до контакту з брекчійованим фундаментом трапляються поодинокі лінзи тагамітів потужністю від перших сантиметрів до 40 метрів.

В Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України було виконано 120 хімічних і 287 спектральних аналізів. Хімічні аналізи засвідчили, що для тагамітів характерний знижений, порівнюючи із цоколем, уміст кремнезему, закисного заліза, магнію, кальцію та натрію і збільшений оксидного заліза та калію. За вмістом калію тагаміти суттєво відрізнялися від інших порід. Була встановлена залежність між умістом K_2O у тагамітах і абсолютними позначками їхнього залягання.

Фото 17. Брекчії-зювіти

Імпактні алмази відкрито 1975 року (алмаз-лонсдейлітові парамарфози по графіту).

Фахівці Центральної лабораторії ДП "Українська геологічна компанія" дослідили протолочки зювітів і тагамітів. У важкій фракції виділено 42 мінерали. Мінералів метеоритів у тагамітах не було виявлено.

В Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України досліджували піропи і хромшпінеліди Іллінецької структури (2014 р., О. В. Павлюк). За висновком спеціалістів хромшпінеліди не мають аналогів в осадових і корінних породах південно-західної частини УЩ. Припущено, що, можливо, вони мають місцеве походження, де дже-

Фото 18. Брекчії з гранітом

релом живлення більшості є сама структура, яка могла містити дрібні мантійні ксеноліти, дайкоподібні глибинні породи, винесені внаслідок удару метеорита, або досі не знайдені рештки метеоритної речовини. Піроп може належати до еклогітових украплень у кімберлітах [11].

Об'єкт дуже цікавий і неоднозначний. Він привернув увагу Московського міжнародного геологічного конгресу 1984 року, І Міжнародної конференції "Комети, астероїди, метеори, метеорити, астроблеми і кратери" 1999 року [14, 15]. А 2017 року в системі об'єктів природно-заповідного фонду Вінницької області, в Іллінецькому районі біля с. Лугового створено геологічну пам'ятку природи місцевого значення "Іллінецький кратер" [12, 13].

Якщо вважати, що Іллінецька структура має ударне походження, то які саме породи зазнали впливу? Граніти та їхня кора вивітрювання? Якої стадії перетворення досягла кора вивітрювання – утворення глинистих мінералів? Якою є історія й послідовність магматично-вулканічно(?)-тектонічно-осадових процесів? Дослідники вважають, що метеорит впав на силурійські алевроліти, які не збереглися на поверхні кратера, але наявні у вигляді уламків серед зювітів і їхнього делювію. Ці породи не вивчали. Який їхній вік і характеристики? Девонські аргіліти складено монтморилоніт-гідрослюдистими утвореннями (70 %) та каолінітом (30 %). Є лише два хімічні аналізи Іллінецьких аргілітів.

2012 року ДП "Українська геологічна компанія" спільно з Інститутом геофізики НАН України розглянули геофізичні аспекти будови й генезису Іллінецької структури.

Загалом за характером свого проявлення в полі аномальної сили тяжіння Іллінецькому об'єкту властива асиметрія концентрично-зональної будови, що відповідає як об'єктам ендогенного генезису, так і імпактним структурам. У разі останнього – космічний об'єкт влетів в атмосферу Землі з північного заходу.

Дослідники вважають складний лункоподібний характер рельєфу кристалічного цоколю центральної кальдери, наявність визначеного бурінням глибокого каналу, закономірності внутрішньо- й зовнішньократерного розподілу брекчій притаманнішими вулкано-магматичному генезису Іллінецької структури. Високоамплітудні магнітні мінімуми, на їхню думку, також властиві магнітному полю вулканів і кальдер, вони звертають увагу на відсутність підвищених концентрацій Ni, Co, Cr та аномальні значення Cu, Zn, Li, Ag, Pb у породах перекриття. Різноспрямованість вектора зовнішнього намагнічення поля порід заповнення центральної кальдери свідчить про утворення цієї товщі за період не менший як епоха зміни полярності магнітного поля Землі. Із цим узгоджується абсолютний вік розплавлених порід, на яких залягає алогенна брекчія. За даними аргон-аргонового методу й результатами палеомагнітних досліджень, виконавцем яких є Гельсінський університет, він становить 445 млн років, що відповідає пізньому ордовіку. Це не узгоджується із часом виникнення залишкової намагніченості товщі порід-імпактів. Два магнітні мінімуми, наявність порід з різнополярною намагніченістю, ознаки неодноразового брекчіювання й гідротермальної мінералізації, на думку дослідників, свідчать про декілька етапів становлення Іллінецької структури.

З огляду на доведені ознаки імпактної версії утворення Іллінецької структури, запропоновано таку модель формування цього об'єкта.

Унаслідок удару космічного тіла в кристалічному фундаменті утворилася асиметрична структура, кільцеві розломи, вал викинутих вибухом порід, імпактні алмази, планарні структури. Згодом у цій ослабленій зоні проявилися розвантаження тектонічних напруг (Немирівський коромантійний розлом), вулканізм, інтенсивні гідротермальні процеси (утворення агатів). Аналогічний сценарій розвитку подій пропонують і дослідники Ладозької астроблеми (Росія) [16].

Отже, на сьогодні є три погляди на утворення Іллінецької структури: вулканічна, імпактна та змішана.

Зважаючи на наукову цікавість дослідників переважно до перших двох, потрібно апробувати версію імпактного утворення структури з подальшим розвитком вулканічних, тектонічних і гідротермальних процесів. З'ясувати ланцюги перетворень мінералів, термобаричні умови процесів. Максимально використати встановлені зональності й визначити напрями їхнього системного вивчення в поверхневих умовах.

Треба дослідити й систематизувати різновиди брекчій і їхнє взаєморозміщення з огляду на можливості мінералоутворення з не гомогенізованих розплавів, відтворити умови осадконакопичення, склад і будову порід, мішені на час зіткнення космічного тіла із Землею, генезис алевролітів чаші заповнення, зважаючи на те, що територія УЩ була джерелом осадового матеріалу для Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), яка є грабеном і акумулює осадовий матеріал, що залягає на докембрійському кристалічному фундаменті, починаючи з девонського віку. Внутрішню будову ДДЗ вивчено за результатами буріння великої кількості глибоких свердловин на нафту й газ. Глибина деяких з них становить понад 6 тис. метрів. Даними буріння підтверджено вулканічну активність території ДДЗ у девонський час.

Додатково потрібно вивчити можливість наявності в імпактних породах муасаніту – космічного мінералу, аналога алмазу. Уперше муасаніт був виявлений у вигляді невеликих шестикутних пластинчастих украплень у метеориті Каньйон Діабло (Аризона). Він утворює дрібні безколірні кристали з алмазним блиском. За складом – це карбід кремнію, поширений у космосі.

Також треба визначитися з типом можливого вулкана (тріщинний, щитовий чи підводний).

ЛІТЕРАТУРА

1. ***Быстревская С. С., Земков Т. А., Виноградов Т. Т.*** **Новые данные о строении Ильинецкого палеовулкана//Геол. журнал. – 1974. – Т. 34. – Вип. 3. – С. 74–80.**

2. ***Вальтер А. А.*** **Астроблемы: темпы открытия, пространственно-возрастное распределение, Ильинецкий пример//Вісник астрономічної школи. – 2011. – Т. 7. – № 2. –С. 277–284.**

3. ***Вальтер А. А., Писанский А. И.*** **Ильинецкая астроблема – важный геологический и археологический памятник Украины//Матеріали міжнародної конференції САММАС 2011. Збірник тез і робіт. – Вінниця, 2011. – С. 26.**

4. ***Вальтер А. А., Рябенко В. А.*** **Петрографические признаки ударно-метеоритного происхождения Ильинецкой структуры (Винницкая область)//Геол. журнал. – 1973. – Т. 33. – № 6. – С. 142–146.**

5. ***Готун І. А., Петраускас А. В., Чернiш Г. Ш.*** **Жорна на територiї Подніпров'я// Археологія. – 1996. – № 2. – С. 84–91.**

6. ***Деркач С. С., Зюльцле В. В., Виходцев М. К., Зенько В. Г., Гук Л. В., Бондаренко В. В., Катюк І. Ю., Павлюк В. М., Чернецька Г. Й., Федоров А. В., Новікова М. М., Радіна Н. І., Бабієнко І. М., Поліщук Д. Б., Бабієнко І. С.*** **Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Центральноукраїнська серія. Аркуш: M-35-XXX (Гайсин). – К.: Державна служба геології та надр України, Державне підприємство "Українська геологічна компанія", 2015. – 116 с.**

7. ***Ентин В. А.*** **Природні геофізичні феномени України. Атлас-довідник. – К., 2012. – С. 33–34.**

8. ***Ентин В. А., Орлюк М. И., Гуськов С. И., Федоров А. В., Павлюк В. Н., Друкаренко В. В.*** **Геофизические аспекты строения и генезиса Ильинецкой структуры: импакт или вулкан?//Геофизический журнал. – 2013. – Т. 35. – С. 100–112.**

9. ***Климовский С. И., Гуров Е. П.*** **О сырье и масштабах производства древнерусских жерновов с Ильнецкого месторождения//Восточно-Европейский археологический журнал. – 2011. – № 5. – 12 с.**

10. ***Криводубський В. Н., Солоненко В. І., Чурюмов К. І.*** **Іллінецька астроблема – найдавніша на Українському**

кристалічному щиті//Вісник Астрономічної школи. – 2004. – Т. 5. – Вип. 1–2. – С. 23–29.

11. *Павлюк О. В., Павлюк В. М.* Хромшпінеліди Іллінецької структури (Український щит)//Записки Українського мінералогічного товариства. – К., 2014. – Т. 11. – С. 63–70.

12. *Совгіра С. В., Гончаренко Г. Є.* Проектування нових заповідних територій// Збірник наукових праць. VI Всеукраїнський з'їзд екологів (Екологія/Ecology-2017). – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 72–74.

13. *Сплодитель А. О.* Наукове обґрунтування створення геологічної пам'ятки природи місцевого значення "Липовецько-Іллінецька астроблема"//Вісник Львівського університету. (Серія географічна). – 2014. – Вип. 48. – С. 298–305.

14. *Фельдман В. И.* Астроблемы – звёздные раны Земли//Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 9. – С. 67–74.

15. *Фельдман В. И.* Петрология импактитов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – Москва, 1989.

16. *Юрковец В. П.* Ладожская импактно-вулканическая структура. Вестник Российской академии ДНК генеалогии. Интернет-ресурс: http://dna-academy.ru/wp-content/uploads/7_2_2014.pdf.

REFERENCES

1. *Bystrevskaya S. S., Zemkov T. A., Vinogradov T. T.* New data on the structure of the Ilineckij paleovolcano//Geol. zhurnal. – 1974. – Vol. 34. – Iss. 3. – P. 74–80. (In Russian).

2. *Valter A. A.* Astroblems: the pace of discovery, the spatial-age distribution, Ilineckij example//Visnyk astronomichnoi shkoly. – 2011. – № 2. – Vol. 7. – P. 277–284. (In Russian).

3. *Valter A. A., Pisanskij A. I.* Ilineckij astrobleme – an important geological and archaeological monument of Ukraine//Materialy mizhnarodnoi konferentsii CAMMAC 2011. Zbirnyk tez i robit. – Vinnytsia, 2011. – 26 p. (In Russian).

4. *Valter A. A., Ryabenko V. A.* Petrographic signs of impact meteorite origin of the Ilineckaya structure (Vinnica region)//Geol. zhurnal. – 1973. – № 6. – Vol. 33. – P. 142–146. (In Russian).

5. *Hotun I. A., Petrauskas A. V., Chernysh H. Sh.* Grinding plate on the territory of the Podniprovia"//Arkheolohiia. – 1996. – № 2. – P. 84–91. (In Ukrainian).

6. *Derkach S. S., Zultsle V. V., Vykhodtsev M. K., Zenko V. H., Huk L. V., Bondarenko V. V., Katiuk I. Yu., Pavliuk V. M., Chernetska G. Y., Fedorov A. V., Novikova M. M., Radina N. I., Babiienko I. M., Polishchuk D. B., Babiienko I. S.* State geological map of Ukraine. Scale 1:200 000. Central Ukrainian Series. Sheet: M-35-XXX (Haisyn). – Kyiv: Derzhsluzhba heolohii ta nadr Ukrainy, DP "Ukrainska heologichna kompaniia", 2015. – 116 p. (In Ukrainian).

7. *Entin V. A.* Natural Geophysical Phenomena in Ukraine. Inventory Atlas. – Kyiv, 2011. – P. 33–34. (In Russian).

8. *Entin V. A., Orlyuk M. I., Guskov S. I., Fedorov A. V., Pavlyuk V. N., Drukarenko V. V.* Geophysical aspects of the structure and genesis of the Ilineckaya structure: impact or volcano?//Geofizicheskij zhurnal. – 2013. – Vol. 35. – P. 100–112. (In Russian).

9. *Klimovskij S. I., Gurov E. P.* On raw materials and the scale of production of Old Russian millstones from the Ilincy field//Vostochno-Evropejskij arheologicheskij zhurnal. – 2011. – № 5. – 12 p. (In Russian).

10. *Kryvodubskyi V. N., Solonenko V. I., Churiumov K. I.* Illinetska astrobleme – found on the Ukrainian Crystal Board//Visnyk Astronomichnoi shkoly. – 2004. – Vol. 5. – Iss. 1–2. – P. 23–29. (In Ukrainian).

11. *Pavliuk O. V., Pavliuk V. M.* Chromespinelides Illinetska structure (Ukrainian shield)//Zapysky Ukrainskoho mineralohichnoho tovarystva. – Kyiv, 2014. – Vol. 11. – P. 63–70. (In Ukrainian).

12. *Sovhira S. V., Honcharenko H. Ye.* Designing new protected areas//Zbirnyk naukovykh prats. VI Vseukrainskyi zizd ekolohiv. – Vinnytsia: VNTU, 2017. – P. 72–74. (In Ukrainian).

13. *Splodytel A. O.* Scientific substantiation for the creation of a geological landmark of local significance "Lypovetsko-Illinetska astrobleme"//Visnyk Lvivskoho Universytety. Seriia Heolohichna. – 2014. – Iss. 48. – P. 298–305. (In Ukrainian).

14. *Feldman V. I.* Astroblems – star wounds of the Earth//Sorosovskij obrazovatelnyi zhurnal. – 1999. – № 9. – P. 67–74. (In Russian).

15. *Feldman V. I.* Petrology of Impact. The dissertation author's abstract for obtaining

a scientific degree of the doctor of geological and mineralogical sciences. – Moskva, 1989. (In Russian).

16. *Jurkovec V. P.* Ladoga impact-volcanic structure//Vestnik Rossijskoi akademii DNK genealogii. Internet resource: http://dna-academy.ru/wp-content/uploads/7_2_2014.pdf. (In Russian).

Рукопис отримано 16.06.2019.

Т. И. Музычко, *ПАО "Укрнефть",* tmuzychko11@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7796-2246,
Е. Н. Пилипчук, *Украинский государственный геологоразведочный институт (УкрГГРИ),* nikaasl@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7108-7567

ПОСЛЕВКУСИЕ

В статье повествуется о путешествии к импактитам Ильинецкого кратера во время геологической экскурсии. Описаны обнажения, в которых раскрыты импактиты красно-коричневого цвета, коричнево-серые и серые, пористые, трещиноватые, свежие невыветрелые, очень плотные, с включениями кристаллической породы. Это единственное место в пределах Украинского щита, где можно наблюдать и изучать взаимоотношения импактных пород, астроблем – редких геологических структур.

Геологический объект уникальный, имеет большое научное значение. В 2017 году получил статус геологического памятника местного значения. Именно поэтому возникла идея экскурсии, о которой идет речь в статье. Цель публикации – популяризация геологических памятников Украины среди большого числа исследователей, заинтересованных в изучении геологических объектов территории Украины.

Ключевые слова: *Ильинецкий кратер, импактиты, метеориты, зювиты, тагамиты.*

T. I. Muzychko, *Ukrnafta,* tmuzychko11@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7796-2246,
O. M. Pylypchuk, *Ukrainian State Geological Research Institute (UkrSGRI),*
nikaasl@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7108-7567

AFTERTASTE

The article, in a language accessible to ordinary citizens, talks about traveling to the Illinetskyi crater impactites during a geological excursion. This structure is located 15 km westward of Illintsi district center, Vinnytsia region, between Ivanky and Luhove villages in the south and Vernianka and Viitivtsi ones in the north.

The article describes the outcrops in which are disclosed impactites red-brown, brown-gray and gray, porous, with hollows up to 2 cm, fractured, fresh unweathered very dense, with inclusions of crystalline rock fragments (granites, gneisses?) feldspar and quartz grains.

There are two concepts of the structure's geological nature: a paleovolcano of Devonian age and impact structure (meteorite crater).

First time these distinct nontypical rocks in this area were mentioned as far back as 1851 by K. M. Feofilaktov who had recognized them as felsic porphyries. Later in 1898 taking into account uncommonness of the rocks V. E. Tarasenko was first who had examined their mineralogical and chemical composition. He had distinguished there orthophyres and volcanic tuffs. Over geological mapping (A. I. Zholdak, G. G. Vynogradov) these rocks were defined as andesite-dacites. Isotopic age of the rocks – Lower Devonian (400 Ma). A. A. Valter and V. A. Riabenko above rocks were classified as impactites and allogenic breccias of Illinetska astrobleme (impact meteor crater).

This is the only place in the Ukrainian Shield where one can observe and study relationships and composition of impact rocks of astrobleme – rare geological structures.

The geological object is unique and is of significant scientific value. In 2017, the object received the status of a geological landmark of local importance. That is why the idea of an excursion arose, which will be discussed in the article. The purpose of the article is the popularization of geological monuments of Ukraine among a large number of researchers interested in studying the geological objects of the territory of Ukraine.

Keywords: *Crater Illinetskyi, impactites, meteorites, zuvity, tagamite.*

УДК 622.244

Б. О. Волошинівський, *директор ТОВ "Карбон",*
bogdan.voloshynivskiy@carbon-ua.com, https://orcid.org/0000-0001-8985-7067,
М. М. Рой, *канд. техн. наук, доцент кафедри нафтогазової інженерії та технології (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка),*
ongp1@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-0415-3819,
В. Г. Ластовка, *заступник директора з впровадження нової техніки та випробування свердловин ТОВ "Карбон",*
lastovka_55@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-9738-6573

СУЧАСНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ ЦЕМЕНТУВАННЯ СВЕРДЛОВИН

Запропоновано сучасні вітчизняні техніко-технологічні підходи до робіт із цементування свердловин, які вирізняються простотою, надійністю та безпекою їхнього застосування. Крім того, запропоновані технічні засоби зручні й доступні в плані їхнього технологічного виготовлення та ефективні в технологічному використанні.

Ключові слова: *цементування свердловин, секційне кріплення, підвіски обсадних колон, цементувальні головки.*

Вступ. Актуальне для кожної держави завдання – максимальна енергетична самостійність і незалежність. На сьогодні Україна цього потребує чи не найбільше з-поміж інших країн. Останніми роками в цьому сенсі вдалося досягти певного прогресу, але цього замало, щоб стати самодостатніми на внутрішньому ринку. Якщо ж зважити на те, що Україна має відродити власну потужну промислову базу, то потреба в енергоносіях, без сумніву, зростатиме.

Актуальність роботи. У такому контексті досягнення високих темпів добування нафти й газу зумовлюється не лише швидкістю та обсягом бурових робіт, але й тим, наскільки ефективними будуть роботи з кріплення свердловин у процесі їхнього буріння та дослідження свердловин під час як буріння, так і експлуатації.

Оскільки на малих і середніх глибинах запаси газу й нафти можна вважати добре розвіданими, то головний обсяг розвідувальних робіт найближчим часом буде зосереджено на великих глибинах, причому така тенденція переважатиме і в майбутньому.

Зі збільшенням глибини буріння, зрозуміло, зростає і складність виконуваних робіт, а також пов'язані із цим витрати часу й коштів на їхнє проведення. Зумовлено це неабиякою мірою відсутністю потрібного високоефективного обладнання та застосуванням малоефективних технологічних підходів. З огляду на це підвищення ефективності робіт у процесі буріння глибоких пошуково-розвідувальних свердловин є перспективним, актуальним та економічно виправданим.

Водночас, попри перспективу збільшення обсягу глибокого буріння, основний обсяг робіт виконують усе ж таки у свердловинах, обсаджених колонами. Тому якісне розв'язання завдань із це-

ISSN 1682-3591. Збірник наукових праць УкрДГРІ. № 3–4/2019 **© Б. О. Волошинівський, М. М. Рой, В. Г. Ластовка, 2019**

ментування свердловин у складних геолого-технологічних умовах та в умовах похило спрямованого буріння набуває особливого значення.

У зв'язку із цим заслуговують на увагу вдосконалені технічні засоби, пов'язані з вирішенням завдань якісного проведення такого різновиду робіт, як кріплення свердловин обсадними колонами під час їхнього спорудження.

Викладення основного матеріалу. Великої уваги надано секційному кріпленню свердловин, суть якого полягає в опусканні й цементуванні нижньої частини колони на бурильних трубах з наступним її нарощуванням до устя свердловини. Його застосовують під час буріння глибоких і надглибоких розвідувальних та експлуатаційних свердловин у разі, коли загальна маса колони, яку спускають у свердловину, перевищує вантажопідіймальність бурового устаткування або міцність нарізних з'єднань обсадних труб, а також унаслідок знесення верхньої частини колони й розкриття нестійких відкладів, що зазнали зсуву та осипання. Застосування секційного кріплення свердловин дає змогу скоротити час на заміну бурильних труб і переобладнання устя свердловини, зменшити витрату тампонажних матеріалів і обсадних труб [1, 2].

Найскладніше в цьому процесі дотримуватися всіх вимог галузевих нормативних документів, що регламентують проведення операцій із цементування секцій без розвантаження, навіть часткового, на вибій свердловини або на попередню секцію; цементування їх в зістикованому положенні, особливо у відкритому стовбурі, за умови натягу секцій до устя свердловини зі збереженням герметичності стикування. Через це застосуванню високогерметичних пристроїв під час кріплення свердловин обсадними колонами надають неабиякого значення [3, 4].

Над розробленням, виготовленням і впровадженням у виробництво обладнання для секційного кріплення свердловин обсадними колонами впродовж тривалого часу працює ТОВ "Карбон".

На сьогодні ТОВ "Карбон" виготовляє: технологічне оснащення для секційного кріплення свердловин, пристрої двоступеневого цементування, підвіски обсадних колон, цементувальні головки, обладнання для цементування обсадних колон великого діаметра через бурильні труби, а також обладнання для капітального ремонту свердловин.

Однією з останніх розробок, яка, без сумніву, варта уваги виробничників, є комплект технологічного оснащення, призначений для секційного спуску та кріплення нафтових і газових свердловин технічними колонами діаметром 245, 178 мм із двоступеневим цементуванням першої секції, що застосовують у разі наявності зон поглинання в пластах і виникнення надмірних гідростатичних тисків під час цементування.

До комплекту технологічного оснащення входять: обертова підвіска (ОП); вузол активування та аварійного відкриття промивальних отворів пристрою двоступеневого цементування (ВАП); пристрій двоступеневого цементування гідравлічний (ПДЦГ); муфта "Стоп"; підвіска гідравлічна безпакерна (ПКГБ); пакер колонний гідравлічний (ПКГ); пристрій для стикування секцій ПС; муфта цементувальна гідравлічна (МЦ).

ОП призначена для спуску та цементування 1-ї секції обсадної колони з можливістю її двоступеневого цементування.

ОП складається з корпусу 2 з лівою різзю. До нижньої частини корпусу 2 за допомогою трубної різі приєднується перехідник 10. Стовбур 1 підвіски оснащений вінцем 4, кільцями 5 і 6, обоймою 7, втулкою замковою 3, стаканом 8 зі зрізними штифтами 11, які фіксують верхню продавлювальну пробку 13. У разі потреби стовбур 1 і перехідник 10 через обойму 7 фіксують від розвороту по лівій різі шпонками (рис. 1).

Наступним елементом комплекту технологічного оснащення є ВАП (рис. 2), призначений для активування ПДЦГ.

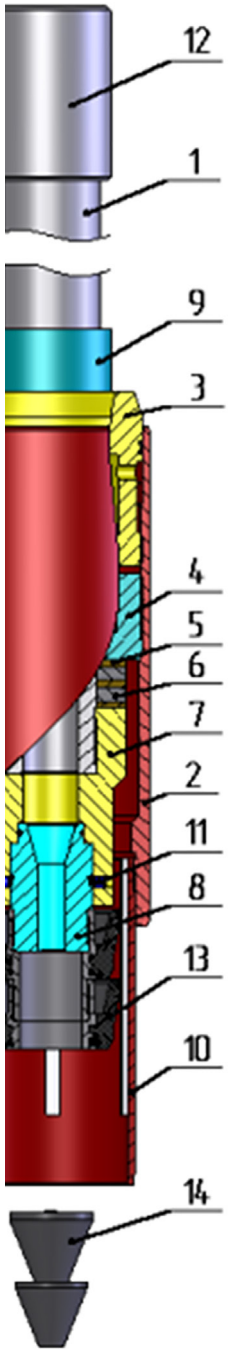


Рис 1. Обертова підвіска
1 – стовбур; 2 – корпус; 3 – втулка замкова; 4 – вінець; 5, 6 – кільце; 7 – обойма; 8 – стакан; 9 – кільце стопорне; 10 – перехідник; 11 – штифт зрізний; 12 – перехідник замковий; 13 – пробка підвісна верхня продавлювальна; 14 – пробка парашутна друга

ВАП складається з корпусу 1, який за допомогою трубної різі з'єднується з перехідником 8 ОП. У внутрішній частині корпусу 1 розміщена скидна пробка 2 й підвішена нижня продавлювальна пробка 4.

Важливим елементом комплекту є також ПДЦГ (рис. 3). Цей пристрій призначений для спуску обсадних колон однією секцією, з наступним якісним двоступеневим цементуванням їх для запобігання поглинанню тампонажного розчину й забезпечення підняття його на задану висоту за обсадною колоною.

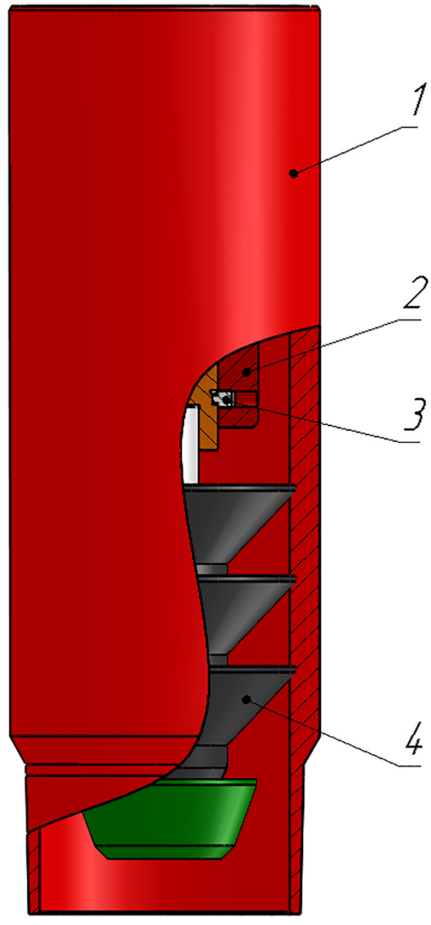


Рис. 2. Вузол активування та аварійного відкриття промивальних отворів
1 – корпус; 2 – скидна пробка; 3 – штифт зрізний; 4 – пробка нижня продавлювальна

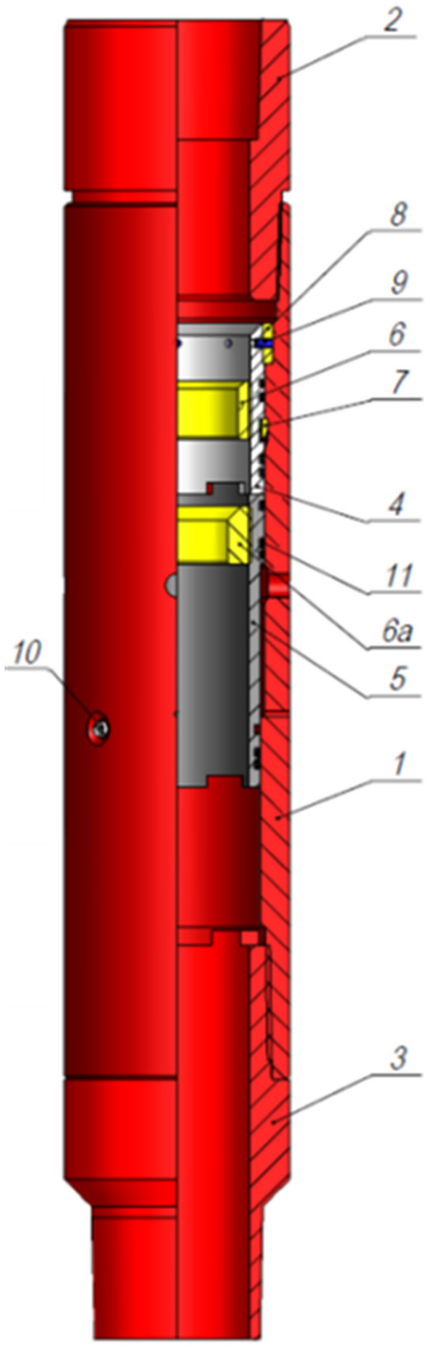


Рис. 3. Пристрій двоступеневого цементування
1 – корпус; 2, 3 – перехідники верхній і нижній; 4 – втулка верхня; 5 – втулка нижня диференціальна; 6, 6а – сідла чавунні розбурювані; 7 – кільце стопорне; 8 – втулка; 9, 10 – штифт зрізний; 11 – елемент ущільнювальний

ПДЦГ складається з корпусу 1, на який накручено верхній і нижній перехідники 2 і 3. Промивальні (цементувальні) отвори в корпусі закриті диференціальною втулкою 5, вище якої розміщена втулка 4 з вмонтованими чавунними сідлами 6 і 6а.

Втулка нижня 5 і верхня 4 герметизовані стосовно корпусу 1 ущільнювальними елементами 11. Перехідник 3 і втулки 4 і 5 на своїх торцевих поверхнях обладнані кулачками для унеможливлення їхнього прокручування під час розбурювання сідла 6, а також у процесі буріння свердловини. У виточці верхньої втулки 4 вмонтоване пружинне стопорне кільце 7.

Муфта "Стоп" (рис. 4) призначена для зупинення комплекту технологічного оснащення під час садіння нижньої розділювальної пробки в сідло 2 (рис. 2) в процесі цементування нижньої секції обсадної колони. Їх розміщують безпосередньо над зворотним клапаном або в нижній частині обсадної колони на розрахункову величину встановлення цементного стакана.

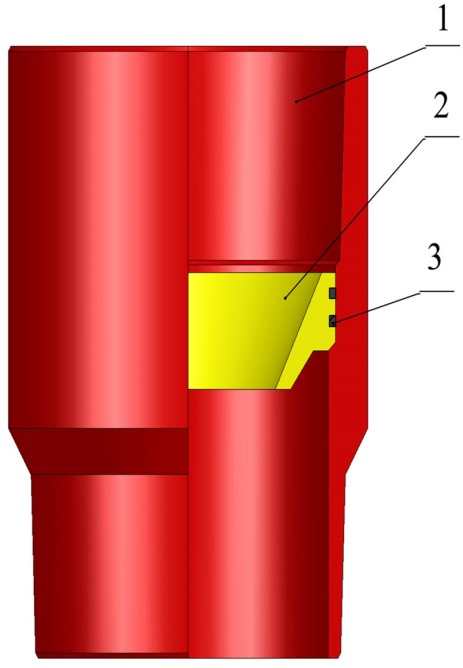


Рис. 4. Муфта "Стоп"
1 – корпус; 2 – сідло; 3 – елементи ущільнювальні

Стисло окреслимо принцип її роботи. Після спуску секції обсадної колони свердловину промивають і закачують у неї тампонажний розчин першого ступеня. Відтак із цементувальної головки запускають першу парашутну пробку 19 (рис. 1), яка після прокачування продавлювальної рідини, об'єм якої дорівнює об'єму бурильних труб, стикується з підвішеною у ВАП нижньою продавлювальною пробкою 18, і в зістикованому стані вони продавлюються до муфти "Стоп". Унаслідок створення додаткового тиску відкриваються промивальні отвори ПДЦГ для змивання надлишків тампонажного розчину першого ступеня.

Муфта "Стоп" складається з корпусу 1, в який вмонтоване сідло 2 з ущільнювальними елементами 3, що герметизують сідло 2 в корпусі 1.

У разі блокування промивальних отворів ПДЦГ унаслідок перепаду тиску за допомогою кулі здійснюють аварійне відкриття отворів останнього.

Після очікування твердіння цементу (ОТЦ) потрібно провести цементування другого ступеня першої секції обсадної колони в такому порядку:

– закачати тампонажний розчин;

– запустити із цементувальної головки другу парашутну пробку 14 (рис. 1), яка після прокачування продавлювальної рідини, об'єм якої дорівнює об'єму бурильних труб, стикується з підвішеною в ОП продавлювальною пробкою 13, і в зістикованому стані вони продавлюються до сідла 6 верхньої втулки 4 ПДЦГ;

– з підвищенням тиску на 4–6 МПа відбудеться зрізання штифтів 9, унаслідок чого втулка 4 переміститься в крайнє нижнє положення, загерметизувавши пристрій.

Після зняття тиску в трубах, обертаючи бурильні труби, відкривають промивальні вікна в ОП, щоб змити надлишки цементного розчину з "голови" секції обсадної колони. Коли термін ОТЦ минув, бурильний інструмент від'єднують від обсадних труб.

Надалі цементування верхньої секції обсадної колони здійснюють з використанням пристрою стикувального (ПС) та муфти цементувальної (МЦ).

ПС призначений для герметичного з'єднання секцій обсадних колон з наступним натягненням їх до та після цементування до початку ОТЦ для компенсації температурних розширень колони й забезпечення її прямолінійності.

Пристрій є універсальним, оскільки забезпечує герметичність стикувального вузла як під час натягнення, так і розвантаження. Конструктивне виготовлення пристрою дає змогу від'єднатись, якщо відбулося випадкове передчасне з'єднання.

ПС містить у собі стовбур 1 (рис. 5), оснащений цангою 2, яка має нарізну ліву різь, аналогічну профілю в корпусі ОП, пакером 6, черевиком 7 і зворотним клапаном 12. Корпус закритий захисним кожухом 4 зі зрізними штифтами 10 для запобігання пошкодженню пакерного елемента й ущільнювальних кілець, а також цанги під час спуску у свердловину.

Під час з'єднання секцій кожух 4 впирається в корпус ОП, відбувається зрізування штифтів 10, стовбур 1 стикування входить у лійку ОП. Цанга 2 зчеплюється з лівою упорною різзю. Натягненням фіксується цанга 2 й стискується пакер 6, забезпечивши герметичність стикування. Якщо з'єднання з якихось причин не відбулося, стикування виконують розвантаженням.

МЦ (рис. 6) використовують для цементування другої секції 245 мм колони в з'єднаному стані.

МЦ для технічних колон має таку конструкцію. У корпусі 1 на штифтах 3 вмонтована втулка 4 з ущільнювальними кільцями 8 (рис. 6). У нижній частині втулки є отвори, суміщені з отворами в корпусі. Зовні корпуса для закриття в ньому отворів напресоване запірне кільце 7. Щоб зафіксувати втулку в закритому стані, у корпус вмонтовано фіксувальне пружинне кільце 5. Для запобігання прокручуванню втулки під час розбурювання

цементного стакана, а також під час буріння свердловини встановлено упори 6. У верхній частині, безпосередньо на втулку, посаджено сідло 2.

Працює муфта в такий спосіб. Після закачування цементного розчину в колону та пуску продавлювальної пробки процес продавлювання триває до садіння продавлювальної пробки на сідло 2. У разі підвищення тиску на 6–8 МПа штифти 3 зрізуються. Водночас втулка 4 переміщується вниз до садіння своїми пазами на упори 6, унаслідок чого отвори корпусу герметично перекриваються.

МЦ накручують безпосередньо на стовбур ПС, коли обсадні труби опускають у свердловину. Під час спуску треба доливати колону, позаяк отвори в корпусі 1 ізольовані запірним кільцем 7. Після стикування секцій кільце 7 від перепаду тиску розривається й подальше промивання й цементування секції відбувається

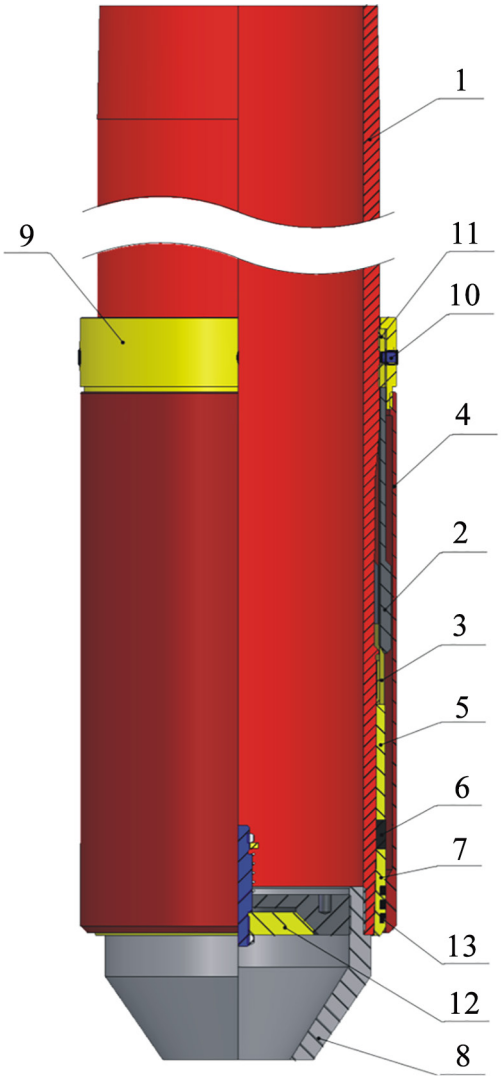


Рис. 5. Пристрій ПС

1 – стовбур; 2 – цанга; 3 – гайка корончаста; 4 – кожух; 5 – кільце розпірне; 6 – пакер; 7 – черевик; 8 – напрямок черевичний; 9 – гайка кожуха; 10 – штифт зрізний; 11 – гайка; 12 – клапан зворотний; 13 – кільце ущільнювальне

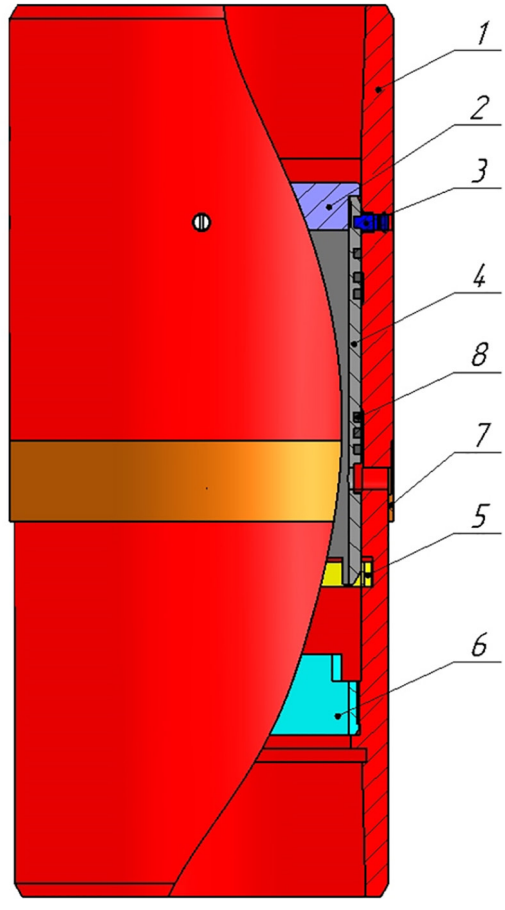


Рис. 6. Муфта цементувальна для технічних колон

1 – корпус; 2 – сідло; 3 – штифт зрізний; 4 – втулка; 5 – кільце пружинне; 6 – упор; 7 – кільце запірне; 8 – кільце ущільнювальне

через отвори в корпусі МЦ. З одержанням сигналу "Стоп" і закриттям отворів муфти тиск у системі знижують до нуля. Відсутність перетоку є маркером її герметичності.

Висновки. Оскільки наука і практика дають найліпший результат під час спроби оптимізувати вирішення того чи іншого технічного завдання, то саме їхнє поєднання допоможе раціонально розв'язувати проблеми геологорозвідувального виробництва. У цьому сенсі перевагу треба віддавати саме вітчизняним розробникам, оскільки їхні винаходи мають високий рівень якості, виготовлені на рівні патентів України та мають конкурентоспроможну вартість. Високу якість вітчизняних розробок засвідчує і той факт, що їх замовляють і купують також іноземні фірми.

Створення вищерепрезентованого комплекту технологічного оснащення з технологічного, конструктивного й економічного погляду є переконливим прикладом раціонального вирішення завдання зі створення високотехнологічного обладнання, призначеного для успішного проведення цементувальних операцій у свердловинах.

Аналіз розробок ТОВ "Карбон" та їхнього використання в промисловій практиці, зокрема й на об'єктах "Укргазвидобування", підтверджує, що виготовлене обладнання є досить надійним. Це стало можливим також тому, що компанія працює за замкненим циклом – від розроблення конструкції до впровадження її у виробництво, оскільки має всі необхідні для цього виробничі потужності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мала гірнича енциклопедія. Т. 3./За ред. В. С. Білецького. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2004–2013.

2. *Воздвиженский Б. И.* Разведочное бурение/Б. И. Воздвиженский, О. Н. Голубинцев, А. А. Новожилов. – М.: Недра, 1979. – 510 с.

3. *Советов Г. А.* Основы бурения и горного дела/Г. А. Советов, Н. И. Жабин. – М.: Недра, 1991. – 368 с.

4. *Йогансен К. В.* Спутник буровика. – М.: Недра, 1990. – 303 с.

REFERENCES

1. Small Mountain encyclopedia. Vol. 3./ Aft. ed. V. S. Biletskyi. – Donetsk: Skhidnyi Vydavnychyi dim, 2004–2013. (In Ukrainian).

2. *Vozdvizhenskij B. I., Golubincev O. N., Novozhilov A. A.* Reconnaissance drilling. – Moskva: Nedra, 1979. – 510 p. (In Russian).

3. *Sovetov G. A., Zhabin N. I.* Bases of the drilling and mining practice. – Moskva: Nedra, 1991. – 368 p. (In Russian).

4. *Jogansen K. V.* Sputnik of borer. – Moskva: Nedra, 1990. – 303 p. (In Russian).

Рукопис отримано 11.07.2019.

Б. О. Волошиновский, *ТОВ "Карбон",* bogdan.voloshynivskiy@carbon-ua.com, https://orcid.org/0000-0001-8985-7067,
Н. Н. Рой, *Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка,* ongp1@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-0415-3819,
В. Г. Ластовка, *ТОВ "Карбон",* lastovka_55@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-9738-6573

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИН

Предложены современные отечественные технико-технологические подходы к работам по цементированию скважин, отличающиеся простотой, надежностью и безопасностью при их применении. Кроме того, предложенные технические средства удобны и доступны в плане их технологического изготовления и эффективны в технологическом применении.

Ключевые слова: *цементирование скважин, секционное крепление, подвески обсадных колонн, цементирующие головки.*

B. O. Voloshynivskyi, *TOV "Karbon",* bogdan.voloshynivskiy@carbon-ua.com, https://orcid.org/0000-0001-8985-7067,
M. M. Roy, *Yu. Kondratiuk national technical university of Poltava,* ongp1@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-0415-3819,
V. H. Lastovka, *TOV "Karbon",* lastovka_55@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-9738-6573

MODERN TECHNICAL-TECHNOLOGY POSSIBILITIES OF WELLS CEMENTATION

For power independence and safety of the country it is necessary to provide the high rates of work of oil and gas. It is predetermined not only speed and by volume of executable drilling works. It depends largely on efficiency of work from wells fastening in the process of their drilling and research.

On small and middle depths the supplies of gas and oil can be considered well found out. Therefore the accent of reconnaissance works will touch no-bottoms in the near time. Such tendency will prevail in the nearest years.

With the increase of depth the drilling clearly grows complication of works. Thus the charges of time and money grow on their lead through. Predefined it largely by absence of necessary high-efficiency equipment and application of ineffective technological approaches. Therefore increase of works efficiency in the drilling process of the of deep searching-reconnaissance wells is perspective, actual and economic justified.

Thus the basic works volume behaves however in wells, planted around columns. Therefore high-quality decision of tasks from wells cementation in difficult geology-technical terms and in the conditions of the drilling aslope directed take on the special significance and attention.

In this connection deserve attention the related to it is improved hardwares. Important is a decision of tasks of high-quality lead through of wells fastening by casing columns at their building.

The special attention is spared the sectional wells fastening. Essence of him consists in lowering and cementation of column underbody on drilling pipes with its next increase to the mouth of well. He is applied at the drilling of deep and super-deep reconnaissance and operating wells in the cases of exceeding of column of carrying capacity of drilling equipment general mass. And also at the wear of overhead part of column opening of unsteady deposits which was added a change and hold-out. Application of the sectional wells fastening allows to shorten time on replacement of drilling pipes and re-equipment well head. It will allow also to decrease the expense of plugging material and casing pipes.

That application of high-air-tight devices at wells fastening casing columns are spare a large value.

The modern domestic are offered technical-technology going near the lead through of works from wells cementation, which differ simplicity, reliability and safety, at their application. Hardwares are in addition, offered comfortable and accessible in a plan them technological making and effective in the technological use.

In same queue the uses of modern devices for wells cementation can become the factors of technologies optimization.

Keywords: *wells cementation, sectional fastening, pendants of casing columns, cement casing head.*

УДК 622.245.42

В. М. Орловський, *канд. техн. наук, доцент (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова),*
svaroh13@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-8749-5354

ТАМПОНАЖНІ МАТЕРІАЛИ, РОЗШИРЮВАНІ ПІД ЧАС ТВЕРДІННЯ

Проаналізовано проблему підвищення якості цементування свердловин. Висвітлено результати теоретичних та експериментальних досліджень тампонажних матеріалів, розширюваних під час твердіння, на основі стандартних тампонажних цементів з домішкою побічних продуктів випалювання доломіту.

Розроблено тампонажні матеріали, розширювані під час твердіння, з високими експлуатаційними властивостями із застосуванням побічних техногенних продуктів промисловості. Підібрано оптимальні рецептури нових тампонажних матеріалів, розширюваних під час твердіння.

Результати роботи мають практичне значення для цементування нафтових і газових свердловин у складних гірничо-геологічних умовах на геологорозвідувальних площах та промислових родовищах вуглеводневої сировини України.

Ключові слова: *розширюваний тампонажний матеріал, водовідділення, міцність каменю, адгезія, газопроникність.*

Вступ. Наслідком неякісного цементування експлуатаційних колон є виникнення заколонних газонафтоводопроявів (ГНВП) і міжколонних перетоків.

Заколонні перетоки, що виникають у процесі освоєння та експлуатації нафтових і газових свердловин унаслідок неякісного цементування обсадних колон, є однією з найгостріших проблем, яка стає причиною втрати нафти й газу, забруднення надр, погіршення екологічних умов, виникнення пожеж.

Збільшення кількості свердловин із заколонними перетоками [1] свідчить про недостатню ефективність технологій їхнього кріплення, які нині застосовують (недосконалість технічних засобів і тампонажних матеріалів), позаяк вони не запобігають виникненню каналів у цементному камені й на контакті його з породою та обсадною колоною, а також руйнуванню цементного кільця від різних навантажень.

Дослідженнями [2, 3] доведено, що під час твердіння цементний камінь з багатьох тампонажних цементів схильний до деформації усадки, вплив якої є негативним чинником для надійного розмежування пластів. Зазвичай це є головною причиною неякісного цементування. Тому проблема надання тампонажним цементам властивості розширюватися в процесі твердіння і досі актуальна.

Цементи, розширювані під час тужавіння, належать до модифікованих зв'язувальних матеріалів, які містять здебільшого зв'язувальну основу й модифікувальний розширювальний компонент. Технологія їхнього одержання складна, а вартість, зважаючи на дорожнечу вихідних матеріалів, досить висока [4]. До того ж на ро-

 © В. М. Орловський, 2019

боти з кріплення припадає чимала сума (20–22 %) від загальної вартості робіт з будівництва свердловин. Тож роботи з дослідження та створення недорогих і ефективних тампонажних матеріалів, розширюваних під час твердіння, є на часі.

Проведені дослідження [5] засвідчили, що сировинна база України має можливості для виробництва всього спектра потрібних тампонажних матеріалів. У процесі видобування й перероблення велика частина природної мінеральної сировини перетворюється на відходи або побічні (техногенні) продукти промисловості. Так, щороку в нашій державі утворюється велика кількість побічних продуктів доломітового виробництва, з яких утилізують не більше ніж 12 %. Ці техногенні продукти можна використовувати для виробництва розширюваних під час тужавіння тампонажних матеріалів.

Завдяки численним дослідженням учених у виробництві тампонажних цементів сьогодні широко використовують такі техногенні матеріали, як доменні шлаки, паливні золи і шлаки, нефелінові шлами, відходи сланцепереробної промисловості тощо. Проте проблема забезпечення бурової галузі розширюваними під час твердіння тампонажними матеріалами до цього часу актуальна. Тому одним зі способів розв'язання проблеми вдосконалення технології розмежування пластів у складних гірничо-геологічних умовах є застосування тампонажних матеріалів, розширюваних під час твердіння, з використанням побічних мінеральних продуктів промислового комплексу України.

Основні дослідження й публікації. Дослідженнями встановлено, що із сучасною технікою й технологією цементування нафтових і газових свердловин звичайними, немодифікованими цементами якісний контакт утвореного каменю з обсадною колоною й стінками свердловини утворюється в інтервалах залягання проникних порід, де відбувається фільтрація у пласт надлишкової води замішування, а також є доступ води з пласта. В інтервалах залягання непроникних порід, які створюють покрівлю продуктивних горизонтів або роз'єднувальну переділку між проникними пластами, а також у міжколонному просторі утворюється камінь, що має усадну деформацію й високу газопроникність, водночас контакт цементного каменю з обсадною колоною й породою поганий [4, 6]. Переважно це і є головною причиною неякісного цементування та формування каналів міжпластових перетоків.

Досліджено, що в нормальних умовах твердіння бетонів з портландцементу відбувається деформація усадки внаслідок випаровування води й карбонізації цементу, лінійна величина якої становить 0,05–0,1 % [4].

Для одержання стійкого герметичного й довговічного контакту цементного кільця з обсадною колоною і стінками свердловини та ущільнення фільтраційної глинистої кірки на поруватих гірських породах, запобігаючи утворенню міжпластових заколонних перетоків, перспективним є створення й застосування розширюваних під час тужавіння тампонажних цементів.

За даними праці [1] промислове застосування тампонажних матеріалів, розширюваних під час твердіння, в інтервалах залягання близько розміщених продуктивних і водоносних пластів забезпечило отримання безводної продукції у свердловинах з перепадом тиску між пластами 3,0–5,0 МПа. Цей приклад дає підстави говорити про високу ефективність застосування розширюваних під час твердіння тампонажних матеріалів для надійного розмежування високонапірних пластів у свердловинах.

Отже, для запобігання ГНВП через порожнини між тампонажним каменем і обсадними трубами та стінками свердловини, а також через інші можливі порожнини в цементному кільці, важливим є питання розроблення тампонажних матеріалів, розширюваних в гідробаротермальних умовах глибоких свердловин.

Нині відомі три способи розширення цементного каменю під час тужавіння:

1. Коли до складу цементу входять речовини, які внаслідок хімічної реакції утворюють газоподібні продукти. Водночас утворені пухирці газу, збільшуючись в об'ємі, зумовлюють розширення тампонажного матеріалу в процесі його тужавіння.

2. Через утворення комплексних солей типу гідросульфоалюмінату кальцію трисульфатної форми (етрингіту) $3CaO{\cdot}Al_2O_3{\cdot}3CaSO_4{\cdot}31H_2O$, кристали якого мають приблизно подвійний об'єм, порівнюючи з об'ємом реагівних компонентів цементу.

3. Через гідратацію вільних оксидів кальцію або магнію з утворенням $Ca(OH)_2$ або $Mg(OH)_2$, які за об'ємом приблизно вдвічі перевищують початкові оксиди.

Для тампонажних матеріалів, розширюваних під час твердіння, найбільше підходить спосіб розширення внаслідок утворення гідроксидів кальцію або магнію.

Серед праць у цьому напрямі відомі дослідження П. В. Олексієнко, який установив можливість регулювання об'ємних деформацій цементного каменю завдяки додаванню до цементу домішки 1–5 % CaO [7].

Автори інших досліджень [8] розробили тампонажні матеріали для температур 273–348 °К на основі портландцементу з 10–30 % домішкою, що містить оксиди кальцію й магнію, з деформацією розширення до 10 %.

Також для надання цементному каменю властивостей розширюватися до тампонажного розчину вводять хімічні речовини, які, взаємодіючи між собою або з хімічними компонентами цементного розчину, утворюють газоподібні продукти. Під час таких реакцій відбувається збільшення кількості газу й підвищується температура, що зумовлює розширення пухирців газу та виникнення власних напружень цементного каменю. Такий спосіб застосовують для тампонажних цементів, що тужавіють на поверхні та під час цементування зон поглинань, оскільки розширенню пухирців газу в глибоких свердловинах протидіє гідростатичний тиск [2, 9, 10].

Мета. Підвищення якості розмежування гірських порід і нафтогазоносних горизонтів на геологорозвідувальних площах і промислових родовищах під час цементування нафтових і газових свердловин у складних гірничо-геологічних умовах завдяки розробленню й застосуванню розширюваних під час твердіння тампонажних матеріалів з високими технологічними властивостями.

Постановка завдання. Нині в Україні для цементувальних робіт у нафтових і газових свердловинах використовують здебільшого тампонажні цементи ПЦТІ-50, ПЦТІ-100 Здолбунівського цементного заводу ВАТ "Волинь-Цемент" та ПрАТ "Івано-Франківськцемент", призначені для застосування в умовах нормальних і помірних температур [9], а також будівельний портландцемент марки 500.

Кам'янець-Подільський ВАТ "Подільський цемент" виготовляє модифікований полегшений цемент ПЦТІІІ-Пол5-100, призначений для температур понад 50 °С [9].

Костянтинівський ВАТ "Обважнювач" виготовляє спеццементи ШПЦС-120 і ШПЦС-200 та УШЦ-120 і УШЦ-200 для підвищених і високих температур, а також модифіковані полегшений цемент ЦТО 1,5-100, призначений для помірних температур, та обважнені цементи ЦТУ 1-100 і ЦТУ 2-100 і ще важчі шлакові цементи УШЦ-120 і УШЦ-200 [9].

Проте сьогодні на багатьох нафтогазових родовищах України потребують застосування розширювані під час твердіння тампонажні матеріали, яких в Україні не виготовляють.

З огляду на зазначене, дослідження має на меті розробити тампонажні матеріали, розширювані під час твердіння, з високими технологічними властивостями для застосування в складних гірничо-геологічних умовах нафтогазових родовищ України.

Виклад основного матеріалу та результати. Колектив дослідників на базі Полтавського відділення УкрДГРІ розробив рецептури розширюваних під час твердіння тампонажних матеріалів з ви-

сокими технологічними властивостями. За основу зв'язувального взято портландцемент ПЦТІ-100 та ШПЦС-120. За домішку, розширювану під час тужавіння цементу, слугувало доломітове борошно напіввипалене (ДБН) і мелене доломітове борошно випалене (ДБВ).

Унаслідок випалювання доломіту в обертових печах для потреб металургії утворюється велика кількість пилуватих відходів – частково декарбонізованого доломітового пилу або ДБН. Це дрібнодисперсний порошок сірого кольору густиною 2900–3000 кг/м^3 та питомою поверхнею 320–370 м^2/кг.

У табл. 1 наведено хімічний склад ДБН з пилоосаджувальних камер, батарейних циклонів і електрофільтрів Сіверського доломітового комбінату.

Під час розроблення тампонажних матеріалів за розширювану домішку брали частково декарбонізований пил з пилоосаджувальних камер, що піддається оптимальній температурі випалювання та є найбільшим за об'ємом (60 % усього об'єму відходів), порівнюючи з фракціями, які відбирають за допомогою циклонів (25 %) та електрофільтрів (15 %).

Мелене ДБВ являє собою порошкоподібний матеріал світло-сірого кольору з густиною 3100–3300 кг/м^3 і питомою поверхнею 270–380 м^2/кг, залежно від фракційного складу. Його хімічний склад, мас. часток (%): CaO – 50–60; MgO – 28–30; SiO_2 – 6–8; R_2O_3 (полуторні окисли алюмінію й заліза) – не більше 5–9; втрата маси під час випалювання (в. п. в.) – 2,5; вологість – не більш як 0,2. Гранулометричний склад за ситовим аналізом (%): залишок на ситі 0,20 мм – 38,5; 0,14 мм – 42,3; 0,08 мм – 16,4; менш як 0,08 мм – 2,8.

Тампонажні розчини в лабораторних умовах готували стандартним методом із замішуванням на водопровідній воді.

Водосумішеве відношення визначали на конусі розтічності з огляду на одержання оптимальної розтічності цементного тіста. Водовідділення обчислювали за стандартними методиками [10]. Час прокачування тампонажних розчинів досліджували на консистометрі КЦ-3.

Визначення об'ємних деформацій тампонажного матеріалу під час тужавіння проводили за допомогою спеціальної приставки до консистометра КЦ-3 [11].

Тужавіння й витримування зразків тампонажного каменю в заданих умовах відбувалося в автоклавному пристрої АП-1-71-ІЕ (конструкції ПВ УкрДГРІ).

Зразки тампонажного цементу виготовляли у формі циліндрів з діаметром та заввишки 0,03 м і балочок розміром 0,04×0,04×0,10 м.

Механічну міцність цементного каменю в разі згинання й стиснення досліджували за стандартними методиками [12].

Технологічні властивості одержаних розширюваних під час твердіння тампонажних матеріалів наведено в табл. 2–5.

Таблиця 1. Хімічний склад ДБН

Різновиди ДБН	Хімічний склад, мас. часток %						
	CaO ($CaO_в$.)	MgO ($MgO_в$.)	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	В. п. в.
З пилоосаджувальних камер	40,87 (18,6) ± 1,71	21,86 (15,7) ± 2,67	8,30 ± 2,64	4,76 ± 0,28	4,00 ± 1,38	5,72 ± 0,92	15,48 ± 1,82
З батарейних циклонів	45,30 ± 4,09	26,30 ± 2,01	3,60 ± 2,06	1,60 ± 0,43	2,80 ± 1,35	10,10 ± 1,15	9,70 ± 2,02
З електрофільтрів	21,30 ± 2,04	25,0 ± 1,96	18,20 ± 3,02	8,80 ± 0,54	6,60 ± 1,68	8,50 ± 1,25	11,00 ± 2,48

Таблиця 2. Технологічні властивості тампонажних розчинів з домішкою ДБН

Склад суміші, мас. част., %		В/В	Густина, кг/м^3	Розтічність, м	Водовідділення, мл	Прокачуваність, год-хв	
ПЦТ-100	ДБН					t = 75 °С, Р = 0,1 МПа	t = 100 °С, Р = 40 МПа
50	50	0,55	1790	0,18	8,75	3–50	> 4–00
50	50	0,60	1750	0,22	11,25	> 4–00	> 4–00
40	60	0,56	1760	0,19	7,50	3–40	> 4–00
40	60	0,60	1730	0,23	10,00	> 4–00	> 4–00
30	70	0,57	1730	0,21	7,00	> 4–00	> 4–00
30	70	0,60	1710	0,24	8,75	> 4–00	3–50

Таблиця 3. Технологічні властивості тампонажного каменю з домішкою ДБН

Склад суміші, мас. част., %		В/В	НТФК, мас. част., %	Міцність через 2 доби, у разі згинання/ стиснення, МПа		Адгезія до металу через 2 доби, МПа,		Відносне розширення, %	
ПЦТІ-100	ДБН			t=75 °С, Р=30 МПа	t=100 °С, Р=40 МПа	t=75 °С, Р=30 МПа	t=100 °С, Р=40 МПа	t=75 °С, Р=30 МПа	t=100 °С, Р=40 МПа
50	50	0,55	0,04	3,9/9,8	–	3,9	–	0,7	–
50	50	0,55	0,09	–	3,4/9,3	–	4,5	–	1,0
40	60	0,56	0,03	4,0/10,1	–	4,3	–	0,9	–
40	60	0,56	0,07	–	4,0/10,5	–	5,0	–	1,7
30	70	0,57	0,03	5,0/13,0	–	4,8	–	1,0	–
30	70	0,57	0,05	–	3,8/9,4	–	5,3	–	2,2

Таблиця 4. Технологічні властивості тампонажних розчинів з домішкою ДБВ

Склад суміші, мас. част., %			В/В	Розтічність, м	Густина, кг/м^3	Відносне розширення, %		
ПЦТ-100	ШПЦС-120	ДБВ				t = 75 °С, Р = 0,1 МПа	t = 100 °С, Р = 40 МПа	t = 140 °С, Р = 60 МПа
90	–	10	0,50	0,200	1830	5,7	2,9	–
80	–	20	0,50	0,205	1815	8,5	5,7	–
–	90	10	0,48	0,210	1760	2,2	4,6	0,6
–	80	20	0,48	0,215	1740	5,0	2,1	1,7

Таблиця 5. Технологічні властивості тампонажного каменю з домішкою ДБВ

Склад суміші, мас. част., %			В/В	Міцність через 1 добу, МПа,		Адгезія до металу через 1 добу, МПа			Газопроникність через 1 добу, мкм^2·10^{-3}		
ПЦТІ-100	ШПЦС-120	ДБВ		t = 75 °C, P = 0,1 МПа	t = 100 °C, P = 40 МПа	t = 150 °C, P= 60 МПа	t = 75 °C, P = 0,1 МПа	t = 100 °C, P = 40 МПа	t = 150 °C, P= 60 МПа	t = 75 °C, P = 0,1 МПа	t = 100 °C, P = 40 МПа	t = 150 °C, P= 60 МПа
90	–	10	0,50	8,4	14,4	–	4,10	4,60	–	0,90	0,82	–
80	–	20	0,50	5,4	9,4	–	5,00	5,50	–	0,85	0,79	–
–	90	10	0,47	–	10,4	15,7	–	2,90	3,30	–	0,97	0,91
–	80	20	0,47	–	6,9	7,9	–	3,80	4,20	–	0,89	0,94

Розроблені розширювані під час твердіння тампонажні матеріали мають високі технологічні та експлуатаційні характеристики. Їм властива висока термостійкість, високі показники міцності й адгезії, низькі показники газопроникності. Відносне розширення каменю під час їхнього тужавіння достатнє для якісного розмежування пластів у свердловинах і запобігання виникненню ГНВП і міжколонних перетоків.

Промислове випробування розроблені тампонажні матеріали, розширювані під час твердіння, пройшли під час цементування свердловин на бурових підприємствах БУ “Укрбургаз”.

Висновки. Розроблено тампонажні матеріали, розширювані під час твердіння, нормальної густини з високими експлуатаційними властивостями на основі тампонажних цементів ПЦТІ-100 і ШПЦС-120 з розширювальними домішками – побічними продуктами випалювання доломіту ДБН і ДБВ.

Установлено, що тампонажні розчини з розширюваних під час твердіння тампонажних матеріалів відповідають чинним ДСТУ до модифікованих тампонажних цементів.

Термічний інтервал застосування розроблених тампонажних матеріалів, розширюваних під час твердіння, становить 75–150 °С.

Наукова цінність розробки полягає в доборі оптимальних рецептур нових тампонажних сумішей, розширюваних під час твердіння.

Розглянута розробка дає змогу забезпечити галузь розширюваними під час твердіння тампонажними матеріалами з високими експлуатаційними властивостями, що має практичну цінність. Розширення спектра розроблених тампонажних матеріалів, розширюваних під час тужавіння, у разі забезпечення високої якості інших технологічних характеристик розчину та утвореного каменю має важливе значення для цементування нафтових і газових свердловин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Впровадження розширювального тампонажного матеріалу під час кріплення свердловин у складних гірничо-геологічних умовах/С. В. Тріфонов, С. В. Чеканов, А. Б. Скочеляс та ін.//Нафтова і газова промисловість. – 2003. – № 3. – С. 30–32.

2. *Булатов А. И.* Тампонажные материалы/А. И. Булатов, В. С. Данюшевский. – Москва: Недра, 1987. – 280 с.

3. Аналіз причин неякісного розмежування пластів в умовах Дніпровсько-Донецької западини/Р. В. Бандур, О. В. Лужаниця, С. Г. Михайленко та ін.//Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2003. – № 3. – С. 127–130.

4. *Орловський В. М.* Тампонажні матеріали, що розширюються при твердінні: Монографія/В. М. Орловський. – Полтава, 2015. – 129 с.

5. Сучасний стан і перспективи розвитку виробництва тампонажних матеріалів в Україні/В. Ф. Горський, П. В. Горський, Ю. Ф. Шевчук та ін.//Нафтова і газова промисловість. – 2000. – № 5. – С. 19–20.

6. *Гамзатов С. И.* Применение вяжущих веществ в нефтяных и газовых скважинах/С. И. Гамзатов. – Москва: Недра, 1985. – 148 с.

7. *Алексеенко П. В.* Исследование свойств портландцемента модифицированного добавкой негашенной извести: автореф. дис. на соискание научной степени канд. техн. наук: 05.17.11 "Химическая технология вяжущих материалов"/П. В. Алексеенко. – К.: 1967. – 24 с.

8. *Данюшевский В. С.* Тампонажный цемент с большой величиной расширения на основе окиси кальция/В. С. Данюшевский, В. С. Бакшутов, П. Х. Чжао//Цемент. – 1972. – № 1. – 14 с.

9. *Горський В. Ф.* Тампонажні матеріали і розчини/В. Ф. Горський. – Чернівці, 2006. – 524 с.

10. *Данюшевский В. С.* Справочное руководство по тампонажным материалам: справочник/В. С. Данюшевский, Р. М. Алиев, И. Ф. Толстых. – Москва: Недра, 1987. – 376 с.

11. А. с. СССР № 724691 МКИ Е 21 В 33/138. Устройство для определения линейных изменений твердеющей системы/Ш. М. Рахимбаев, Ш. Т. Файзиев, Ю. Т. Кадыров, Н. Х. Каримов, В. И. Петерс (СССР). – № 2132542/20-03; заявл. 11.05.79; опубл. 18.03.80, Бюл. № 12.

12. ДСТУ Б В.2.7-86-99. Цементи тампонажні. Методи випробувань. – К., 1999. – 24 с.

REFERENCES

1. Implementation of expansion borehole cement during mounting wells in difficult mining-geological condition/S. V. Trifonov, S. V. Chekanov, A. B. Skochelias et al.//Naftova i hazova promyslovist. – 2003. – № 3. – P. 30–32. (In Ukrainian).

2. *Bulatov A. I., Danyushevskij V. S.* Tampon materials. – Moskva: Nedra, 1987. – 280 p. (In Russian).

3. Analysis of the causes of low-quality separation of layers in the conditions of the Dnipro-Donets depression/R. V. Bandur, O. V. Luzhanytsia, S. H. Mykhailenko et al.// Rozvidka ta rozrobka naftovykh i hazovykh rodovyshch. – 2003. – № 3. – P. 127–130. (In Ukrainian).

4. *Orlovskyi V. M.* Borehole cements expanding under solidification: Monograph/V. M. Orlovskyi. – Poltava, 2015. – 129 p. (In Ukrainian).

5. The current state and prospects of development of the production of borehole cements in Ukraine/V. F. Horskyi, P. V. Horskyi, Yu. F. Shevchuk et al.//Naftova i hazova promyslovist. – 2000. – № 5. – P. 19–20. (In Ukrainian).

6. *Gamzatov S. I.* Application of binders in oil and gas wells/S. I. Gamzatov. – Moskva: Nedra, 1985. – 148 p. (In Russian).

7. *Alekseenko P. V.* Investigation of the properties of Portland cement modified by the addition of quicklime: author. dis. for the degree of Candidate tech. Sciences: 05.17.11. "Chemical technology of binding materials"/P. V. Alekseenko. – Kiev, 1967. – 24 p. (In Russian).

8. *Danyushevskij V. S., Bakshutov V. S., Chzhao P. H.* Borehole cement with a large amount of expansion based on calcium oxide// Cement. – 1972. – № 1. – P. 14. (In Russian).

9. *Horskyi V. F.* Grouting materials and mortars/V. F. Horskyi. – Chernivtsi. – 2006 – 524 p. (In Ukrainian).

10. ***Danyushevskij V. S., Aliyev R. M., Tolstyh I. F.*** **Cement Reference Guide: reference book. – Moskva: Nedra, 1987. – 376 p. (In Russian).**

11. A. s. USSR № 724691 MKI E 21 V 33/138. A device for determining linear changes of the hardening system/Sh. M. Rahimbaev, Sh. T. Fajziev, Ju. T. Kadyrov, N. H. Karimov, V. I. Peters (USSR). – No. 2132542/20-03; stated. May 11, 1997; published March 18, 80, Bull. № 12. (In Russian).

12. DSTU B V.2.7-86-99. Cements are tampon. Test methods. – Kyiv, 1999. – 24 p. (In Ukrainian).

Рукопис отримано 26.07.2019.

В. Н. Орловский, *Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова,* svaroh13@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-8749-5354

РАСШИРЯЮЩИЕСЯ ТАМПОНАЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В статье проанализирована проблема повышения качества цементирования скважин. Изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований расширяющихся тампонажных материалов на основе стандартных тампонажных цементов с добавлением побочных продуктов обжига доломита.

Разработаны расширяющиеся тампонажные материалы с высокими эксплуатационными свойствами с применением побочных техногенных продуктов промышленности. Проведен подбор оптимальных рецептур новых расширяющихся тампонажных материалов.

Результаты работы имеют практическое применение при цементировании нефтяных и газовых скважин в сложных горно-геологических условиях на геологоразведочных площадях и промышленных месторождениях углеводородного сырья Украины.

Ключевые слова: *расширяющийся тампонажный материал, водоотделение, прочность камня, адгезия, газопроницаемость.*

V. M. Orlovskyi, *O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine,* svaroh13@ukr.net, https://orcid.org/0000-0002-8749-5354

EXTENDING CEMENT MATERIALS

The effects of poor cementing are analyzed. It is noted that this leads to the loss of oil and gas, pollution of the subsoil and others. It is emphasized that during hardening cement stone from many cement tends to deform shrinkage, which adversely affects the reliable separation of layers. Therefore, the problem of giving cement for wells properties to expand during curing is urgent.

The basic researches and publications in the field of development and application of cement materials for wells expanding during hardening are considered.

It is stated that cement materials have been developed for wells expanding during hardening with high technological properties. Binder used standard portland cement for wells. Dolomite waste was taken as an expansion impurity. The selection of optimal formulations of new cement materials expanding during hardening is carried out. The basic technological properties of the developed cement materials are investigated.

The findings state that cement materials have been developed for wells that expand at curing, with high performance properties.

It is established that the obtained cement solutions for wells that expand during curing meet the existing requirements for modified well cements. The scientific value of the development lies in the selection of optimal formulations of new cement mixtures for wells that expand during curing. The practical value of the development in providing wells with cementing materials expanding during curing with high performance properties.

Keywords: *expanding cement material, water separation, stone strength, adhesion, gas permeability.*

УДК 550.42+550.93: 551.71/.72 (477)

В. П. Кирилюк, *д-р геол.-мінерал. наук, професор, академік АН Вищої школи України (Львівський національний університет імені Івана Франка),*
Kyrylyuk.V@i.ua, https://orcid.org/0000-0001-7649-9432

СТРАТИГРАФІЧНА СХЕМА НИЖНЬОГО ДОКЕМБРІЮ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ЇЇ ГЕОХРОНОМЕТРИЧНІ ПРОБЛЕМИ*

Стаття 2. Проблеми бузької серії побузького комплексу та інших високотемпературних стратометаморфічних комплексів

Ця стаття продовжує цикл, присвячений обговоренню публікацій Л. М. Степанюка про проблеми стратиграфії та геохронології Українського щита. У стратиграфії високотемпературних метаморфічних комплексів цього регіону тривалий час існують розбіжності між геологічними даними й віковими ізотопними визначеннями. У статті подано огляд цих розбіжностей у стратиграфії бузької серії побузького стратиграфічного комплексу, а також приазовського, аульського й тікицького комплексів. Побузький комплекс за офіційною стратиграфічною схемою поділяється на дністровсько-бузьку серію палеоархею та бузьку серію неоархею на підставі інтерпретації вікових ізотопних визначень. За геологічними спостереженнями обидві серії мають згідне залягання й утворюють єдиний стратиграфічний комплекс віком понад 3780 млн років. Приазовський комплекс за стратиграфічною схемою на підставі ізотопних даних поділений на дві різновікові серії – західноприазовську палеоархею й центральноприазовську неоархею. Такий поділ також не узгоджується з геологічними спостереженнями. Аульська й росинсько-тікицька серії (комплекси) згідно зі стратиграфічною схемою теж належать до різних підрозділів (палеоархею та неоархею відповідно). Для жодного з них достовірних ізотопних визначень немає, а результати геолого-еволюційного моделювання свідчать про імовірніший їхній близький стратиграфічний вік. Розбіжності між геологічними та ізотопно-геохронометричними даними можуть бути подолані завдяки іншій інтерпретації ізотопних визначень.

Ключові слова: *Український щит, регіональна стратиграфічна схема, стратиграфічний комплекс, вікові ізотопні визначення.*

Передмова. Стаття продовжує цикл робіт, зумовлений публікаціями Л. М. Степанюка, присвяченими обговоренню проблем стратиграфії та геохронології Українського щита [34, 35]. У цих публікаціях йдеться головним чином про проблеми стратиграфії побузького гранулітo-гнейсового комплексу й побічно інших високотемпературних монофаціальних стратигенних метаморфічних (скорочено *стратометаморфічних*) комплексів Українського щита (УЩ). Водночас у них очевидна спроба покласти проблеми стратиграфії цілковито на недостатню або непереконливу геологічну аргументацію стратиграфічного розчленування, тоді як

* У зв'язку з публікаціями Л. М. Степанюка [34, 35].

 © В. П. Кирилюк, 2019

застосування ізотопних методів у стратиграфічних побудовах на УЩ нібито й не має жодних проблем або навіть сумнівів чи зауважень.

Зазначимо, що так звані "проблеми стратиграфії докембрію УЩ", які тривалий час існують і періодично порушуються напередодні чергового оновлення регіональної стратиграфічної схеми, – це переважно не власне наукові проблеми, що потребують експериментального або теоретичного розв'язання. Ці "проблеми" – фактично розбіжності між геологічними даними чи історико-геологічними, геоеволюційними уявленнями про вік тих або інших стратиграфічних підрозділів і результатами визначень "ізотопного віку" порід, а здебільшого навіть мінералів з порід цих підрозділів, які не узгоджуються з результатами геологічних досліджень. Ці розбіжності можна подолати, але не внаслідок спростування геологічних спостережень чи історико-геологічних теоретичних підстав, а через зміну підходів до інтерпретації отриманих ізотопних визначень. Насамперед це стосується чіткого усвідомлення того, якою мірою "ізотопний вік" мінералів пов'язаний або не пов'язаний зі "стратиграфічним віком" серій чи комплексів, і якому саме моменту їхньої тривалої еволюції відповідає фіксоване ізотопне визначення. Розгляд таких розбіжностей і способів їхнього вирішення розпочато в попередній статті на прикладі дністровсько-бузької серії побузького комплексу і далі триває в цій публікації на матеріалах бузької серії побузького комплексу, а також приазовського, аульського та тікицького комплексів УЩ.

Побузький комплекс. Як зазначено в попередній статті [14] й багатьох раніших публікаціях [7, 13, 15, 18, 19, 22 та ін.], за геологічними, зокрема структурно-стратиграфічними та геолого-формаційними, дослідженнями побузький комплекс є єдиною великою стратиграфічною одиницею, у складі якої визначено сім суперкрустальних формацій. На них ґрунтується виділення світ і підсвіт побузького комплексу. Ознаками стратиграфічної єдності комплексу є згідне залягання, з поступовими переходами між світами в розрізі, їхній спільний структурний план на всій території поширення комплексу, хоч і різний на окремих його ділянках, а також однаковий монофаціальний метаморфізм гранулітової фації всього комплексу. Тим часом у "Комплексній хроностратиграфічній схемі раннього докембрію Українського щита" (далі КХС УЩ) [21], на підставі лише інтерпретації ізотопних даних, комплекс поділений на дві різновікові серії – *палеоархйську дністровсько-бузьку* й *неоархейську бузьку*. Саме в цьому полягає головна "проблема" побузького комплексу, а фактично – суперечність між геологічними й ізотопно-геохронометричними даними, яка, безумовно, може бути розв'язана внаслідок об'єктивного аналізу всього наявного матеріалу.

Але Л. М. Степанюк у своїх публікаціях [34, 35], відповідно до головного принципу побудови КХС УЩ, віддає беззаперечну перевагу ізотопним даним, нехтуючи добре відомими результатами геологічних спостережень, зокрема матеріалами геологічного картування. А в окремих випадках навіть вносить у них необґрунтовані корективи, наприклад через "ліквідацію" зеленолевадівської світи. Усе це примушує нас укотре повернутися в цій статті до "проблем" стратиграфії побузького комплексу, і зокрема її бузької серії.

Бузька серія у КХС УЩ представлена двома світами (знизу догори) – кошаро-олександрівською та хащувато-завалівською. Перша з них складена високоглиноземисто-кварцитовою формацією, друга складається з двох частин, які можна розглядати як підсвіти: нижня підсвіта – мармур-кальцифірова формація, верхня – кондалітова формація. За даними структурно-стратиграфічних і геолого-формаційних досліджень вище останньої за розрізом побузького комплексу залягає ще одна – ритмічно-шарувата глиноземисто-базитова – суперкрустальна формація, яку вже давно було виділено як самостійну сальківську світу [15, 22], але до цього часу не внесено в

КХС УЩ. За ухваленим поділом побузького комплексу на дві серії ця світа має належати до бузької серії, хоч подальше використання цієї назви у КХС УЩ видається нам недоцільним*. Нижче розглянуто геологічні та ізотопно-геохронометричні дані за всіма трьома світами.

Кошаро-олександрівська світа, за загальноприйнятими уявленнями, розпочинає розріз бузької серії. Саме тому з'ясування її стратиграфічної позиції є певною мірою визначальним для всієї бузької серії. Прямих ізотопних визначень віку світи за сингенетичними породами немає. Тому для вирішення питання про вікові співвідношення між дністровсько-бузькою та бузькою серіями важливого значення набувають саме їхні реальні структурно-стратиграфічні співвідношення, які вивчало багато дослідників.

Геологічні спостереження, проведені під час геологічної зйомки й тематичних робіт, як уже неодноразово зазначено [10, 13, 15, 19], свідчать про їхнє згідне заляган-ня. Типові породи кошаро-олександрівської світи – кварцити й високоглиноземисті породи – досить часто трапляються в складі зеленолевадівської світи. А. Я. Древін, на підставі багаторазового спостереження "характерного набора метаморфизованных пород, представленных кордиерит-силлиманит-гранат-полевошпатовыми, кварц-гранат-полевошпатовыми, биотит-графитовыми гнейсами и мигматитами по гнейсам" серед "розовых и розово-серых мигматитов с согласными телами аплит-пегматоидных гранитов" [5, с. 95], виділяв окремий "кошаро-александровский опорный горизонт" у складі середньої або чаусовської світи [5, 6]. Г. Г. Виноградов [3] виділив в єдиному розрізі Середнього Побужжя самостійну кошаро-олександрівську світу між синицівською (нині зеленолевадівською) та хащувато-завалівською світами. Наявність у кошаро-олександрівській світі "лептитоподібних гнейсів", характерних для зеленолевадівської світи, зазначають укладачі аркуша М-36-XXXI (Первомайськ) [4]. Наявність у суміжних світах спільних порід вже сама по собі є ознакою згідного залягання, а разом з однаковим метаморфізмом гранулітової фації контактувальних і сусідніх з ними світ є достатньою підставою для введення їх до складу одного побузького стратиграфічного комплексу.

Усі ці дані давно відомі і їх неодноразово наведено. Але вже впродовж понад 30 років кошаро-олександрівську світу, а разом з нею й усю бузьку серію, "відривають" від дністровсько-бузької серії на підставі ізотопних визначень "нібито обкочених" теригенних цирконів у кварцитах світи. Ми дозволяємо собі використовувати "нібито обкочених" тому, що самі автори стосовно них зазначають, що "приведенные в настоящей статье результаты – скорее информация к размышлению, чем *четкие доказательства природы циркона* (курсив наш. – *В. К.*) в кварцитах с. Шамраевка, для определения возраста пород бугской серии желательно использовать породы, содержащие синпетрогенный циркон" [23, с. 73]. Не додає переконливості в обкоченості цирконів і те, що "ми не акцентували увагу на генезисі ядер у кристалах циркону ще й тому, що кластогенна природа самих кварцитів є загальновизнаною" [35, с. 24]. Іншу думку щодо об'єктивності оцінки генезису циркону висловив Л. В. Шумлянський [43, с. 137], наводимо її трохи нижче.

Тему віку кошаро-олександрівської світи теж неодноразово висвітлювано як в оригінальних працях [23, 36, 39], так і в нашому викладенні [20], і в публікаціях Л. М. Степанюка [34, 35]. Це звільняє від

---

* Під цією назвою в різний час виділяли стратиграфічні підрозділи, різні за своїм віком та обсягом. І в сучасній КХС УЩ бузька серія показана в спотвореному вигляді як щодо складу серії, так і її віку. Тому відповідно до "Стратиграфічного кодексу України" цю назву під час чергової зміни цих характеристик має бути замінено.

повторення всієї теми, але потребує підтвердження того, що "співвідношення будь-яких стратигенних підрозділів, метаморфізованих чи неметаморфізованих, за яких типові породи одного з них знаходяться в сусідньому підрозділі зазвичай навіть без генетичної інтерпретації, вважають ознакою згідного залягання та належності до одного комплексу чи серії" [19, с. 155]. І додамо, що *в разі згідного залягання метаморфічних підрозділів і поступових переходів між ними жодні визначення ізотопного віку контактувальних підрозділів не можуть бути підставою для їхнього відриву одного від іншого в геологічному розвитку.*

Імовірно, усвідомлюючи цю обставину, Л. М. Степанюк робить декілька спроб спочатку спростувати згідне залягання світ то зазначаючи, що "для нас *очевидним* (курсив наш. – *В. К.*) є їх тектонічно узгоджене залягання" [34, с. 107], то покликаючись на працю [40], в якій не набагато переконливіше зазначено, що "хотя граница между ними и резкая, структурное несогласие обычно не фиксируется, что объясняется, *скорее всего* (курсив наш. – *В. К.*), тектонической перестройкой более древнего фундамента" [40, с. 56]. До речі, в іншому місці тієї ж монографії читаємо, що "породы кошаро-александровской свиты обнажаются и вскрываются карьерами по р. Юж. Буг в районе сел Красненькое и Кошаро-Александровка, а также по левым притокам р. Синица в районе с. Шамраевка, где *согласно залегают* (курсив наш. – *В. К.*) на интенсивно гранитизированных биотитовых и биотит-гранатовых гнейсах зеленолевадовской толщи днестровско-бугской серии" [40, с. 73].

В останні роки виникли певні суперечності й у результатах вивчення цирконів з порід кошаро-олександрівської світи за дослідженнями різних учених. Так, за даними Л. В. Шумлянського [43], який визначав ізотопний вік цирконів з кварцитів відслонення "Біла Скеля", що біля селища Завалля, "значення ізотопного віку цирконів широко варіюють – від 3245±250 до 2031±9 млн років" [43, с. 137]. Водночас автор зазначає, що "інтерпретація датування цирконів з глибокометаморфізованих кластогенних порід є вельми непростою задачею. Зокрема, такі породи містять як кластогенні (уламкові) цирконы, так і цирконы, що утворились унаслідок процесів метаморфізму. Задача ускладнюється, якщо метаморфізм проявлявся неодноразово. З цієї причини судження про походження того чи іншого циркону, і, як наслідок, про вік породи в цілому, *стає питанням суб'єктивного вибору*" (курсив наш. – *В. К.*) [43, с. 137].

Сам автор зупинився на тому, що цирконы, "давніші за ~2540 млн років, *можуть розглядатись* (курсив наш. – *В. К.)* як кластогенні. Для них характерна наявність чітких заокруглених (іноді – кутастих) ядер… У кристалах, молодших за 2540 млн років, яскраві кластогенні ядра відсутні… Такі молоді кристали ми розглядаємо в якості метаморфогенних… Втім, метаморфічний генезис "молодих" кристалів циркону … зовсім не заперечує їх кластогенного походження в цій породі. Вони могли потрапити сюди завдяки розмиву метаморфічних порід, що утворились 2540–2030 млн років тому" [43, с. 137]. Але в підсумку автор зупиняється на тому, що "вік формування зазначених кварцитів як осадових порід становить не більше 2500 млн років" [43, с. 137].

Цей висновок автора вже не збігається з тезою Л. М. Степанюка про те, що "визначення ізотопного віку кластогенних ядер у цирконах кварцитів були виконані в трьох лабораторіях і практично збігаються" [34, с. 108]. Визначення у 2500 млн років свідчить вже не про неоархейський, а палеопротерозойський вік. І де гарантії, що згодом не будуть отримані з ядер цирконів ще "молодші" визначення і що вже нині "метаморфічний генезис "молодих" кристалів циркону … зовсім не заперечує їх кластогенного походження в цій породі" [43, с. 137]. Л. М. Шумлянський вказує ще на деякі відмінності цирконів з кварцитів Кошаро-Олександрівського й Завалівського виходів, найголовнішою з яких є така.

Л. М. Степанюк, на підставі вивчення кварцитів Кошаро-Олександрівського виходу, робить висновок, що "отримані результати (вік кластогенних ядер варіює від 2,7 до 3,6 млрд років) дозволяють припустити, що джерелом кластогенного матеріалу для кварцитів були породи тиврівської товщі" [34, с. 107]. Ще раніше, в одній з публікацій Л. М. Степанюка зі співавторами зазначено, що ці результати "хорошо совпадают и достаточно точно согласуются с цифровыми значениями возрастов, полученными для цирконов из гиперстен-плагиоклазовых гнейсов (эндербитогнейсов), распространенных севернее пгт Завалье" [36, с. 212].

Водночас Л. В. Шумлянський [43], який досліджував і порівнював цирконі з ендербітогнейсів розміщеного неподалік Одеського кар'єру, що нібито належать до дністровсько-бузької серії, та з кварцитів відслонення Біла Скеля, зазначає: "Як відомо, ендербіти району с. Завалля у великій кількості містять цирконі, вік яких вищий від 3300 млн років і сягає 3650 млн років. Такі давні цирконі не виявлено ні у кварцитах Завалля, ні у кварцитах Кошаро-Олександрівки. Результати дослідження ізотопного складу гафнію вказують на значну різницю між одновіковими цирконами з кварцитів та ендербітів. … На думку автора, це свідчить про те, що цирконі з ендербітів *відсутні (*курсив наш. – *В. К.)* серед кластогенних кристалів цього мінералу у кварцитах" [43, с. 141]. Крім того, автор вказує на те, що "значення неодимового модельного віку свідчать про утворення кварцитів відслонення Біла Скеля за рахунок руйнування неомезоархейських порід переважно кислого складу" [43, с. 142].

Нестикування й розбіжності та неоднозначності в інтерпретації ізотопних даних щодо кварцитів кошаро-олександрівської світи, особливо із залученням складу гафнію, стронцію, неодиму, можна було б продовжити. Але, на мій погляд, навіть викладеного досить для того, щоб засвідчити (знов-таки, використовуючи вислів Л. М. Степанюка) наскільки було б "як мінімум наївним і безпідставним" [35, с. 25] вважати, що ізотопно-геохронометричні дані можуть обґрунтувати наявність великої перерви у формуванні побузького грануліто-гнейсового комплексу й можливість зарахування окремих його частин до різних етапів розвитку УЩ, усупереч геологічним даним про їхню стратиграфічну й генетичну єдність у складі побузького комплексу.

Натомість усе стає на свої місця, якщо визнати, що кошаро-олександрівська світа (високоглиноземисто-кварцитова формація) згідно залягає на зеленолевадівській світі (лейкогранулітовій формації), яка від самого початку її накопичення була складена переважно кислими породами, унаслідок руйнування яких й утворилася кошаро-олександрівська світа. Тут варто нагадати висновок Л. В. Шумлянського "про утворення кварцитів відслонення Біла Скеля за рахунок руйнування неомезоархейських порід переважно кислого складу" [43, с. 142]. Ще під час формування вихідної товщі зеленолевадівської світи розпочалося локальне формування протоліту високоглиноземисто-кварцитового петропарагенезису у складі самої зеленолевадівської світи, яке згодом підсилилося й зумовило формування вихідної товщі кошаро-олександрівської світи, головним чином через дезінтеграцію зеленолевадівської світи. Разом з її теригенним матеріалом до кварцитів могли потрапляти й цирконі тиврівської світи. Але серед них немає, і не могло бути (!), цирконів з товщі Одеського кар'єру – салківської світи, оскільки вона залягає вище за розрізом від кошаро-олександрівської і на час формування останньої її просто не існувало!

Що ж до ізотопних визначень віку кошаро-олександрівської світи, то всі вони – і з ядер, і з оболонок, і з незональних кристалів цирконів – тією чи іншою мірою пов'язані з тривалим (понад 1,5 млрд років) перебуванням в умовах гранулітової фації, тобто або є метаморфічними, або зміненими під час метаморфізму, і не стосуються стратиграфічного віку світи, що перевищує 3780 млн років. Тому актуальною є думка, яку висловила понад 20 років

тому І. М. Лєсна зі співавторами, що "для определения возраста пород бугской серии желательно использовать породы, содержащие синпетрогенный циркон" [23, с. 73].

Хащувато-завалівська світа. Світа складена з двох суперкрустальних формацій: нижня частина (підсвіта) – це *мармур-кальцифірова формація*, верхня частина (підсвіта) – графітоносна *кондалітова формація*. У такому обсязі ця світа тривалий час під назвою тетерево-бузька світа (або серія) належала до нижнього протерозою і її вважали такою, що утворює перекинуту Завалівську синкліналь. Однак за результатами глибокого профільного буріння Г. Г. Виноградов [3] довів її моноклінальне залягання й за сучасними даними хащувато-завалівська світа згідно залягає на кошаро-олександрівській світі. Про це свідчить не лише паралельність шаруватості обох світ, але й поява у верхній частині кошаро-олександрівської світи кальцифірів і порід, збагачених графітом.

Як це не дивно, і, мабуть, несподівано для багатьох сучасних геологів, але саме із цієї світи ще на початку 70-х років XX сторіччя отримано найдавніші на той час, причому синпетрогенні (!), ізотопні визначення. "Для установления времени накопления осадочных пород … свинцово-изохронным методом анализировались мраморы Завальевского месторождения на Побужье. … Построенные по экспериментальным данным (в различных координатах) изохроны показали очень древний возраст мраморов. По наиболее надежной для докембрийских образований свинец-свинцовой изохроне, получен возраст, равный 3600±800 млн лет. Модельный возраст, рассчитанный по методу Ф. Дж. Хаутерманса, оказался равным 3300 млн лет. Эти результаты являются первым прямым радиологическим доказательством архейского возраста гнейсовой толщи, который можно оценить как превышающий 3300–3600 млн лет" [32, с. 95]. Ці результати досі не спростовано, принаймні нам про це нічого невідомо.

З верхньої графітоносної підсвіти (кондалітової формації) порівняно недавно досліджено пробу гранатового кристалічного сланцю, відібраного в північній стінці Завалівського кар'єру [2]. Отримані визначення ізотопного віку із 47 зерен цирконів охоплюють діапазон від 3775 до 2442 млн років. Визначений Sm-Nd вік проби становить 3,1 млрд років. Дані щодо цирконів майже збігаються з результатами ізотопних досліджень гіперстенових плагіогнейсів (ендербіто-гнейсів) цього району, а Sm-Nd вік помітно нижчий. Результатів дослідження цієї проби автори окремо не коментують, лише зазначають, що "изотопно-геохронологическое и изотопно-геохимическое изучение терригенных цирконов из метаосадочных магматических пород Подольского домена, Украинский щит, выявило новый фрагмент палеоархейской коры преимущественно тоналитового состава возрастом не менее 3,8 млрд лет" [2, с. 120].

Сальківська світа. Сальківську світу виділено на межі 60–70-х років. Як стверджував ще того часу за матеріалами буріння Г. Г. Виноградов [3], і це було підтверджено наступними спостереженнями в північному борті Завалівського кар'єру після розкриття контакту [15], сальківська світа залягає на хащувато-завалівській світі. Тобто вона посідає найвище стратиграфічне положення в розрізі побузького комплексу. У пробах з двох найближчих кар'єрів, розміщених на північ від контакту, – Одеського на правому березі р. Південний Буг і Козачий Яр на лівому березі – за останні роки проведено ізотопні дослідження без перебільшення сотень зерен цирконів. Максимальні значення віку тут уперше отримала О. В. Бібікова [1]. За її даними, "для максимально конкордантных цирконов по изотопному отношению $^{207}Pb/^{206}Pb$ получен возраст, равный 3,65–3,60 млрд лет. Для одного незонального ядра внутри зонального кристалла определен почти конкордантный возраст – 3,78 млрд лет" [1, с. 16], який автор розглядає як час "формирования коры в Подольском блоке УЩ" [1, с. 17]. Крім того,

ще “два главных тектоно-термальных события (около 2,8 и 2,0 млрд лет) фиксируются цирконами метаморфогенного генезиса” [1, с. 17].

Подальші ізотопно-геохронометричні дослідження привели до встановлення нових давніх визначень “возрастом до 3800 Ма (3789 ± 4 и 3775 ± 5 млн лет) с почти ненарушенной уран-свинцовой изотопной системой” [2, с. 117], а також численних визначень віку, які “по изотопному отношению $^{207}Pb/^{206}Pb$ занимают весь диапазон между 3500–1900 Ма” [2, с. 109]. На цьому тлі, “отчетливо просматриваются, по крайней мере, две стадии метаморфизма – 2700–2800 млн лет и около 2000 млн лет назад” [2, с. 117].

Широкий діапазон визначень для цієї ж ділянки наводить С. Б. Лобач-Жученко зі співавторами, за даними яких “полученные значения достоверных (конкордантных) дат лежат в возрастном интервале 3,65–1,99 млрд лет” [27, с. 3]. У цьому діапазоні автори виділяють дискретний ряд геологічних подій, як-от формування гнейсо-ендербітів, укорінення дайок гранітів, мафітів і ультрамафітів, накопичення осадово-вулканогенних порід, декілька етапів метаморфізму, зокрема завершальний гранулітовий метаморфізм приблизно 2 млрд років тому [25, с. 96].

Ще раз зауважимо, що за результатами структурно-стратиграфічного вивчення [15] та картографічними побудовами всі ці датування належать до самої верхньої формації-світи розрізу побузького комплексу, вищої за ту його частину, яка виділяється в КХС УЩ як неоархейська бузька серія, тобто можуть бути поширені на весь побузький комплекс. Це дає підстави для висновку, що всі його вихідні товщі – і дністровсько-бузької, і бузької серій – мають вік, давніший за 3780 млн років. А з огляду на те, що сальківська світа завершує не менш ніж 15–17-ти кілометровий розріз, стає очевидним, що початок формування розрізу побузького комплексу набагато давніший.

За наведеними вище даними, *PT*-умови гранулітової фації на цій ділянці існували до 2000–1900 млн років тому. У цей величезний віковий діапазон потрапляють наведені вище визначення, отримані з усіх світ і на всій площі розвитку побузького комплексу, зокрема й датування ультраметаморфічних утворень. Це дає підстави вважати їх теж пов’язаними з тривалим перебуванням у *PT*-умовах гранулітової фації, під час якого могли не просто спотворюватися ізотопні співвідношення, а неодноразово повністю “перезапускатися радіоактивні годинники”, що й привело до появи конкордантних визначень різного віку в окресленому віковому діапазоні.

Висновки про давній (понад 3780 млн років) вік вихідних товщ побузького комплексу й тривале до 2000 млн років тому перебування його в умовах гранулітової фації стосуються всього побузького гранулітового комплексу. Що ж до спроб прив’язування проміжних датувань до конкретних “подій”, то вони, зважаючи на ці умови, видаються геологічно мало обґрунтованими або, у ліпшому разі, мають локальний характер.

Усі ці дані, безумовно, відомі Л. М. Степанюкові. Проте в обох публікаціях зроблений фактично один єдиний власне стратиграфічний висновок: “У гранулітовій асоціації Побужжя доцільно виділити три стратиграфічні одиниці: палеоархейську (сучасні тиврівська і павлівська товщі, що поширені на середньому Побужжі); неоархейську (?) (сучасна бузька серія); палеопротерозойську (березнинська та тиврівська товщі, поширені у Верхньому Побужжі та Придністров’ї – кінцигітова і ендербіто-гнейсова формації)” [35, с. 27]. Цей висновок є прямим наслідком застосування принципу, проголошеного в “Пояснювальній записці до КХС УЩ”, згідно з яким “основою для вікового розчленування докембрійських утворень Українського щита є, головним чином, дані ізотопно-геохронологічних методів датування” [21, с. 4], у цьому випадку без будь-якого врахування методів “відносної” геохронології. Його важко навіть коментувати не тільки через його повну невідповідність наведеним вище структурно-стратигра-

фічним даним, але й внутрішню еклектичність і непослідовність.

Так, "палеоархейську стратиграфічну одиницю", до якої ввійшли тиврівська й павлівська світи, виділено на підставі визначення ізотопного віку цирконів з гіперстенових плагіогнейсів, які ще називають ендербітогнейсами або просто ендербітами. Ці породи вважають первинно магматичними, імовірно вулканічними, а цирконі з них синпетрогенними, тобто їхній вік указує на час накопичення вихідної речовини. Але належать ці породи не до тиврівської, а до сальківської світи, розміщеної далеко від стратотипової території тиврівської світи, на якій, до речі, немає палеоархейських визначень. З павлівської світи взагалі немає жодних визначень.

"Неоархейську (?) стратиграфічну одиницю в обсязі сучасної (? – *В. К.*) бузької серії" виділено на підставі наймолодшого віку нібито обкочених теригенних цирконів з кварцитів кошаро-олександрівської світи. Водночас не зроблено навіть спроби визначити вік синпетрогенних утворень цієї світи, якими є наявні в ній піроксенові кристалічні сланці, попри те, що до цього, як уже зазначено вище, ще понад 20 років тому закликала І. М. Лісна зі співавторами [23, с. 73].

Що ж до "палеопротерозойської стратиграфічної одиниці" – "березнинська та тиврівська товщі, поширені у верхньому Побужжі та Придністров'ї – кінцигітова і ендербіто-гнейсова формації" [35, с. 27], то її вік визначено за результатами дослідження ***ядер невідомого походження*** складних зерен цирконів з гіперстенового плагіогнейсу. За нашими спостереженнями, ці плагіогнейси таки дійсно належать тиврівській світі її стратотипового району – Верхнього Побужжя. Серед них "жодних давніх, древніших за 2,2 млрд рр. (з урахуванням похибки вимірювання) кристалів (ядер) циркону в плагіогнейсі не виявлено!" [38, с. 71]. Ще раніше такі самі результати отримано під час дослідження березнинської світи. Як зазначають автори "молоді палеопротерозойські значення віку реліктових, очевидно кластогенних (? – *В. К.*), ядер кристалів циркону із бердичівських гранітоїдів добре узгоджуються з отриманими раніше самарій-неодимовими ізотопними модельними датуваннями гнейсів березнинської товщі та бердичівських гранітоїдів і свідчать про палеопротерозойський вік березнинської товщі. Самарій-неодимові модельні дати, що характеризують час відділення речовини із мантії, варіюють у межах: за моделлю CHUR (1980–2230 млн рр.) та (2250–2460 млн рр.) за DM" [37, с. 63]. І мабуть, для підтвердження уявлень щодо палеопротерозойського віку цієї нової "стратиграфічної одиниці", автори пишуть: "Враховуючи, що за результатами самарій-неодимового ізотопного датування метаморфічні породи тетерівської серії Волинського мегаблоку та березнинської товщі Дністровсько-Бузького були сформовані в палеопротерозої, окрім того в них не виявлено давніх цирконів (древніше 2,3 млрд рр.), цілком можливо, що вони накопичувалися в одному осадовому басейні та являють собою фрагменти акреційної призми" [38, с. 71].

Усі ці "аргументи" щодо "палеопротерозойської стратиграфічної одиниці" вже наведено в попередній статті [14]. Як і слова Є. В. Павловського про те, що "подобным упрощенным путем, разумеется, нетрудно провести любую корреляцию, не заметив при этом глубокой специфичности геологических процессов, происходивших в докембрии, не уяснив общего необратимого хода развития земной коры, тех закономерностей, которые определяют этот процесс" [29, с. 7]. Між тим такі встановлені закономірності спрямованого розвитку, без огляду на які неможлива коректна інтерпретація ізотопних визначень, уже є, але, на жаль, на них зовсім не зважають під час складання стратиграфічної схеми нижнього докембрію УЩ, що й призводить до явно помилкових положень КХС УЩ. Вони стають ще очевиднішими з порівнянням відображеного в КХС УЩ стратиграфічного розчленування побузького й приазовського комплексів.

Приазовський комплекс. Приазовський комплекс, у нашому розумінні, тривалий час, до початку 70-х років XX сторіччя, більшість дослідників вважала однією гнейсовою серією, для якої було запропоновано декілька схем стратиграфічного розчленування. У КХС УЩ [21] у складі приазовського комплексу виділено три самостійні стратиграфічні підрозділи: а) окрему еоархейську новопавлівську товщу, б) палеоархейську західноприазовську серію та в) неоархейську центральноприазовську серію. Вік усіх підрозділів установлений на підставі датування інтрузивних утворень, які їх проривають.

Для новопавлівської товщі "U-Pb іонним методом на мікрозонді SHRIMP для найдавніших генерацій акцесорного циркону з метапіроксенитів та тоналітів, що проривають новопавлівську товщу порід, встановлено вік 3600–3650 млн років [1]. Це підтверджено також за допомогою Sm-Nd методу датування по породі в цілому" [21, с. 11]. Максимальні з відомих визначень західноприазовської серії наводить С. Б. Лобач-Жученко зі співавторами [26]. Їх отримано з порід Василівської ділянки Оріхово-Павлоградської зони, які автори визначають як тоналіти й біотит-гранатові гнейси, що виникли внаслідок розсланцювання тоналітів. "Цирконы как из тоналита, так и из биотит-гранатового гнейса по тоналиту характеризуются сходным строением: имеют ядра с магматической зональностью и однородные метаморфические каймы. … Возраст ядер с магматической зональностью в цирконах из тоналита и биотит-гранатового гнейса конкордантен и равен 3500±13 и 3503±12 млн лет соответственно" [26, с. 215].

Питання віку центральноприазовської серії розглянуто в пояснювальній записці до КХС УЩ [21]. У ній, зокрема, сказано: "По-перше, не викликає сумніву допротерозойський (тобто архейський) вік цих утворень, по-друге, їхній вік не може бути менший за вік ендербітів, що їх прорівають, тобто за 2,7 млрд років. Таким чином, якщо осадові породи центральноприазовської серії відкладалися у неоархеї, то щонайпізніше – у першій його половині" [21, с. 16].

Ані геологічного обґрунтування такого розчленування, ані відносної послідовності, а надто незгідного залягання виділених підрозділів в опублікованих джерелах зазвичай не наведено. Один з небагатьох випадків, де згадуються співвідношення серій, знаходимо в монографії [40]: "Взаимоотношение западно-приазовской и центрально-приазовской серий изучено пока недостаточно. Часто контакты между ними тектонические. В некоторых случаях *вроде бы есть* (курсив наш. – *В. К.*) основания говорить о постепенной смене в разрезе существенно метабазитовой толщи западно-приазовской серии толщей высокоглиноземистых пород темрюкской свиты центрально-приазовской серии (верховья рек Молочная (Токмак) и Конка). Однако при более тщательном структурном анализе все же оказывается, что это лишь кажущееся согласие границ, обусловленное, по-видимому, переориентировкой структур в более древнем фундаменте при деформациях толщи пород центрально-приазовской серии, а на некотором удалении от контакта обычно обнаруживается резкое несогласие тектонического плана" [40, с. 59].

Цілеспрямовані дослідження приазовського комплексу для його геолого-формаційного розчленування та з'ясування співвідношень формацій і відповідних стратиграфічних підрозділів, зокрема на стратотипових ділянках, засвідчили наявність двох різних за складом частин розрізу, які відповідають західноприазовській і центральноприазовській серіям. За своїм складом західноприазовська серія відповідає діафторованій гіперстеновій гнейсово-кристалосланцевій (ендербіто-гнейсовій) формації, а центральноприазовська – лейкогранулітовій формації [24, 28, 30 та ін.]. Водночас як і в побузькому комплексі, жодних стратиграфічних незгідностей між ними не було виявлено. На границях серій-формацій спостерігається згідне за-

лягання, поступові переходи, зумовлені перешаровуванням порід контактувальних підрозділів на тлі спільного первинного метаморфізму гранулітової фації й широко проявленого наступного діафторезу амфіболітової фації. Співвідношення *дійсно згідні, а не тектонічно "узгоджені"*, хоч на окремих ділянках установлено й тектонічні контакти. Однак жодних незгідностей тектонічних планів різних серій не спостережено.

Геолого-формаційна ідентичність західноприазовської і центральноприазовської серій з тиврівською й зеленолевадівською світами не викликає сумніву. Особливо наочно вона проявлена в центральноприазовській серії, в якій чітко, як і в зеленолевадівській світі, розрізняються дві частини: нижня – "строката" магнетитумісна, та верхня – переважно лейкократова, двопольовошпатова. Що ж до *новопавлівської товщі*, то вона є повним аналогом нижньої "строкатої" частини центральноприазовської серії.

Принагідно нагадаємо, що "новопавловская свита" вперше була виділена в "Стратиграфічній схемі докембрійських утворень Українського щита" 1970 року як нижня світа оріхово-павлоградської серії, на рівні центральноприазовської серії, з якою вона в подальших схемах і була об'єднана. За даними А. М. Лисака та його колег [24], вона дійсно посідає це стратиграфічне положення, належить до нижньої (строкатої) частини розрізу лейкогранулітової формації й центральноприазовської серії. І, таким чином, її палеоархейський вік (чи навіть еоархейський за КХС УЩ) має стосуватися всього приазовського комплексу, обох його серій.

Такий висновок, що випливає з об'єктивного узагальнення всіх наявних геологічних (зокрема, і навіть насамперед геолого-формаційних) та ізотопно-геохронометричних даних щодо приазовського комплексу, знаходить своє підтвердження в його повній аналогії з представницьким фрагментом побузького комплексу. Такий парагенезис ендербіто-гнейсової та лейкогранулітової формацій і знаходження в нижній частині останньої характерної "строкатої" породної асоціації, разом з відсутністю їхніх аналогів серед інших комплексів УЩ, вже можна вважати однією з виявлених закономірностей, яку мали б ураховувати як під час інтерпретації ізотопних даних, так і побудови КХС УЩ. Але натомість, на відміну від побузького комплексу, в якому ці дві формації й відповідні стратиграфічні підрозділи вже давно об'єднані в складі однієї найдавнішої дністровсько-бузької серії, у приазовському комплексі вони "розірвані" в КХС УЩ великою стратиграфічною перервою, в яку до того ж "поміщений" за ізотопно-геохронометричними даними цілий зеленокам'яний комплекс і низка інтрузивних комплексів!

Такі "стратиграфічно-геохронометричні" побудови не мають жодного реального геологічного підтвердження й не можуть мати навіть теоретичного обґрунтування, передусім у тому, як між двома різновіковими підрозділами, що мають площове поширення й метаморфізовані в умовах гранулітової фації, могли зберегтися локально розвинуті зеленокам'яні утворення. Між тим ми наочно бачимо, як це можна зробити в КХС УЩ суто механічним способом порівняння з Міжнародною шкалою геологічного часу.

Аульський і тікицький комплекси. У публікаціях Л. М. Степанюка приазовський комплекс лише згадано. Утім, уважали за доцільне його стисло розглянути, щоб продемонструвати на його прикладі співвідношення різних методів у стратиграфічних дослідженнях високотемпературних метаморфічних комплексів та роль і наслідки ізотопних методів у їхньому розчленуванні. Одночасно питання вікової кореляції "стратигенних утворень росинсько-тікицького мегаблока (тікицький комплекс, за В. П. Кирилюком) та метаморфічних порід аульської серії середнього Придніпров'я" [35, с. 19] Л. М. Степанюк виділив як окрему проблему. Вона дійсно є і була згадана у "Відкритому листі" як така, що потребує розв'язання та яку варто розглянути.

У КХС УЩ аульська серія розміщена у верхній частині палеоархею, а росинсько-тікицька серія (тікицький комплекс у нашому розумінні) – у неоархеї. Прямих надійних визначень щодо віку вихідних товщ *немає для жодного із цих підрозділів*. Стосовно аульської серії сказано: "Томаківська та базавлуцька товщі займають за схемою стратиграфічно вище положення, ніж славгородська товща. Але необхідно відзначити, що послідовність розташування їх у схемі є цілком умовною. Ніяких геохронологічних даних, які б підтверджували не тільки прийняту послідовність їх формування, але хоча б належність до палеоархею, на сьогодні немає" [21, с. 20]. У дещо пізнішій праці знаходимо, що "самые древние даты, полученные по циркону из метабазитов и метапорфиритов базавлукской толщи, составляют 3,17–3,19 млрд лет. … Таким образом, в геохронологическом отношении палеоархейские образования в Среднеприднепровском мегаблоке не установлены и проблема фундамента (? – *В. К.*) зеленокаменных ассоциаций этого региона остается нерешенной" [44, с. 221]. Імовірно йдеться не про проблему наявності чи відсутності фундаменту, а про *проблему віку фундаменту,* оскільки вище стратиграфічне положення зеленокам'яної конкської серії щодо аульської нині є вже загальноприйнятим.

Даних ізотопних визначень з метаморфічних порід тікицького комплексу (росинсько-тікицької серії) немає, принаймні жодних покликань на них у публікаціях ми не знайшли. Зі стратиграфічних відносин росинсько-тікицької серії загальноприйнятим є тільки його вище положення принаймні до частини побузького комплексу – дністровсько-бузької серії. Саме за цих умов – *відсутності надійного ізотопного визначення віку обох підрозділів* – за основу кореляції аульського й тікицького комплексів ми взяли геолого-формаційний склад, а саме: належність обох комплексів до гнейсово-кристалосланцево-амфіболітової формації та історико-геологічний (геоеволюційний) принцип (концепцію) спрямованого незворотного розвитку земної кори в ранньому докембрії. Мета цієї кореляції фактично полягає не так у тому, щоб довести близький вік аульської й росинсько-тікицької серій, який може досить суттєво відрізнятися, як у тому, щоб висловити сумнів щодо молодшого віку росинсько-тікицької серії проти зеленокам'яної конкської серії.

Концепцію спрямованого незворотного розвитку ("концепція кратоногенезу") висвітлено в низці публікацій, присвячених еволюції окремих процесів у ранньому докембрії і фундаменту щитів узагалі [8, 9, 11, 12, 17] та окремо фундаменту УЩ [16]. У стратиграфічному аспекті зміст цієї концепції полягає в послідовному формуванні вихідних товщ грануліто-гнейсових (ранній архей), амфіболіто-гнейсових (середній архей), зеленокам'яних (метавулканогенних – пізній архей) комплексів та залізисто-кременисто-сланцевих (метавулканогенно-теригенно-хемогенних – криворізький тип) і гнейсо-сланцевих (метакарбонатно-теригенних – тетерево-інгулецький тип) у ранньому протерозої, у різних структурно-формаційних зонах (мегаблоках). І це не умоглядна концепція, а спроба системного теоретичного осмислення всіх наявних структурно-геологічних та петрологічних даних і створення на цій підставі ретроспективної моделі формування ранньодокембрійських стратометаморфічних комплексів щитів. За цією концепцією, усі вихідні товщі амфіболіто-гнейсових комплексів утворилися раніше зеленокам'яних, після яких умов для повторного формування амфіболіто-гнейсових комплексів більше не виникало. До речі, саме таку відносну вікову послідовність монофаціальних метаморфічних комплексів у системі геохронологічного поділу докембрію того часу – гранулітова фація (нижній архей), амфіболітова фація (верхній архей), зеленосланцева фація (протерозой) – визначила Б. Я. Хорева [41, 42], яка відкрила для геології явище "монофаціального метаморфізму" й увела в обіг цей термін.

Повністю усвідомлюючи гіпотетичність цієї концепції, маю переконання

в тому, що *неможливо коректно інтерпретувати ізотопні визначення з високотемпературних стратигенних метаморфічних комплексів без хоч би якихось уявлень щодо умов їхнього літогенезу й метаморфізму*. Що ж пропонує Л. М. Степанюк як обґрунтування різного віку дозеленокам'яної палеоархейської аульської серії та нібито неоархейської, тобто післязеленокам'яної, росинсько-тікицької серії? "У Росинсько-Тікицькому мегаблоці, окрім західної прибортової зони з Дністровсько-Бузьким мегаблоком, відсутні не лише архейські двопольовошпатові граніти, але і плагіогранітоїди. Чи можливо, щоб стратигенні утворення, в даному випадку тікицького комплексу, сформувавшись в археї, зазнали ареального монофаціального метаморфізму та ізофаціального ультраметаморфізму (плагіомігматити та плагіогранітоїди звенигородського комплексу) більше одного мільярда років потому? Якісь хоча б сліди архейських гранітоїдів, якби ті були в Росинсько-Тікицькому мегаблоці, залишились би. На сьогодення для усіх датованих порід, трьома ізотопними методами, окрім порід західного борту, отримано палеопротерозойський вік. Таким чином, у Росинсько-Тікицькому мегаблоці (у тікицькому комплексі), на відміну від Середньопридніпровського (аульського комплексу) відсутній один із ключових маркерів стратифікації – архейський етап гороутворення і магматизму, що, на наше переконання, унеможливлює їх кореляцію" [35, с. 19].

Не коментуючи думки про "архейський етап гороутворення" як "ключовий маркер стратифікації", зазначимо, що обґрунтування віку росинсько-тікицької серії (тікицького комплексу) ґрунтується не на доведенні будь-якими даними його неоархейського стратиграфічного віку, як це показано в КХС УЩ, а на ізотопних даних про вік гранітоїдів Росинсько-Тікицького мегаблока! І взагалі, з наведеного уривка складається враження про порівняння не стратиграфічних серій, а Росинсько-Тікицького й Середньопридніпровського мегаблоків, чому й присвячений кінцевий висновок про неможливість їхньої – *мегаблоків* – кореляції. Що ж до вікових стратиграфічних співвідношень аульської й росинсько-тікицької серій як між собою, так і останньої з конкською серією, то й найменшої ясності вони не додають. А тому немає жодних підстав відмовлятися від думки, яку ми висловили у "Відкритому листі" і яку процитував Л. М. Степанюк, про те, що амфіболіто-гнейсові комплекси "за майже загальноприйнятими сучасними світовими уявленнями, в стратиграфічному відношенні є більш давніми за верхньоархейські зеленокам'яні комплекси".

У цьому твердженні Л. М. Степанюк привертає особливу увагу до вислову "**майже** загальноприйняті сучасні світові уявлення" [35, с. 19], які потребують свого пояснення. Підставою для таких уявлень є те, що в жодному з регіонів світу не описані *геологічні співвідношення*, які б свідчили про молодший *стратиграфічний (а не ізотопний!)* вік амфіболіто-гнейсових комплексів проти зеленокам'яних. Навпаки, саме виявлення в різних регіонах залягання зеленокам'яних комплексів на амфіболіто-гнейсових привело свого часу до зникнення концепції "найдревніших зеленокам'яних ядер континентів" та появи концепції найдавніших "сірих гнейсів", типовими представниками яких є і аульська, і росинсько-тікицька серії. Видатний знавець докембрію Л. Й. Салоп, на підставі узагальнення світового матеріалу, виокремив у тектонічній історії розвитку Землі самостійну *стадію зеленокам'яних поясів* або палеопротозойський мегацикл, віком 3500–2600 млн років. Характерними ознаками попередньої, катархейської стадії, чи катархею, за цим узагальненням є: "а) сильный метаморфизм пород в условиях гранулитовой и амфиболитовой фаций; б) повсеместная, хотя и неравномерная гранитизация и мигматизация" [33, с. 28] та деякі інші особливості. Саме тому, з-поміж геологів, що проводять регіональне вивчення щитів, питання давнішого віку зеленокам'яних комплексів щодо монофаціальних амфіболіто-гнейсових,

а надто стосовно грануліто-гнейсових, як це зроблено в КХС УЩ у Приазовському мегаблоці, уже давно просто не виникає.

Немає відомостей про наявність високометаморфізованих післязеленокам'яних комплексів і в публікаціях, присвячених "Міжнародній шкалі геологічного часу", які цілковито ґрунтуються на ізотопно-геохронометричних даних. Таким чином, тільки окремі фахівці, які й зумовлюють оце "**майже**", наполягають на можливості існування на щитах, зокрема й на УЩ, монофаціальних, інтенсивно гранітизованих амфіболіто-гнейсових комплексів, молодших за зеленокам'яні комплекси, *лише на підставі ізотопно-геохронометричних визначень.*

Однак деякі з положень уривка, наведеного вище, усе ж заслуговують на обговорення, оскільки прямо стосуються умов формування ранньодокембрійських комплексів та інтерпретації ізотопних даних. Це передусім питання про те, "чи можливо, щоб стратигенні утворення, в даному випадку тікицького комплексу, сформувавшись в археї, зазнали ареального монофаціального метаморфізму та ізофаціального ультраметаморфізму (плагіомігматити та плагіогранітоїди звенигородського комплексу) більше одного мільярда років потому?" [35, с. 19]. Безумовно, можливе! І для того є досить саме геохронометричних підстав. З тією лише різницею, що ареальний монофаціальний метаморфізм і супутній ізофаціальній метаморфізм відбувалися і в амфіболіто-гнейсових, і в грануліто-гнейсових комплексах *не після тривалої перерви,* як зазвичай інтерпретує дискретні ізотопні визначення більшість дослідників, вважаючи їх повторними, "накладеними". Імовірніше, що умови для монофаціального метаморфізму виникали безпосередньо після або навіть ще під час накопичення розрізів грануліто-гнейсових та амфіболіто-гнейсових комплексів, і ці *PT*-умови *безперервно існували у відповідних структурних поверхах (монофаціальних комплексах) аж до палеопротерозою.* Закінчилися такі умови метаморфізму й супутнього ультраметаморфізму майже одночасно в усіх різновікових щитових стратометаморфічних комплексах під час загальної термічної й тектонічної консолідації (кратонізації) фундаменту УЩ й остаточного закриття ізотопних систем. Саме про це свідчать палеопротерозойські (≈2000 млн років) визначення кінцевого гранулітового метаморфізму С. Б. Лобач-Жученко з колегами за результатами досліджень у районі смт Завалля [25]. І такі ж приблизно цифри "ізотопного віку" отримано з ультраметаморфічних ендербітів і чудново-бердичівських "гранітів", "собітів" і багатьох інших метаморфічних та ультраметаморфічних утворень різних комплексів УЩ.

Тут варто нагадати провидливі ідеї Ю. Ір. Половинкіної щодо часу й місця ультраметаморфічного петрогенезису на УЩ, висловлені ще півсторіччя тому, на початку впровадження ізотопних методів визначення віку [31]. Вона вважала архейський цикл на щиті, і навіть на всій земній кулі, незавершеним, а час максимального ультраметаморфізму – ранньопротерозойським. "К этому времени, т. е. к соскладчатой и позднескладчатой стадии раннепротерозойского тектономагматического цикла, относится интенсивная гранитизация более ранних пород коры, образование мигматитов, чарнокитов и других ультраметаморфических пород. … Представляет большой интерес то, что гранитоиды раннепротерозойского и архейского возраста показывают одинаковый или очень близкий абсолютный возраст – 1800–2000 млн лет, т. е. время раннепротерозойской складчатости. Это совпадение долго вызывало недоумение и споры, пока не была найдена причина этого. Суть этой причины и состоит в так называемом омоложении – … архейская кора под влиянием складчатых процессов верхнего этажа, раннепротерозойского времени, испытывает перестройку. При этом в породах заново кристаллизуются и те минералы, по которым ведется определение абсолютного возраста и, следовательно, в эксперименте определяется

не время образования породы в геологической структуре региона, а время перекристаллизации ее минерала" [31, с. 264].

Ці ідеї вже давно знайшли підтвердження й підтримку більшості науковців. Що ж до того, що в Росинсько-Тікицькому мегаблоці (у тікицькому комплексі), на відміну від Середньопридніпровського (аульського комплексу), відсутній "один із ключових маркерів стратифікації – архейський етап гороутворення і магматизму" [35, с. 19], то інтрузивний магматизм пізньоархейського віку як плагіоклазовий (сурський), так і двопольовошпатовий (мокромосковсько-токівський) пов'язаний не з дозеленокам'яним, а із зеленокам'яним етапом еволюції щита й проявлений лише в *граніт-зеленокам'яному типі мегаблоків*. Його не було, і не могло бути за особливостями свого розвитку в Бузько-Росинському мегаблоці, який належить до зовсім іншого – *гранулiт-амфіболітового* – типу мегаблоків [16].

У підсумку кореляція високометаморфізованих комплексів тільки на підставі ізотопних визначень, без огляду на геологічні дані та будь-які геолого-еволюційні уявлення про умови їхнього формування, привела до розміщення в КХС УЩ на одному неоархейському рівні бузької, центральноприазовської та росинсько-тікицької серій. Дві останні з них мають повні геолого-формаційні аналоги в інших геохронологічних підрозділах КХС УЩ, а всі вони настільки різні за своїм складом, що неможливо навіть теоретично уявити собі умови їхнього формування як латеральних фаціальних аналогів.

Висновки. У стратиграфії нижнього докембрію УЩ десятиріччями розвиваються діаметрально протилежні погляди стосовно відносного й "абсолютного" віку більшості стратиграфічних підрозділів високометаморфізованих комплексів, зафіксованих у КХС УЩ. Ця ситуація зумовлена різною оцінкою ролі геологічних та ізотопно-геохронометричних методів у розробленні регіональної стратиграфії високометаморфізованих нижньодокембрійських комплексів у конкретних умовах обмеженої відслоненості УЩ. Наявність невирішених, дискусійних питань стратиграфії УЩ негативно впливає як на якість державних геологічних карт, так і на загальний рівень вивчення території щита і, безумовно, потребує їхнього розв'язання.

У цій статті продовжено розпочатий у попередній публікації [14] огляд головних розбіжностей між відомими уявленнями щодо стратиграфічних співвідношень і відносного та ізотопного віку підрозділів головних високометаморфізованих комплексів УЩ. Зроблено спробу, як видається, об'єктивного, неупередженого викладення геологічних даних та ізотопних визначень і їхньої інтерпретації, що стосується бузької серії побузького комплексу, а також приазовського, аульського й тікицького комплексів. Власні уявлення щодо стратиграфії цих підрозділів, як і колег по львівській докембрійській науковій школі, давно й добре відомі, тож немає потреби їх повторювати. Мета ж цієї праці полягає в тому, щоб ще раз навести ті суперечливі геологічні й ізотопно-геохронометричні дані, які потребують свого узгодження. Деякі способи такого узгодження буде розглянуто в наступній публікації.

ЛІТЕРАТУРА

1. ***Бибикова Е. В.*** **Древнейшие породы Земли: изотопная геохронология и геохимия изотопов//Минерал. журн. – 2004. – 26. – № 3. – С. 13–21.**

2. ***Бибикова Е. В., Клаэссон С., Федотова А. А. и др.*** **Изотопно-геохронологическое (U-Th-Pb, Lu-Hf) изучение цирконов архейских магматических и метаосадочных пород Подольского домена Украинского щита//Геохимия. – 2013. – № 2. – С. 99–121.**

3. ***Виноградов Г. Г.*** **О генезисе пироксеновых гнейсов и некоторых вопросах стратиграфии докембрия Среднего Побужья// Петрография докембрия Русской платформы. – Киев: Наукова думка, 1970. – С. 352–357.**

4. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Серія Центральноукраїнська. Аркуш M-36-XXXI (Первомайськ). Пояснювальна записка/В. М. Клочков,

Я. П. Білинська, Ю. М. Веклич та ін. – Київ, 2004. – 175 с.

5. ***Древин А. Я.*** **Опыт изучения докембрия Среднего Побужья на основе литолого-структурного метода//Проблемы осадочной геологии докембрия. Вып. 2. – Москва: Недра, 1967. – С. 88–96.**

6. ***Древин А. Я.*** **Структура, стратиграфия Среднего Побужья и поисковые критерии на силикатный никель. Автореферат диссертации … кандидата геолого-минералогических наук. – Киев, 1966. – 23 с.**

7. Карта геологических формаций докембрия Украинского щита. М-б 1:500 000. Объяснительная записка/В. П. Кирилюк, В. Д. Колий, В. И. Лашманов и др. – Киев: Госкомгеология Украины, 1991. – 115 с.

8. ***Кирилюк В. П.*** **Модель раннедокембрийского монофациального метаморфизма и ультраметаморфизма//Геология метаморфических комплексов. Межвуз. научн.-тематич. сб. Вып. 6. – Свердловск: Изд-во УПИ, 1977. – С. 40–47.**

9. ***Кирилюк В. П.*** **О влиянии экзогенных факторов на температурный режим формирования раннедокембрийских метаморфических комплексов щитов//Геология метаморфических комплексов. – Екатеринбург: Изд-во УПИ, 1991. – С. 4–13.**

10. ***Кирилюк В. П.*** **О стратотипических районах и стратотипах докембрия западной части Украинского щита//Геол. журн. – 1986. – 46. – № 2.– С. 36–46.**

11. ***Кирилюк В. П.*** **Об особенностях раннедокембрийского тектонического развития земной коры//Современное состояние наук о Земле. Материалы международной конференции, посвященной памяти Виктора Ефимовича Хаина. – Москва: Изд-во МГУ, 2011. – С. 863–867.**

12. ***Кирилюк В. П.*** **Об особенностях седиментации, метаморфизма и геологической истории Земли в архее в свете современных представлений о природе Венеры// Геол. журн. – 1971. – 31. – № 6. – С. 42–54.**

13. ***Кирилюк В. П.*** **Побужский гранулитовый комплекс//Гранулитовые структурно-формационные комплексы Украинского щита – европейский эталон/А. Б. Бобров, В. П. Кирилюк, С. В Гошовский. и др. – Киев: УкрГГРИ, 2010. – С. 8–63.**

14. ***Кирилюк В. П.*** **Стратиграфічна схема нижнього докембрію Українського щита та її геохронометричні проблеми. Стаття 1. Загальні відомості та геохронометричні проблеми дністровсько-бузької серії побузького комплексу//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2019. – № 1–2. – С. 136–152.**

15. ***Кирилюк В. П.*** **Стратиграфия докембрия западной части Украинского щита. Статья 1. Стратиграфические комплексы докембрия и формации раннего архея// Геол. журн. – 1982. – 42. – № 3. – С. 88–103.**

16. ***Кирилюк В. П.*** **Тектонічна карта України. Масштаб 1:1 000 000. Частина ІІ. Тектоніка фундаменту Українського шита. Масштаб 1:2 000 000. Пояснювальна записка. – Київ: УкрДГРІ, 2007. – 76 с.**

17. ***Кирилюк В. П.*** **Формирование раннедокембрийского фундамента древних платформ (концепция кратоногенеза)// Фундаментальные проблемы геотектоники. Материалы XL Тектонического совещания. Том 1. – Москва: ГЕОС, 2007. – С. 296–300.**

18. ***Кирилюк В. П.*** **Ще раз про проблеми стратиграфії побузького гранулітового комплексу (з нагоди складання нової регіональної стратиграфічної схеми нижнього докембрію Українського щита). Стаття 1. Загальні відомості й поділ побузького стратиграфічного комплексу на світи//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2015. – № 2. – С. 125–140.**

19. ***Кирилюк В. П.*** **Ще раз про проблеми стратиграфії побузького гранулітового комплексу (з нагоди складання нової регіональної стратиграфічної схеми нижнього докембрію Українського щита). Стаття 2. Співвідношення світ побузького стратиграфічного комплексу//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2015. – № 3. – С. 147–168.**

20. ***Кирилюк В. П.*** **Ще раз про проблеми стратиграфії побузького гранулітового комплексу (з нагоди складання нової регіональної стратиграфічної схеми нижнього докембрію Українського щита). Стаття 4. Місце побузького стратиграфічного комплексу в загальній геохронологічній шкалі докембрію//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2016. – № 1. – С. 90–108.**

21. ***Кореляційна*** **хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (схема та поясн. зап.)/К. Ю. Єсипчук, О. Б. Бобров, Л. М. Степанюк та ін. – Київ: УкрДГРІ, 2004. – 30 с.**

22. ***Лазько Е. М., Кирилюк В. П., Сиворонов А. А., Яценко Г. М.*** **Нижний докембрий западной части Украинского щита. Возрастные комплексы и формации. – Львов: Вища школа, 1975. – 239 с.**

23. ***Лесная И. М., Легкова Г. В., Теплякова Н. В., Гринченко А. В.*** **Цирконы из кварцитов с. Шамраевка (бугская серия)// Геохимия и рудообразование. – 1995. – № 21. – С. 69–73.**

24. ***Лисак А. М., Пащенко В. Г., Бородиня Б. В., Кисельов В. А., Стрекозов С. М.*** **Про незадовільний стан чинної стратиграфічної схеми раннього докембрію Приазовського мегаблока Українського щита//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2009. – № 3–4. – С. 32–45.**

25. ***Лобач-Жученко С. Б., Балаганский В. В., Балтыбаев Ш. К. и др.*** **Этапы формирования побужского гранулитового комплекса: новые структурно-петрологические и изотопно-геохронологические данные (Среднее Побужье, Украинский щит)// Мінерал. журн. – 2013. – 35. – № 4. – С. 87–99.**

26. ***Лобач-Жученко С. Б., Бибикова Е. В., Балаганский В. В. и др.*** **Палеоархейские тоналиты в палеопротерозойской Орехово-Павлоградской коллизионной зоне Украинского щита//Докл. АН РФ. – 2010. – Т. 433. – № 2. – С. 212–218.**

27. ***Лобач-Жученко С. Б., Степанюк Л. М., Пономаренко А. Н. и др.*** **Возраст цирконов из эндербито-гнейсов Среднего Побужья (Днестровско-Бугский мегаблок Украинского щита)//Мінерал. журн. – 2011. – 33. – № 1. – С. 3–14.**

28. ***Лысак А. М., Лашманов В. И., Свешников К. И., Пащенко В. Г.*** **К вопросу стратиграфии гнейсо-мигматитовых образований нижнего докембрия Приазовья// Геол. журн. – 1989. – № 3. – С. 60–69.**

29. ***Павловский Е. В.*** **Предисловие к русскому изданию//Докембрий Скандинавии. – Москва: Мир, 1967. – С. 5–8.**

30. ***Пащенко В. Г.*** **Мигматит-лейкогранулитовая формация Приазовья//Геологический журнал. – 1998. – № 4. – С. 65–73.**

31. ***Половинкина Ю. Ир.*** **Время и место ультраметаморфического петрогенезиса в докембрийском кристаллическом массиве Украины//Петрография докембрия Русской платформы. – Киев: Наукова думка, 1970. – С. 261–265.**

32. ***Половинкина Ю. Ир., Полевая Н. И.*** **Украинский кристаллический масив//Геохронология СССР. Т. 1. Докембрий. – Ленинград: Недра, 1973. – С. 89–111.**

33. ***Салоп Л. И.*** **Геологическое развитие Земли в докембрии. – Ленинград: Недра, 1982. – 310 с.**

34. ***Степанюк Л. М.*** **Коментарі до "Відкритого листа членам Бюро Національного стратиграфічного комітету України та геологам-докембристам" В. П. Кирилюка// Геол. журн. – 2017. – № 4. – С. 100–112.**

35. ***Степанюк Л. М.*** **Проблеми стратиграфії та геохронології Українського щита// Мінерал. журн. – 2018. – № 1. – С. 16–31.**

36. ***Степанюк Л. М., Бибикова Е. В., Клаэссен С. и др.*** **К вопросу о возрастных рубежах формирования кошаро-александровской свиты бугской серии Побужья// Международная научно-практическая конференция "Стратиграфия, геохронология и корреляция нижнедокембрийских породных комплексов фундамента Восточно-Европейской платформы". Тез. докл. – Киев: УкрГГРИ, 2010. – С. 209–212.**

37. ***Степанюк Л. М., Пономаренко О. М., Петриченко К. В. та ін.*** **Уран-свинцева ізотопна геохронологія гранітоїдів бердичівського типу Побужжя (Український щит)//Мінерал. журн. – 2015. – 37. – № 3. – С. 51–66.**

38. ***Степанюк Л. М., Шумлянський Л. В.*** **Уран-свинцевий вік цирконів гіперстенового плагіогнейсу долини р. Згар (Верхнє Побужжя, Український щит)//Мінерал. журн. – 2017. – 39. – № 3. – С. 67–74.**

39. ***Степанюк Л. М., Шумлянський Л. В., Пономаренко О. М., Довбуш Т. І.*** **До питання про вікові межі формування кошаро-олександрівської світи бузької серії Побужжя//Геохімія та рудоутворення. – 2010. – № 28. – С. 4–10.**

40. Стратиграфические разрезы докембрия Украинского щита/Н. П. Щербак, К. Е. Есипчук, Б. З. Берзенин и др. – Киев: Наукова думка, 1985. – 168 с.

41. ***Хорева Б. Я.*** **Типы регионального метаморфизма и тектонические условия их проявления в подвижных поясах//Геотектоника. – 1966. – № 6. – С. 64–83.**

42. ***Хорева Б. Я.*** **Типы регионального метаморфизма и ультраметаморфизма и их место в процессе развития складчатых**

областей//Геологическое строение СССР. Т. V. Основные проблемы геологии. – Москва: Недра, 1969. – С. 218–240.

43. *Шумлянський Л. В.* Вік та ізотопний склад гафнію цирконів з кварцитів Середнього Побужжя Українського щита//Геохімія та рудоутворення. – 2012. – Вип. 31–32. – С. 136 – 143.

44. *Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М., Пономаренко А. Н.* Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Архей. – Киев: Наукова думка, 2005. – 243 с.

REFERENCES

1. *Bibikova E. V.* Oldest Rocks of Earth: isotopic geochronology and geochemistry of isotopes//Mineral. zhurn. – 2004. – Vol. 26. – № 3. – P. 13–20. (In Russian).

2. *Bibikova E. V., Klajesson S., Fedotova A. A. et al.* The isotopic-geochronological (U-Th-Pb, Lu-Hf) study of zircons of archean magmatic and metasedimentary rocks of the Podolsk domen of the Ukrainian shield//Geohimiya. – 2013. – № 2. – P. 99–121. (In Russian).

3. *Vinogradov G. G.* About genesis pyroxene-gneisses and some questions of the Precambrian stratigraphy of Middle Bug Area// Petrografiya dokembriya Russkoj platformy. – Kiev: Naukova dumka, 1970. – P. 352–357. (In Russian).

4. State geological map of Ukraine of scale 1:200 000. Central Ukrainian series. Sheet M-36-XXXI (Pervomaisk). Explanatory message/V. M. Klochkov, Ya. P. Bilynska, Yu. M. Veklych et al. – Kyiv, 2004. – 175 p. (In Ukrainian).

5. *Drevin A. Ya.* Results of studying th Precambrian of Middle Bug Area on the basis of lithological-structural method//Problemy osadochnoj geologii dokembrija. – Iss. 2. – Moskva: Nedra, 1967. – P. 88–96. (In Russian).

6. *Drevin A. Ya.* Structure, stratigraphy of the Middle Bug Area and prospecting criteria on silicious nicol. Author's abstract. – Kiev, 1966. – 23 p. (In Russian).

7. Map of geological formations of Precambrian of the Ukrainian shield. Scale 1:500 000. Explanatory note/V. P. Kyrylyuk , V. D. Kolij, V. I. Lashmanov et al. – Kiev: Goskomgeologiya Ukrainy, 1991. – 116 p. (In Russian).

8. *Kyrylyuk V. P.* Model of the monofacies metamorphism and ultrametamorphism of the Early Precambrian//Geologiya metamorficheskih kompleksov. Mezhvuzovskij nauchno-tematicheskij sbornik. Iss. 6. – Sverdlovsk: Izdatelstvo UPI, 1977. – P. 40–47. (In Russian).

9. *Kyrylyuk V. P.* About influence of exogenous factors on the temperature condition of forming of the metamorphic complexes of Early Precambrian of the shields//Geologiya metamorficheskih kompleksov. – Ekaterinburg: Izdatelstvo UPI, 1991. – P. 4–13. (In Russian).

10. *Kyrylyuk V. P.* About the stratotypical areas and stratotypes of the Precambrian of the western part of the Ukrainian shield//Geologicheskij zhurnal. – 1986. – Vol. 46. – № 2. – P. 36–46. (In Russian).

11. *Kyrylyuk V. P.* About the features of tectonic development of Early Precambrian of the Earth's crust//Sovremennoe sostoyanie nauk o Zemle. Materialy mezhdunarodnoj konferencii, posvyashhennoj pamyati Viktora Efimovicha Haina. – Moskva: Izdatelstvo MGU, 2011. – P. 863–867. (In Russian).

12. *Kyrylyuk V. P.* About the features of sedimentation, metamorphism and geological history of the Earth in Archean in the light of modern ideas about nature of Venus//Geol. zhurn. – 1971. – Vol. 31. – № 6. – P. 42–54. (In Russian).

13. *Kyrylyuk V. P., Bobrov A. B., Goshovskyi S. V. et al.* The Bug Area granulite complexGranulite structural-formational complexes of the Ukrainian shield – European stratotype. – Kiev: UkrGGRI, 2010. – P. 8–63. (In Russian).

14. *Kyrylyuk V. P.* Stratigraphic scheme of the Lower Precambrian of the Ukrainian Shield and the issues with its geochronometry. Part 1. General information and the geochronometric issues of the Dniester-Buh series of the Bug Area complex//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2019. – № 1–2. – P. 136–152. (In Ukrainian).

15. *Kyrylyuk V. P.* Stratigraphy of Precambrian of western part of the Ukrainian shield. Article 1. Stratigraphic complexes of Precambrian and formations of Early Archean//Geol. zhurn. – 1982. – Vol. 42. – № 3. – P. 88–103. (In Russian).

16. *Kyrylyuk V. P.* Tectonics of Basement of the Ukrainian shield. Explanatory note to the "Tectonic map of Basement of the Ukrainian shield" of scale 1:2 000 000. – Kyiv: UkrDHRI, 2007. – 76 p. (In Ukrainian).

17. ***Kyrylyuk V. P.*** **Forming of the basement of Early Precambrian of ancient platforms (conception of the cratonogenesis)// Fundamentalnye problemy geotektoniki. Materialy XL Tektonicheskogo soveshhaniya. Vol. 1. – Moskva: GEOS, 2007. – P. 296–300. (In Russian).**

18. ***Kyrylyuk V. P.*** **Revisiting the issues with the stratigraphy of the Buh granulite complex (a commentary on forming a new regional stratigraphic scheme for the Lower Precambrian of the Ukrainian Shield). Article 1. General information and division of the Buh stratigraphic complex into suites//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2015. – № 2. – P. 125–140. (In Ukrainian).**

19. ***Kyrylyuk V. P.*** **Revisiting the issues with the stratigraphy of the Buh granulite complex (a commentary on forming a new regional stratigraphic scheme for the Lower Precambrian of the Ukrainian Shield). Article 2. The relations between the suites of the Buh Area stratigraphic complex//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2015. – № 3. – P. 147–168. (In Ukrainian).**

20. ***Kyrylyuk V. P.*** **Revisiting the issues with the stratigraphy of the Buh granulite complex (a commentary on forming a new regional stratigraphic scheme for the Lower Precambrian of the Ukrainian Shield). Article 4. The place of the Buh Area stratigraphic complex in the general geochronological scale of the Precambrian//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2016. – № 1. – P. 90–108. (In Ukrainian).**

21. Correlated chronostratigraphic scheme of Early Precambrian of the Ukrainian Shield (scheme and explanatory note)/K. Yu. Yesypchuk, O. B. Bobrov, L. M. Stepaniuk et al. – Kyiv: UkrDHRI, 2004. – 30 p. (In Ukrainian).

22. ***Lazko E. M., Kyrylyuk V. P., Sivoronov A. A., Yatsenko G. M.*** **Lower Precambrian of the western Ukrainian Shield. Age complexes and formations. – Lvov: Vyshcha shkola, 1975. – 239 p. (In Russian).**

23. ***Lesnaya I. M., Legkova G. V., Teplyakova N. V., Grinchenko A. V.*** **Zircons from quartzites of the Shamraevka village (Bug series)//Geohimiya i rudoobrazovanie. – 1995. – № 21. – P. 69–73. (In Russian).**

24. ***Lysak A. M., Pashchenko V. H., Borodynia B. V., Kyselov B. A., Strekozov S. M. et al.*** **About the unsatisfactory state of operating stratigraphic scheme of Early Precambrian of Azov Area megabloc of Ukrainian shield// Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2009. – № 3–4. – P. 32–45. (In Ukrainian).**

25. ***Lobach-Zhuchenko S. B., Balaganskij V. V., Baltybaev Sh. K. et al.*** **Stages of formation of the Bug Area granulite complex by the data of isotopic-geochronological investigations (the Middle Bug Area, the Ukrainian shield)//Mineral. zhurn. – 2013. – Vol. 35. – № 1. – P. 86–98. (In Russian).**

26. ***Lobach-Zhuchenko S. B., Bibikova E. V., Balaganskij V. V. et al.*** **Paleoarchean tonalites in the paleoproterozoic Orehov-Pavlograd collision zone of the Ukrainian shield//Doklady Akademii nauk Rossijskoj federacii. – 2010. – Vol. 433. – № 2. – P. 212–218. (In Russian).**

27. ***Lobach-Zhuchenko S. B., Stepaniuk L. M., Ponomarenko A. N. et al.*** **Age of Zircons from Enderbite-Gneisses of the Middle Bug Area (Dniester-Bug Megablock of the Ukrainian shield)//Mineral. zhurn. – 2011. – Vol. 33. – № 1. – P. 3–14. (In Russian).**

28. ***Lysak A. M., Lashmanov V. I., Sveshnikov K. I., Pashhenko V. G.*** **To the question of stratigraphy of the gneissmigmatitic formations of Lower Precambrian of Azov Area// Geol. zhurn. – 1989. – № 3. – P. 60–69. (In Russian).**

29. ***Pavlovskij E. V.*** **Preface to Russian edition//Dokembrij Skandinavii. – Moskva: Mir, 1967. – P. 5–8. (In Russian).**

30. ***Pashhenko V. G.*** **The migmatit-leukogranulitic formation of the Azov Area//Geol. zhurn. – 1989. – № 4. – P. 65–73. (In Russian).**

31. ***Polovinkina Ju. Ir.*** **Time and place of ultrametamorphic petrogenesis in Precambrian crystalline massif of Ukraine// Petrografiya dokembriya Russkoj platformy. – Kiev: Naukova dumka, 1970. – P. 261–265. (In Russian).**

32. ***Polovinkina Ju. Ir., Polevaya N. I.*** **Precambrian crystalline massif of Ukraine// Geohronologiya SSSR. Vol. 1. Dokembrij. – Leningrad: Nedra, 1973. – P. 89–111. (In Russian).**

33. ***Salop L. I.*** **Geological development of Earth is in Precambrian. – Leningrad: Nedra, 1982. – 310 p. (In Russian).**

34. ***Stepaniuk L. M.*** **Comments on "The open letter to the members of the bureau**

of the National stratigraphic committee of Ukraine and all fellow Precambrian geologists" V. P. Kyrylyuk//Heol. zhurn. – 2017. – № 4. – P. 100–112. (In Ukrainian).

35. ***Stepaniuk L. M.*** **Problems of Stratigraphy and Geochronology of the Ukrainian Shield//Mineral. zhurn. – 2018. – Vol. 40. – № 1. – P. 16–31. (In Ukrainian).**

36. ***Stepaniuk L. M., Bibikova E. V., Klajessen S. et al.*** **To the question about the age-related borders of forming of the Kosharo-Aleksandrovka suite of Bug series of Bug Area//Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya "Stratigrafiya, geohronologiya i korrelyaciya nizhnedokembrijskih porodnyh kompleksov fundamenta Vostochno-Evropejskoj platformy". Tezisy dokladov. – Kiev: UkrDGRI, 2010. – P. 209–212. (In Russian).**

37. ***Stepaniuk L. M., Ponomarenko O. M., Petrychenko K. V. et al.*** **U-Pb isotopic geochronology of Berdychiv Type Granitoids of the Buh Area (the Ukrainian Shield)//Mineral. zhurn. – 2015. – Vol. 37. – № 3. – P. 51–66. (In Ukrainian).**

38. ***Stepaniuk L. M., Shumlianskyi L. V.*** **U-Pb age of zircons from hypersthene-plagioclase gneiss of the valley Zghar river (Upper Buh region, Ukrainian Shield)//Mineral. zhurn. – 2017. – Vol. 39. – № 3. – P. 67–74. (In Ukrainian).**

39. ***Stepaniuk L. M., Shumlianskyi L. V., Ponomarenko O. M. et al.*** **On age boundary of the formation of Kosharo-Oleksandrivska suite of the Buh series (Pobuzhzhia, Ukraine)// Heokhimiia ta rudoutvorennia. – 2010. – № 28. – P. 4–10. (In Ukrainian).**

40. Stratigraphic sections of the Precambrian of Ukrainian Shield/N. P. Shherbak , K. E. Esipchuk, B. Z. Berzenin et al. – Kiev: Naukova dumka, 1985. – 168 p. (In Russian).

41. ***Horeva B. Ja.*** **Types of regional metamorphism and tectonic conditions of their display are in mobile belts//Geotektonika. – 1966. – № 6. – P. 64–83. (In Russian).**

42. ***Horeva B. Ja.*** **Types of regional metamorphism and ultrametamorphism and their place in the process of development of plicate areas//Geologicheskoe stroenie SSSR. Vol. V. Osnovnye problemy geologii. – Moskva: Nedra, 1969. – P. 218–240. (In Russian).**

43. ***Shumlianskyi L. V.*** **Age and Hf isotope composition in zircons from quartzite of Middle Bug Region (Serednie Pobuzhzhia) of the Ukrainian Shield//Heokhimiia ta rudoutvorennia. – 2012. – Iss. 31–32. – P. 136–143. (In Ukrainian).**

44. ***Shherbak N. P., Artemenko G. V., Lesnaja I. M., Ponomarenko A. N.*** **Geochronology of Early Precambrian of the Ukrainian shield. Archean. – Kiev: Naukova dumka, 2005. – 243 p. (In Russian).**

Рукопис отримано 14.02.2019.

В. П. Кирилюк, *Львовский национальный университет имени Ивана Франко,*
Kyrylyuk.V@i.ua, https://orcid.org/0000-0001-7649-9432

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА НИЖНЕГО ДОКЕМБРИЯ УКРАИНСКОГО ЩИТА И ЕЕ ГЕОХРОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Статья 2. Проблемы бугской серии побужского комплекса и других высокотемпературных стратометаморфических комплексов

Данная статья продолжает цикл, посвященный обсуждению публикаций Л. М. Степанюка, касающихся проблем стратиграфии и геохронологии Украинского щита. В стратиграфии высокотемпературных метаморфических комплексов этого региона длительное время существуют разногласия между геологическими данными и возрастными изотопными определениями. В статье дается обзор этих разногласий в стратиграфии бугской серии побужского стратиграфического комплекса, а также приазовского, аульского и тикичского комплексов. Побужский комплекс по официальной стратиграфической схеме разделяется на днестровско-бугскую серию палеоархея и бугскую серию неоархея на основании интерпретации возрастных изотопных определений. По геологическим наблюдениям обе серии имеют согласное залегание и образуют единый стратиграфический комплекс возрастом свыше 3780 млн лет. Приазовский комплекс в стратиграфической схеме на основании изотопных данных разделен на две разновозрастные серии –

западно-приазовскую палеоархея и центрально-приазовскую неоархея. Такое разделение также не согласуется с геологическими наблюдениями. Аульская и росинско-тикичская серии (комплексы) в стратиграфической схеме тоже отнесены к разным подразделениям (палеоархею и неоархею соответственно). Ни для одного из них достоверных изотопных определений нет, а результаты геолого-эволюционного моделирования свидетельствуют о их более вероятном близком дозеленокаменном возрасте. Вывод. Разногласия между геологическими и изотопно-геохронометрическими данными могут быть преодолены путем иной интерпретации изотопных определений.

Ключевые слова: *Украинский щит, региональная стратиграфическая схема, стратиграфический комплекс, возрастные изотопные опредедения.*

V. P. Kyrylyuk, *Ivan Franko National University of Lviv,* Kyrylyuk.V@i.ua,
https://orcid.org/0000-0001-7649-9432

STRATIGRAPHIC SCHEME OF THE LOWER PRECAMBRIAN OF THE UKRAINIAN SHIELD AND THE ISSUES WITH ITS GEOCHRONOMETRY

Article 2. The issues of the Buh series of the Buh Area complex and other high temperature stratometamorphic complexes

This paper continues the cycle about the works of L. M. Stepaniuk that deal with the issues of stratigraphy and geochronology of the Ukrainian Shield. For a long time there've been inconsistencies between the geological data and the isotope age definitions in the stratigraphy of high-temperature metamorphic complexes of this region. The paper gives an overview of these inconsistencies in the stratigraphy of the Buh series of the Buh Area stratigraphic complex, as well at the Azov Area, Aul and Tikich o complexes. The Buh Area complex is divided according to the official stratigraphic scheme into the Dniester-Buh series of Paleoarchean and the Buh series of Neoarchean, based on the interpretationof the isotope age definitions. Based on geological observations both series have a concordance bedding and they form a single stratigraphic complex aged over 3780 million years. The Azov Area complex is divided according to the official stratigraphic scheme into two series of different age – the West Azov serie of the Paleoarchean and the Central Azov serieof the Neoarchean. This division also clashes with geological observations. The Aul and Ros-Tikich series (complexes) are also assigned different categories in the stratigraphic scheme (Paleoarchean and Neoarchean, respectively). Neither of them has a definite isotope age definition, and the results of geological-evolutionary modeling suggest that it's more likely they have a similar stratigraphic age. Conclusion: the discrepancies between the geological and isotope-geochronometrical observations can be overcome through a different interpretation of the isotope definitions.

Keywords: *Ukrainian Shield, regional stratigraphic scheme, stratigraphic complex, isotope age definitions.*

УДК 550.42 + 550.93:551.71/.72 (477)

В. П. Кирилюк, *д-р геол.-мінерал. наук, професор, академік АН Вищої школи України (Львівський національний університет імені Івана Франка),*
Kyrylyuk.V@i.ua, https://orcid.org/0000-0001-7649-9432

СТРАТИГРАФІЧНА СХЕМА НИЖНЬОГО ДОКЕМБРІЮ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ЇЇ ГЕОХРОНОМЕТРИЧНІ ПРОБЛЕМИ*
Стаття 3. Деякі геологічні аспекти інтерпретації ізотопних даних

На этом примере мы сталкиваемся … с отсутствием применения формационного и структурно-фациального анализа, к чему мы так привыкли в своей повседневной практике и что является одной из специфических черт нашей отечественной науки…

Ограниченность возможностей актуалистического метода осознана большинством отечественных геологов, … отрицающих неизменность и тождественность геологических процессов прошлого и настоящего. Для познания прошедших этапов истории Земли актуалистический метод "может применяться… лишь с учетом развития (эволюции) как органического мира, так и неорганической материи" (Шатский и др., 1951).

Е. В. Павловский, 1967 г. [23]

Ця стаття продовжує цикл, присвячений обговоренню публікацій Л. М. Степанюка, які торкаються проблем стратиграфії та геохронології Українського щита (УЩ). У ній розглянуто ставлення автора цих публікацій до геолого-формаційних, структурно-стратиграфічних, метаморфічних й історико-геологічних підстав стратиграфії та інтерпретації ізотопних даних. У статті підтверджено самостійність лейкогранулітової та глиноземисто-базитової формацій (зеленолевадівська й сальківська світи), існування яких заперечує Л. М. Степанюк. Березнинська світа поширена в інфраструктурі Бузько-Росинського й Волинського мегаблоків і тому не може бути ні молодшою за росинсько-тікицьку серію, ні одновіковою з тетерівською серією. Єдину (за Л. М. Степанюком) Дністровсько-Бузьку типову гранулітову область не можна вважати такою, оскільки охоплює різні структурно-формаційні зони. У регіоні значно поширені утворення, що виникли внаслідок монофаціального метаморфізму. Вони представлені побузьким і приазовським грануліто-гнейсовими комплексами та аульським і тікицьким амфіболіто-гнейсовими комплексами. Найбільшою хибою сучасної інтерпретації ізотопних визначень є неузгодженість з геолого-еволюційним розвитком фундаменту УЩ, без чого отримані результати – це лише геохронометричні числа, а не геохронологічні дані.

Ключові слова: *Український щит, стратиграфічна схема, стратиграфічний комплекс, метаморфічний комплекс, суперкрустальна формація, світа.*

---

* У зв'язку з публікаціями Л. М. Степанюка [28, 30]

 © В. П. Кирилюк, 2019

Передмова. Ця стаття продовжує обговорення публікацій Л. М. Степанюка, присвячених, як зазначено в назві однієї з них [30], "проблемам стратиграфії та геохронології Українського щита". Але, як уже зауважено в попередній праці [11], за своїм змістом ці багаторічні "проблеми" – не наукові проблеми в їхньому звичайному розумінні, а розбіжності між наявними геологічними та ізотопно-геохронологічними даними щодо відносного й "абсолютного" віку більшості регіональних стратиграфічних підрозділів високометаморфізованих комплексів, показаних у "Кореляційній хроностратиграфічній схемі раннього докембрію Українського щита" (далі КХС УЩ) [16]. Ці розбіжності, на наш погляд, можна усунути без додаткових досліджень, передусім через спробу неупередженої оцінки геолого-формаційних, структурно-стратиграфічних й особливо історико-геологічних підходів до вивчення докембрію та їхнього внеску в розроблення стратиграфії фундаменту УЩ. Саме сучасні історико-геологічні уявлення про особливості геологічного розвитку в ранньому докембрії відкривають нові і, на наш погляд, ширші можливості для інтерпретації вже отриманих ізотопних визначень і їхнього узгодження з геологічними даними. До того ж тільки узгоджені з геологічним розвитком регіону, а не з окремими "подіями" чи "процесами" ізотопні визначення віку стають *дійсно геохронологічними.* А без такого узгодження вони є лише геохронометричними числами.

Утім, на жаль, у своїх публікаціях [28, 30] Л. М. Степанюк дуже тенденційно підійшов до оцінки ролі цих методів у розробленні стратиграфії нижнього докембрію УЩ. Узято під сумнів більшість їхніх здобутків і внаслідок цього вся стратиграфія високометаморфізованих комплексів УЩ фактично позбавлена геологічної основи. Водночас ізотопні дослідження виявляються нібито достатніми для створення повноцінної хроностратиграфічної схеми. Із цими оцінками, безумовно, не можна погодитися. А оскільки без з'ясування спільних уявлень щодо геологічних та історико-геологічних підстав, на наш погляд, неможливо досягти узгодження між геологічними та геохронометричними даними у справі укладання стратиграфічної схеми фундаменту УЩ, змушений знову розглянути ці питання.

Геолого-формаційні дослідження. Дещо несподіваним стало повернення в обох публікаціях Л. М. Степанюка до давно пройденого обговорення окремих положень такого напряму регіонального вивчення й одного з методів стратиграфічного розчленування високометаморфізованих комплексів, як геолого-формаційні дослідження, до того ж з покликанням лише на одну з перших узагальнювальних праць [17]. Після виходу її друком, започаткований у Львівському університеті науковий напрям *"морфопарагенетичних геолого-формаційних досліджень нижнього докембрію"* та його здобутки набули неабиякого розвитку й поширення. Результати геолого-формаційних досліджень неодноразово виголошувано на всесоюзних та республіканських нарадах і конференціях, на Міжнародному геологічному конгресі. Йому присвячено численні публікації в періодичних виданнях, матеріалах нарад, тематичних збірках. За завданням Державного комітету з науки і технологій СРСР (ДКНТ СРСР), свого часу було розроблено й за схвалення Міністерства геології УРСР видано "Методические указания по составлению карт формаций раннего докембрия Украины (для целей геологического картирования и металлогенического прогноза)" [20]. Після виходу цього методичного посібника, складання карт формацій докембрію у 80-х роках стало обов'язковим під час проведення державного геологічного картування масштабу 1:200 000 та 1:50 000 на території УЩ.

За редакцією Е. М. Лазька 1984 року складено першу карту геологічних формацій УЩ у комплекті карт масштабу 1:1 000 000 під загальною назвою "Геология и металлогения докембрия Украинского щита" [4]. На основі цієї

карти в тому ж комплекті складено геохімічну та металогенічну карти. Пізніше, 1991 року, вийшла друком "Карта геологических формаций докембрия Украинского щита масштаба 1:500 000" російською та англійською мовами з відповідними пояснювальними записками [7]. Виданням цієї карти фактично завершено регіональне геолого-формаційне розчленування фундаменту УЩ. У дальшому результати цього розчленування використано під час складання структурно-формаційної карти та карти структурного районування в комплекті карт "Геология и металлогения юго-западной части Восточно-Европейской платформы (Украинский щит, Воронежский и Белорусский массивы)" [14], а також у новій "Тектонічній карті України" [34]. Методичні розробки й результати геолого-формаційних досліджень УЩ увійшли до останнього випуску методичного посібника "Геологическая съемка метаморфических и метасоматических комплексов" [3], виданого у ВСЕГЕІ 1996 року, а також знайшли відображення в монографії "Формаційний аналіз нижньодокембрійських комплексів Українського щита під час проведення геологознімальних робіт" [1].

З усіх цих видань Л. М. Степанюк вибрав лише одну ранню працю, з якої й наведено деякі основоположні визначення, хоч у наступних публікаціях їх висвітлено набагато докладніше. Стосовно цих визначень Л. М. Степанюк висловлює свої особисті міркування, які відрізняються від наших. Але немає сенсу зупинятися на них, оскільки, по-перше, їх багатократно обговорювано, а по-друге, і це головне, – *вони порушені лише заради двох положень*: 1) "ми категорично проти того, щоб метаморфічна формація дорівнювала світі" [30, с. 17], 2) довести неправомірність "виділення лейкогранулітової та ритмічно-шаруватої глиноземисто-базитової (так звані зеленолевадівська та сальківська світи відповідно) формацій" [28, с. 104]. От на цих положеннях дійсно варто зупинитися, оскільки вони прямо пов'язані з реальною стратиграфією та її відображенням у регіональній стратиграфічній схемі УЩ.

Що стосується співвідношення "формація – світа", то цей аспект стратиграфічної схеми докембрію УЩ уже давно вважали вирішеним. Зокрема, в одній з відомих публікацій щодо УЩ, присвячених стратиграфії докембрію, зазначено: "В основе расчленения докембрия должно лежать выделение конкретных ассоциаций пород, отражающих последовательность событий в данном районе. Такими ассоциациями являются, по сути дела, *геологические формации* (тут і далі у цитаті курсив наш. – *В. К.*). *Метаморфические формации в каждом конкретном структурно-геологическом районе представлены* ***свитами*** *суперкрустальных пород,* а магматические – магматическими комплексами. *Для каждой свиты должен быть выделен типовой разрез или стратотип,* а для магматического комплекса – петротип, отражающие наиболее характерные особенности их состава и строения" [33, с. 13]. І безпосередньо далі – дуже важливе продовження в контексті публікацій Л. М. Степанюка та обговорення принципів складання стратиграфічної схеми УЩ, яке повністю проігноровано в сучасній КХС УЩ: "Нельзя строить стратиграфическую схему на *использовании одних лишь радиогеохронологических данных*. Последние должны использоваться ***только*** *для датирования конкретных геологических процессов* (седиментации, магматизма, метаморфизма и ультраметаморфизма) *и* ***подтверждения*** *возрастных рубежей,* ***установленных другими методами***, а также для корреляции пространственно разобщенных свит и комплексов. Особенно важны радиогеохронологические данные при выделении и корреляции крупных стратиграфических подразделений, *отвечающих планетарным тектономагматическим циклам и характеризующих глобальные этапы формирования континентальной земной коры*" [33, с. 13]. На наш погляд, ця монографія має достат-

ню інформацію стосовно правомірності переведення метаморфічних формацій у ранг світ, а також містить деякі актуальні рекомендації щодо використання ізотопних досліджень для "***подтверждения*** *возрастных рубежей,* ***установленных другими методами***" та "*корреляции крупных стратиграфических подразделений, отвечающих планетарным тектономагматическим циклам и характеризующих глобальные этапы формирования континентальной земной коры*".

В обох публікаціях Л. М. Степанюка зроблено спробу спростувати як самостійний стратиграфічний підрозділ ***зеленолевадівську світу***. Спочатку її було виділено як суперкрустальну формацію, а відтак переведено в ранг світи. Вона вже давно ввійшла у стратиграфічні схеми докембрію УЩ і входить до КХС УЩ. Як зазначає Л. М. Степанюк, "на сьогодні існують факти, які свідчать, що лейкократові біотитові та гранат-біотитові гнейси, які є головним петротипом зеленолевадівської товщі (займають близько 80 % об'єму лейкогранулітової формації [1]), є продуктом кремній-калієвого метасоматозу гіперстенових плагіогнейсів (ендербіто-гнейсів) тиврівської товщі" [28, с. 106; 30, с. 22].

На доказ цієї ідеї Л. М. Степанюк використовує власні [29] й спільні зі співавторами [31] *локальні спостереження* й свідчення деяких інших дослідників [27]. Ці дані самі по собі не нові, оскільки *локальні прояви* так званої "гранітизації", зокрема й двопольовошпатової, не раз і за різними породами, включно з гіперстеновими плагіогнейсами, набагато докладніше описували різні дослідники. А от ідея щодо *регіонального поширення цих локальних явищ до рівня ліквідації цілої світи-формації,* явно суперечить уявленням багатьох дослідників (В. М. Венедиктова, П. С. Верем'єва, Г. Г. Виноградова, Г. Х. Димитрова, А. Я. Древіна, В. В. Зюльцле, В. М. Клочкова, В. С. Костюченка та багатьох інших), які вважають цю світу-формацію стратигенною за результатами геологічного картування й спеціальних тематичних робіт. Один з прикладів таких робіт показано на рис. 1.

Це фрагмент геологічної карти масштабу 1:50 000, яку склали В. В. Зюльцле й А. М. Лисак з колегами 1981 року та пізніше видали [19]. На ньому чітко видно ускладнену розломами плікативну структуру, в якій беруть участь дві суперкрустальні формації. Одна з них – це ендербіто-гнейсова формація (тиврівська світа), друга – лейкогранулітова формація (зеленолевадівська світа), нижня приконтактова частина якої має "строкатий" мегнетитовмісний склад. Цю частину В. В. Зюльцле пізніше запропонував називати "павлівською товщею". Усі три частини розрізу чітко розрізняються в геофізичному полі. По тиврівській світі розвиваються ендербіти, по лейкократових гнейсах нижньої частини лейкогранулітової формації та її більшій, верхній частині – двопольовошпатові граніто-гнейси і так звані "апліто-пегматоїдні граніти". Крім того, часто дійсно важко розрізнити вихідні лейкократові гнейси від новоутворених гранітоїдів. Але це не може поставити під сумнів існування самостійної суперкрустальної формації, фрагменти якої й об'єднуються під назвою "зеленолевадівська світа".

Імовірно як доказ відсутності самостійної *архейської* зеленолевадівської світи Л. М. Степанюк наводить ізотопні дані про вік монацитів у 2,04–1,99 млрд років з різних ділянок поширення двопольовошпатових гнейсів [30, с. 22]. Ці визначення, очевидно, відповідають, як уже зазначено в попередній статті [11], часу загальної кратонізації фундаменту УЩ приблизно 2000–1900 млн років тому і завершення процесів метаморфізму й ультраметаморфізму в більшості високометаморфізованих комплексів УЩ на сучасному рівні денудаційного зрізу фундаменту. Але вони не стосуються існування зеленолевадівської світи й не додають підстав для її ліквідації. Однак Л. М. Степанюк настільки ввірував в ідею відсутності зеленолевадівської світи, що навіть не бере її до уваги й пише: "досить тривала перерва існувала

між накопиченням тиврівської товщі та кошаро-олександрівської світи, оскільки в базальному горизонті останньої присутні кластогенні циркони першої" [30, с. 25], відверто нехтуючи загальновизнаним фактом залягання кошаро-олександрівської світи на зеленолевадівській.

Із ***сальківською світою*** у викладенні Л. М. Степанюка взагалі склалася унікальна ситуація. Ще наприкінці 60-х років XX сторіччя мені довелося стати співавтором виділення побузького комплексу та його стратигенних підрозділів, зокрема *тиврівської й сальківської світ*. Першу з них було виділено разом з Г. М. Яценко на Верхньому Побужжі як кальцифір-кристалосланцеву формацію, яка згодом отримала назву "тиврівська світа", а другу – разом з А. О. Сивороновим у районі Хащувате-Завалля як залізорудно-гнейсову формацію або "сальківську світу". Під час наступного геологічного картування території Дністровсько-Бузького межиріччя було з'ясовано, що кальцифір-кристалосланцева формація є нижньою частиною ендербіто-гнейсо-

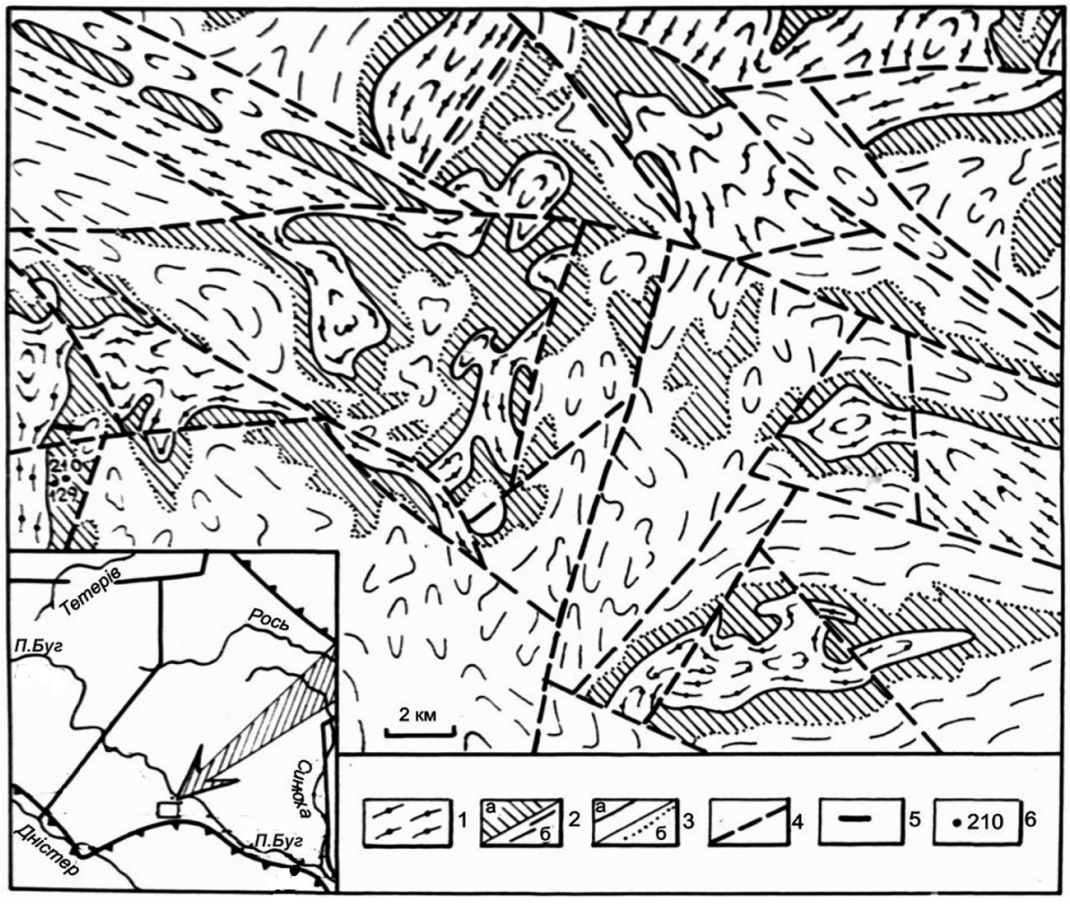


Рис. 1. Геолого-формаційна карта району Павлівської групи магнітних аномалій (за А. М. Лисаком зі співавторами [19] з деякими термінологічними уточненнями)
1 – ендербіто-гнейсова формація й ендербіти, які з нею асоціюють; 2 – лейкогранулітова формація й гранітоїди, які з нею асоціюють: а) нижня (магнетитумісна) частина, б) верхня частина; 3 – геологічні границі: а) між формаціями, б) внутрішньоформаційна; 4 – розломи; 5 – Павлівський профіль свердловин; 6 – місцерозміщення й номери свердловин

вої формації, на яку й поширилася назва “тиврівська світа”. Залізорудно-гнейсова формація внаслідок її довивчення двічі змінювала свою назву, спочатку на “евлізитову”, а пізніше на “глиноземисто-базитову”. Водночас її стратиграфічний обсяг не змінювався, а лише уточнювалася структурна позиція й положення формації-світи у зведеному розрізі комплексу. Склад і будова цих формацій-світ абсолютно різна, у чому не важко переконатися вже під час їхнього польового дослідження, а різна структурна й стратиграфічна позиція, яка не може бути продемонстрована безпосередньо, так би мовити, “на природі”, знайшла чітке відображення на “Карте геологических формаций докембрия Украинского щита масштаба 1:500 000” [7] та “Тектонічній карті України масштабу 1:1 000 000” [34].

Крім того, більша частина обох публікацій Л. М. Степанюка спрямована на те, щоб переконати геологічну спільноту і, мабуть, мене особисто в тому, що ми з колегами помилково виділили тиврівську світу як підрозділ нижньої частини побузького комплексу, а самостійної сальківської світи взагалі не існує. За останніми ізотопними дослідженнями, результати яких наведено в першій статті циклу [10], тиврівська світа разом з березнинською світою в їхньому стратотиповому районі, на думку Л. М. Степанюка, є віковим аналогом нижньопротерозойської тетерівської серії [32], а от сальківська світа – це дійсно тиврівська світа, і саме вона, за Л. М. Степанюком, є найнижчим і найдавнішим підрозділом дністровсько-бузької серії. І в такий спосіб сальківська світа просто зайва й не має права на існування.

На доказ цієї ***ідеї***, бо жодних реальних підстав для перетворення її на ***факт*** *немає і бути не може,* вибрано засіб спростування як самостійної одиниці ритмічно-шаруватої глиноземисто-базитової суперкрустальної формації. Для цього що тільки не використовується! Тут і наявність дайок основного складу, що петрографічно визначаються як кристалічні сланці, і нібито “сприймання контактів жильних (інтрузивних магматичних і метасоматичних) порід як первинної шаруватості” [28, с. 104], і “присутність порід з парагенезисом не вищим за амфіболітову фацію (гранатові, біотит-гранатові, силіманіт-гранатові гнейси), які до того ж займають 20 % об’єму формації” [28, с. 104], тобто явно вторинних щодо гранулітової фації і різного складу метасоматитів, до яких належать і евлізити, і калішпатуміщувальні гнейси тощо. Деякі із цих, не можу сказати інакше, як інсинуацій, ще й супроводжуються запитаннями, які наведено нижче і на які просто неможливо не дати відповіді, але трохи пізніше.

У підсумку в одній з публікацій Л. М. Степанюк робить загальний висновок, що “в розрізі “сальківської світи” присутні вторинні утворення, формування яких обумовлене накладеними геологічними процесами. Форма їх тіл, співвідношення з іншими суперкрустальними породами та умови залягання є похідними цих же накладених ендогенних процесів і жодним чином не можуть характеризувати первинну шаруватість стратигенних утворень, серед яких вони залягають. Якщо вилучити зазначені вторинні члени формації, то в її складі залишаться гіперстенові, двопіроксенові плагіогнейси та кристалічні сланці, які характерні для ендербіто-гнейсової формації, тобто для тиврівської товщі” [29, с. 105].

У наступній публікації також зазначено, що “*на наше переконання* (курсив наш. – *В. К.*), сальківська світа є фрагментом розрізу тиврівської товщі (перешаровування кристалічних сланців, гіперстенових та двопіроксенових плагіогнейсів), … що був пронизаний численними дайками діабазів (баєрбахіти, амфібол-двопіроксенові, двопіроксенові, біотит-двопіроксенові кристалічні сланці) та зазнав численних структурно-метаморфічних перетворень, які в палеопротерозої (2,04–1,95 млрд років тому) супроводжувалися процесами кремній-калієвого метасоматозу. Це призвело до формування гранулітів і гнейсів біотитових, гранат-біотитових, гіперстенових та двопіроксенових.

Широка, за РТ-умовами формування (від гранулітової до амфіболітової фації), гама зазначених порід обумовлена досить великим віковим інтервалом процесів і *є одним із доказів вторинної природи цих утворень*" [30, с. 20–21].

Спростування кожної з наведених окремих підстав, і висновків загалом, потребує дуже багато часу, тому що всі вони ґрунтуються на *переконаннях*, а не *фактах* і протилежне треба було б просто доводити від самого початку. Тому обмежуся лише таким. У своїй останній фундаментальній монографії відомий дослідник УЩ, геолог і петролог І. Б. Щербаков пише: "Надо признать, что львовские геологи продвинулись в формационном анализе значительно дальше других школ, …охватили своими исследованиями весь УЩ и внесли огромный вклад в его геологию… Эти геологи прошли по всем обнажениям западной части щита буквально с рулеткой в руках" [37, с. 108].

Щодо всієї західної частини УЩ, то це явне перебільшення. А от розріз залізорудно-гнейсової (нині ритмічно-шаруватої глиноземисто-базитової) формації між с. Хащувате та смт Завалля було *повністю виміряно й описано з рулеткою в руках* по всьому лівому березі р. Південний Буг і для більшої частини відслонень правого берега. То чи можливо було за такої детальності спостереження не побачити все те, про що пише Л. М. Степанюк? Під час такого вивчення розрізу до нього потрапили й були задокументовані всі – і головні, і другорядні, і первинні, і вторинні члени формації. Їхній повний перелік можна знайти в монографії ще 1975 року [17]. На цій підставі можу абсолютно відповідально стверджувати, що *ніде кількість другорядних членів не перевищує* ***перших відсотків об'єму формації,*** *не спотворює ритмічно-шаруватої структури формації й не заважає її вивченню.* Саме тому "можливість появи таких утворень у геологічних розрізах докембрію В. П. Кирилюк навіть не обговорює" [28, с. 104]. Ритмічне чергування головних членів формації, особливо чітке в чотирикомпонентних товщах, спостерігається багатократно, що і є доказом їхнього парагенетичного зв'язку. І, навпаки, немає жодних спостережень, які б підтверджували утворення одних головних членів формації внаслідок заміщення інших, включно з основною масою евлізитів. А спроба перевести чималу кількість кристалічних сланців в інтрузивні дайкові тіла, а двопольовошпатових гранатових гнейсів і лейкократових гранулітів (з витягненими пластинчастими зернами кварцу) у метасоматити є абсолютно декларативною і безпідставною.

Що ж до запитань Л. М. Степанюка [30, с. 20], то на них можливі такі стислі відповіді.

1. *"Чому за такої величезної потужності відклади цієї світи-формації збереглися лише на невеликій ділянці?"* По-перше, вона не така вже й "величезна" (2500 м), порівнюючи з 15–17-кілометровим розрізом побузького комплексу. А по-друге, і це головне, вона розміщена в ядрі великої регіональної синклінальної структури, яка охоплює весь Дністровсько-Бузький район поширення побузького гранулітового комплексу. Її структурну позицію доведено й показано на схемі ще на початку 80-х років XX сторіччя [12, рис. 1], а пізніше відображено на картах [7, 34].

2. *"Чому, за умови монофаціального гранулітового метаморфізму порід ДБМ, серед головних членів формації присутні породи з не вищим за амфіболітову фацію парагенезисом (гранатові, біотит-гранатові, силіманіт-гранатові гнейси), які до того ж займають 20 % її об'єму?"* Жоден із цих мінералів – гранат, біотит і силіманіт – і відповідних гнейсів ніколи не були забороненими для гранулітової фації. Силіманіт є просто транзитним мінералом, а гранат з біотитом гранулітової фації відрізняються від гранату й біотиту амфіболітової фації за своїм складом, і в сальківській світі вони переважно саме гранулітові, і лише іноді діафторитові.

3. *"Чи всі тіла основних кристалічних сланців (двопіроксенові, роговообманково-піроксенові, гранат-амфібол-пірок-*

сенові), поширеність яких становить 30 %, належать до стратифікованих утворень? Значну частину основних кристалічних сланців (уперше описані як баєрбахіти) складають жильні тіла, що залягають субвертикально та вертикально, переважно субзгідно з породами, що їх вміщують, і лише в деяких випадках, і то лише в горизонтальних площинах, спостерігаються січні контакти". Так, майже всі тіла основних кристалічних сланців на площі поширення сальківської світи є головними членами ритмічно-шаруватої формації, порівнюючи з якими дайки, представлені основними кристалічними сланцями, становлять лише незначну частину (<1 % об'єму) і зазвичай мають січне положення в будь-яких площинах (рис. 2).

4. "Яким чином у породному комплексі, сформованому в еоархеї (понад 3,7 млрд років тому), гнейси (тобто калішпатові різновиди порід) займають понад 20 % розрізу (враховуємо, що в розрізі є гнейси гіперстенові та двопіроксенові та як другорядний член – грануліти)?" – запитання просто не зрозуміле, можливо, пов'язане з наступним?

5. "Яким чином біотитові гнейси, склад яких досить близький до гранітної евтектики, пережили (не були розплавлені) гранулітовий метаморфізм і супутній йому ізофаціальний ультраметаморфізм?" Пережили тому, що в безводних ("сухих") умовах гранулітової фації температура плавлення граніту набагато підвищується і анатексис як прояв ультраметаморфізму дуже обмежений!

Регіонально-геологічні дослідження. В обох публікаціях, крім суто стратиграфічних аспектів, Л. М. Степанюк торкається деяких питань геологічної будови, теж давно вирішених, але, імовірно, на думку Л. М. Степанюка, важливих для інтерпретації ізотопних визначень чи доведення на їхній підставі якихось стратиграфічних висновків. Зокрема, знову таки, *ставиться під сумнів (а не доводиться протилежне!)* існування у Волинському мегаблоці побузького комплексу, і зокрема берез-

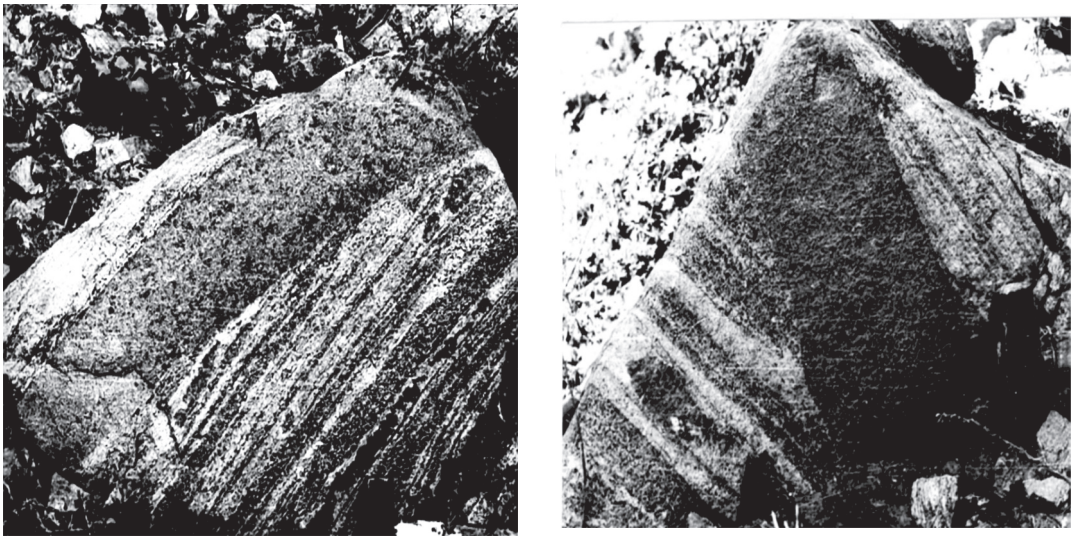


Рис. 2. Два ракурси однієї дайки, утвореної двопіроксеновим кристалічним сланцем. Дайка перетинає перешаровування гіперстенових плагіогнейсів (світле) і двопіроксенових кристалічних сланців (темне) сальківської світи.
Потужність дайки становить 25–27 см. Лівий берег р. Південний Буг, біля с. Салькове. Фото автора, 1967 р.

нинської світи. Стосовно неї автор пише: “Якщо це утворення березнинської товщі, то тут, напевно, не все гаразд з виділенням границі між цими (Подільським і Волинським. – *В. К.*) мегаблоками” [28, с. 102; 30, с. 18].

Щодо березнинської світи, то вона у Волинському мегаблоці, безумовно, існує. Нерозчленовану дністровсько-бузьку серію у Волинському мегаблоці внесено в КХС УЩ. У південній частині Житомирського аркуша ДГК-200 її навіть розчленовано на тиврівську й березнинську світи [5]. Я особисто мав можливість вивчати діафторовані виходи березнинської світи у південній частині мегаблока, по р. Случ біля с. Соснового та по р. Тетерів вище м. Чуднова. Дані про її співвідношення у Волинському мегаблоці з тетерівською серією обмежені. Але ще наприкінці 60-х років XX сторіччя контакт городської світи тетерівської серії з березнинською світою й гранітоїдами, що її заміщують, перебурив Г. С. Безверхній, що знайшло своє відображення в матеріалах ДГК-200 Фастівського аркуша, в яких зазначено, що під час проведення геологічної зйомки було “встановлено, що гнейси городської світи залягають безпосередньо на бердичівських гранітоїдах” [6, с. 7]. Входження березнинської світи до складу фундаменту тетерівської серії випливає і із загального аналізу структури Волинського мегаблока.

Стосовно границі між Подільським і Волинським мегаблоками, то її визначення ніяк не пов’язане з поширенням побузького комплексу й гранулітових комплексів взагалі. Із цього приводу варто нагадати ще один висновок І. Б. Щербакова про те, що “каждый из шести традиционно выделяемых на УЩ районов глубоко индивидуален, однако все они имеют одну принципиальную особенность – наличие общего гранулитового фундамента” [36, с. 37].

Крім Волинського мегаблока, згадано також Дністровсько-Бузький і Росинсько-Тікицький мегаблоки. Не торкаючись правомірності самого виділення й визначення їх як *мегаблоків*, про що йдеться і в одній з публікацій Л. М. Степанюка [30, с. 19], зазначимо лише таке. Обидва їх раніше виділяли за тими самими назвами, що й геологічні райони, під якими розуміли: Дністровсько-Бузький район – це область безперервного поширення утворень гранулітової фації, переважно дністровсько-бузької серії, і асоційованих ультраметаморфічних утворень, а Росинсько-Тікицький район – територія розвитку амфіболітової фації або росинсько-тікицької серії і супровідних гранітоїдів, без будь-якої геолого-структурної інтерпретації районів. Тепер Л. М. Степанюк уважає Дністровсько-Бузький мегаблок не просто територією поширення гранулітових утворень, а “типовою грануліто-гнейсовою областю” [30, с. 19], тобто надає йому геоструктурного значення. З таким його визначенням важко погодитися з різних причин.

По-перше, чіткого й визнаного визначення “гранулітової області”, а надто “типової”, взагалі не існує, а по-друге, ця територія неоднорідна як за структурою, так і за умовами гранулітового метаморфізму, який, проте, є, безумовно, монофаціальним. Тому її важко було б назвати цілісною “типовою грануліто-гнейсовою областю”, навіть визнаючи, як це вважають “геологи Львівської школи, що породна асоціація Побужжя була сформована в ході одного геоісторичного етапу” [30, с. 19]. До того ж, на думку Л. М. Степанюка, “у гранулітовій асоціації Побужжя доцільно виділити три стратиграфічні одиниці (і всі гранулітові! – *В. К.*): палеоархейську (сучасні тиврівська і павлівська товщі, що поширені на середньому Побужжі); неоархейську (?) (сучасна бузька серія); палеопротерозойську (березнинська та тиврівська товщі, поширені у верхньому Побужжі та Придністров’ї – кінцигітова й ендербіто-гнейсова формації)” [30, с. 27].

Тут варто уточнити, що сформованим у процесі одного геоісторичного етапу, а саме впродовж раннього архею і ймовірно раніше за ≈ 3,8 млрд років геологи Львів-

ської школи вважають лише *стратиграфічний розріз побузького комплексу*, тоді як комплекс загалом у його сучасному метаморфічному й ультраметаморфічному вигляді формувався аж до загальної тектонотермальної стабілізації (кратонізації) фундаменту УЩ, яка відбулася, як уже зазначено вище, приблизно 2000–1900 млн років тому. Водночас тектонічні й метаморфо-ультраметаморфічні умови його післяранньоархейської еволюції були різними в межах трьох частин: 1) Подільського мегаблока, 2) південно-західної частини Бузько-Росинського мегаблока, між Немирівським і Тальнівським розломами, 3) у Голованівському блоці. І на ці різні умови формування не можна не зважати, інтерпретуючи результати ізотопного датування.

Росинсько-Тікицький район, який, на думку багатьох дослідників, є не самостійним мегаблоком, а північною частиною Бузько-Росинського мегаблока, має двоповерхову будову. Його нижній структурний поверх складений діафторованим побузьким комплексом (дністровсько-бузькою серією) та ультраметаморфічними гранітоїдами, які заміщують уже діафторовані суперкрустальні формації, а верхній – тікицьким комплексом у складі росинсько-тікицької серії й супутніх ультраметаморфічних гранітоїдів. У складі побузького комплексу виявлені релікти всіх трьох нижніх діафторованих світ-формацій побузького комплексу: березнинської (кінцигітової), тиврівської (ендербіто-гнейсової) і зеленолевадівської (лейкогранулітової). Саме з формуванням верхнього структурного поверху, імовірно, і пов'язаний діафторез порід суперкрустальних формацій, зокрема й кінцигітової формації – березнинської світи, що унеможливлює її, за визначенням Л. М. Степанюка, палеопротерозойський вік, молодший за росинсько-тікицьку серію.

Монофаціальний метаморфізм, його ознаки та вік. У згаданих публікаціях Л. М. Степанюк неодноразово торкається різних аспектів монофаціального метаморфізму. З одного боку, це пов'язане зі спростуванням належності до категорії монофаціальних асоціацій окремих стратиграфічних підрозділів, а разом з ними й усього комплексу, якого вони стосуються, з іншого – це очевидна спроба взагалі ліквідації на УЩ принаймні частини монофаціальних комплексів.

Вивчення метаморфізму нижнього докембрію завжди відігравало важливу роль у стратиграфічному розчленуванні фундаменту щитів і набуло нового значення після обґрунтування існування в природі монофаціальних і поліфаціальних комплексів, яке зробила Б. Я. Хорева [35]. Використання метаморфізму в стратиграфічному розчленуванні нижнього докембрію не тільки не вичерпало себе внаслідок застосування ізотопних методів визначення віку, як уважають окремі дослідники, але й у деяких випадках може навіть відігравати провідну роль. Крім того, без сучасних уявлень про *особливості ранньодокембрійського метаморфізму*, на наш погляд, просто неможлива коректна інтерпретація ізотопних даних, зокрема тих, що наводить Л. М. Степанюк. От чому про це питання – докладніше.

Перед усім "під вогонь" потрапила березнинська світа, метаморфізм якої нібито проходив в умовах як гранулітової, так і амфіболітової фацій, а тому "про монофаціальний метаморфізм порід березнинської товщі не може йти мова, і немає підстав відносити їх до монофаціально метаморфізованих утворень" [28, с. 106]. Для обґрунтування цього висновку Л. М. Степанюк використовує дані дослідження РТ-параметрів метаморфізму за мінералогічними геотермометрами й геобарометрами, до того ж не з порід власне березнинської світи, а з бердичівських гранітів. Діапазон їхнього формування вказаний у числах і нібито відповідає інтервалу "…от низов амфиболитовой до верхов гранулитовой фации…" [30, с. 23]. Не беручись коментувати числові значення, можу зазначити з власних спостережень, що за мінералого-петрографічними ознаками, а саме за наявністю *на всій площі поширення кінцигітової*

формації (березнинської світи) специфічних, властивих лише цій формації, біотит-гіперстенових кристалічних сланців, вона, безумовно, належить до гранулітової фації. Крім того, кристалічні сланці, які містять гіперстен, чи не найтиповіший мінерал гранулітової фації, за своїми ознаками відрізняються від подібних порід інших формацій. Вони містять характерний яскраво забарвлений біотит, що різко плеохроює, і безбарвний високомагнезіальний гіперстен. Висока магнезіальність останнього успадковується навіть під час діафторезу, коли гіперстен заміщується світло-зеленим і майже безбарвним магнезіальним амфіболом.

Таку саму спробу спростувати належність до монофаціального комплексу зроблено щодо сальківської світи на основі того, що "серед головних членів формації присутні породи з не вищим за амфіболітову фацію парагенезисом" [30, с. 20]. Пояснення із цього приводу наведено вище. Тут можна лише додати, що Л. М. Степанюк іде далі і ставить узагальнювальні запитання: "Чи усі "монофаціальні гранулітові комплекси" є стратигенними утвореннями? Чи усі комплекси, що традиційно вважаються монофаціальними, є дійсно такими?" [29, с. 18].

Визначення монофаціального комплексу містить "Петрографический кодекс России" [24]: "Монофациальный (ареальный) метаморфический комплекс – геологическое тело или тела, объединяющие горные породы с минеральным парагенезисом одной фации метаморфизма, образовавшиеся при почти постоянных термодинамических условиях для всего геоструктурного уровня формирования комплекса. Границы таких комплексов совпадают с границами одной фации" [24, с. 60].

За цим визначенням, до первинних ("додіафторитових") монофаціальних комплексів на УЩ можна зарахувати ***побузький і приазовський гранулітові метаморфічні комплекси*** та ***аульський і тікицький амфіболітові метаморфічні комплекси.*** Усі виходи подібних утворень в інших мегаблоках, включно зі славгородським комплексом, виділяються лише за аналогією з ними.

Варто спеціально наголосити на тому, що цього разу йдеться не про *стратиграфічні,* а *метаморфічні комплекси.* І насамперед це стосується *побузького та приазовського комплексів.* На територіях їхнього поширення *немає жодних ані структурних, ані метаморфічних підстав для поділу цих* ***метаморфічних комплексів*** *на якісь розірвані в часі різновікові частини,* які мали б у такому разі зазнати й різного метаморфізму. Але в побузькому комплексі і породи дністровсько-бузької, і бузької серії метаморфізовані в умовах гранулітової фації, до того ж на площі їхнього спільного поширення, на Середньому Побужжі, з ознаками метаморфізму підвищеного тиску в обох серіях. Жодних інших ознак більш низькотемпературних фацій прогресивного метаморфізму в обох серіях не виявлено. У приазовському комплексі первинний метаморфізм обох серій теж відповідає гранулітовій фації помірного тиску, а наступний діафторез, *теж обох серій*, проходив в умовах високотемпературної амфіболітової фації із супутнім ультраметаморфізмом. Така спільність метаморфічної історії кожного з комплексів, на наш погляд, не дає підстав і для їхнього стратиграфічного поділу на різновікові серії, який ґрунтується лише на інтерпретації геохронометричних визначень.

Стратиграфічна послідовність монофаціальних комплексів, їхня природа й вік їхнього метаморфізму становлять окрему тему, яка виходить за межі цієї публікації й досить докладно розглянута в одній з порівняно недавніх праць [9]. Дослідники, які визнають існування монофаціальних комплексів і відповідного метаморфізму, услід за Б. Я. Хоревою вважають, що *як стратиграфічні підрозділи вони є тільки архейськими дозеленокам'яними утвореннями*. Крім того, ранішими є гранулітo-гнейсові, а наступними за "стратиграфічним віком" – амфіболіто-гнейсові комплекси. Таку послідовність комплек-

сів установлено у всіх регіонах спільного поширення обох високотемпературних монофаціальних комплексів, до яких на території Північної Євразії належить західна частина УЩ та Алдано-Становий щит. Саме на таку відносну стратиграфічну послідовність указує незбіг регіональних структурних планів комплексів, "січне" положення амфіболіто-гнейсових комплексів щодо грануліто-гнейсових і інтенсивний приконтактовий діафторез гранулітів в умовах амфіболітової фації.

Такі структурно-стратиграфічні співвідношення комплексів, від самого початку їхнього відокремлення як регіональних стратиграфічних одиниць, яке передувало обґрунтуванню уявлень про існування монофаціальних комплексів і монофаціального метаморфізму, розглядали як свідчення не тільки різного "стратиграфічного віку" комплексів, але й різного віку їхнього метаморфізму. Згідно з ідеєю циклічного розвитку гранулітовий метаморфізм пов'язаний лише з етапом формування грануліто-гнейсових комплексів і закінчився до початку формування амфіболіто-гнейсових, амфіболітовий метаморфізм був пов'язаний з формуванням останніх і закінчився до появи зеленокам'яних комплексів. І лише набагато пізніше, завдяки розвитку радіологічних методів дослідження й масовим визначенням ізотопного віку з різних високотемпературних метаморфічних комплексів, поступово стало зрозуміло як геологам, так і більшості фахівців з ізотопних досліджень, що *умови високотемпературного монофаціального метаморфізму* ***у відповідних вікових комплексах*** *існували впродовж дуже тривалого часу.*

Яскравим прикладом цього є нижньоархейський побузький гранулітовий комплекс, в якому умови гранулітової фації за ізотопними визначеннями багатьох дослідників – О. В. Бібікової, С. Б. Лобач-Жученко, М. П. Щербака та їхніх колег – існували у віковому діапазоні від понад 3780 до 2000–1900 млн років. Водночас до цього діапазону належать усі визначення як з грануліто-гнейсових, так й амфіболіто-гнейсових комплексів і із супутніх ультраметаморфічних утворень, що, на наш погляд, свідчить про їхні синхронні метаморфічні та ультраметаморфічні перетворення на рівні сучасного денудаційного зрізу фундаменту УЩ аж до його загальної кратонізації.

За таких уявлень видається, що ступінь метаморфізму нібито втрачає своє стратиграфічне значення. Але той факт, що монофаціальні грануліто-гнейсові та амфіболіто-гнейсові комплекси мають різний геолого-формаційний склад, дає нам підстави для висновку, що *умови різного монофаціального метаморфізму тривалий час зберігалися саме у* ***відповідних стратиграфічних комплексах****, склад і ступінь метаморфізму яких, незалежно від отриманих визначень ізотопного віку, зберігають своє стратиграфічне значення.*

Спеціально акцентуємо на цьому, тому що Л. М. Степанюк має із цього приводу інші уявлення, які й використовує для інтерпретації ізотопних визначень. На його думку, ступінь метаморфізму може бути застосовано для вікового розчленування "тих породних асоціацій, що були метаморфізовані в археї. Суперкрустальні породи УЩ, за винятком Середньопридніпровського мегаблока, зазнали суттєвих структурно-метаморфічних перетворень і гранітизації в палеопротерозої (2,1–1,9 млрд років тому). Саме палеопротерозойськими ендогенними процесами обумовлений теперішній їх вигляд: парагенезиси мінералів, їхній склад, співвідношення між породами, пачками, товщами" [30, с. 17]. І тут, після сказаного, уже ми ставимо запитання про те, чи залишилося за таких інтенсивних процесів щось "допалеопротерозойське", зокрема стратиграфія, і які взагалі рушійні сили зумовили такі інтенсивні ендогенні процеси саме в палеопротерозої, на *кінцевій стадії* формування фундаменту?

Відомі різні погляди на стан та еволюцію цих умов упродовж раннього докембрію. Геологи схильні розуміти їх як довготривале квазістатичне існування або,

як його іноді визначають, охолодження з нульовою швидкістю [18], фахівці з ізотопних досліджень – як низку послідовних дискретних термальних імпульсів (гіпотетичних подій). Такі уявлення щодо дискретних імпульсів видаються малоймовірними через брак ефективних методів як швидкого охолодження гранулітових мас, розігрітих до високих температур, так і їхнього наступного повторного розігрівання. Але головне – це брак свідчень про реальні геологічні події, крім формування різновікових оболонок цирконів.

Геохронологія та еволюція. І тут ми підійшли до найважливішої, на мій погляд, *проблеми в інтерпретації ізотопних визначень* Л. М. Степанюка та його однодумців, а саме – до відсутності в них будь-якої історико-геологічної еволюційної концепції розвитку фундаменту УЩ. Крім того, явно проглядає зневажливе ставлення до вже наявних еволюційних концепцій, одну з яких порівняно недавно оприлюднено на матеріалах УЩ [8], і навіть відверте іронізування із цього приводу. У декількох місцях знаходимо: "...головним *постулатом* (курсив наш. – *В. К.*), яким керується у своїх *міркуваннях* В. П. Кирилюк, є "історико-геологічний (подійний) принцип "стратифікації..." [30, с. 17], "...другим *постулатом* є закономірна зміна в часі фізико-хімічних умов формування континентальної кори, що призводить до неповторюваності в геологічній історії Землі, складу породних асоціацій..." [30, с. 17], "...геолого-еволюційний підхід до побудови шкали нижнього докембрію – до геніальності простий і привабливий прийом. Високометаморфізована асоціація – архей…" [28, с. 108], "В. П. Кирилюк історико-геологічний принцип звів до простої парадигми…" [30, с. 17] і т. д.

Тут варто ще раз повторити частину висловлення Є. В. Павловського, наведену в епіграфі до першої статті: "Подобным упрощенным путем, разумеется, нетрудно провести любую корреляцию, не заметив при этом глубокой специфичности геологических процессов, происходивших в докембрии, не уяснив общего необратимого хода развития земной коры, тех закономерностей, которые определяют этот процесс" [23, с. 7]. Також можна додати висловлювання ще одного, можливо, найвидатнішого знавця докембрію у XX сторіччі, Л. Й. Салопа, відомого своїми узагальненнями світового матеріалу з геології докембрію: "Обычно возникает еще такой вопрос: почему различные подразделения докембрия обладают во всем мире такой исключительной спецификой, а одновозрастные подразделения таким сходством, которые как будто совсем не характерны для фанерозойских образований? Причин этому несколько. Прежде всего, следует учесть, что этапы эволюционного развития, во время которых происходило формирование супракрустальных толщ в докембрии, были гораздо более длительными, чем в фанерозое. Очевидно, что главные стратиграфические подразделения докембрия, заключенные между диастрофическими циклами первого порядка, или иначе группы докембрия, имеют гораздо больший объем, чем группы фанерозоя. Даже литостратиграфические комплексы, составляющие часть докембрийских групп, формировались в течение первых сотен миллионов лет (кроме коротких ледниковых комплексов), и, таким образом, длительность их образования значительно больше периодов фанерозоя и даже мезозойской или кайнозойской эр. Естественно, что подразделения докембрия и фанерозоя в этом отношении несравнимы.

…Иными были в докембрии и физические условия на поверхности планеты. Наконец, что особенно важно, геохимическая эволюция атмосферы и гидросферы, которая отразилась на образовании многих специфических, необратимых в истории Земли формаций (в частности, различных оксисенсорных формаций), произошла в основном в докембрии, преимущественно до начала неопротозойской эры" [26, с. 339].

На історико-геологічному принципі в поєднанні з ізотопно-хронометричними дослідженнями ґрунтується розчленування нижнього докембрію щитів території Російської Федерації і побудова "Общей стратиграфической шкалы нижнего докембрия России" [22]. Водночас, як зазначив відомий знавець нижнього докембрію й багаторічний голова Комісії з нижнього докембрію Міжвідомчого стратиграфічного комітету (МСК) Росії В. З. Негруца, "российскими геологами общепризнано, что только приоритет историко-геологического подхода к стратиграфическому расчленению докембрия открывает возможность получения комплексной характеристики (событийной, изотопно-геохронологической, палеонтологической, хемостратиграфической, палеоклиматической и др.) подразделений и их границ" [21, с. 9]. Саме історико-геологічний підхід до стратиграфічного розчленування нижнього докембрію зробив можливим змістовне, геоеволюційне наповнення загальної стратиграфічної шкали нижнього докембрію Росії [22], а не лише її віковий хронометричний поділ.

Потребу використання історико-геологічного підходу під час розроблення не тільки регіональних, але й загальної стратиграфічної шкали докембрію вже давно усвідомлювали й укладачі "Міжнародної шкали геологічного часу" (GTS). Як зазначає Ван Кранендонк зі співавторами, "пропозиції Докембрійської стратиграфічної підкомісії, згідно з якими підрозділи архею і протерозою будуть визначатися хронометричним методом, з віковими границями, встановленими у заокруглених значеннях мільйонів років тому назад, або Глобальними стандартами стратиграфічного віку (GSSAs)" * [40], які 1990 року ратифікував Міжнародний союз геологічних наук (МСГН), від самого початку розглядали як тимчасові. "Ця схема була прийнята як найбільш прийнятне рішення, поки стратифіковані товщі, що утворилися в процесі єдиних глобальних подій, не зможуть розпізнаватися та корелюватися за характерними рисами їхньої геологічної історії, а не просто за цифровими даними" ** [40]. І ще далі зауважимо, що оновлена, нині чинна Докембрійська підкомісія МСГН "прагне до більш "природного" підбору підрозділів з тим, щоб вони містили в собі важливі тектонічні, біологічні, атмосферні та геохімічні процеси" *** [40].

Такий вигляд у стислому викладенні мають "постулати", на які пропонуємо зважати під час розчленування нижнього докембрію УЩ та складання нового варіанта його стратиграфічної схеми і які, на думку Л. М. Степанюка, не заслуговують на увагу. А яких основних постулатів дотримується Л. М. Степанюк в інтерпретації ізотопних визначень? Їх, судячи зі змісту обговорюваних публікацій і раніших праць автора, є всього три і вони, використовуючи стиль Л. М. Степанюка, "до геніальності прості і привабливі" [28, с. 108].

Перший постулат, не раз повторений у численних публікаціях і дуже поширений у певних дослідницьких колах, – це існування найдавніших ендербітів чи ендербіто-гнейсів (або навіть просто тоналітів), з яких нібито починався розвиток фундаменту щитів (або земної кори загалом?), до яких зараховують, на підставі відповідних ізотопних визначень, породи і товщі, які їх уміщують, незалежно від стратиграфічного положення цих товщ. У побузь-

---

* "The recommendations by the Precambrian Subcommission that the subdivisions of the Archean and Proterozoic eons shall be defined chronometrically, with boundaries assigned in terms of a round number of years before present (Ma) or Global Standard Stratigraphic Ages (GSSAs)" [40, p. 23–24].

** "This scheme was viewed as the most appropriate solution until packages of strata and associated global events could be recognized and correlated by the intrinsic fear trues of their geologic history rather than simply by numerical dates" [40, p. 24].

*** "The Precambrian Subcommission is striving to establish a more "natural" set of subdivisions that incorporates major tectonic, biologic, atmospheric and geochemical events" [40, p. 24].

кому комплексі, наприклад, найдавнішими вважають гіперстенові плагіогнейси із самої верхньої в його розрізі сальківської світи, у приазовському комплексі – із центральноприазовської серії, з якої штучно виокремлено "найдавнішу" еоархейську новопавлівську товщу. До речі, з дійсно найнижчих у розрізах подібних порід як побузького, так і приазовського комплексів найдавніші визначення поки що не встановлені.

Другий постулат полягає в тому, що "незважаючи на деяку еволюцію фізико-хімічних умов, що обумовили зміни в умовах формування континентальної кори та її склад, в історії Землі утворення схожих породних асоціацій повторювалося" [28, с. 108]. За приклад узято загальновідомий факт існування на різних щитах різновікових архейських зеленокам'яних комплексів. Стосовно цього треба зауважити, що зазвичай розрізняють три вікові групи зеленокам'яних комплексів, для яких різні автори наводять різні часові межі, але таких груп можна виділити й більше. Так, наприклад, відомий дослідник зеленокам'яних поясів (ЗКП) О. Б. Вревський указує на "существование, *по крайней мере* (курсив наш. – *В. К.*), трех возрастных групп (периодов) формирования ЗКП (3,55–3,1, 3,0–2,85 и 2,8–2,65 млрд лет)" [2, с. 34]. У загальній стратиграфічній шкалі нижнього докембрію Росії розрізняють три генерації зеленокам'яних поясів (3200–3000, 3000–2800, 2800–2550 млн років) [22]. Різні вікові межі комплексів зеленокам'яних поясів для різних щитів наводять фундаментальні праці [38, 39]. Але спільним у всіх дослідників є те, що всі вони визнають специфіку й неповторність зеленокам'яних комплексів у геологічному розвитку Землі, їхню належність до верхнього архею або принаймні до верхньої половини архею за більш ніж двочленним поділом, залягання на високометаморфізованих комплексах і відсутність зеленокам'яних комплексів, молодших за архей. Цей останній висновок чітко сформулював ще понад 30 років тому К. Конді (C. Condi), який зазначав, що якщо прийняти "понимание зеленокаменного пояса, подразумевающее присутствие сравнительно большого объема ультраосновных и коматиитовых вулканитов, получается, что постархейские пояса редки или вообще отсутствуют" [15, с. 11].

Із цього випливає, на наш погляд, передусім те, що зеленокам'яні комплекси відповідають, як це й зазначав Л. Й. Салоп [26], певному розтягненому в часі, глобальному етапу (або стадії) "зеленокам'яних поясів" в еволюції земної кори, який був у різний час проявлений на різних щитах у вікових границях пізнього архею. Їх, мабуть-таки, треба розглядати не як різновікові генерації, а як асинхронний прояв або віковий плин на різних ділянках Землі глобального зеленокам'яного етапу й відповідного режиму в геологічному розвитку земної кори. Саме такий вигляд це має в межах Карельської граніт-зеленокам'яної області на Балтійському щиті, де різновікові зеленокам'яні пояси розміщені на різних її ділянках [25].

Ще менш переконливою видається вказівка на повторюваність у геологічному розвитку флювіогляціальних відкладів, які "періодично формувалися, починаючи з докембрію" [28, с. 109]. Натомість ліпше було б навести приклади повторюваності в часі хоча б комплексів криворізького типу, не кажучи вже про грануліто-гнейсові чи амфіболіто-гнейсові. Але їх неможливо навести, тому що таких повторюваних комплексів, які б відповідали різним віковим інтервалам на рівні ератем КХС УЩ, не виявлено в жодному з регіонів і, певне, у природі їх просто не існує. Вони є лише в КХС УЩ завдяки використанню ізотопних визначень.

Третій постулат стверджує, що "палеопротерозойськими ендогенними процесами обумовлений теперішній їх вигляд: парагенезиси мінералів, їхній склад, співвідношення між породами, пачками, товщами" [30, с. 17]. Жодного підтвердження того, що "співвідношення між породами, пачками, товщами" зумовлені "палеопротерозойськими ендогенними процесами"

немає. У такому разі треба було б взагалі відмовитися від стратиграфії метаморфічних комплексів фундаменту УЩ. А от з одним висновком, пов'язаним з наведеними уявленнями, але чомусь не згаданим у переліку перетворень, безумовно, можна було б погодитися. Він полягає в тому, що *в палеопротерозойський час були радикально змінені первинні ізотопні відношення у мінералах і відповідно значення ізотопного віку.* Саме тоді могли бути не тільки змінені, а й утворені нові цирконі, але не були радикально змінені до невпізнання ні породи, ні формації, ні комплекси, до "стратиграфічного віку" яких визначення "ізотопного віку" змінених і новоутворених у палеопротерозої цирконів не мають ніякого стосунку.

Однак ці три постулати, які, на мій погляд, не витримують жодної критики, формують відповідний світогляд. Він полягає в тому, що після формування найдавніших ендербітів (тоналітів) упродовж усього раннього докембрію, "утворення схожих породних асоціацій повторювалося" [28, с. 108]. Інакше кажучи, припущено, що в будь-якому місці і в будь-який час, синхронно або повторювано, могли неодноразово формуватися на УЩ, та й, мабуть, на інших щитах усі відомі, подібні, але різновікові комплекси, які до того ж були інтенсивно змінені палеопротерозойськими ендогенними процесами.

За таких умов стає абсолютно логічним висновок, що за відсутності "в метаморфічних породах докембрію УЩ органічних решток" [28, с. 109] та будь-яких визначальних, характерних геолого-еволюційних вікових ознак ранньодокембрійських комплексів "час формування порід можна визначити методами радіогеохронології" [28, с. 109], а фактично у межах цієї "парадигми всеповторюваності" – ***тільки методами радіогеохронології***. Далі Л. М. Степанюк, щоправда, додає, що "при цьому застосування цих методів зовсім не підміняє геологічні методи, у тому числі формаційні" [28, с. 109]. Але для них в окресленій світоглядній системі фактично просто немає місця. Як не знайшлося його для геологічних методів і в усіх суперечних місцях КХС УЩ, в якій "основою для вікового розчленування докембрійських утворень Українського щита є, головним чином, дані ізотопно-геохронологічних методів датування" [16, с. 4].

Висновки. Обидві публікації Л. М. Степанюка мають подібні висновки. Після ознайомлення з основним змістом публікацій ці висновки сприймаються, імовірніше, як особисті апріорні переконання автора, а не аргументовані результати ґрунтовних досліджень із цих питань. З тією чи іншою повнотою ми розглянули їх у тексті статей. Однак на одному з них, де йдеться про те, що "принципи – чим вищий ступінь метаморфізму, тим древніші породи, автоматичне зарахування всіх суперкрустальних порід, за винятком незмінених плутонічних, до стратифікованих утворень, механічне переведення формацій у стратиграфічні одиниці – світи, не є правомірними" [30, с. 27], наостанок усе ж таки варто зупинитися. Ще раніше із цього приводу в тексті подано розгорнуте пояснення, що "механічне переведення формацій у ранг світ призведе не лише до невиправданого збільшення об'ємів стратиграфічних одиниць, що виділяються, появи штучних (реально відсутніх) стратиграфічних підрозділів, а й до спотворення тектонічної структури території" [30, с. 17].

"Принцип – чим вищий ступінь метаморфізму, тим древніші породи" – це зовсім не універсальне правило, що стосується не просто *порід*, як пише Л. М. Степанюк, а лише *монофаціальних метаморфічних комплексів* загалом. Незрозуміло, до кого звертається автор, стверджуючи, що "механічне переведення формацій у стратиграфічні одиниці – світи, не є правомірним". Науковці нашої школи абсолютно свідомо, а не механічно, виділяли на геолого-формаційній основі стратиграфічні підрозділи, і нам невідомі випадки "невиправданого збільшення об'ємів стратиграфічних одиниць" або "появи штучних (реально відсутніх) стратиграфічних підрозділів", виділених на геолого-формацій-

ній основі. А от виділення штучних стратиграфічних одиниць у ранзі світ і серій *на підставі некритичного застосування* ***ізотопних визначень*** і внаслідок "спотворення тектонічної структури території" є, на жаль, досить поширеним явищем, приклади якого наведено, зокрема, і в цьому циклі публікацій.

Якщо ж повернутися до загальних питань стратиграфії УЩ, то хотілося б зупинитися на такому. Одна з двох публікацій Л. М. Степанюка, які зумовили появу цієї праці, має назву "Проблеми стратиграфії та геохронології Українського щита" [30]. Здавалося б, що стаття з такою назвою має бути спрямована передусім на вирішення окреслених проблем. Але ознайомлення як із цією, так і з іншою публікацією Л. М. Степанюка [28] засвідчує, що головна мета обох публікацій полягала зовсім не в спробі розв'язати чи визначити способи вирішення зазначених і насправді не наукових проблем, а *розбіжностей між геологічними спостереженнями та результатами ізотопно-геохронометричних досліджень.* Обидві публікації спрямовані на спростування різними засобами, на прикладі побузького та деяких інших високометаморфізованих комплексів УЩ, геологічних підстав стратиграфії, а також доцільності (чи взагалі можливості?) їхнього використання для побудови регіональної стратиграфічної схеми. Водночас жодних власне ізотопно-геохронологічних проблем, наприклад таких, як можливість альтернативної інтерпретації отриманих визначень, що могли б сприяти подоланню геологічних і геохронометричних суперечностей, автор не наводить і не обговорює. Навпаки, судячи з тексту й висновків, Л. М. Степанюк переконаний у тому, що на підставі ***лише*** визначень ізотопного віку, без огляду на геологічні спостереження, можна міняти вікову характеристику стратиграфічних підрозділів, їхню структурну позицію, обґрунтовувати наявність стратиграфічних незгідностей і великих перерв між стратиграфічними серіями і навіть використовувати ізотопні визначення для ліквідації окремих підрозділів, як-от зеленолевадівська світа. Зрозуміло, що за такого підходу до вирішення "проблем стратиграфії" жодне узгодження геологічних та ізотопно-геохронологічних даних просто неможливе.

Тим часом, попри таке ставлення Л. М. Степанюка до геологічних підстав стратиграфії УЩ, можна впевнено стверджувати, що сучасний стан структурно-стратиграфічного, геолого-формаційного та петрологічного вивчення УЩ, який ґрунтується на матеріалах численних тематичних робіт та неупередженому (а не нав'язаному з боку КХС УЩ) аналізі матеріалів державного геологічного картування метаморфічних комплексів фундаменту УЩ, є досить високим. Геолого-формаційне розчленування та поширення формацій на території щита було показано ще на опублікованій 1991 року "Карте геологических формаций докембрия Украинского щита масштаба 1:500 000" [7]. Це розчленування дає підстави для складання тільки на основі геологічних спостережень самодостатньої обґрунтованої регіональної кореляційної стратиграфічної схеми нижнього докембрію УЩ. У ній у відносній стратиграфічній послідовності можуть бути показані всі великі стратиграфічні підрозділи – *стратиграфічні комплекси*, що відповідають головним етапам формування фундаменту УЩ, *та їхнє досягнуте стратиграфічне розчленування*. І це стосується не лише розглянутих вище високотемпературних комплексів, але й молодших верхньоархейських метавулканогенних (зеленокам'яних) і нижньопротерозойських суттєво метатеригенних комплексів. Жодних принципових власне геологічних проблем регіональної стратиграфії на рівні комплексів, їхніх обсягів та структурно-стратиграфічних співвідношень уже немає, хоч, безумовно, є дискусійні питання, пов'язані з розчленуванням комплексів, границями та обсягом окремих підрозділів на рівні світ і серій, але все це *всередині комплексів.*

Досягнутий рівень стратиграфічного розчленування нижнього докембрію УЩ і

порівняльного вивчення стратиграфічних комплексів є достатнім також для побудови історико-геологічної (геоеволюційної) моделі спрямованого, незворотного ранньодокембрійського розвитку фундаменту УЩ і визначення характерних геоеволюційних ознак різновікових комплексів. Однією з таких ознак є ступінь монофаціального регіонального метаморфізму, за яким розрізняють давніші грануліто-гнейсові й наступні за своїм "стратиграфічним віком" амфіболіто-гнейсові комплекси. Роль речовинних еволюційних вікових ознак можуть відігравати також стратигенні метаморфічні формації. Одним з важливих елементів геоеволюційної моделі є уявлення (до речі, на підставі ізотопно-геохронологічних досліджень) про дуже тривале і, імовірно, безперервне перебування високотемпературних грануліто-гнейсових та амфіболіто-гнейсових комплексів в умовах монофаціального метаморфізму й супутнього ультраметаморфізму – від початку формування комплексів і до 2000–1900 млн років тому. Без визнання чи хоча б узяття до уваги й обговорення цих відомостей, принаймні як одного з варіантів, на наш погляд, неможлива коректна інтерпретація ізотопних геохронометричних даних та їхнє беззаперечне використання під час складання регіональної стратиграфічної схеми.

Натомість сучасна інтерпретація результатів ізотопних геохронометричних досліджень нижнього докембрію УЩ ґрунтується на абсолютно протилежних поглядах про принципово незмінні впродовж раннього докембрію сталі геологічні умови та неодноразову повторюваність у геологічній історії фундаменту близьких чи навіть однакових умов формування стратиграфічних одиниць. Це, на думку Л. М. Степанюка, приводило до виникнення подібних між собою різновікових комплексів (серій), які можна розрізняти за віком лише за допомогою ізотопного датування, що й знайшло своє відображення у КХС УЩ. Водночас жодних поглядів на те, якими були або могли бути ці повторювані умови і чим зумовлене їхнє повторення в геологічному розвитку УЩ, не зауважено.

Подібна "нееволюційна" позиція щодо формування фундаменту УЩ, а разом з ним і всієї ранньодокембрійської земної кори, не лише суперечить загальновизнаним уявленням про еволюційний розвиток усієї природи, а й викликає щире здивування: як за сучасного рівня вивченості нижнього докембрію не лише УЩ, але й інших щитів цього можна не помічати?! А без спільної позиції щодо ранньодокембрійської геологічної еволюції про узгодження геологічних та ізотопно-геохронометричних даних не може бути й мови.

Натомість вироблення спільної геоеволюційної позиції (моделі) ранньодокембрійського розвитку, спершу, можливо, узагальненої і спрощеної, могло б набагато пришвидшити узгодження геологічних та ізотопно-геохронометричних даних. Щиро сподіваюсь, що невдовзі запропонований спосіб, нарешті, отримає загальне усвідомлення.

Післямова. На жаль, в обох публікаціях Л. М. Степанюка є твердження, за якими я нібито упереджено, необ'єктивно й вибірково ставлюся до отриманих визначень ізотопного віку. Автор, наприклад, пише: "Підкреслимо, що непереконливі і суперечливі лише ті дані, які суперечать теоретичним викладкам В. П. Кирилюка, а які їм відповідають, є більш-менш вірними" [28, с. 108]. Або: "В. П. Кирилюк, класифікуючи ізотопні дати на коректні та некоректні" [30, с. 27]; "зауважимо, що ці "правильні" дати отримані в тих же лабораторіях і за участі тих же фахівців, що і "непереконливі й суперечливі, але, крім того, …ще й методично небездоганні" [28, с. 108] тощо. Ці узагальнення Л. М. Степанюка, зроблені за допомогою взятих поза контекстом деяких висловлювань, не мають під собою жодних підстав.

Передусім хочу зазначити, що я з великою повагою ставлюся до фахівців, які проводять ізотопно-геохронометричні дослідження, особливо до тих, які отримують свої результати власноруч на сучасному надскладному лабораторному об-

ладнанні. Ця повага ґрунтується на тому, що свою наукову діяльність як аспірант я починав саме зі стажування в лабораторії тоді ще K-Ar визначення віку гірських порід і мінералів і знаю не з чуток, що це за тонкі й трудомісткі дослідження. Крім того, я ніде не ставив і не ставлю під сумнів *жодне конкретне сучасне визначення*. Ба більше, на мою думку, на підставі наявних структурно-стратиграфічних спостережень і теоретичних уявлень про спрямований, незворотний розвиток ранньодокембрійського фундаменту УЩ, з огляду на тривале перебування високотемпературних комплексів в *PT*-умовах гранулітової й амфіболітової фацій, можуть бути або використані, або принаймні знайти своє пояснення *всі без винятку результати ізотопних визначень,* зокрема й спотворені та "омолоджені" (за ізотопними критеріями), а не лише "вибрані, привілейовані" – реперні чи конкордантні визначення.

Що ж до ізотопних дат, то під сумнів ставилися не дати – числові значення, а їхня інтерпретація, результати якої й названо "ізотопно-геохронологічні дані", оскільки це *геохронологічна інтерпретація ізотопних визначень*, а зовсім не цифри чи числа. І саме таку фразу цитує Л. М. Степанюк: "Однак ізотопно-геохронологічні дані, які наведено в цій і раніших публікаціях з цього питання, самі по собі – непереконливі й суперечливі" [13, с. 99; 28, с. 108]. Цей висновок стосувався публікацій, присвячених віку кошаро-олександрівської світи, але він може бути поширений на весь побузький комплекс. Якщо стисло, то сформулюємо його так: як можна сприймати ізотопно-геохронологічні дані інакше, ніж "непереконливі й суперечливі", якщо в єдиному розрізі побузького комплексу, що підтверджується спільним метаморфізмом гранулітової фації, згідним заляганням усіх світ, поступовими переходами між ними та участю в одній регіональній структурі, на підставі ізотопно-геохронологічних даних виділяють палеоархейську дністровсько-бузьку серію, неоархейську бузьку серію, а тепер ще й палеопротерозойські березнинську та тиврівську світи? Знову ж таки, використовуючи висловлювання Л. М. Степанюка, – коментарі зайві! І в усіх інших випадках "непереконливість" ізотопно-геохронологічних даних сприймається приблизно на таких самих підставах, а зовсім не тому, що вони опубліковані в тезах, як це подає Л. М. Степанюк [28, с. 108].

Стосовно "методично небездоганних" даних [13, с. 99; 28, с. 108] треба зазначити, що вони теж стосувалися тільки віку кошаро-олександрівської світи і, знову ж таки, не методики отримання ізотопних визначень, а методики їхньої інтерпретації, що зрозуміло з такого уривка: "Однак ізотопно-геохронологічні дані, які наведено в цій і раніших публікаціях з цього питання, самі по собі – непереконливі й суперечливі, але, крім того, вони, на наш погляд, ще й методично небездоганні. Для обґрунтування геохронологічної самостійності кошаро-олександрівської світи можна було б дослідити ізотопний вік сусідньої з нею зеленолевадівської світи, для якої, до речі, немає ізотопних свідчень її приналежності до палеоархею, та провести вікове ізотопне порівняння петрографічно ідентичних кварцитів обох світ, а також дослідити й порівняти двопольовошпатові лейкократові гнейси, які переважають у зеленолевадівській світі, але трапляються і в складі кошаро-олександрівської світи" [13, с. 99]. Може бути, а з огляду на геологічні спостереження й уявлення про походження зеленолевадівської та кошаро-олександрівської світ навіть дуже ймовірно, що результати ізотопних досліджень, одержані з кварцитів зеленолевадівської світи, будуть ідентичними кошаро-олександрівським. А це привело б уже до зовсім інших висновків.

Тому насамкінець хочу ще раз запевнити в тому, що отримати справжні, переконливі ізотопно-геохронологічні стратиграфічні дані можна не завдяки доведенню переваги ізотопних методів досліджень над геологічними, а надто

спростуванню геологічних спостережень, а через узгоджену, комплексну інтерпретацію всіх наявних даних, зважаючи на історико-геологічний – *геоеволюційний* – розвиток фундаменту УЩ. Маю надію, що таку роботу невдовзі все ж таки буде зроблено.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бобров О. Б., Лисак А. М., Свєшніков К. І.* та ін. Формаційний аналіз нижньодокембрійських комплексів Українського щита під час проведення геологознімальних робіт (теоретико-практичні аспекти). – Київ: УкрДГРІ, 2006. – 164 с.

2. *Вревский А. Б.* Архейские зеленокаменные пояса – геологические и изотопно-геохимические факты и геодинамические спекуляции//Геология Карелии от архея до наших дней. – Петрозаводск, 2011. – С. 33–36.

3. Геологическая съемка метаморфических и метасоматических комплексов. Методическое пособие/Ответств. ред. В. А. Глебовицкий, В. И. Шульдинер. – Санкт-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ, 1996. – 416 с.

4. Геология и металлогения докембрия Украинского щита. Комплект карт (геологическая, геологических формаций, разломно-блоковой тектоники, геохимическая и металлогеническая). Масштаб 1:1 000 000. Объяснительные записки/Л. С. Галецкий, Б. А. Горлицкий, Л. А. Кипнис и др. – Киев, 1984. – Книга 1. – 150 с. – Книга 2. – 97 с.

5. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Аркуш M-35-XVII (Житомир). Пояснювальна записка/М. П. Щербина, М. М. Костенко, Б. В. Георгін та ін. – Київ, 2004. – 125 с.

6. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Аркуш M-35-XVIII (Фастів). Пояснювальна записка/К. Ю. Єсипчук, Б. Д. Возгрін, Р. М. Довгань та ін. – Київ, 2002. – 136 с.

7. Карта геологических формаций докембрия Украинского щита. Масштаб 1:500 000. Объяснительная записка/В. П. Кирилюк, В. Д. Колий, В. И. Лашманов. и др. – Киев: Госкомгеология Украины, 1991. – 115 с.

8. *Кирилюк В. П.* Відкритий лист членам Бюро національного стратиграфічного комітету України та геологам-докембристам// Геол. журн. – 2017. – № 4. – С. 88–99.

9. *Кирилюк В. П.* Особливості ранньодокембрійського метаморфізму та його зв'язку з тектонікою//Геодинаміка. – 2013. – № 1(14). – С. 82–97.

10. *Кирилюк В. П.* Стратиграфічна схема нижнього докембрію Українського щита та її геохронометричні проблеми. Стаття 1. Загальні відомості та геохронометричні проблеми дністровсько-бузької серії побузького комплексу//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2019. – № 1–2. – С. 136–152.

11. *Кирилюк В. П.* Стратиграфічна схема нижнього докембрію Українського щита та її геохронометричні проблеми. Стаття 2. Проблеми бузької серії побузького комплексу та інших високотемпературних стратометаморфічних комплексів//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2019. – № 3–4. – С. 114–133.

12. *Кирилюк В. П.* Стратиграфия докембрия западной части Украинского щита. Статья 1. Стратиграфические комплексы докембрия и формации раннего архея// Геол. журн. – 1982. – 42, № 3. – С. 88–103.

13. *Кирилюк В. П.* Ще раз про проблеми стратиграфії побузького гранулітового комплексу (з нагоди складання нової регіональної стратиграфічної схеми нижнього докембрію Українського щита). Стаття 4. Місце побузького стратиграфічного комплексу в загальній геохронологічній шкалі докембрію//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2016. – № 1. – С. 90–108.

14. Комплект карт "Геология и металлогения юго-западной части Восточно-Европейской платформы"/Глав. ред. А. И. Зарицкий., зам. глав. ред. Л. С. Галецкий. – 4 карты. – Киев, 1992.

15. *Конди К.* Архейские зеленокаменные пояса. – Москва: Мир, 1983. – 390 с.

16. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита/К. Ю. Єсипчук, О. Б. Бобров, Л. М. Степанюк та ін. – Київ, 2004. – 30 с.

17. *Лазько Е. М., Кирилюк В. П., Сиворонов А. А., Яценко Г. М.* Нижний докембрий западной части Украинского щита. Возрастные комплексы и формации. – Львов: Вища школа, 1975. – 239 с.

18. *Левский Л. К.* Термохронология: определение температуры закрытия//Изотопное датирование процессов рудообра-

зования, магматизма, осадконакопления и метаморфизма. Материалы конференции. Т. 1. – Москва: ГЕОС, 2006. – С. 422–426.

19. *Лысак А. М., Пащенко В. Г., Зюльцле В. В.* Формационная принадлежность и стратиграфическое положение железисто-кремнистых образований Павловской группы магнитных аномалий (Среднее Побужье)//Геол. журн. – 1983. – № 5. – С. 99–109.

20. Методические указания по составлению карт геологических формаций раннего докембрия Украины (для целей геологического картирования и металлогенического прогноза)/В. П. Кирилюк, А. М. Лысак, К. И. Свешников. – Киев: Мингео УССР, 1979. – 179 с.

21. *Негруца В. З.* Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований. Нижний докембрий//Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета. Вып. 38. – Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2008. – С. 7–14.

22. Общая стратиграфическая шкала нижнего докембрия России. Объяснительная записка. – Апатиты. – 2002. – 13 с.

23. *Павловский Е. В.* Предисловие к русскому изданию//Докембрий Скандинавии. – Москва: Мир, 1967. – С. 5–8.

24. Петрографический кодекс России. – Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2009. – 200 с.

25. Ранний докембрий Балтийского щита/Отв. ред. В. А. Глебовицкий. – Санкт-Петербург: Наука, 2005. – 711 с.

26. *Салоп Л. И.* Геологическое развитие Земли в докембрии. – Ленинград: Недра, 1982. – 310 с.

27. *Скакун Л. З., Скакун О. Л., Білик Н. Т., Бурбан К. А.* Мінералогічна зональність та особливості формування смуг гранат-біотитових порід у гранулітових комплексах середнього Побужжя//Зап. Укр. мінерал. тов-ва. – 2011. – Т. 8. – С. 182–184.

28. *Степанюк Л. М.* Коментарі до "Відкритого листа членам Бюро Національного стратиграфічного комітету України та геологам-докембристам" В. П. Кирилюка//Геологічний журнал. – 2017. – № 4. – С. 100–112.

29. *Степанюк Л. М.* Метасоматична природа біотитових та біотит-гранатових гнейсів Середнього Побужжя//Доп. НАН України. – 1997. – № 1. – С. 133–136.

30. *Степанюк Л. М.* Проблеми стратиграфії та геохронології Українського щита// Мінерал. журн. – 2018. – № 1. – С. 16–31.

31. *Степанюк Л. М., Довбуш Т. І., Курило С. І.* та ін. Уран-свинцевий вік монацитів біотитових гнейсів Середнього Побужжя Українського щита//Мінерал. журн. – 2017. – № 2. – С. 46–56.

32. *Степанюк Л. М., Шумлянський Л. В.* Уран-свинцевий вік цирконів гіперстенового плагіогнейсу долини р. Згар (Верхнє Побужжя, Український щит)//Мінерал. журн. – 2017. – № 3. – С. 67–74.

33. Стратиграфические разрезы докембрия Украинского щита/Н. П. Щербак, К. Е. Есипчук, Б. З. Берзенин и др. – Киев: Наукова думка, 1985. – 168 с.

34. Тектонічна карта України. Масштаб 1:1 000 000. Ч. І. Пояснювальна записка/С. С. Круглов, Ю. О. Арсірій, В. Я. Веліканов. – Київ: УкрДГРІ, 2007. – 96 с.

35. *Хорева Б. Я.* Типы регионального метаморфизма и тектонические условия их проявления в подвижных поясах//Геотектоника. – 1966. – № 6. – С. 64–83.

36. *Шатский Н. С., Пейве А. В., Штрейс Н. А., Яншин А. Л.* К вопросу о периодичности осадкообразования и о методе актуализма//К вопросу о состоянии науки об осадочных породах. – Москва: Изд-во АН СССР, 1951. – С. 17–29.

37. *Щербаков И. Б.* Петрология Украинского щита. – Львов: ЗУКЦ, 2005. – 366 с.

38. *Щербаков И. Б.* Эволюция магматизма Украинского щита//Минерал. журнал. – 2000. – Т. 22. – № 2–3. – С. 36–47.

39. Eart's oldest rocks. Edited by: Martin J. Van Kranendonk, Hugh Smithies and Vickie Bennett. – Elsevier, 2007. – 1307 p.

40. *Gradstein F. M., Ogg J. G., Schmitz M. D., Ogg G. M.* The Geologic Time Scale 2012. – Amsterdam: Elsevier, 2012. – 1144 p.

41. *Van Kranendonk M. J., Gehling J., Shields G.* Precambrian//Ogg J. G., Ogg G., Gradstein F. The Concise Geologic Time Scale. – Cambridge University Press, 2008. – P. 23–36.

REFERENCES

1. *Bobrov O. B., Lysak A. M., Svieshnikov K. I.* et al. A formation analysis of Lower Precambrian complexes of the Ukrainian shield is during realization of geological sur-

vey (theoretical and practical aspects). – Kyiv: UkrDHRI, 2006. – 164 p. (In Ukrainian).

2. *Vrevskij A. B.* Archean greenstone belts are geological and isotopic-geochemical facts and geodynamic speculations//Geologiya Karelii ot arheya do nashih dnej. – Petrozavodsk, 2011. – P. 33–36. (In Russian).

3. Geological survey of metamorphic and metasomatic complexes. Methodical manual/ Resp. editor V. A. Glebovickij, V. I. Shuldiner. – Sankt-Peterburg: VSEGEI, 1996. – 416 p. (In Russian).

4. Geology and metallogeny of Precambrian of the Ukrainian shield. Complete set of maps (geological, geological formation, fracture-block tectonics, geochemical and metallogenic). Scale 1:1 000 000. Explanatory report/L. S. Galeckij, B. A. Gorlickij, L. A. Kipnis et al. – Kiev, 1984. – B. 1. – 150 p. – B. 2. – 97 p. (In Russian).

5. State geological map of Ukraine. Scale 1:200 000. Central Ukrainian series. Sheet M-35-XVII (Zhytomyr). Explanatory report/M. P. Shcherbyna, M. M. Kostenko, B. V. Heorhin et al. – Kyiv, 2004. – 125 p. (In Ukrainian).

6. State geological map of Ukraine. Scale 1:200 000. Central Ukrainian series. Sheet M-35-XVIII (Fastiv). Explanatory report/K. Yu. Yesypchuk, B. D. Vozhrin, R. M. Dovhan et al. – Kyiv, 2002. – 136 p. (In Ukrainian).

7. Map of geological formations of Precambrian of the Ukrainian shield. Scale 1:500 000. Explanatory report/V. P. Kyrylyuk, V. D. Kolij, V. I. Lashmanov et al. – Kiev: Goskomgeologiya Ukrainy, 1991. – 116 p. (In Russian).

8. *Kyrylyuk V. P.* Open letter to the members of the Bureau of the National stratigraphic committee of Ukraine and all fellow Precambrian geologist//Heol. zhurn. – 2017. – № 4. – P. 88–99. (In Ukrainian).

9. *Kyrylyuk V. P.* Features of Lower Precambrian metamorphism and his connection are with tectonics//Heodynamika. – 2013. – № 1(14). – P. 82–97. (In Ukrainian).

10. *Kyrylyuk V. P.* Stratigraphic scheme of the Lower Precambrian of the Ukrainian Shield and the issues with its geochronometry. Article 1. General information and the geochronometric issues of the Dniester-Buh series of the Buh Area complex//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2019. – № 1–2. – P. 136–152. (In Ukrainian).

11. *Kyrylyuk V. P.* Stratigraphic scheme of the Lower Precambrian of the Ukrainian Shield and the issues with its geochronometry. Article 2. The issues of the Buh series of the Buh Area complex and other high temperature stratometamorphic complexes//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2019. – № 3–4. – P. 114–133. (In Ukrainian).

12. *Kyrylyuk V. P.* Stratigraphy of Precambrian of western part of the Ukrainian shield. Article 1. Stratigraphic complexes of Precambrian and formations of Early Archean//Geol. zhurn. – 1982. – № 3. – P. 88–103. (In Russian).

13. *Kyrylyuk V. P.* Revisiting the issues with the stratigraphy of the Buh granulite complex (a commentary on forming a new regional stratigraphic scheme for the Lower Precambrian of the Ukrainian Shield). Article 4. The place of the Buh Area stratigraphic complex in the general geochronological scale of the Precambrian//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2016. – № 1. – P. 90–108. (In Ukrainian).

14. A complete set of maps is "Geology and металлогения of south-west part of the East-European platform", 4 maps/Resp. editor A. I. Zarickij, L. S. Galeckij. – Kiev, 1992. (In Russian).

15. *Kondi K.* Archean greenstone belts. – Moskva: Mir, 1983. – 390 p. (In Russian).

16. Correlated chronostratigraphic scheme of Early Precambrian of the Ukrainian Shield (scheme and explanatory note)/K. Yu. Yesypchuk, O. B. Bobrov, L. M. Stepaniuk et al. – Kyiv, 2004. – 30 p. (In Ukrainian).

17. *Lazko E. M., Kyrylyuk V. P., Sivoronov A. A., Jacenko G. M.* Lower Precambrian of the western Ukrainian Shield (age complexes and formations). – Lvov: Vyshcha shkola, 1975. – 239 p. (In Russian).

18. *Levskij L. K.* Thermochronology: determination of closing temperature//Izotopnoe datirovanie processov rudoobrazovaniya, magmatizma, osadkonakopleniya i metamorfizma. Materialy konferencii. Vol. 1. – Moskva: GEOS, 2006. – P. 422–426. (In Russian).

19. *Lysak A. M., Pashhenko V. G., Zjulcle V. V.* The formational affiliation and stratigraphic position of the iron-siliceous formations of the Pavlovsk group of magnetic anomalies (the Middle Bug Area)//Geol. zhurn. – 1983. – № 5. – P. 99–109. (In Russian).

20. Methodical pointing on drafting of maps of the formations of Early Precambrian of Ukraine (for the aims of geological cartography and metallogenic prognosis)/V. P. Kyrylyuk, A. M. Lysak, K. I Sveshnikov. – Kiev, 1979. – 178 p. (In Russian).

21. *Negruca V. Z.* State of studied of stratigraphy of Precambrian and Phanerozoic Russia. Tasks of further researches. Lower Precambrian//Sostoyanie izuchennosti stratigrafii dokembriya i fanerozoya Rossii. Postanovleniya Mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta. Iss. 38. – Sankt-Peterburg: VSEGEI, 2008. – P. 7–14. (In Russian).

22. General Stratigraphic Scale of the Lower Precambrian of Russia. Explanatory report. – Apatity, 2002. – 13 p. (In Russian).

23. *Pavlovskij E. V.* Preface to Russian edition//Dokembrij Skandinavii. – Moskva: Mir, 1967. – P. 5–8. (In Russian).

24. Petrographic code of Russia/O. A. Bogatikov, O. V. Petrov, A. F. Morozov (editors-en-chief), L. N. Sharpenok (resp. editor). – Sankt-Peterburg: VSEGEI, 2009. – 200 p. (In Russian).

25. Early Precambrian of the Baltic shield/ Resp. editor V. A. Glebovickij. – Sankt-Peterburg: Nauka, 2005. – 711 p. (In Russian).

26. *Salop L. I.* Geological development of Earth is in Precambrian. – Leningrad: Nedra, 1982. – 310 p. (In Russian).

27. *Skakun L. Z., Skakun O. L., Bilyk N. T., Burban K. A.* Mineralogical zonaliti and formation of garnet-biotite belt in granulite complexes of the Middle Buh area//Zapysky Ukrainskoho Mineralohichnoho tovarystva. – 2011. – Vol. 8. – P. 182–184. (In Ukrainian).

28. *Stepaniuk L. M.* Comments on "The open letter to the members of the Bureau of the National stratigraphic committee of Ukraine and fellow precambrian geologists" V. P. Kyrylyuk//Heol. zhurn. – 2017. – № 4. – P. 88–99. (In Ukrainian).

29. *Stepaniuk L. M.* The metasomatic genesis of the biotite and biotite-garnet gneisses of the Middle Buh area//Dopovidi NAN Ukrainy. – 1997. – № 1. – P. 133–136. (In Ukrainian).

30. *Stepaniuk L. M.* Problems of Stratigraphy and Geochronology of the Ukrainian Shield//Mineral. zhurn. – 2018. – № 1. – P. 16–31. (In Ukrainian).

31. *Stepaniuk L. M., Dovbush T. I., Kurylo S. I.* et al. U-Pb age of monazites from biotitic gneisses of the Middle Buh area of the Ukrainian Shield//Mineral. zhurn. – 2017. – № 2. – P. 46–56. (In Ukrainian).

32. *Stepaniuk L. M., Shumlianskyi L. V.* U-Pb age of zircons from hypersthene-plagioclase gneiss of the valley Zghar river (Upper Buh region, Ukrainian Shield)//Mineral. zhurn. – 2017. – № 3. – P. 67–74. (In Ukrainian).

33. Stratigraphic sections of the Precambrian of Ukrainian Shield/N. P. Shherbak, K. E. Esipchuk, B. Z. Berzenin et al. – Kiev: Nauk. dumka, 1985. – 168 p. (In Russian).

34. Tectonic map of Ukraine. Scale 1:1 000 000. Part I. Explanatory report/S. S. Kruhlov, Yu. O. Arsirii, V. Ya. Velikanov et al. – Kyiv: UkrDHRI, 2007. – 96 p. (In Ukrainian).

35. *Horeva B. Ya.* Types of regional metamorphism and tectonic conditions of their display are in mobile belts//Geotektonika. – 1966. – № 6. – P. 64–83. (In Russian).

36. *Shatskij N. S., Pejve A. V., Shtrejs N. A., Janshin A. L.* To the question about periodicity of sedimentation and about the method of actualism//K voprosu o sostoyanii nauki ob osadochnyh porodah. – Moskva: Izdatelstvo AN SSSR, 1951. – P. 17–29. (In Russian).

37. *Shherbakov I. B.* Petrology of the Ukrainian shield. – Lvov: ZUKC, 2005. – 366 p. (In Russian).

38. *Shherbakov I. B.* Evolution of magmatism of the Ukrainian shield//Mineral. zhurn. – 2000. – № 2–3. – P. 36–47. (In Russian).

39. Eart's oldest rocks. Edited By: Martin J. Van Kranendonk, Hugh Smithies and Vickie Bennett. – Elsevier, 2007. – 1307 p.

40. *Gradstein F. M., Ogg J. G., Schmitz M. D., Ogg G. M.* The Geologic Time Scale 2012. – Amsterdam: Elsevier, 2012. – 1144 p.

41. *Van Kranendonk M. J., Gehling J., Shields G.* Precambrian//Ogg J. G., Ogg G., Gradstein F. The Concise Geologic Time Scale. – Cambridge University Press, 2008. – P. 23–36.

Рукопис отримано 14.02.2019.

В. П. Кирилюк, *Львовский национальный университет имени Ивана Франко,* Kyrylyuk.V@i.ua, https://orcid.org/0000-0001-7649-9432

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА НИЖНЕГО ДОКЕМБРИЯ УКРАИНСКОГО ЩИТА И ЕЕ ГЕОХРОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Статья 3. Некоторые геологические аспекты интерпретации изотопных данных

Настоящая статья продолжает цикл, посвященный обсуждению публикаций Л. М. Степанюка, которые касаются проблем стратиграфии и геохронологии Украинского щита (УЩ). В ней рассмотрено отношение автора этих публикаций к геолого-формационным, структурно-стратиграфическим, метаморфическим и историко-геологическим основаниям стратиграфии и интерпретации изотопных данных. В статье подтверждается самостоятельность лейкогранулитовой и глиноземисто-базитовой суперкрустальных формаций (зеленолевадовская и сальковская свиты), существование которых отрицает Л. М. Степанюк. Березнинская свита распространена в инфраструктуре Бугско-Росинского и Волынского мегаблоков и потому не может быть ни моложе росинско-тикичской серии, ни одновозрастной с тетеревской серией. Единая, согласно Л. М. Степанюку, Днестровско-Бугская гранулитовая область не может считаться таковой, поскольку включает три разных структурно-формационных зоны. Монофациальный метаморфизм широко распространен в регионе. Он представлен побугским и приазовским гранулито-гнейсовыми комплексами и аульским и тикичским амфиболито-гнейсовыми комплексами. Наибольшим недостатком современной интерпретации изотопных определений является отсутствие их согласования с геолого-эволюционным развитием фундамента УЩ, без чего полученные результаты остаются геохронометрическими числами, а не геохронологическими данными.

Ключевые слова: *Украинский щит, стратиграфическая схема, стратиграфический комплекс, метаморфический комплекс, суперкрустальная формация, свита.*

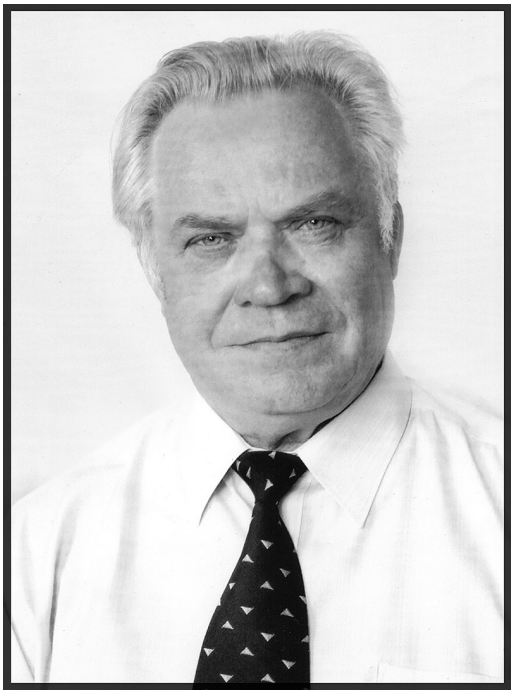
V. P. Kyrylyuk, *Ivan Franko National University of Lviv,* Kyrylyuk.V@i.ua, https://orcid.org/0000-0001-7649-9432

STRATIGRAPHIC SCHEME OF THE LOWER PRECAMBRIAN OF THE UKRAINIAN SHIELD AND THE ISSUES WITH ITS GEOCHRONOMETRY

Article 3. Certain geological aspects of interpreting isotope data

This article continues the cycle discussing the works of L. M. Stepaniuk that deal with the issues of stratigraphy and geochronology of the Ukrainian Shield. It examines the author's opinion on geological-formational, structural-stratigraphic, metamorphic and historical geological bases for stratigraphy and the interpretation of isotope data. The article confirms the independent nature of the leucogranulitic formation and alumina-basite formation (Zelena Levada suite and Salkovo suite), which is denied by L. M. Stepaniuk. The Berezna suite is spread out in the infrastructure of both the Buh-Ros and Volyn megablocks, and so it cannot be younger then the Ros-Tikych series, nor of the same age as the Teteriv series. The unified Dniester-Buh typical granulite region, as per L. M. Stepaniuk, can't be such, as it includes three structural-formational zones. Monofacial metamorphism is quite widespread in the region. It's represented by the Buh Area and Azov Area granulit-gneissic complexes and the Aul and Tikych amphibolit-gneissic complexes. The biggest flaw of the modern interpretation of the isotope definitions lies in the lack of their harmonization with the geological-evolutionalry development of the foundation of the Ukrainian Shield. Because of this, the results remain geochronometric numbers, and not geochronometric data.

Keywords: *Ukrainian Shield, Stratigraphic scheme, stratigraphic complex, metamorphic complex, supercrystal formation, suite.*



ПАМ'ЯТІ В'ЯЧЕСЛАВА ЯКИМОВИЧА ВЕЛІКАНОВА

Геологічна галузь і наука України зазнали важкої втрати – 9 листопада 2019 р. на 84 році життя не стало В'ячеслава Якимовича Веліканова – відомого українського геолога, ветерана геологічної галузі, кандидата геолого-мінералогічних наук, прекрасної людини.

Народився В'ячеслав Якимович 1935 року в м. Боброві Воронезької області в сім'ї інженера-будівельника залізничних мостів.

Після закінчення середньої школи м. Києва романтична натура В'ячеслава Якимовича підштовхнула його до вибору професії геолога й вступу до геологічного факультету Київського державного університету, який він з відзнакою закінчив 1958 року за спеціальністю "геологічна зйомка і пошуки родовищ корисних копалин".

Усе подальше своє трудове життя В'ячеслав Якимович присвятив улюбленій справі – вивченню надр України.

Після закінчення університету, упродовж 1958–1971 рр., працював у Південноукраїнській і Побузькій екпедиціях тресту "Київгеологія", де проводив геологічну зйомку в басейні р. Гірський Тікич та на Середньому Придністров'ї. Матеріали цих досліджень лягли в основу кандидатської дисертації на тему: "Стратиграфия и тектоника верхнедокембрийских отложений Подольского Приднестровья и некоторые закономерности локализации флюоритового свинцово-цинкового оруденения", яку він успішно захистив 1971 року.

У 1971–1973 рр. В. Я. Веліканов очолював відділ геологічної та топогеодезичної зйомки Міністерства геології України, де як здібний організатор сприяв започаткуванню нових для України різновидів регіональних геологічних робіт – глибинного геологічного картування, геологічного довивчення площ, групової геологічної зйомки.

Упродовж 1973–1987 рр. В'ячеслав Якимович плідно працював в Інституті геологічних наук АН України, де ґрунтовно вивчав стратиграфію, літологію, палеонтологію, тектоніку верхньодокембрійських відкладів різних регіонів України та їхню кореляцію. За результатами досліджень вийшла друком низка монографій, співавтором яких

є В. Я. Веліканов. Але найважливіший здобуток досліджень цього періоду – результати вивчення венду України і вихід під такою ж назвою монографії, яка нині є настільною книгою багатьох геологів. В'ячеслав Якимович уважав Подільський опорний розріз найповнішим розрізом венду у світі, еталоном вендської системи і був невтомним пропагандистом його першорядного значення в кореляції з іншими регіонами планети.

Упродовж 1987–1993 рр. В'ячеслав Якимович працював у Науково-редакційній раді (філіал ВСЕГЕІ, Мінгео СРСР) при УкрНІГРІ, де апробував звітні матеріали з різномасштабних регіональних геологознімальних і геофізичних робіт по території України та підготовлені до друку геологічні карти різного змісту.

У 1993–2000 рр. В. Я. Веліканов – заступник директора, головний геолог ДГП "Геопрогноз" і керівник Науково-методичного центру з геології та картування в ДГП "Геоінформ" Держкомгеології України. Великої уваги він надавав науковому забезпеченню організації та проведення регіональних геологознімальних робіт, був одним з активних організаторів нарад з питань геологічної зйомки.

Упродовж 2000–2011 рр. В'ячеслав Якимович очолював відділ методики геологічного картування та картографування в Українському державному геологорозвідувальному інституті. Водночас був керівником міжвідомчого Науково-методичного центру з геологічного картування та картографування, тобто він був сполучною ланкою між академічною й виробничою наукою. Під проводом В. Я. Веліканова та з його безпосередньою участю за короткий період у незалежній Україні було створено сучасну наукову інструктивно-методичну базу для проведення регіональних геологознімальних робіт (інструкції, методичні та інші керівні й нормативні документи, галузеві стандарти). Він також брав активну участь у створенні "Стратиграфічного кодексу України", "Петрографічного кодексу України" та інших нормативних документів. Велику роль відіграв В'ячеслав Якимович як один з керівників під час виконання робіт зі складання тектонічної карти України, яку надруковано 2007 року.

Не припиняв В'ячеслав Якимович цікавитися регіональними геологічними дослідженнями в Україні і вже коли перебував на заслуженому відпочинку. Він і далі розвивав галузеву науку, зокрема став співавтором другого видання "Стратиграфічного кодексу України" (2012 р.), енциклопедичної монографії "Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України. Том 1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України" (2013 р.) та автором серії статей на різну геологічну тематику, котрі вирізняються незаперечною логікою й глибиною висвітлення суті.

Із часу створення й до останніх своїх днів (а це понад 50 років) уходив до складу науково-редакційної ради (НРР) Держгеонадр України. Був заступником голови НРР, членом Головної редакції Держгеолкарти-200, головним редактором Волино-Подільської серії аркушів, редактором багатьох окремих аркушів, а також зведених карт, керівником рифей-вендської комісії Національного стратиграфічного комітету та членом тектонічного комітету України.

Творчий спадок В. Я. Веліканова налічує понад 200 опублікованих наукових праць, зокрема близько 10 монографій, підготовлених як самостійно, так і в співавторстві з колегами, та багато наукових і виробничих звітів. Його славні справи по заслузі оцінила Державна геологічна служба, Міністерство охорони навколишнього природного середовища та уряд України. Він відзначений званням "Почесний розвідник надр", нагороджений медалями В. І. Лучицького і Л. І. Лутугіна, урядовими нагородами СРСР, численними грамотами Держгеолслужби й Українського державного геологорозвідувального інституту.

Працюючи на будь-якій посаді, В. Я. Веліканов вдало поєднував високий професіоналізм з організаторськими здібностями. Він був мудрою, інтелігентною, відданою своїй справі, принциповою, порядною, доброзичливою людиною, завжди готовою прийти

на допомогу молодим і досвідченим геологам у вирішенні складних геологічних проблем. Багато нинішніх кандидатів чи докторів геологічних наук завдячують В'ячеславові Якимовичу за його навчальну роль і допомогу в процесі підготування дисертацій. Завдяки цим своїм рисам він мав заслужену повагу й авторитет з-поміж усіх геологів України.

Глибоко сумуємо з приводу смерті В'ячеслава Якимовича Веліканова й висловлюємо щире співчуття рідним і близьким покійного. Світла пам'ять про нього – людину й геолога з Великої букви – назавжди збережеться в наших серцях.

Колектив Держгеонадр та УкрДГРІ, геологічна спільнота, колеги й друзі

ЗМІСТ ЗБІРНИКІВ НАУКОВИХ ПРАЦЬ УкрДГРІ ЗА 2019 РІК

	№	Стор.
Василенко А. П., Ісаков Л. В. ПРОГНОЗНІ КРИТЕРІЇ ТА ПОШУКОВІ ОЗНАКИ РІДКІСНОМЕТАЛЕВОГО ЗРУДЕНІННЯ В ПЕГМАТИТАХ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ТА ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА	1–2	32
Веклич Ю. М., Шевченко О. М. АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ УКРАЇНСЬКОЇ ГЕОЛОГІЧНОЇ КАРТОГРАФІЇ	1–2	58
ВІТАЄМО З ЮВІЛЕЄМ МИКОЛУ МИХАЙЛОВИЧА КОСТЕНКА	3–4	24
Волошинівський Б. О., Рой М. М., Ластовка В. Г. СУЧАСНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ ЦЕМЕНТУВАННЯ СВЕРДЛОВИН	3–4	98
Ганжа Е. А., Охолина Т. В., Крошко Ю. В. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РУДОНОСНОСТЬ ЗЕЛЕНОЯРСКОГО ТИТАН-ЦИРКОНИЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	3–4	26
Гошовский С. В., Зурьян А. В. ГАЗОГИДРАТЫ – ИСТОРИЯ ЧЕЛОВЕКА, ОТКРЫТИЯ, НАУКИ. К 50-летию открытия свойства природных газов образовывать залежи в земной коре в твердом газогидратном состоянии	1–2	124
Гулій В. М., Костюк О. В., Куземко Я. Д. ГЛИБИННІ ПОТОКИ “МОЛОДИХ ВУГЛЕВОДНІВ” ЯК ПРИРОДНІ І РУКОТВОРНІ ОБ’ЄКТИ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ГЕОТУРИЗМУ	1–2	115
Дем’яненко І. І. ГІПСОМЕТРІЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ В УТВОРЕННЯХ ФАНЕРОЗОЮ ПІВДЕННОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ	3–4	61
Зинчук Н. Н. О ДОКЕМБРИЙСКИХ ИСТОЧНИКАХ АЛМАЗОВ В РОССЫПЯХ	1–2	42
Зинчук Н. Н. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗА ИЗ КИМБЕРЛИТОВ И ДРЕВНИХ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ (на примере Сибирской платформы)	3–4	39
Зур’ян О. В., Шапран А. Б., Качалова О. І., Ісонкін О. О., Марченко Ю. Ф., Величко Т. В., Шалдибіна А. В. ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ОБ’ЄКТІВ НАДРОКОРИСТУВАННЯ	1–2	85
Кирилюк В. П. СТРАТИГРАФІЧНА СХЕМА НИЖНЬОГО ДОКЕМБРІЮ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ЇЇ ГЕОХРОНОМЕТРИЧНІ ПРОБЛЕМИ. Стаття 1. Загальні відомості та геохронометричні проблеми Дністровсько-Бузької серії Побузького комплексу	1–2	136

Кирилюк В. П. СТРАТИГРАФІЧНА СХЕМА НИЖНЬОГО ДОКЕМБРІЮ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ЇЇ ГЕОХРОНОМЕТРИЧНІ ПРОБЛЕМИ. Стаття 2. Проблеми бузької серії побузького комплексу та інших високотемпературних стратометаморфічних комплексів 3–4 114

Кирилюк В. П. СТРАТИГРАФІЧНА СХЕМА НИЖНЬОГО ДОКЕМБРІЮ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ЇЇ ГЕОХРОНОМЕТРИЧНІ ПРОБЛЕМИ. Стаття 3. Деякі геологічні аспекти інтерпретації ізотопних даних 3–4 134

Коломійченко Б. Ф., Бесценна Л. Г., Кролевецька Г. С. ПРОПОЗИЦІЇ З ПРОВЕДЕННЯ ІНДЕКСАЦІЇ ЗАЛИШКОВОЇ КОШТОРИСНОЇ ВАРТОСТІ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬ ЗА ДОВГОСТРОКОВИМИ ПРОЕКТАМИ 1–2 102

Костенко М. М. ПЕТРО- І ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДАЙКОВИХ УТВОРЕНЬ ОСНОВНОГО ТА СЕРЕДНЬОГО СКЛАДУ ВОЛИНСЬКОГО МЕГАБЛОКА УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА 1–2 9

Костенко М. М. МЕТАЛОГЕНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РУДОНОСНОСТІ БАЗИТОВИХ ДАЙКОВИХ КОМПЛЕКСІВ ВОЛИНСЬКОГО МЕГАБЛОКА УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА 3–4 9

Ловинюков В. І., Лисенко О. А., Литвинюк С. Ф. ОЦІНКА ДОСТОВІРНОСТІ РОЗВІДАНИХ ЗАПАСІВ КОРИСНИХ КОПАЛИН ЗА ДАНИМИ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ 1–2 76

Люта Н. Г., Саніна І. В., Приходько С. М. ДОСВІД СТВОРЕННЯ ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНИХ ОГЛЯДІВ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ 3–4 71

Музичко Т. І., Пилипчук О. М. ПОСМАК 3–4 80

Орловський В. М. ТАМПОНАЖНІ МАТЕРІАЛИ, РОЗШИРЮВАНІ ПІД ЧАС ТВЕРДІННЯ 3–4 106

ПАМ’ЯТІ В’ЯЧЕСЛАВА ЯКИМОВИЧА ВЕЛІКАНОВА 3–4 158

РЕФЕРАТИ ЗВІТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ РОБІТ, ЩО НАДІЙШЛИ ДО ФОНДІВ УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНОГО ІНСТИТУТУ У 2018 РОЦІ 1–2 153

Шалдибін М. В. КАСАЦІЯ ЯК ГАРАНТІЯ ЗАКОННОСТІ РІШЕНЬ, УХВАЛЕНИХ У СУДІ ПЕРШОЇ ТА АПЕЛЯЦІЙНОЇ ІНСТАНЦІЙ 1–2 110

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

Редакція журналу "Збірник наукових праць УкрДГРІ" приймає оригінальні, раніше не опубліковані статті геологічної, геолого-мінералогічної та технічної тематик.

Статті надсилаються в друкованому (два примірники) й електронному вигляді, бажано українською мовою. Електронний варіант приймається на компакт-диску чи електронною поштою.

Обсяг однієї наукової статті – **до 20 сторінок** машинопису через два інтервали (разом з таблицями, фото, рисунками та підписами до них, бібліографічним списком, анотацією), оглядової – 10–15 сторінок, інформаційного повідомлення – три–чотири сторінки.

До рукопису потрібно додати акт експертизи, лист-рекомендацію й такі відомості про автора/авторів: прізвище, ім'я та по батькові (повністю); вчене звання і вчений ступінь; посада чи професія; місце роботи (назва установи чи організації); робоча адреса, номер телефону; домашня адреса, номер телефону, електронна адреса.

До кожної статті обов'язково наводяться: **номер УДК, анотація, назва статті та ключові слова (українською, російською та англійською мовами)**, бібліографічний список за алфавітом (оформлений відповідно до сучасних вимог), таблиці, рисунки та підписи до них **(окремі файли)**. У тексті посилання на літературу надаються у квадратних дужках за номером у списку.

До друку приймаються лише структуровані наукові статті, які мають такі потрібні елементи: вступ з обґрунтуванням мети досліджень; аналіз останніх досліджень і публікацій за темою статті; опис об'єктів і методів досліджень; виклад отриманих наукових результатів та їхнє обговорення; висновки.

Комп'ютерні макети рисунків приймаються за дотримання таких умов.

Р а с т р о в а графіка: чорно-біле зображення – *.TIF чи *.PSD (Adobe PhotoShop 7.x, 8.x); повноколірне зображення – *.TIF, *.EPS, *.PSD-формат, розрізнення 300 dpi. Кольорова модель CMYK, чорний колір в одному каналі.

В е к т о р н а графіка: файли формату *.Al, *.EPS (Adobe Illustrator v. 8.x, 9.x) чи *.CDR (Corel Draw v. 11.x, 12.x, 13.x). Використані шрифти мають бути подані окремо або переведені в криві. Растрову графіку з макетом не поєднувати.

Для подальшого підвищення наукового рейтингу журналу та його дописувачів варто звернути увагу на такі вимоги:

1. Єдиним джерелом інформації щодо змісту статті для іноземних спеціалістів є анотація англійською мовою. Тому її обсяг може бути більшим (до 250 слів) за обсяг анотації українською мовою (російською).

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

Перед анотаціями надається ПІБ усіх авторів, назва організації та назва статті. В англомовному варіанті прізвища авторів статей надаються в одній з прийнятих міжнародних систем транслітерації. Автоматизувати процес транслітерації можна безкоштовно, скориставшись для російського тексту: **http://translit.ru/**, для українського тексту: **http://translit.kh.ua/**.

Для повного й коректного створення профілю автора дуже важливо наводити місце його роботи. Застосування в статті офіційної, без скорочень, назви організації англійською мовою запобігатиме втраті статей у системі аналізу організацій та авторів. Бажано вказувати в назві організації її відомство за належністю.

2. Крім звичайного списку посилань, складеного за алфавітом, в аналітичній системі SCOPUS потрібно наводити окремим блоком списки використаної літератури (References) латиницею. Для українсько- та російськомовних статей з журналів, збірників, матеріалів конференцій структура бібліографічного опису така: автори (транслітерація), переклад назви статті англійською мовою, назва джерела (транслітерація, курсив), вихідні дані, в дужках – мова оригіналу (In Russian, In Ukrainian). Якщо в списку є посилання на іноземні публікації, їх треба повторити у списку латиницею.

Найточнішу ідентифікацію статей з електронних журналів можна отримати, якщо навести унікальний ідентифікатор (Digital Object Identifier – DOI). За наявності в статті DOI посилання на статтю буде однозначно правильно визначено.

Матеріали надсилати відповідальному секретарю збірника А. Я. Парфеновій на адресу: 04114, м. Київ-114, вул. Автозаводська, 78. Тел.: 426-91-43. E-mail: parfenova_a@ukr.net.

Відомості про публікації нашого журналу можна знайти на офіційному сайті УкрДГРІ – www.ukrdgri.gov.ua, на сайті Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського – http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=PREF=&S21COLORTERMS=0&S21STR=UDGRI,

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