

Про так звану «бузьку серію» Середнього Побужжя (Український щит).

Стаття 3. Проблеми походження та віку

В.П. Кирилюк, 2023

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна
Надійшла 24 травня 2022 р.

Найменування «бузька серія» введено в стратиграфічну схему докембрію Українського щита понад півстоліття тому. Протягом цього строку уявлення про склад і вік серії неодноразово змінювалися, але при цьому донедавна незмінними залишалися думки різних дослідників про її стратигенну природу. В останні роки з'явилася низка публікацій, в яких висловлюються інші погляди на походження «бузької серії». Спочатку вони стосувалися лише окремих петрографічних груп, таких як карбонатні і магнетитовмісні породи, яким приписувалося ендегенне (магматичне) походження. Пізніше було припущено нестратигенне походження всієї бузької серії, а деякі автори пропонують взагалі відмовитися від розділення ранньодокембрійських гранулітових комплексів на світі. Ці уявлення ґрунтуються тільки на матеріалах вивчення локальних об'єктів за результатами буріння та геофізичними методами, і висновки авторів не враховують результатів регіональних геологічних і стратиграфічних досліджень. Одночасно з новими уявленнями про генезис «бузької серії» робиться спроба пов'язати її походження з розломами та переглянути її вік.

У порядку обговорення проблеми «бузької серії» підготовлений цикл публікацій, в яких наведено основні узагальнені результати багаторічних регіональних геологічних і тематичних досліджень стосовно складу, будови, структурної та стратиграфічної позиції підрозділів, які відносять до бузької серії. Цикл складається з трьох окремих статей. У першій статті [Кирилюк, 2022а] схарактеризований склад підрозділів і породних асоціацій, які включені до «бузької серії» у чинній стратиграфічній схемі докембрію Українського щита. У другій статті циклу [Кирилюк, 2022б] розглянуто уявлення про структурну позицію «бузької серії» та її підрозділів. Третя, заключна, стаття присвячена розгляду уявлень про первинну природу «бузької серії» та її віку. Що стосується кошаро-олександрівської та хашувато-завалівської світи, то їхній склад, будова та структурно-стратиграфічне положення у стратотиповому районі однозначно свідчать про вихідну стратигенну природу. Проблемним є лише походження породної асоціації магнітних аномалій, яку помилково включають до складу хашувато-завалівської світи. Втім і ця асоціація за сумою ознак, що наведені в статті, має найімовірніше літогенне походження. Усі підрозділи «бузької серії» входять до складу єдиного побужського грануліто-гнейсового комплексу нижнього архею. Його «стратиграфічний вік» не молодший за 3,8 млрд років, а всі менші датування засвідчують тривалий гранулітовий метаморфізм комплексу, аж до 2,0—1,9 млрд років.

Ключові слова: Український щит, Середнє Побужжя, нижній докембрій, побужський гранулітовий комплекс, бузька серія, стратиграфія, стратиграфічне розчленування, структурна позиція.

Citation: Kyrylyuk, V.P. (2023). About the so-called «Bug series» of the Middle Bug region (Ukrainian Shield). Article 3. Problems of origin and age. *Geofizicheskiy Zhurnal*, 45(4), 150—170. <https://doi.org/10.24028/gj.v45i4.286292>.

Publisher Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine, 2023. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

Вступ. Ця стаття продовжує цикл публікацій, присвячених обговоренню проблем одного з підрозділів «Кореляційної хроностратиграфічної схеми раннього докембрію Українського щита» (Кореляційна ..., 2004, далі КХС УЩ), а саме так званої «бузької серії» Середнього Побужжя [Кирилюк, 2022а,б]. Стратиграфічний підрозділ під такою назвою був уведений у регіональну стратиграфічну схему докембрію Українського щита вже понад півстоліття тому назад. За цей час стосовно посвітного обсягу та складу «бузької серії» і її геологічного віку висловлювалися настільки різні уявлення, що ця назва вже давно втратила свою визначеність як місцевого стратиграфічного підрозділу. При цьому незмінними залишалися уявлення про стратигенну природу «бузької серії».

Проте останніми роками з'явилася низка публікацій, у яких висловлюються інші погляди на походження «бузької серії». У перших із них це стосувалося лише окремих петрографічних груп, таких, як карбонатні та магнетитовмісні породи, яким приписували ендегенне (магматичне) походження [Ентин и др., 2015; Усенко, 2015]. Пізніше список порід, також нібито «нестратигенного» походження, розширився і в одній із публікацій вже указано, що «появляється все більше и больше материалов о метасоматическом происхождении биотит-графитовых, графит-биотитовых, глиноземистых гнейсов, кальцифиров, а также кварцитов хашчевато-завальевской и кошаро-александровской свит» [Гинтов и др., 2018, с. 17]. Після цього цілком закономірним постає питання авторів: «Так что же тогда остается для собственно пород бугской серии? И свиты ли это вулканогенно-осадочных пород вообще?» [Гинтов и др., 2018, с. 17]. **Поряд з такими новими уявленнями про походження «бузької серії» названі автори висловлюють інші, порівняно з існуючими, думки і щодо її структурної позиції та віку, зокрема щодо зв'язку «бузької серії» з розломами та її кореляції із залізородними утвореннями нижньопротерозойської криворізької серії.**

У підсумку ревізії піддані фактично усі аспекти геології «бузької серії» – її склад, структурна позиція, походження та геологічний вік. Цим і обумовлена необхідність, на мій погляд, обговорення правомірності та обґрунтованості нових уявлень щодо «бузької серії», чому й присвячений цикл статей на цю тему. У першій з них розглянуто еволюцію поглядів щодо «бузької серії» та склад стратиграфічних підрозділів, які включені у бузьку серію КХС УЩ [Кирилюк, 2022а], у другій – відомості про їхню структурну позицію [Кирилюк, 2022б]. Ця третя, заключна, стаття циклу присвячена обговоренню проблем походження та віку «бузької серії».

Про походження світ і породних асоціацій «бузької серії». Основний зміст «бузької серії» в усіх стратиграфічних схемах докембрію УЩ, починаючи з її введення в схему 1970 р., складають кошаро-александрівська та хашчевато-завальєвська світи. Як показано у попередніх публікаціях [Кирилюк, 2022а,б], *породний склад, будова та положення в розрізі стратотипів цих світ, з позицій загальноприйнятих геологічних уявлень про первинну природу подібних метаморфічних утворень, не викликає сумнівів у їхньому вихідному літогенному походженні*¹. Тому здається очевидним, що на запитання, які поставлені в одній з публікацій («что же тогда кошаро-александровская и хашчевато-завальевская свиты? И свиты ли это вулканогенно-осадочных пород вообще?» [Гинтов и др., 2018, с. 18], відповідь може бути лише ствердною. Так, це безумовно стратиграфічні підрозділи, складені метаморфізованими осадовими і вулканічними породами!

Ці питання, як і висновки деяких авторів про те, що «породы, которые традиционно относят к бугской серии, не являются осадочными» [Усенко, 2019, с. 71] та «авторы отказались от подразделения раннедокембрийских горных пород гранулитовой

¹ Докладніше уявлення про походження цих та інших суперкристиальних формацій побужзького комплексу розглянуто у циклі робіт, спеціально присвяченому цій проблемі [Кирилюк и др., 2019а–в].

фації на свити, так як принцип послідовності напластовання і кореляції розрезів в районі не соблюдаються» [Гинтов и др., 2020, с. 46], цілком базуються або на умоглядних уявленнях, або на вивченні лише породних асоціацій магнітних аномалій, а не всієї «бузької серії» і, тим більше, всього гранулітового комплексу. Будь-які нові дані стосовно власне *стратотипів кошаро-олександрівської та хащувато-завалівської світ*, автори цих висновків не наводять. І навіть для породних асоціацій магнітних аномалій, які безпідставно відносять до хащувато-завалівської світи, ці уявлення не виглядають однозначними та переконливими і, тим більше, не можуть бути поширені на весь гранулітовий комплекс. І у зв'язку з цим вони потребують хоч би короткого їх обговорення.

Перед тим зазначимо, що будь-які уявлення про вихідну природу та умови формування метаморфічних комплексів, особливо високотемпературних, і передусім гранулітових комплексів, завжди є гіпотетичними і лише більшою чи меншою мірою ймовірними. Це означає і одна з авторів публікацій, що обговорюються, яка вважає, що «полученные результаты имеют разную степень достоверности, некоторые выводы гипотетичны» [Усенко, 1915, с. 32]. Насамперед це стосується висновків щодо походження окремо взятих порід або однотипних породних груп. І в цьому випадку, в умовах існування щодо них альтернативних уявлень, важливу роль для остаточних висновків про природу окремих порід відіграють дані стосовно їхніх співвідношень з іншими породами та пов'язаними з цими закономірностями. Щодо порід, які викликають магнітні аномалії і які віднесено до «бузької серії», у тому числі на площі Голованівського блока, важливим критерієм для генетичних висновків є їхній зв'язок і співвідношення з іншими утвореннями гранулітового комплексу Середнього Побужжя.

Як неодноразово наголошено та обґрунтовано протягом кількох десятиліть [Кирилюк, 1982, 2010, 2015; Кирилюк и др., 2019; Лазько и др., 1986 та ін.] і черговий

раз підкреслено у цій статті, всі метаморфічні утворення гранулітової фації на території Верхнього та Середнього Побужжя належать до одного *побузького гранулітового комплексу, основу якого складає одноіменний грануліто-гнейсовий комплекс*. Його зведений розріз показано на рис. 1. Уявлення про існування серед гранулітових утворень Побужжя різновікових серій, нібито розділених неузгодженнями й тривалими перервами, не підтверджено жодними стратиграфічними чи геологоструктурними даними. Воно ґрунтується виключно на результатах ізотопного датування, що розглянуто нижче. Водночас *контакти та співвідношення між усіма виділеними тут світами та суперкрус-тальними формаціями, які встановлені, вивчені, описані та неодноразово опубліковані*, свідчать про згідне залягання всіх підрозділів і стратиграфічну єдність усього побузького гранулітового комплексу.

У циклі статей [Кирилюк и др., 2019а—в] уперше викладено уявлення про передбачувані умови формування та можливу природу вихідних товщ усього побузького гранулітового комплексу, що підтверджують не лише його стратиграфічну, а й петрогенетичну єдність. У цих публікаціях показано, що в розрізі комплексу беруть участь утворення двох вихідних петрогенетичних складових — спрямованого еволюційного ряду літогенних формацій та незалежного вулканогенного породного ряду, члени якого розпорошені в різних первинно-літогенних формаціях і утворюють одну самостійну первинно-вулканогенну ендербіто-гнейсову формацію (рис. 2). При цьому висловлено припущення про формування всього розрізу в специфічних високотемпературних (+170—500 °С) безгідросферних, субаеральних умовах за наявності щільної істотно вуглекислої атмосфери. Умови, які подібні до умов сучасної обстановки на поверхні планети Венера, мали бути глобальними і не повторювалися у післяранныоархейській історії Землі. Уявлення про такі специфічні умови дають можливість задовільно пояснити специфічні геолого-формаційні

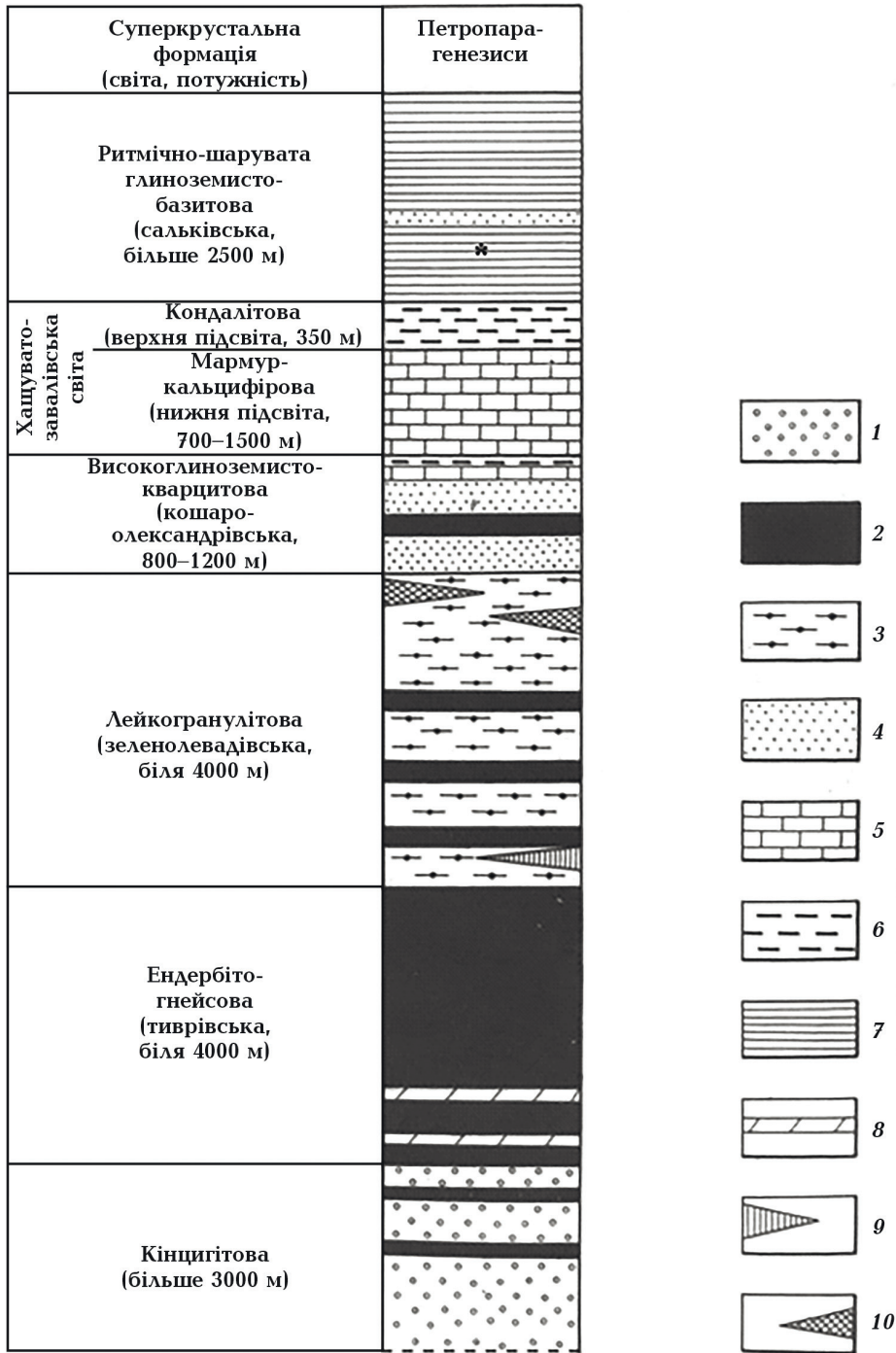


Рис. 1. Зведений геолого-формаційний розріз побузького грануліто-гнейсового комплексу та розподіл у ньому петропарагенезисів. *Головні петропарагенезиси*: 1 — кінцигітовий, 2 — ендербіто-гнейсовий, 3 — лейкогранулітовий, 4 — високоглиноземисто-кварцитовий, 5 — мрамур-кальцифіровий, 6 — кондалітовий, 7 — ритмічно-шаруватий глиноземисто-базитовий; *другорядні петропарагенезиси*: 8 — кальцифір-кристалосланцевий, 9 — карбонатно-залізистий (магнетитовмісний), 10 — метабазит-ультрабазитовий. Зірочкою позначено місце розташування у розрізі проби з ізотопним віком циркону близько 3,8 млрд років.

Fig. 1. Consolidated geologist-formation section of Bug Area granulite-gneiss complex and petroparageneses distribution in it. *Main petroparageneses*: 1 — kinzigitic, 2 — enderbite-gneissic, 3 — leucogranulitic, 4 — high-aluminous-quartzitic, 5 — marble-calciphyric, 6 — khondalitic, 7 — graded aluminobasic; *secondary petroparageneses*: 8 — calcifer-schistose, 9 — carbonate-ferrous-siliceous, 10 — metabasite-ultrabasic. * Location in the section of the sample with an isotopic age of zircon of about 3.8 billion years.

особливості та монофаціальний метаморфізм гранулітових комплексів [Кирилюк, 1971, 1977], не пов'язуючи його з великими глибинами зануреннями та перетворенням вихідних товщ. Ці умови позначилися і на особливостях складу окремих груп порід (петропарагенезисів і петротипів) цих комплексів [Кирилюк и др., 2019б,в], ви-

явлення яких має важливе і теоретичне, і практичне значення й заслуговує на подальші дослідження.

З огляду на специфічні передбачувані особливості формування побузького гранулітового комплексу, особливості складу та будови його суперкристиальних формацій дають змогу досить впевнено роз-

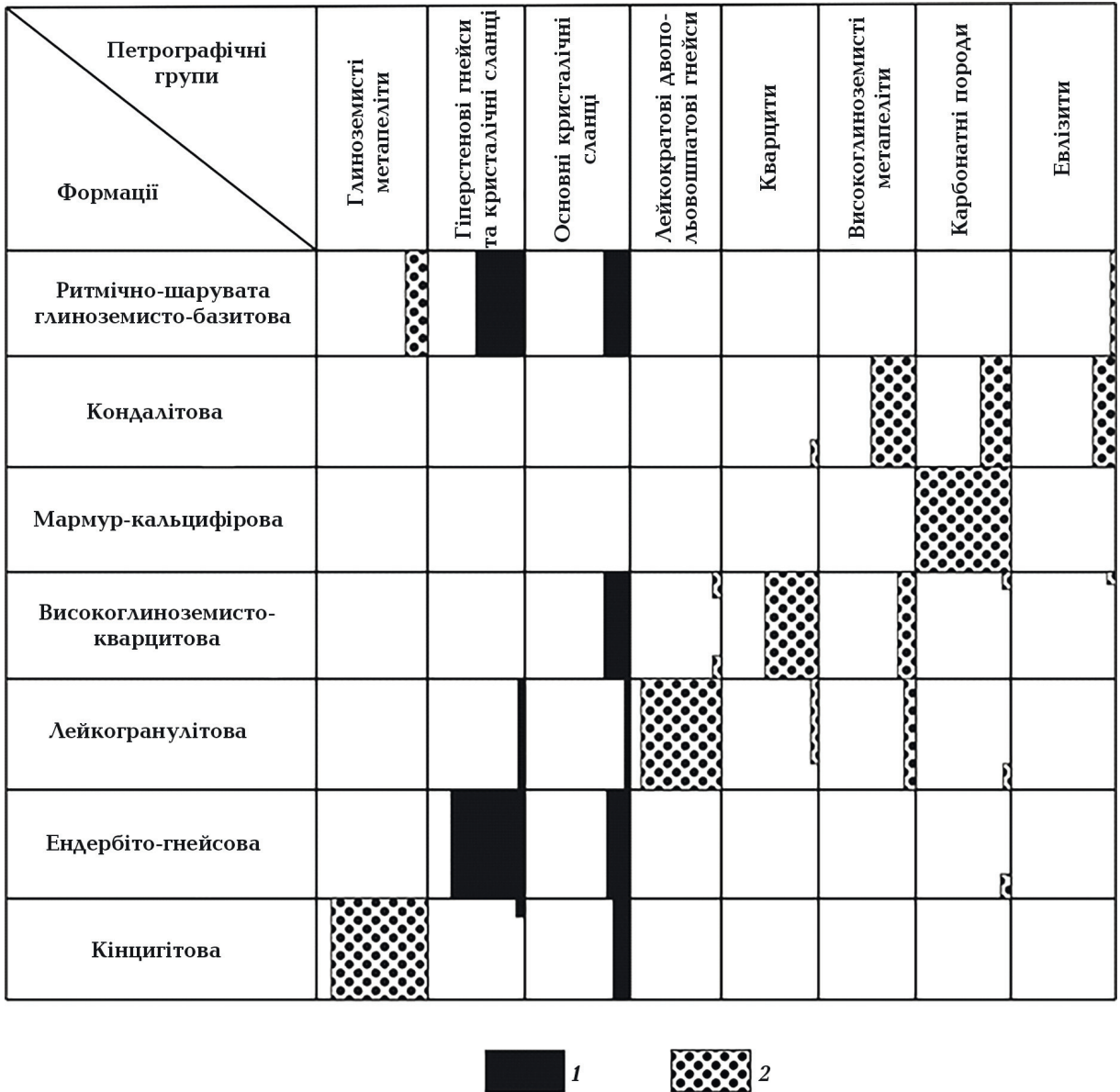


Рис. 2. Розподіл основних петрографічних і петрохімічних груп порід у геолого-формаційному розрізі побузького гранулітового комплексу (за [Кирилюк и др., 2019в]): 1 — передбачувані метавулканогенні утворення; 2 — передбачувані металітогенні утворення.

Fig. 2. Distribution of the main petrographic and petrochemical rock groups in geological-formational section of the Bug Area granulite complex [Kyrylyuk et al., 2019в]: 1 — alleged places of metavolcanogenic rocks; 2 — alleged metalitogenic rocks.

різняти їхню металітогенну або метавулканогенну природу за загальними характерними ознаками осадових і магматичних порід. Лейкогранулітова формація, до якої входить породна асоціація магнітних аномалій, згідно з проведеними дослідженнями, є членом літогенного ряду, хоча, як і більшість інших суперкрукстальних формацій побузького комплексу, містить згідні тіла метавулканогенних утворень. Як зазначено у попередній статті [Кирилюк, 2022б], асоціація магнетитовмісних порід приурочена до перехідної частини між ендербіто-гнейсовою та лейкогранулітовою формаціями і певною мірою умовно віднесена до нижньої частини лейкогранулітової формації. Ця асоціація є строкатим набором порід, що включає всі головні та другорядні члени згаданих формацій. Порооди ендербіто-гнейсової формації — гіперстеневі й двопіроксенові плагіогнейси та кристалічні сланці середнього та основного складу, мають, швидше за все, вулканогенне походження. Порооди лейкогранулітової формації представлені переважно лейкократовими двопольовошпатовими гнейсами з невисоким (перші відсотки) вмістом біотиту, гранату, гіперстену, а також різноманітними силіманіто- і кордієритовмісними високоглиноземистими гнейсами і кристалічними сланцями й кварцитами. Усі порооди цієї формації є або типовими паропороодами, або, які двопольовошпатові гнейси, що домінують в ній найбільш імовірними метаморфізованими аркозами [Пащенко, 1994].

Своєрідність усієї асоціації, що зумовила, зокрема, і їхнє відображення в магнітному полі як інтенсивних позитивних аномалій, полягає у наявності в ній магнетитовмісних карбонатних порід та залізистих (магнетитових) кварцитів, що часто переходять в евлізити. Ці магнетитовмісні рудоносні порооди виділені як самостійний другорядний карбонатно-залізистий петропарагенезис побузького гранулітового комплексу [Кирилюк и др., 2019а,б]. Їх обсяг становить перші відсотки у складі лейкогранулітової формації та мізерно малу частку у складі всього побузького грану-

літового комплексу. Втім тільки названі порооди і можуть бути предметом дискусії про їхнє походження. Усі інші метаморфічні порооди асоціації, що є головними членами суперкрукстальних формацій та відповідних світ, ні за складом, ні за характером залягання і розподілу в розрізі комплексу у більшості дослідників не викликають жодних сумнівів щодо їх стратигенного — первинного літогенного чи вулканогенного — походження.

Карбонатно-магнетитові порооди, залізисті кварцити і близькі до них інші магнетитовмісні порооди, безумовно, виділяються з ряду типових літогенних утворень, що дає підстави деяким авторам відносити їх до інших генетичних типів, зокрема до магматичних утворень [Ентин и др., 2015; Усенко, 2015 та ін.]. І все ж таки більшість дослідників також вважають їх глибокометаморфізованими і метасоматично зміненними вихідними хемогенно-глинистими відкладами. У такому традиційному актуалістичному розумінні ці уявлення, строго кажучи, не можна вважати достатньо переконливими, передусім через відсутність неметаморфізованих аналогів як самого карбонатно-залізистого петропарагенезису, так і всієї лейкогранулітової формації, що його вміщує. І все ж, нехай і не остаточно встановлене, але стратигенне походження цього магнетитовмісного петропарагенезису є імовірнішим за такими ознаками.

Насамперед привертає увагу приуроченість парагенезису до границі двох великих стратиграфічних підрозділів — тирівської та зеленолевадівської світ, тобто його чіткий стратиграфічний контроль. Світи залягають згідно, про що свідчить їх поступова зміна в розрізі — чергування (перешаровування) головних членів цих світ. Самі члени карбонатно-залізистого петропарагенезису також утворюють у розрізі згідні пластові та лінзоподібні поклади. Їхнє січне положення стосовно пластовості та смугастості інших порід достовірно не виявлено. У зоні переходу між світами встановлено ритмічну будову розрізу, яка виявляється в тому, що в низах ритмів пе-

реважають плагіопороди, характерні для нижньої, тиврівської, світи, а у верхній частині ритмів — двопольовошпатові породи, які домінують у зеленолевадівській світі [Лысак и др., 1983]. При цьому рудні поклади приурочені головним чином до нижніх частин ритмів, що дає змогу вважати їх не просто частинами розрізу світи, а закономірними генетичними членами її вихідної стратигенної ритмічної структури.

Дані щодо закономірностей положення карбонатно-залізного петропарагенезису в стратиграфічному розрізі роблять досить малоймовірними уявлення про ендегенне карбонатитове або якесь інше магматичне походження магнетитовмісних порід асоціацій магнітних аномалій Голованівського блока. Такі уявлення докладно, але не переконливо і переважно на теоретичному рівні розглянуті О.В. Усенко [Усенко, 2015] та підтримані В.А. Єнтіним зі співавторами [Єнтин и др., 2015]. Мало обґрунтованим, і до того ж незрозуміло, з якою метою висловленим є припущення, що «железистые кварциты образованы на одном этапе, а кальцифиры — на другом. Их совместное залегание обусловлено раскрытием и заполнением одних и тех же зон» [Усенко, 2015, с. 45]. **Таке припущення** повторено В.А. Єнтіним зі співавторами [Єнтин и др., 2015]. Разом з тим ці автори цілком справедливо зазначають, що висновки О.В. Усенко про первинно-магматичну природу цих утворень зроблено тільки «по результатам изучения состава и петрохимии пород железистой формации Голованевской шовной зоны» [Єнтин и др., 2015, с. 12], тобто без урахування геологічних даних. А сама О.В. Усенко розглядає зроблені висновки лише як окремі фрагменти «общей модели, которая может быть восстановлена с помощью привлечения дополнительной геологической (курсив мій — В.К.) информации» [Усенко, 2015, с. 33]. Як бачимо з викладеного вище, *годаткова регіональна геологічна інформація* цю модель підтвердити не може.

Вважаю за необхідне зауважити, що обговорення проблеми походження породних асоціацій, що визначають у Середньо-

му Побужжі інтенсивні позитивні магнітні аномалії, не є метою цієї публікації. Як і вихідна природа усього побузького гранулітового комплексу, згадана проблема детально висвітлена у окремих публікаціях [Кирилук и др., 2019а—в]. Тут вона коротко розглянута лише остільки, оскільки генетичні висновки, що ґрунтуються на матеріалах вивчення магнетитовмісної породної асоціації, поширюються на всю «бузьку серію» і навіть на весь побузький гранулітовий комплекс. Проте навіть якщо припустити, що ці висновки щодо магнетитовмісної породної асоціації вірні, то частка їх у складі «бузької серії» і, тим більше, у складі всього побузького комплексу настільки мала, що не може вплинути на розуміння ні внутрішньої структури, ні походження цих регіональних стратиграфічних підрозділів. Натомість подібні погляди, висловлені стосовно всієї «бузької серії», а саме: «Породы, которые традиционно относят к бугской серии, не являются осадочными... Это продукт кристаллизации магматических расплавов, а также карбонатных, силикатных (водно-силикатных с хлором), углеводородных флюидов в разломах (проницаемых зонах) кристаллического фундамента в диапазоне *PT*-условий, соответствующих высокой амфиболитово-гранулитовой фации метаморфизма» [Усенко, 2019, с. 71], **суперечать** усім попереднім уявленням про «бузьку серію», що є ще одним доводом для її скасування, як повністю дискредитованого найменування. Між тим уявлення про можливе походження карбонатно-залізного петропарагенезису, альтернативні поглядам О.В. Усенко, В.А. Єнтіна та його співавторів і теж нетрадиційні, можуть бути запропоновані з позицій припущення ймовірних високотемпературних (подібних до сучасних на планеті Венера) субаеральних умов літогенезу вихідних товщ усього побузького гранулітового комплексу за участю агресивної вуглекислої атмосфери [Кирилук, 1971; Кирилук и др., 2019в]. У такому разі можна уявити зв'язок формування вихідних порід карбонатно-залізного петропарагенезису з про-

цесами силікатно-карбонатної взаємодії атмосфери та приповерхневої частини літосфери або хімічного «вивітрювання» вихідних вулканогенних порід ендербітогнейсової формації, а також еолового механічного руйнування та перевідкладення кор вивітрювання. Непрямим свідченням цього може бути асоціація карбонатно-залізного петропарагенезису з високоглиноземистими кордієритовмісними породами, що його супроводжують.

Слід підкреслити, що таке припущення в цій статті висловлено нами лише з однією метою, а саме показати, що можливі різні уявлення про первинну природу як аналізованих, так і будь-яких інших високотемпературних метаморфічних утворень, і розробляти їх слід з урахуванням усіх відомих структурних і речовинних даних, властивих тому чи іншому метаморфічному комплексу, а не лише на підставі вивчення окремо взятих порід.

Про вік «бузької серії». Встановлення віку «бузької серії» як окремо взятого стратиграфічного підрозділу здається мені з різних причин штучним та некоректним завданням, хоча саме так ця «проблема» обговорюється вже тривалий час, починаючи з уведення найменування «бузька серія» у стратиграфічну схему докембрію УЩ 1970 р. Штучною ця «проблема» є тому, що вона розв'язується поза зв'язком з іншими стратиграфічними підрозділами, оскільки для «бузької серії» а ргіогі прийнято уявлення про її відповідність самостійному етапу розвитку регіону. І як наслідок, завдання виявляється некоректним тому, що для його вирішення використовуються лише результати ізотопного датування, без урахування реальних геологічних, структурно-стратиграфічних, даних, які вже давно добре відомі. Більш того, основною ланкою у розв'язанні цієї «проблеми» виявилось встановлення віку, або вікових рубежів формування, *лише кошаро-олександрівської світи* [Лесная и др., 1995; Степанюк и др., 2010а, б та ін.]. Такий інтерес до віку кошаро-олександрівської світи визначений тим, що вона вважається найдавнішим стратиграфічним підроз-

ділом бузької серії, і тому визначення її віку одночасно стає датуванням нижньої вікової границі всієї бузької серії.

З цією метою вже неодноразово проводилися ізотопні дослідження нібито кластогенних цирконів із кварцитів відокремлених виходів кошаро-олександрівської світи. При цьому ні природу досліджених цирконів, ні висновки щодо віку самої світи на підставі ізотопних датувань цих цирконів не можна вважати переконливо доведеними. Перші дані, що стосуються віку кошаро-олександрівської світи, були отримані ще на початку 1980-х років, про що в пояснювальній записці до стратиграфічної схеми докембрію УЩ 1984 указано: «В кварцитах с. Шамраевка обнаружен циркон возрастом 2800 ± 100 млн лет, *считающийся кластогенным* (курсив мій — В.К.). Эта дата рассматривается как нижняя возрастная граница бугской серии» [Стратиграфические..., 1985, с. 34]. На цій підставі бузька серія була віднесена в стратиграфічній схемі 1984 р. до нижнього протерозою, а в наступних схемах, у зв'язку зі зміною уявлень про вікове положення границь загальних стратиграфічних підрозділів докембрію, переміщена у верхній архей (схема 1996) і неоархей [Кореляційна..., 2004].

Подальші цілеспрямовані дослідження тих самих кварцитів також не дали однозначної відповіді на запитання ні про генезис цирконів з кварцитів, ні про вік самих кварцитів [Лесная и др., 1995]. Серед цирконів у кварцитах автори [Лесная и др., 1995] розрізняють два типи — округлі та призматичні. Округлі циркони, як зазначають автори, *мають вигляд* (звертаємо увагу — *вигляд, а не походження* — В.К.) кластогенних, а призматичні кристали виникли шляхом обростання округлих цирконів зовнішніми оболонками та придбання ними призматичного габітусу. Вік усіх цирконів по відношенню ізотопів $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ перебуває в інтервалі 2,5—2,7 млрд років. Кластогенна природа цирконів, як свідчать самі автори, *не доведена, а приймається*. Як пишуть автори, «приведенные в настоящей статье результаты — скорее информация

к размышлению, чем четкие доказательства природы циркона (курсив мій — В.К.) в кварцитах с. Шамраевка, для определения возраста пород бугской серии желательнее использовать породы, содержащие синпетрогенный циркон» [Лесная и др., 1995, с. 73]. Проте це цілком резонне побажання досі не було реалізовано, хоч до складу кошаро-олександрівської світи крім кварцитів та високоглиноземистих порід входять двопіроксенові кристалічні сланці, які мають найімовірніше первинне вулканічне походження.

Крім цирконів із кварцитів с. Шамраївка виконано ізотопне вивчення цирконів одного зі стратотипових виходів кошаро-олександрівської світи біля с. Кошаро-Олександрівка [Степанюк и др., 2010а,б]. При цьому уран-свинцевим ізотопним локальним методом датовано, на думку авторів, «кластогенные ядра цирконов» [Степанюк и др., 2010а, с. 209], хоча жодних доказів їхньої уламкової природи не наведено². Було виконано близько 100 датвань, унаслідок чого отримано значення віку в діапазоні 3556—2670 млн років та зроблено висновки, що «накопление толщ кварцитов произошло не раньше 2,7 млрд лет тому назад», а «источником терригенного материала для кварцитов кошаро-александровской свиты могли быть гиперстен-плагноклазовые гнейсы (эндербитогнейсы)», оскільки «значения изотопных возрастов цирконов кластогенных ядер из кварцитов хорошо совпадают и достаточно точно согласуются с цифровыми значениями возрастов, полученными для цирконов из гиперстен-плагноклазовых гнейсов (эндербитогнейсов), распространенных севернее пгт Завалье» [Степанюк и др., 2010а, с. 212].

Ізотопні дослідження цирконів із кварцитів ще одного виходу кошаро-олександрівської світи біля смт Завалля (відслонення «Біла скеля») виконав Л.В. Шумлянський, висновки якого дещо відрізняються від зроблених Л.М. Степанюком та його співавторами [Степанюк и др., 2010а]. За даними автора «значення ізотопного віку цирконів широко варіюють — від 3245±250 до 2031±9 млн років» [Шумлянський, 2012, с. 137]. Крім того, ці дані істотно розширюють діапазон датвань в область «молодших» значень, Л.В. Шумлянський інакше оцінює і вікову інформативність цирконів. Так, автор вважає, що «інтерпретація датвання цирконів з глибокометаморфізованих кластогенних порід є вельми непростим завданням. Зокрема, такі породи містять як кластогенні (уламкові) циркони, так і циркони, 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 мій — В.К.) [Шумлянський, 2012, с. 137]. Сам автор зупинився на тому, що циркони, «давніші за ~2540 млн років, можуть розглядатись (курсив мій — 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 як метаморфогенні... 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» [Шумлянський, 2012, с. 137]. Однак у результаті автор зупиняється на тому, що «вік формування зазначених кварцитів як осадових порід становить не більше 2500 млн років» [Шумлянський, 2012, с. 137].

Як указано вище, прямі геологічні — структурно-стратиграфічні — дані щодо існування незгідного залягання на нижній границі кошаро-олександрівської світи, а разом з нею і всієї бузької серії на

² Раніше мною вже наголошувалося на недостатній обґрунтованості кластогенної природи ядер [Кирилук, 2016], на що Л.М. Степанюк відреагував лише тим, що «ми не акцентували увагу на генезі ядер у кристалах циркону ще й тому, що кластогенна природа самих кварцитів є загально визнаною» [Степанюк, 2018, с. 24], що зовсім не виключає метаморфогенної природи цирконів, які в них знаходяться.

дністровсько-бузькій серії відсутні. Ізотопні датування цирконів з кошаро-олександрівської світи, які навіть за наявності таких даних могли б бути лише непрямим підтвердженням існування неузгодження та тривалої перерви між дністровсько-бузькою та бузькою серіями, також не дають, і самі по собі не можуть дати в принципі (!), підстав для подібних висновків. Тим більше що вони прямо суперечать давно і добре відомим, досі не спростованим, але так і не прийнятим результатам структурно-стратиграфічних й геолого-формаційних досліджень [Кирилюк, 1982; Лазько и др., 1986 и др.], у світлі яких ізотопні датування набувають зовсім іншої інтерпретації.

Ще раз нагадаємо, що всі товщі та світи, які на цей час відносять до «бузької серії», входять до складу **єдиного розрізу побузького грануліто-гнейсового комплексу** і розміщуються в ньому на різних стратиграфічних рівнях. У зв'язку з цим, відповідно до загальноприйнятої методики та практики, передусім має бути оцінений стратиграфічний та ізотопний вік комплексу в цілому, а не окремих серій і тим більше світ. У понятійній системі «відносного стратиграфічного віку» побузький комплекс, разом з іншими грануліто-гнейсовими комплексами Українського щита, за геологічними даними є найдавнішим підрозділом [Кирилюк и др., 2019], як і грануліто-гнейсові комплекси інших щитів, які є найдавнішими утвореннями у цих регіонах. Будь-які стратиграфічно більш ранні комплекси стосовно грануліто-гнейсових на жодному з щитів не встановлені, що і є підставою для віднесення їх до нижнього архею.

Щодо ізотопних датувань, отриманих для побузького гранулітового комплексу, мабуть, найбільш вивченого в ізотопно-геохронометричному сенсі серед усіх відомих комплексів цього типу на різних щитах усіх континентів, існує уже сотні, якщо не тисячі, визначень. Найбільш давні значення ізотопного віку вперше отримала О.В. Бібікова U-Pb методом за цирконом із гіперстенових плагіогнейсів (які автор

назвала ендербітами) Одеського кар'єру в районі смт Завалля [Бібікова, 2004]. «Для максимально конкордантних цирконів по ізотопному отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ получен возраст, равный 3,65—3,60 млрд лет. Для одного незонального ядра внутри зонального кристалла определен почти конкордантный возраст — 3,78 млрд лет» [Бібікова, 2004, с. 16]. Пізніше близьке визначення з тих самих порід, що становить 3648 млн років \pm 32 млн років, отримали С.Б. Лобач-Жученко та її колеги [Лобач-Жученко и др., 2011], а ще через деякий час О.В. Бібікова зі співавторами опублікували нові датування «возрастом до 3800 Ма (3789 \pm 4 и 3775 \pm 5 млн лет) с почти ненарушенной уран-свинцовой изотопной системой» [Бібікова и др., 2013, с. 117].

Датування близько 3,8 млрд років є найдавнішими з усіх відомих нині визначень ізотопного віку гранулітових комплексів УЩ та навіть усієї Східноєвропейської платформи. Вони отримані з порід цілком валідної [Стратиграфический..., 1989, с. 241], але досі офіційно не прийнятої та не включеної до КХС УЩ сальківської світи [Кирилюк, 1982; Лазько и др., 1975, 1986 и др.]. Ця світа є найвищою в розрізі побузького комплексу. Проте через її відсутність у КХС УЩ та у складеній на основі цієї схеми легенді центральноукраїнської серії геологічної карти України [Легенда..., 1996] сальківську світу на геологічних картах досі помилково показують як тиврівську світу дністровсько-бузької серії та супутні ендербіти гайворонського комплексу, а отримані найдавніші датування використовують як вік лише дністровсько-бузької серії.

Між тим датування у 3,8 млрд років, яке отримане зі світи, що завершує розріз побузького грануліто-гнейсового комплексу, може бути прийнято за верхню вікову границю комплексу в цілому. Це дає підстави для висновку, що всі його вихідні товщі — і дністровсько-бузької, і бузької серій, включаючи хащувато-завалівську та кошаро-олександрівську світи, мають вік, давніший за 3,8 млрд років, і підтверджують правильність віднесення всього

побузького комплексу до нижнього архею. А з огляду на те, що сальківська світа завершує не менш ніж 15—17-кілометровий розріз, стає очевидним, що початок формування розрізу побузького комплексу був набагато давнішим.

При цьому значно давнішим має бути і абсолютний «стратиграфічний вік» хащувато-завалівської та кошаро-олександрівської світ, як і час нагромадження їх вихідних товщ. Такий висновок є, звичайно ж, несподіваним для більшості сучасних користувачів офіційних стратиграфічних схем, які за останні десятиліття звикли до уявлень про стратиграфічну незгідність та велику перерву у часі між формуванням дністровсько-бузької та бузької серій. І тут доречним слід нагадати, що ще близько півстоліття тому з карбонатних

порід хащувато-завалівської світи Рb-Рb методом за передбачуваними *синпетрогенними ізотопними відношеннями* було отримано датування 3300—3600 млн років [Половинкина, Полевая, 1973]. Ця дата була першим ізотопним визначенням архейського віку бузької серії. Пізніше, у зв'язку з поширенням цирконометрії як провідної геохронометричної методики та з безапеляційною довірою до неї багатьох дослідників, це датування не підтвердилось **U-Рb методами і було просто забуте, як нібито недостовірне.**

Стосовно ізотопного датування побузького комплексу слід зазначити, що усі згадані вище найдавніші значення «абсолютного віку» отримано з метаморфічних порід гранулітової фації. Вони швидше за все і відповідають часу метаморфізму

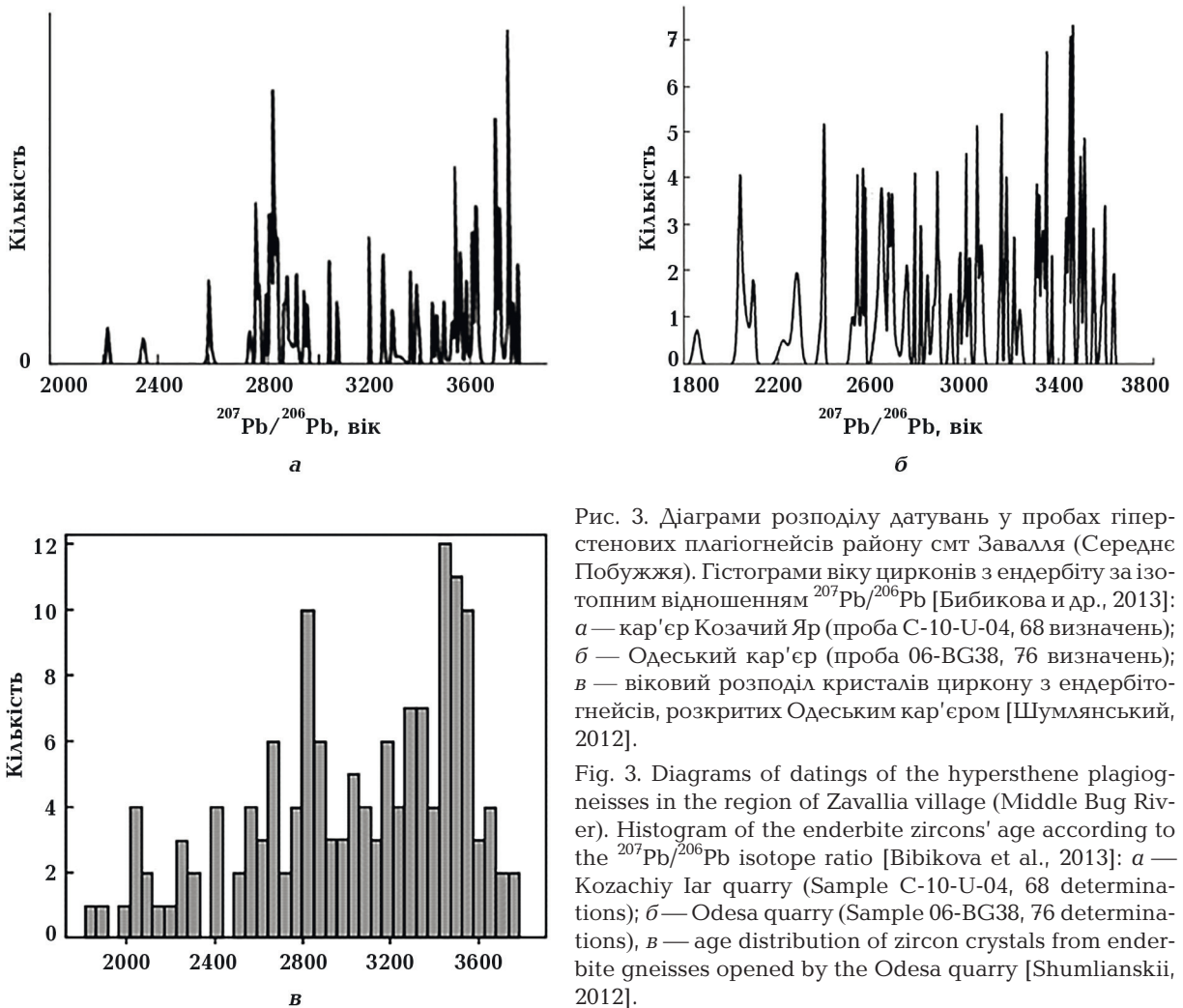


Рис. 3. Діаграми розподілу датувань у пробах гіперстенових плагіогнейсів району смт Завалля (Середнє Побужжя). Гістограми віку цирконів з ендербіту за ізотопним відношенням $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ [Бибикова и др., 2013]: а — кар'єр Козачий Яр (проба С-10-У-04, 68 визначень); б — Одеський кар'єр (проба 06-ВГ38, 76 визначень); в — віковий розподіл кристалів циркону з ендербіто-гнейсів, розкритих Одеським кар'єром [Шумлянський, 2012].

Fig. 3. Diagrams of datings of the hypersthene plagiogneisses in the region of Zavallia village (Middle Bug River). Histogram of the enderbite zircons' age according to the $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ isotope ratio [Bibikova et al., 2013]: а — Kozachiy Yar quarry (Sample C-10-U-04, 68 determinations); б — Odesa quarry (Sample 06-BG38, 76 determinations), в — age distribution of zircon crystals from enderbite gneisses opened by the Odesa quarry [Shumlianskiy, 2012].

комплексу, але є найближчими до його «стратиграфічного віку». Разом з цими найдавнішими датуваннями в тих самих пробах нині виявлені практично безперервні ряди здебільшого конкордантних U-Pb ізотопних визначень аж до 2000—1900 млн років (рис. 3). Це дало змогу дослідникам зробити однакові висновки: отримані значення віку «по ізотопному отношенію $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ занимают весь диапазон между 3500—1900 Ma» [Бибикина и др., 2013, с. 109]; «ендербіто-гнейси діоритового складу містять полігенний комплекс кристалів циркону, що формувалися впродовж тривалого часу — від 3790 до 1855 млн років тому» [Шумлянський, 2012, с. 77]; «полученные значения достоверных (конкордантных) дат лежат в возрастном интервале 3,65—1,99 млрд лет» [Лобач-Жученко и др., 2011, с. 3]. У цьому віковому діапазоні С.Б. Лобач-Жученко та її співавтори виділяють практично безперервну низку тривалих геологічних подій, серед яких і завершальна «палеопротерозойская структурно-метаморфическая переработка: деформации, приведшие к формированию *shear zone*, гранулитовый метаморфизм (~2 млрд лет)» [Лобач-Жученко и др., 2013, с. 96].

Всі загадані ряди датувань, на наш погляд, можна пояснити лише тривалим ендеогенним перебуванням і перетворенням вихідних протогрануліто-гнейсових і вже сформованих метаморфічних товщ побузького комплексу в *PT*-умовах гранулітової фації. І всі вони є пізнішими — «омолодженими» — стосовно «стратиграфічного віку» побузького комплексу. Слід зазначити, що наявність «омолоджених» датувань у гранулітових комплексах різних регіонів є дуже поширеним явищем і вже виробило до себе певне ставлення стратиграфів. Зокрема, щодо наявності «молодих» датувань у гранулітових комплексах у пояснювальній записці до «Общей стратиграфической шкалы нижнего докембрия России», в якій ці комплекси так само віднесено до нижнього архею, прямо сказано, що «редкость выявления в гранулитогнейсовых комплексах изотопных датировок, превышаю-

щих 3200 млн лет, не является бесспорным основанием для пересмотра давно сложившихся представлений о принадлежности этих комплексов к древнейшим образованиям» [Общая..., 2002, с. 6].

У світлі викладеного очевидно, що всі отримані досі ізотопні датування з метаморфічних порід, які належать до «бузької серії», а всі вони «молодші» за максимальні датування побузького комплексу, не є свідченням «стратиграфічного віку» ні цих окремо взятих порід, ні «бузької серії» в цілому. Причому це стосується і всіх датувань за цирконами з кварцитів кошаро-олександрівської світи, які вважають їх як метаморфогенними, так і ймовірно кластогенними. Цей висновок щодо останніх впливає не тільки з того, що всі ці датування менші (здебільшого значно менші!) за максимальні значення «абсолютного віку». Він неминуче виходить з простого припущення про дуже малу ймовірність збереження в досліджених породах і мінералах «реліктових» датувань за їх тривалого перебування (від кількох сотень до 1500 млн років і більше) в *PT*-умовах гранулітової фації, в яких, як вважають фахівці у сфері ізотопного датування, було можливим неодноразове утворення нових цирконів.

Говорячи про стратиграфічний та ізотопний вік «бузької серії», доцільно звернути увагу ще на деякі відомості, хоч і непрямі, але які стосуються цієї проблеми. Вище зазначено, що на підставі вивчення цирконів із кварцитів кошаро-олександрівської світи Л.М. Степанюк та його співавтори зробили висновок, згідно з яким «значения изотопных возрастов цирконов кластогенных ядер из кварцитов хорошо совпадают и достаточно точно согласуются с цифровыми значениями возрастов, полученными для цирконов из гиперстен-плагноклазовых гнейсов (ендербитогнейсов), распространенных севернее пгт Завалье» [Степанюк и др., 2010а, с. 212]. Водночас Л.В. Шумлянський [Шумлянський, 2012] порівнював циркони тих самих ендербітогнейсів, які іноді називав просто «ендербітами», та циркони

з кварцитів відслонення «Біла скеля» біля смт Завалля, і дійшов протилежного висновку. За його даними серед цирконів ендербітогнейсів, «вік яких вищий від 3300 млн років і сягає 3650 млн років...», 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 циркони з ендербітів *відсутні* (курсив мій — В.К.) серед кластогенних кристалів цього мінералу у кварцитах» [Шумлянський, 2012, с. 141]. Автор також вказує, що «значення неодимового модельного віку свідчать про утворення кварцитів відслонення Біла Скеля за рахунок руйнування неомезоархейських порід переважно кислого складу» [Шумлянський, 2012, с. 142].

Ці дані Л.В. Шумлянського добре укладаються в нормальну стратиграфічну послідовність утворення світ-формацій (див. рис. 1), за якою кошаро-олександрівська світа (високоглиноземисто-кварцитова формація) формувалася головно внаслідок перевідкладення продуктів руйнування підстильної лейкогранулітової формації (зеленолевадівської світи) переважно кислого складу. При цьому в ній, природно, відсутні циркони з порід сальківської світи (глиноземисто-базитової формації), оскільки згадана світа залягає вище за розрізом і на час формування кошаро-олександрівської світи ще не існувала в природі.

В одній з публікацій, що обговорюються в цій статті, зроблена спроба «установити дополнительные критерии, которые определяют время формирования пород бугской серии», та використати «состав пород бугской серии как индикатор времени образования» [Усенко, 2019, с. 61]. При цьому автор доходить до багатообіцяльного і, ймовірно, правильного висновку про те, що «породы, слагающие разрезы бугской серии, образуются на определенном этапе развития Земли» [Усенко, 2019, с. 71]. Вони дійсно є характерними утвореннями монофаціальних грануліто-гнейсових комплек-

сів різних щитів, для яких багато дослідників (Є.М. Лазько, Л.Й. Салоп, Б.Я. Хорева, В.І. Шульдинер та інші) припускають специфічні та неповторні умови формування з тією лише різницею, що ці дослідники вважають їх *найдавнішими, ранньоархейськими утвореннями*. Тому наступний висновок О.В. Усенко про те, що «появление карбонатитов, кальцифиров, мраморов, значительных объемов кварцитов, графитоносных и высокоглиноземистых метаморфических пород, ультрабазитов, состав которых соответствует коматииту, но ассоциирующихся с кальцифирами, а также пород ЖКК формации происходит около 2,0 млрд лет назад ... Поэтому возраст пород, описанных как бугская серия, должен быть близок к этому времени» [Усенко, 2019, с. 71] не має жодного стосунку до «бузької серії» західної частини УЩ. Як наслідок, помилковим є і уявлення О.В. Усенко про те, що «предполагаемое время образования бугской серии совпадает со временем формирования гданцевской и глееватской свит криворожской серии» [Усенко, 2019, с. 64]. Така думка про вікову кореляцію цих стратиграфічних підрозділів справді існувала аж до 1960-х років. Однак принципові відмінності їх формування та віку були переконливо показані ще півстоліття тому в результаті спеціально проведених досліджень [Сиворонов, 1971]. Що ж до ізотопних датвань близько 2 млрд років, використовуваних О.В. Усенко для підтвердження віку бузької серії, то всі вони найімовірніше пов'язані із завершенням у цьому районі процесів гранулітового метаморфізму, про що нині пишуть уже багато дослідників, зокрема С.Б. Лобач-Жученко та її співавтори [Лобач-Жученко и др, 2013, 2017], на роботу яких посилається сама автор [Усенко, 2019, с. 70].

Висновки. Загальні підсумки всього викладеного у цій та попередніх публікаціях циклу [Кирилюк, 2022а,б], присвяченого так званій «бузькій серії», зводяться до такого.

1. Найменування «бузька серія» настільки часто і радикально змінювало свій

зміст стосовно як речовинного (породного) та стратиграфічного (посвітного) складу, так і вікової належності, що вже давно втратило свою стратиграфічну валідність і, відповідно до положень «Стратиграфічного кодексу України» [Стратиграфічний..., 2012] та до міжнародних стратиграфічних норм, має бути скасовано, а публікації про неї припинено, аж до прийняття нової стратиграфічної схеми докембрію УЩ.

2. Зазначене тим більше доцільне і актуально тому, що і в чинній КХС УЩ «бузька серія» представлена у спотвореному вигляді. До неї включені світи і товщі, що займають різне положення у зведеному стратиграфічному розрізі Середнього Побужжя. З одного боку, це кошаро-олександрівська та хащувато-завалівська світи, для яких у стратотиповому розрізі в районі смт Заваля доказово встановлено залягання в розрізі вище зеленолевадівської світи, а з іншого — залізородна породна асоціація Голованівського блока, з якою пов'язані інтенсивні магнітні аномалії. Ця товща, яка у КХС УЩ віднесена до хащувато-завалівської світи, різко відрізняється від «безрудного» стратотипу світи як за складом, так і за своїм стратиграфічним положенням. Склад та прояв у аномальному магнітному полі залізородної асоціації Голованівського блока аналогічні таким павлівській товщі КХС УЩ, для якої геологічним картуванням у районі Павлівських магнітних аномалій достовірно встановлено положення у розрізі між тиврівською та зеленолевадівською світами. Подібне положення породні асоціації магнітних аномалій займають і у розрізі та структурі Голованівського блока, а передбачуване для них деякими дослідниками залягання в синклінальних структурах, нібито накладених на більш древній фундамент, не доведено, так само, як не доведений і генетичний зв'язок породних асоціацій магнітних аномалій із зонами розломів.

3. В останні роки додаткову невизначеність у поняття «бузька серія» внесли викладені у низці статей уявлення про її нібито нестратигенну природу. У цих публікаціях зроблено спробу обґрунтува-

ти провідну роль у формуванні «бузької серії» ендогенних (магматичних і метасоматичних) процесів та розривних порушень. З використанням ізотопних датувань зроблено висновки щодо її ранньо-протерозойського віку, причому на підставі вивчення лише породних асоціацій окремих магнітних аномалій Голованівського блока за даними буріння та із застосуванням геофізичних методів і без урахування регіональних геологічних даних. Проте запропоновані нові уявлення поширені на всю «бузьку серію» і навіть на весь побузький гранулітовий комплекс. Зазначимо, що будь-які нові матеріали, що стосуються походження, структурного положення та віку *стратотипів бузької серії* — *кошаро-олександрівської та хащувато-завалівської світ у стратотиповому районі*, у цих публікаціях відсутні.

4. Регіональні геологічні дані, отримані протягом останніх більш ніж 50 років планомірного геологічного картування та активного тематичного дослідження Середнього Побужжя, засвідчують, що всі стратиграфічні підрозділи цієї території входять до складу єдиного грануліто-гнейсового комплексу. У його розрізі не встановлено жодних ознак стратиграфічних незгідностей і тривалих перерв. Такі уявлення про існування перерв і незгідностей від самого початку базувалися лише на припущеннях та на упередженій, некоректній інтерпретації дискретних ізотопно-геохронометричних датувань. Однак багаторічне застосування ізотопних методів показало, що в усьому побузькому комплексі, і навіть в окремих пробах, при використанні методів локального датування численних співіснуючих цирконів, є практично безперервний ряд визначень від ~3800 до 2000—1900 млн років. Усі вони отримані із порід гранулітової мінеральної фації, що вказує на тривале перебування комплексу у відповідних *PT*-умовах. При цьому найдавніші датування (близько 3800 млн років), імовірно, найбільш близькі до часу закінчення формування розрізу комплексу і можуть бути прийняті за мінімальне верхнє значення його «страти-

графічного віку». Вони підтверджують геологічні дані про те, що побузький грануліто-гнейсовий комплекс є найбільш раннім стратиграфічним підрозділом західної частини УЩ. Всі датування, «молодші» за 3,8 млрд років, пов'язані з тривалою ендегенною температурною еволюцією побузького комплексу, аж до завершення гранулітового метаморфізму та ультраметаморфізму близько 2000—1900 млн років тому, і не мають жодного відношення до його стратиграфічного віку.

5. Склад, внутрішня будова і положення у загальному розрізі та регіональній структурі світ і товщ побузького комплексу свідчать про їх найбільш імовірну, а на думку більшості дослідників — очевидну стратигенну природу. Це стосується в тому числі і породних асоціацій магнітних аномалій в цілому, і більшості породних тіл, що їх складають. Утім навіть якщо припустити ендегенну (магматогенну або метасоматичну) природу деяких порід, як це пропонують автори обговорюваних публікацій, то їхня роль у розрізі настільки незначна, що не може змінити уявлення про природу ні «бузької серії» в цілому, ні, тим більше, всього побузького комплексу.

6. В одній із обговорюваних публікацій висловлено думку «о необходимости в целом более глубокого анализа хроностратиграфической схемы Среднего Побужья» [Гинтов и др., 2018, с. 19]. Із цієї

пропозицією важко не погодитися, але не у зв'язку з появою уявлень про нібито «динамометаморфічне та метасоматичне походження» кошаро-олександрівської та хащувато-завалівської світ, що автори вважають приводом для такого «глибокого аналізу». Метою справді глибокого аналізу має стати, нарешті, об'єктивне оцінювання значення та ролі прямих геологічних — структурно-стратиграфічних — даних, на яких і має ґрунтуватися хроностратиграфічна схема докембрію Побужжя й всього Українського щита, та допоміжних методів побудови будь-якої стратиграфічної схеми, до яких належать ізотопно-геохронометричні та геофізичні дослідження. У зв'язку з цим вважаємо за необхідне нагадати, що, згідно із сучасною стратиграфічною термінологією, під «хроностратиграфічними» одиницями розуміються місцеві та регіональні стратиграфічні підрозділи — комплекси, серії, світи, товщі, що виникли у певній віковій — геохронологічній — послідовності, кожному з яких відповідає належний часовий інтервал геологічної історії. Саме реальні структурно-стратиграфічні послідовності цих підрозділів мають складати основу хроностратиграфічних схем, а не їхні ізотопні датування, як це нерідко помилково вважають укладачі деяких регіональних стратиграфічних схем докембрію, у тому числі чинної КХС УЩ.

Список літератури

- Биби́кова Е.В. Древнейшие породы Земли: изотопная геохронология и геохимия изотопов. *Минерал. журнал.* 2004. Т. 26. № 3. С. 13—20.
- Биби́кова Е.В., Клаэссон С., Федотова А.А., Степанюк Л.М., Шумлянский Л.В., Кирнозова Т.И., Фугзан М.М., Ильинский Л.С. Изотопно-геохронологическое (U-Th-Pb, Lu-Nf) изучение цирконов архейских магматических и метаосадочных пород Подольского домена Украинского щита. *Геохимия.* 2013. № 2. С. 99—121.
- Билинская Я.П., Возгрин Б.Д., Клочков В.М., Пийяр Ю.К., Сидорова Д.А., Соловьевский В.Н., Хворова Г.П. *Легенда геологической карты Украины масштаб 1:200 000, серия Центрально-Украинская.* Киев, 1996. 26 с.
- Гинтов О.Б., Ентин В.А., Мычак С.В., Павлюк В.Н., Гуськов С.И. Уникальные базит-метабазитовые структуры Побужского горнорудного района, их геологическое значение и перспективы рудоносности. *Геофиз. журн.* Т. 40. № 3. 2018. С. 3—26. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137170>.
- Ентин В.А., Гинтов О.Б., Мычак С.В., Юшин А.А. Структура Молдовского железорудного месторождения (Украинский щит) по геолого-

- геофизическим данным и его возможная эндогенная природа. *Геофиз. журн.* 2015. Т. 37. № 4. С. 3—18. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i1.2015.111323>.
- Єсипчук К.Ю., Бобров О.Б., Степанюк Л.М., Щербак М.П., Глеваський Є.Б., Скобелев В.М., Дранник А.С., Гейченко М.В. *Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита*. Київ: Вид. УкрДГРІ, НСК України, 2004. 30 с.
- Кирилюк В.П. Модель раннедокембрійського монофазіального метаморфізму і ультраметаморфізму. В сб.: *Геологія метаморфічних комплексів*. Свердловск: Изд. УПИ, 1977. С. 40—47.
- Кирилюк В.П. Об особенностях седиментации, метаморфизма и геологической истории Земли в архее в свете современных представлений о природе Венеры. *Геол. журн.* 1971. Т. 31. № 6. С. 42—54.
- Кирилюк В.П. Побужский гранулитовый комплекс. В кн.: *Гранулитовые структурно-формационные комплексы Украинского щита — европейский эталон*. Львов: ЗУКЦ, 2010. С. 8—63.
- Кирилюк В.П. Про так звану «бузьку серію» Середнього Побужжя (Український щит). Стаття 1. Еволюція поглядів та склад «бузької серії». *Геофиз. журн.* (2022а). Т. 44. № 4. С. 155—170. <https://doi.org/10.24028/gj.v44i4.264846>.
- Кирилюк В.П. Про так звану «бузьку серію» Середнього Побужжя (Український щит). Стаття 2. Структурна позиція світ і товщ «бузької серії». *Геофиз. журн.* 2022б. Т. 44. № 5. С. 151—170. <https://doi.org/10.24028/gj.v44i5.272337>.
- Кирилюк В.П. Стратиграфія докембрія західної частини Українського щита. Стаття 1. Стратиграфічні комплекси докембрія і формації раннього архею. *Геол. журн.* 1982. № 3. С. 88—103.
- Кирилюк В.П. Ще раз про проблеми стратиграфії побужського гранулітового комплексу (з нагоди складання нової регіональної стратиграфічної схеми нижнього докембрію Українського щита). Стаття 4. Місце побужського стратиграфічного комплексу в загальній геохронологічній шкалі докембрію. *Збірник наук. праць УкрДГРІ*. 2016. № 1. С. 90—108.
- Кирилюк В.П., Богданова М.И., Савина Е.И. Петропарагенезиси и возможная природа суперкрустальных формаций побужского гранулитового комплекса (западная часть Украинского щита). Стаття 1. *Общие сведения и породный состав петропарагенезисов*. *Мінерал. журн.* 2019а. Т. 41. № 1. С. 60—81.
- Кирилюк В.П., Богданова М.И., Савина Е.И. Петропарагенезиси и возможная природа суперкрустальных формаций побужского гранулитового комплекса (западная часть Украинского щита). Стаття 2. Петропарагенезиси суперкрустальных формаций и типоморфные признаки петротипов. *Мінерал. журн.* 2019б. Т. 41. № 2. С. 79—94.
- Кирилюк В.П., Богданова М.И., Савина Е.И. Петропарагенезиси и возможная природа суперкрустальных формаций побужского гранулитового комплекса (западная часть Украинского щита). Стаття 3. *Предполагаемый исходный состав и условия формирования комплекса*. *Мінерал. журн.* 2019в. Т. 41. № 3. С. 82—92.
- Кирилюк В.П., Лысак А.М., Сиворонов А.А. Стратиграфия гранулитовых комплексов Украинского щита и их геолого-формационная корреляция. Стаття 1. *Геол. журн.* 2019. № 2. С. 79—101.
- Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Лысак А.М., Сиворонов А.А., Яценко Г.М. Стратиграфическая схема нижнего докембрия Украинского щита (на формационной основе). *Геол. журн.* 1986. Т. 46. № 2. С. 18—26.
- Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Сиворонов А.А., Яценко Г.М. *Нижний докембрій західної частини Українського щита. Возрастные комплексы и формации*. Львов: Вища школа, 1975. 239 с.
- 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.
- Лобач-Жученко С.Б., Балаганский В.В., Балтыбаев Ш.К., Степанюк Л.М., Пономаренко О.М., Лохов К.И., Корешкова М.Ю., Юрченко А.В., Егорова Ю.С., Сукач В.В., Бережная Н.Г., Богомоллов Е.С. Этапы формирования побужского гранулитового комплекса: новые структурно-петрологические и изотопно-геохронологические дан-

- ные (Среднее Побужье, Украинский щит). *Мінерал. журн.* 2013. 35. № 4. С. 87—99.
- Лобач-Жученко С.Б., Степанюк Л.М., Пономаренко А.Н. Возраст цирконов из эндербитогнейсов Среднего Побужья (Днестровско-Бугский мегаблок Украинского щита). *Мінерал. журн.* 2011. № 1. С. 3—14.
- Лобач-Жученко С.Б., Рыборак М.В., Салтыкова Т.Е., Сергеев С.А., Лохов К.И., Боброва Е.М., Сукач В.В., Скублов С.Е., Бережная Н.Г., Альбеков А.Ю. Формирование континентальной коры Сарматии в архее. *Геология и геофизика.* 2017. Т. 58. № 12. С. 1886—1914.
- Лысак А.М., Пащенко В.Г., Зюльцле В.В. Формационная принадлежность и стратиграфическое положение железо-кремнистых образований Павловской группы магнитных аномалий (Среднее Побужье). *Геол. журн.* 1983. Т. 43. № 5. С. 99—109.
- Общая стратиграфическая шкала нижнего докембрия России. Объяснительная записка.* Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2002. 13 с.
- Пащенко В.Г. Гнейсо-лейкогранитовая ассоциация Украинского щита (формационный состав, геологическое положение): *автореф. дис. ... канд. геол. наук.* Львов, 1997. 20 с.
- Половинкина Ю.Ир., Полевая Н.И. Украинский кристаллический массив. В кн.: *Геохронология СССР. Т. 1. Докембрий.* Ленинград: Недра, 1973. С. 89—111.
- Сиворонов А.А. Геологические условия образования докембрийских железорудных формаций западной части Украинского щита: *автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук.* Львов, 1971. 23 с.
- Степанюк Л.М., Бибикина Е.В., Клаэссен С., Пономаренко А.Н., Довбуш Т.И., Федотова А.А. К вопросу о возрастных рубежах формирования кошаро-александровской свиты бугской серии Побужья. *Междунар. научно-практ. конф. «Стратиграфия, геохронология и корреляция нижедокембрийских комплексов фундамента Восточно-Европейской платформы».* Тез. докл. Киев: УкрДГРИ, 2010а. С. 208—211.
- Степанюк Л.М., Шумлянський Л.В., Пономаренко О.М., Довбуш Т.І., Висоцький О.Б., Бруно Дьюйм (Bruno Dhuime). До питання про вікові межі формування кошаро-александрівської світи бузької серії Побужжя. *Геохімія та рудоутворення.* 2010б. № 28. С. 4—10.
- Усенко О.В. К вопросу о происхождении пород бугской серии. *Геофиз. журн.* 2019. Т. 41. № 4. С. 60—76. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i4.2019.177365>.
- Усенко О.В. Условия формирования железистых пород Среднего Побужья. *Геофиз. журн.* 2015. Т. 37. № 4. С. 32—50. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i4.2015.111122>.
- 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.
- Щербак Н.П., Есипчук К.Е., Берзенин Б.З., Глевасский Е.Б., Дранник А.С., Пийяр Ю.К., Полуновский Р.М., Скаржинская Т.А., Соловицкий В.Н., Этингоф И.М., Билинская Я.П., Ганоцкий В.И., Гузенко Г.Ф., Киселев А.С., Клочков В.М., Решетняк В.В., Босая Н.И., Воронова Г.С., Пилипенко В.И. *Стратиграфические разрезы докембрия Украинского щита.* Киев: Наук. думка, 1985. 168 с.

About the so-called «Bug series» of the Middle Bug region (Ukrainian Shield). Article 3. Problems of origin and age

V.P. Kyrylyuk, 2023

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

The name «Bug Series» was introduced into the Precambrian stratigraphic scheme of the Ukrainian Shield more than half a century ago. During this period, ideas about the composition and age of the series changed several times, but at the same time, until recently, the opinion of various studies about its stratigenic nature remained unchanged. In recent years, a number of publications have appeared in which other views on the origin of the «Bug series» are expressed. Initially, they concerned only individual petrographic groups, such as carbonate and magnetite-bearing rocks, which were attributed to endogenous (magmatic) origin. Later, an opinion was expressed about the nonstratigenic origin of the entire «Bug Series», and some authors propose to abandon the dismemberment of the Early Precambrian granulite complexes into suites altogether. These ideas are based only on the materials of the study of local objects obtained by drilling and geophysical methods, and they do not take into account the results of regional geological and stratigraphic studies. Simultaneously with new ideas about the genesis of the «Bug series», an attempt is being made to link its origin with faults and to revise its age.

In order to discuss the problem of the «Bug series», a series of publications has been prepared, in which the main generalized data of many years of regional geological and thematic studies on the composition, structure, stratigraphic and structural position of the units belonging to the «Bug series» are presented. The cycle consists of three separate articles. The first article [Kyrylyuk, 2022a] characterizes the composition of subdivisions and rock associations included in the «Bug series» in the current Precambrian stratigraphic scheme of the Ukrainian Shield. In the second article of the series [Kyrylyuk, 2022b], the ideas about the structural position of the «Bug series» and its subdivisions are considered. This final article is devoted to consideration of ideas about the primary nature of the «Bug series» and its age. As for the Kosharo-Aleksandrovskaia and Khashchevo-Zavalyevskaia suites, the composition, structure, and structural-stratigraphic position of these suits in the stratotype region unambiguously testify to their original stratigenic nature. The problem is only the origin of the rock association of magnetic anomalies, which are erroneously included in the Khashchevo-Zavalyevskaia suite. But this association, according to the sum of the signs that are given in the article, also has the most probable lithogenic origin. All subdivisions of the «Bug series» are part of the unified Pobug granulite-gneiss complex of the Lower Archean. Its «stratigraphic age» is not younger than 3.8 Ga, and all younger dates indicate a long-term granulite metamorphism of the complex up to 2.0—1.9 Ga.

Key words: Ukrainian Shield, Middle Bug region, Lower Precambrian, Bug Area granulite complex, Bug series, stratigraphy, stratigraphic dismemberment, structural position.

References

- Bibikova, E.V. (2004). **Oldest Rocks of Earth: isotopic geochronology and geochemistry of isotopes.** *Mineralohichnyy Zhurnal*, 26(3), 13—20 (in Russian).
- Bibikova, E.V., Klaessen, S., Fedotova, A.A., Stepanyuk, L.M., Shumlyanskiy, L.V., Kirnozova, T.I., Fugzan, M.M., & Ilinskiy, L.C. (2013). The isotopic-geochronological (U-Th-Pb, Lu-Hf) study of zircons of архейских magmatic and metasedimentary rocks of the Podolsk domen of the Ukrainian shield. *Geokhimiya*, (2), 99—121 (in Russian).
- Bilyinskaya, Ya.P., Vozgrin, B.D., Klochkov, V.M., Piyyar, Yu.K., Sidorova, D.A., Solovitskiy, V.N., & Hovorova, G.P. (1996). *Legend of the Geological Map of Ukraine in scale 1:200 000. Central Ukrainian series.* Kiev: GGP «Geoproгноз», 26 p. (in Russian).
- Gintov, O.B., Entin, V.A., Mychak, S.V., Pavlyuk, V.N., & Guskov, S.I. (2018). Unique basite-metabasite structures of the Pobuzhsky ore mining region, their geological significance and ore-bearing prospects (by geophysical and geological data). *Geofizicheskyy Zhurnal*, 40(3), 3—26. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v40i3.2018.137170> (in Russian).
- Entin, V.A., Gintov, O.B., Mychak, S.V., & Yushin, A.A. (2015). **The structure of the Moldovan iron ore deposit (the Ukrainian Shield) according to geological-geophysical data and its possible endogenous nature.** *Geofizicheskyy Zhurnal*, 37(4), 3—18. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i4.2015.111323> (in Russian).
- Yesypchuk, K.Yu., Bobrov, O.B., Stepanyuk, I.M., Shcherbak, M.P., Glevaskiy, E.B., Skobelev, V.M., Drannik, V.S., & Geichenko, M.V. (2004). *Correlated chronostratigraphic scheme of Early Precambrian of the Ukrainian Shield (scheme and explanatory note).* Kyiv: NSC Ukraine, UkrSGRI, 30 p. (in Ukrainian)
- Kyrylyuk, V.P. (1977). Model of the monofacies metamorphism and ultrametamorphism of the Early Precambrian. In *Geologiya metamorficheskikh kompleksov* (pp. 40—47). Sverdlovsk: UPI press, (in Russian).
- Kyrylyuk, V.P. (1971). **About the features of sedimentation, metamorphism and geological history of the Earth in Archean in the light of modern ideas about nature of Venus.** *Geologicheskyy Zhurnal*, 31(6), 42—54 (in Russian).
- Kyrylyuk, V.P. (2010). The Bug Area granulite complex. In *Granulite structural and formation complexes of the Ukrainian Shield — European standard* (pp. 8—63). Lvov: ZUKC (in Russian).
- Kyrylyuk, V.P. (2022a). About the so-called «Bug series» of the Middle Bug region (Ukrainian shield). Article 1. The evolution of views and the composition of the «Bug series». *Geofizicheskyy Zhurnal*, 44(4), 155—170. <https://doi.org/10.24028/gj.v44i4.264846> (in Ukraine).
- Kyrylyuk, V.P. (2022b). About the so-called «Bug series» of the Middle Bug region (Ukrainian shield). Article 2. Structural position of suites and strata of the «Bug series». *Geofizicheskyy Zhurnal*, 44(5), 151—170. <https://doi.org/10.24028/gj.v44i5.272337> (in Ukraine).
- Kyrylyuk, V.P. (1982). Stratigraphy of Precambrian of western part of the Ukrainian shield. Article 1. Stratigraphic complexes of Precambrian and formations of Early Archean. *Geologicheskyy Zhurnal*, 42(3), 88—103 (in Russian).
- Kyrylyuk, V.P. (2016). Revisiting the issues with the stratigraphy of the Bug 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 Bug Area stratigraphic complex in the general geochronological scale of the Precambrian. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI*, (1), 90—108 (in Ukrainian).
- Kyrylyuk, V.P., Bogdanova, M.I., & Savina, E.I. (2019a). Petroarageneses and possible origin of the Bug Area granulite complex supercrustal formations (Western part of Ukrainian Shield). Article 1. **General Information and Rock Composition of the Petroarageneses.** *Mineralohichnyy Zhurnal*, 41(1), 60—70. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.41.01.060> (in Russian).
- Kyrylyuk, V.P., Bogdanova, M.I., & Savina, E.I. (2019b). Petroarageneses and possible origin of the Bug Area granulite complex supercrustal formations (Western part of Ukrainian Shield). Article 2. Petroarageneses of the supercrustal formations and typomorphic features of petro-

- types. *Mineralohichnyy Zhurnal*, 41(2), 79—94 (in Russian).
- Kyrylyuk, V.P., Bogdanova, M.I., & Savina, E.I. (2019b). Petroarageneses and possible origin of the Bug Area granulite complex supercrustal formations (Western part of Ukrainian Shield). Article 3. The proposed initial composition and conditions for the formation of the complex. *Mineralohichnyy Zhurnal*, 41(3), 82—92 (in Russian).
- Kyrylyuk, V.P., Lysak, A.M., & Sivoronov, A.A. (2019). Stratigraphy and the geoformalional correlation of the granulitic complexes of the Ukrainian shield. Article 1. *Heolohichnyy Zhurnal*, (2), 79—101 (in Russian).
- Lazko, E.M., Kirilyuk, V.P., Lysak, A.M., Sivoronov, A.A., & Yacenko, G.M. (1986). Lower Precambrian stratigraphic scheme of the Ukrainian shield (on formational basis). *Geologicheskyy Zhurnal*, 46(2) 18—26 (in Russian).
- Lazko, E.M., Kyrylyuk, V.P., Sivoronov, A.A., & Yacenko, G.M. (1975). *Lower Precambrian of the western part of the Ukrainian shield. Age complexes and formations*. Lvov: Vischa shkola, 239 p. (in Russian).
- Lesnaya, I.M., Legkova, G.V., Teplyakova, N.V., & Grinchenko, A.V. (1995). **Zircons from quartzite's of the Shamrayevka village (Bug series)**. *Geohimiya i rudoobrazovanie*, (21), 69—73 (in Russian).
- Lobach-Zhuchenko, S.B., Balagansky, V.V., Baltybaev, Sh.K., Stepanyuk, L.M., Ponomarenko, O.M., Lkhov, K.I., Koreshkova, M.Yu., Yurchenko, A.V., Egorova, Yu.S., Sukach, V.V., Berezhnaya, N.G., & Bogomolov, Ye.S. (2013). Stages of Formation of the Bug Area Granulite Complex by the Data of Isotopic-Geochronological Investigations (the Middle Bug Area, the Ukrainian Shield). *Mineralohichnyy Zhurnal*, 35(4), 87—99 (in Russian).
- Lobach-Zhuchenko, S.B., Stepanyuk, L.M., Ponomarenko, O.M., Balaganskiy, V.V., Sergeev, S.A., & Presnyakov, S.L. (2011). Age of Zircons from Enderbite-Gneisses of the Middle Bug Area (Dniester-Bug Megablock of the Ukrainian Shield). *Mineralohichnyy Zhurnal*, 33(1), 3—14 (in Russian).
- Lobach-Zhuchenko, S.B., Ryborak, M.V., Saltykova, T.E., Sergeev, S.A., Lkhov, K.I., Bobrova, E.M., Sukach, V.V., Skublov, S.G., Berezhnaya, N.G., & Albekov, A.Yu. (2017). The Archean formation of the Sarmatian continental crust. *Geologiya i geofizika*, 58(12), 1886—1914 (in Russian).
- Lysak, A.M., Paschenko, V.G., & Zjulcle, V.V. (1983). The formational affiliation and stratigraphic position of the iron-siliceous formations of the Pavlovsk group of magnetic anomalies (the Middle Bug Area). *Geologicheskyy Zhurnal*, 43(5), 99—109 (in Russian).
- General Stratigraphic Scale of the Lower Precambrian of Russia. Explanatory message*. (2002). Apatity: Ed. KSC RAS, 13 p. (in Russian).
- Paschenko, V.G. (1997). **Gneiss-leucogranite association of the Ukrainian Shield (formational composition, geological position)**. *Extended abstract of candidate's thesis*. Lvov, 20 p. (in Russian).
- Polovinkina, Ju.Ir., & Polevaya, N.I. (1973). **Ukrainian crystalline massif**. In *Geochronology of the USSR. V. 1. Precambrian* (pp. 89—111). Leningrad: Nedra (in Russian).
- Sivoronov, A.A. (1971). Geological conditions for the origin of Precambrian iron ore formations in the western part of the Ukrainian Shield. *Extended abstract of candidate's thesis*. Lvov, 23 p. (in Russian).
- Stepanyuk, L.M., Bibikova, E.V., Klajessen, S., Ponomarenko, A.N., **Dovbush, T.Y., & Fedotova, A.A. (2010a)**. **On the question of the formation age boundaries Kosharo-Alexandrovka suite of the Bug series of Bug Area**. In *International Scientific and Practical Conference «Stratigraphy, geochronology and correlation of the basement of the East European Platform. Abstracts* (pp. 208—211). Kiev: UkrGGRI (in Russian).
- Stepanyuk, L.M., **Shumlyansky, L.V., Ponomarenko, O.M., Dovbush, T.I., Vysotskyi, O.B., & Bruno Dhuime. (2010b)**. **On age boundary of the formation of Kosharo-Oleksandrivska suite of the Bug series (Pobuzhye, Ukraine)**. *Geohimiya ta rudoutvorennnya*, (28), 4—10 (in Ukrainian).
- Usenko, O.V. (2019). To the problem of origin of the Bug series rocks. *Geofizicheskiy Zhurnal*, 41(4), 60—76. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i4.2019.177365> (in Russian).

- Usenko, O.V. (2015). Conditions of formation of ferruginous rocks of the Middle Bug area. *Geofizicheskiy Zhurnal*, 37(4), 32—56. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i4.2015.111122> (in Russian).
- Shumlyanskyy, L.V. (2012). Age and Hf isotope composition in zircons from quartzite of Middle Bug Region (Serednie Pobuzzhya) of the Ukrainian Shield. *Geohimiya ta rudoutvorennya*, (31-32), 136—143 (in Ukrainian).
- Shcherbak, N.P., Esipchuk, K.E., Berzenin, B.Z., Glevasskiy, E.B., Drannik, A.S., Piyar, Yu.K., Polunovskiy, R.M., Skarzhinskaya, T.A., Solovitskiy, V.N., Etingof, I.M., Bilynskaya, Ya.P., Ganotskiy, V.N., Gusenko, G.F., Kiselev, A.S., Klochkov, V.M., Reshetnyak, V.V., Bosaya, N.I., Voronova, S.G. & Pilipenko, V.I. (1985). *Stratigraphic sections of the Precambrian of Ukrainian Shield*. Kiev: Naukova Dumka, 168 p. (in Russian).