

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2023.1.262162>  
УДК 551.71/552.163(477)

## Регіональний метаморфізм і стратиграфія фундаменту Українського щита. Стаття 2. Загальна геохронологічна шкала докембрію та стратиграфія Українського щита

В.П. Кирилюк\*, О.В. Гайовський

Львівський національний університет ім. Івана Франка, Львів, Україна  
E-mail: Kyrylyuk.V@i.ua; ogayovskyi@gmail.com

\*Автор для кореспонденції

Стратиграфічні комплекси нижнього докембрію повсюдно метаморфізовані. Тому стратиграфічне розчленування нижнього докембрію завжди нерозривно пов'язано з вивченням метаморфізму. Деякий час ступінь метаморфізму комплексів навіть використовували як ознаку відносного віку. З початком застосування ізотопного датування ця ознака не знайшла підтвердження, після чого ступінь метаморфізму перестали брати до уваги під час стратиграфічного розчленування фундаменту щитів. Ступінь метаморфізму комплексів вже давно не враховують і під час складання офіційних стратиграфічних схем докембрію Українського щита, що призвело, на думку багатьох геологів, до спотворень реальної стратиграфії фундаменту цього регіону.

Автори статті вважають, що ступінь метаморфізму все ж таки можна використати під час розробки стратиграфії Українського щита. Можливість такого застосування метаморфізму розглянуто у циклі публікацій. У першій статті (Кирилюк, Гайовський, 2022) наведено характеристики стратиграфії і метаморфізму всіх мегаблоків Українського щита. Зроблено низку висновків про закономірності прояву метаморфізму. Показано, що в кожному з мегаблоків давніші стратигенні комплекси характеризуються високотемпературнішим метаморфізмом за молодші. Ця закономірність дає змогу визначити відносну стратиграфічну послідовність комплексів у межах окремих мегаблоків на підставі використання ступеня їхнього метаморфізму. Відмінні риси складу та метаморфізму стратигенних комплексів, на думку авторів, є відображенням послідовних етапів геологічного розвитку Українського щита в ранньому докембрії та можуть бути основою для складання регіональної стратиграфічної схеми на історико-геологічній основі. У цій другій статті циклу розглянуто сучасні підходи до геохронологічної періодизації докембрію: а) геохронометричний, який прийнято для Міжнародної «Шкали геологічного часу» (The Geologic Time Scale) та б) історико-геологічний, який покладено в основу «Загальної геологічної шкали нижнього докембрію Росії». Чинна «Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита» побудована на геохронометричному підході, який автори, як і багато інших дослідників, вважають неприйнятним для практичного використання. У статті запропоновано варіант регіональної стратиграфічної схеми Українського щита на історико-геологічній основі, що укладено на рівні комплексів, які в остаточному варіанті схеми можна розчленувати на серії та світи.

**Ключові слова:** метаморфізм регіональний; стратиграфія; геохронологія; нижній докембрій; Український щит.

Цитування: Кирилюк В.П., Гайовський О.В. Регіональний метаморфізм і стратиграфія фундаменту Українського щита. Стаття 2. Загальна геохронологічна шкала докембрію та стратиграфія Українського щита. *Геологічний журнал*. 2023. № 1 (382). С. 3–16. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2023.1.262162>

Citation: Kyrylyuk V.P., Gaiovskyi O.V. 2023. Regional metamorphism and stratigraphy of the basement of the Ukrainian Shield. Article 2. General geochronological scale of the Precambrian and stratigraphy of the Ukrainian Shield. *Geologichnij zhurnal*, 1 (382): 3–16. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2023.1.262162>

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2023. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, 2023. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

## Вступ

Ця стаття продовжує розгляд окремих питань докембрійської стратиграфії Українського щита (УЩ), зокрема зв'язку стратиграфії і регіонального метаморфізму, а також можливості використання останнього для загального і регіонального стратиграфічного розчленування та геохронології. З цією метою у попередній статті (Кирилюк, Гайовський, 2022) подано стислу характеристику стратиграфії та метаморфізму мегаблоків фундаменту УЩ, яка дала змогу зробити низку висновків про закономірності прояву метаморфізму у різновікових стратометаморфічних комплексах і структурі мегаблоків фундаменту УЩ. Одним з підсумків попередньої публікації є висновок про зв'язок ступеня метаморфізму стратигенних комплексів з їхнім відносним стратиграфічним положенням. Зокрема, на основі викладеного у статті матеріалу показано, що в межах конкретних мегаблоків ступінь метаморфізму комплексів є надійним критерієм їхньої відносної вікової послідовності за принципом: «чим вищий ступінь метаморфізму, тим давніший комплекс». Однак для побудови будь-якої повноцінної стратиграфічної схеми – місцевої чи регіональної – необхідно зіставити конкретні послідовно сформовані комплекси мегаблоків із підрозділами загальної геохронологічної шкали докембрію. І ось тут і виникають основні проблеми сучасної стратиграфії нижнього докембрію, як окремих регіонів, у тім числі й УЩ, так і нижнього докембрію в цілому. Розгляду цих проблем та їхньому можливому вирішенню стосовно УЩ і присвячено цю публікацію.

## Стан загальної геохронологічної періодизації докембрію

Однією з проблем розробки і складання регіональних стратиграфічних схем щитів давніх платформ, у тім числі УЩ, є те, що нині відсутня загальноприйнята геохронологічна шкала докембрію. А якщо говорити зовсім відверто, то треба визнати, що така загальна міжнародна геохронологічна шкала для нижнього докембрію здавна вже просто не існує. Тут варто нагадати, що, за визначенням, геохронологічна (геоісторична) шкала – це «...шкала *относительного геологического времени* (курсив наш. – В.К., О.Г.),

показывающая последовательность и соподчиненность основных этапов геологической истории Земли и развития жизни на ней. Является результатом анализа и синтеза всех данных стратиграфической шкалы и соответственно отражает *не точные даты и абсолютную длительность геологических событий, а естественные этапы в истории развития Земли* в восходящем порядке (т.е. от древнейших к новейшим). К этой шкале относятся эры, периоды, эпохи, века, время (фазы)» (Геологический..., т. 2, 1978, с. 418). Як доповнення до сказаного додамо визначення стратиграфічної шкали, на яку є посилання у попередньому визначенні: «*Шкала стратиграфическая* – шкала, показывающая последовательность и соподчиненность стратиграфических подразделений осадочных, вулканогенных и метаморфических образований, слагающих земную кору и отражающих пройденные Землей или участками земной коры этапы исторического развития. Выделяют общую (планетарную) шкалу (объединяющую планетарные и провинциальные подразделения), иногда провинциальную шкалу, а также региональные и местные схемы» (Геологический..., т. 2, 1978, с. 418).

Як впливає з наведених вище визначень, головне призначення геохронологічної шкали полягає у відображенні природних етапів у геологічному розвитку Землі та її окремих ділянок. Саме така змістовна геохронологічна шкала, що відображає етапи геологічного розвитку, від якої донині збереглися назви «архей» і «протерозой», лежала у витоках стратиграфічного розчленування докембрію й активно розвивалася багатьма вітчизняними і зарубіжними дослідниками ХХ ст., найпослідовніше і результативніше Л.Й. Салопом (Салоп, 1973, 1982).

Нагадаємо, що до початку активного використання методів ізотопного датування під час розробки стратиграфії нижнього докембрію використовували саме таку змістовну геохронологічну шкалу. До архею належали високометаморфізовані утворення гранулітової й амфіболітової фацій, а всі менш метаморфізовані утворення вважали нижньопротерозойськими (Методическое..., 1957). У загальній стратиграфічній шкалі докембрію колишнього СРСР до 1977 р. зеленокам'яні комплекси, як слабко метаморфізовані утворення, також належали до нижнього протерозою. Зеленокам'яні комплекси щитів стали вважати архейськими після

того, як підкомісія зі стратиграфії докембрію Міжнародного союзу геологічних наук «...пришла к соглашению о том, что граница между археем и протерозоем должна определяться хронометрическим рубежом с возрастом 2500 млн лет (ровно)» (Харленд и др., 1985, с. 12). З цієї події і розпочалася заміна у міжнародних шкалах змістовного історико-геологічного підходу до розчленування докембрію його геохронометричним поділом.

У більшості регіонів архей до 1977 р. ще залишався нерозчленованим, хоч у межах різних територій Алдано-Станового щита вже у кінці 1950-х – на початку 1960-х років в архей було виділено ранні, грануліто-гнейсові комплекси і наступні, стратиграфічно пізніші, амфіболіто-гнейсові комплекси. Перші отримали загально-регіональну назву «алданський комплекс», яку вперше використав ще в середині 1930-х років Д.С. Коржинський (Коржинський, 1939), для других В.М. Мошкін (Мошкін, 1958) запропонував назву «становий комплекс». Такий поділ для дозеленокам'яних комплексів згодом був підтверджений і на УЩ (Лазько и др., 1975, 1986; Бобров, 2010). Крім того, на усіх щитах, у тім числі на УЩ, було встановлено залягання суттєво літогенних, зокрема залізисто-кременистих (джеспілітових) товщ, вище за зеленокам'яні вулканогенні комплекси, що й призвело до загального чотиричленного поділу нижнього докембрію, яке збереглося донині.

З початком планомірного ізотопного датування докембрію у другій половині 1950-х років минулого сторіччя з ним пов'язували великі сподівання на подальший прогрес у справі стратиграфічного розчленування найдавніших «німих» докембрійських метаморфічних утворень. Зокрема, у відомій свого часу книзі, присвяченій методиці картування метаморфічних комплексів, із цього приводу сказано: «Вовсе не исключено, что уже в ближайшие годы успехи в разработке методов определения абсолютного возраста позволят внести существенные и крайне необходимые уточнения в стратиграфию докембрия» (Методическое..., 1957, с. 124). Однак, усупереч очікуванням, отримати *необхідні уточнення*, вже серед перших ізотопних визначень «найдавніші» датування, близько 3000 млн років, було одержано не з високометаморфізованих утворень, а зі слабо метаморфізованих порід зелено-

кам'яних комплексів. Ці результати було покладено в основу принципово нової концепції «найдавніших зеленокам'яних ядер континентів», які в ході подальшого геологічного розвитку нібито самі були метаморфізовані у високотемпературніших умовах і, відповідно до отриманих датувань, «обростали» навколишніми молодшими високотемпературними комплексами.

Пізніше з'ясовано, що зеленокам'яні комплекси не «обростають» молодшими високометаморфізованими утвореннями амфіболітової фації та гранітоїдами і мігматитами, що їх супроводжують, а навпаки, підстилаються ними. А незабаром із цих підстилаючих утворень отримано й давніші датування, порівняно із зеленокам'яними комплексами, що сягають 3700 млн років. Ці асоціації одержали назву «тоналіт-трондьємитових гнейсів» (ТТГ) або з такою ж аббревіатурою – «тоналіт-трондьємитових гранітів», у разі їхнього сприйняття як метаморфізованих гранітоїдів. Стосовно них дуже поширеною стала назва «комплекси найдавніших сірих гнейсів» або просто «сірі гнейси» і навіть «найдавніші тоналіти».

Незабаром близькі й навіть давніші датування отримано і з гіперстенових плагіогнейсів гранулітових комплексів щитів, які через подібність загального петрохімічного складу з «сірими гнейсами» також називали «тоналітовими гнейсами» і просто «тоналітами», як вони нині часто і називаються на УЩ. І, зрештою, все «повернулося на круги своя» і зараз уже мало хто з практикуючих геологів-зйомників сумнівається в тому, що незалежно від отриманих датувань, стратиграфічно найдавнішими з усіх відомих підрозділів на різних щитах є грануліто-гнейсові комплекси, за ними слідує амфіболіто-гнейсові комплекси, а зеленокам'яні комплекси є ще молодшими і в різних мегаблоках перекривають як перші, так і другі. З цього приводу в пояснювальній записці до «Общей стратиграфической шкалы нижнего докембрия России» прямо сказано: «...редкость выявления в грануліто-гнейсовых комплексах изотопных датировок, превышающих 3200 млн лет, не является бесспорным основанием для пересмотра давно сложившихся представлений о принадлежности этих комплексов к древнейшим образованиям» (Общая..., 2002, с. 6).

Цей стислий історичний екскурс покликаний показати, наскільки ненадійним є виділення стратиграфічних підрозділів без урахування структурно-стратиграфічних даних, лише на підставі ізотопного датування, результати якого ніколи не можна вважати остаточними і такими, що не підлягатимуть перегляду в ході подальших досліджень. І, тим не менше, незважаючи на вірогідний тимчасовий характер будь-яких ізотопних датувань, вони, всупереч відомим геологічним даним, використовуються в сучасній «Кореляційній хроностратиграфічній схемі раннього докембрію Українського щита» (Кореляційна..., 2004) (далі КХС УЩ) як головна підстава і для кореляції місцевих стратиграфічних підрозділів, і для зіставлення із загальними підрозділами Міжнародної «Шкали геологічного часу».

Це пов'язано з тим, що останніми десятиліттями, у зв'язку з активним використанням даних ізотопного датування, на заміну «Загальної геохронологічної шкали» як *шкали основних етапів геологічного розвитку та «відносного віку»*, прийшла «Шкала геологічного часу» (The Geologic Time Scale, скорочено – GTS), у якій докембрійську геологічну історію Землі розбито на відрізки, границі яких показано у значеннях «абсолютного віку». Цю шкалу часто називають «Міжнародною геохронологічною шкалою», як от наприклад, у КХС УЩ (Кореляційна..., 2004), або навіть «Міжнародною стратиграфічною шкалою» (Жамойда, 2013; Общяя..., 2013), хоча стосовно нижнього докембрію ні стратиграфічною, ні геохронологічною шкалою в їхньому первинному класичному розумінні (див. вище) вона, безумовно, вже не є.

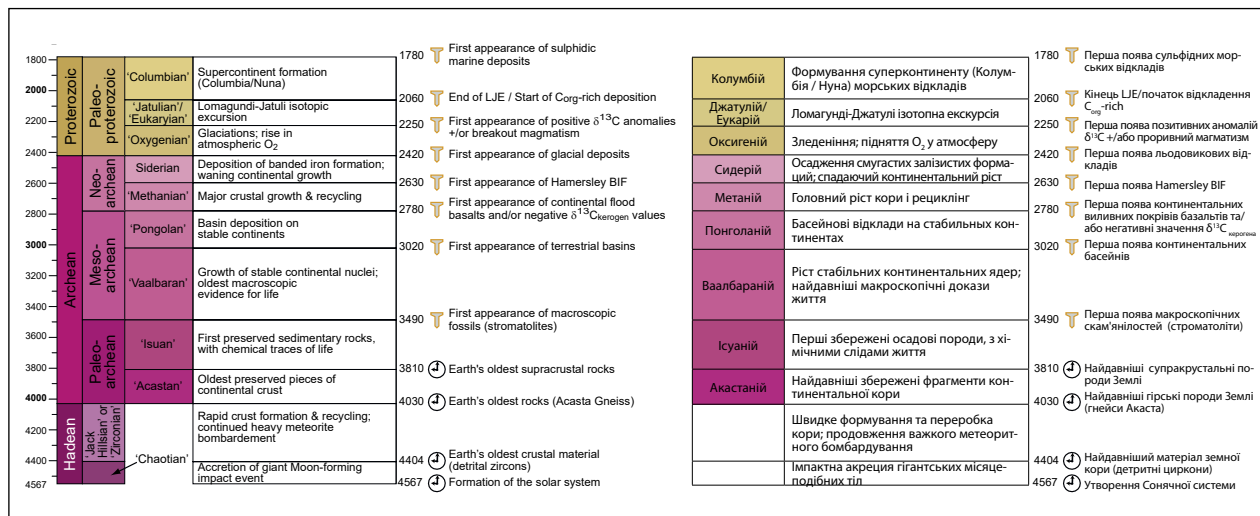
Чинна «Шкала геологічного часу» (GTS) охоплює всю геохронологічну шкалу, а не лише докембрій. Разом з тим у тій частині GTS, яка об'єднує підрозділи, що містять органічні рештки (пізній докембрій і фанерозой), порівняно з попередньою геохронологічною шкалою мало що змінилося, позаяк всі раніше виділені й палеонтологічно схарактеризовані підрозділи збереглися у своєму початковому стратотиповому – віковому і змістовному – об'ємі і лише додатково отримали датування границь і свою тривалість у значеннях «абсолютного віку». Щодо ранньодокембрійської частини GTS, то вона повністю втратила свої стратотипи та історико-геологічний зміст

і лише відображає її значну тривалість, що становить більше половини всієї геологічної історії земної кори – від 4030 до 1780 млн років (A Consis..., 2016).

У ранньому докембрії в GTS (див. рисунок) як найбільші підрозділи в ранзі «еонів» збережено назви «архей» і «протерозой». Перший, відповідно до запропонованого нового проекту GTS (A. Consis..., 2016), охоплює інтервал 4030–2420 млн років і розділений на три ери – палеоархей (4030–3490 млн років), мезоархей (3490–2780 млн років) і неоархей (2780–2420 млн років). Для палеопротерозойської ери, яка належить до раннього докембрію, визначено віковий діапазон 2420–1780 млн років. Кожну з ер розділено на два періоди, що мають власні назви, які прийнято за назвами регіональних підрозділів, з яких отримано відповідні ізотопні датування. Історико-геологічний зміст періодів не визначено. Так само не наведено структурно-речовинні ознаки та особливості комплексів, що представляють ці періоди, загальна обстановка й умови формування відповідних підрозділів та їхні відмінності від попередніх утворень. Вказані лише окремі ознаки цих періодів та події, якими відзначені границі періодів, явно недостатні для їхнього використання під час регіональних досліджень, геологічного картування та між-регіональних кореляцій.

У такому вигляді GTS, строго кажучи, є не *геохронологічною шкалою*, а геохронометричною, оскільки в ній показані послідовні часові інтервали без їхнього історико-геологічного наповнення. А в результаті й використання GTS для побудови регіональних стратиграфічних схем, як це і прийнято під час складання КХС УЩ, зводиться до простого зіставлення отриманих датувань з часовими інтервалами GTS і присвоєнням для них назв відповідних підрозділів. У КХС УЩ це зроблено на рівні нерозчленованих ер, як це прийнято на час її складання у 2003 р. в офіційній GTS. Зазначимо, що ери та періоди докембрію GTS за своєю тривалістю значно перевищують відповідні за назвами підрозділи фанерозой і тому їхнє використання для геохронології докембрію є некоректним.

Подібний підхід до побудови регіональної стратиграфічної шкали нижнього докембрію УЩ з використанням GTS є абсолютно неприйнятним. Він уже призвів до появи низки явно



Варіант поділу докембрійської шкали часу з використанням геологічних подій: фрагмент шкали геологічного часу за (A Concise Geologic Time Scale 2016). Визначення, вік, оцінки та номенклатура цих підрозділів наведені за (Van Kranendonk et al., 2012)

Optional subdivision of the Precambrian time scale using geologic events: fragment of the geological time scale according to (A Concise Geologic Time Scale 2016). Definitions, age, estimates, and nomenclature for these subdivisions are according to Van Kranendonk et al. (2012)

хібних положень КХС УЩ. Деякі з них, наприклад, такі як встановлення на один стратиграфічний рівень неоархею бузької, росинсько-тікицької і центральноприазовської серій та розташування нижче за них на рівні мезоархею зеленокам'яної конкської серії ми вже відзначали у попередній публікації (Кирилюк, Гайовський, 2022). Докладніше розбіжності між ізотопними датуваннями і структурно-стратиграфічними даними у КХС УЩ розглянуто в нещодавніх працях, які спеціально присвячені цій проблемі (Кирилюк, 2019, 2019а, 2019б).

зазначено, що прийнятий у ній «... принцип періодизації архея і протерозоя, по довготривалості складових 7/8 геологічної історії Землі, противоречить класическому принципу обґрунтування стратиграфічних границь фанерозоя. Підрозділення протерозоя довготривалістю 200 млн лет і архея – 400 млн лет не відповідають ні одному потенціально картируемому стратону і не можуть служити надійною основою для практичних робіт ні в Росії, ні за її межами» (Общая..., 2013, с. 1).

Непридатність GTS для практичного використання, зокрема для побудови регіональних стратиграфічних схем та геологічного картування, вже неодноразово зазначали авторитетні стратиграфи (Жамойда, 2013; Семихатов, 2008 та ін.). О.І. Жамойда, розглядаючи зміст чинної на той час GTS-2012, пише: «...ми не можемо погодитися з принципом побудови шкали докембрія і її офіційним утвердженням тільки на хронометричній основі, да ще з вказанням точних датировок границь і практично єдиним інтервалом між ними, рівним 200 млн. лет (крім однієї границі)» (Жамойда, 2013, с. 14). Подібне ставлення до GTS висловлено й у рішенні конференції «Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства» (2013 р.). У ній визнано важливе наукове значення «Міжнародної стратиграфічної шкали» і водночас

Альтернативний відносно GTS – історико-геологічний підхід до стратиграфії та геохронологічної періодизації нижнього докембрію – представляє діюча «Общая стратиграфическая шкала нижнего докембрія Росії» (Общая..., 2002) (далі ОСШ). У пояснювальній записці до неї висловлено «...єдинодушное признание геологами нашей страны (России. – В.К., О.Г.) ведущего значения хроностратиграфического подхода к расчленению докембрія и применение к нижнему докембрію установок Стратиграфического кодекса. Именно это привело к историко-геологическому обоснованию (курсив наш. – В.К., О.Г.) границ общих подразделений докембрія, корректному применению изотопных датировок для возрастной калибровки этих границ и детализации стратиграфической шкалы докембрія Росії» (Общая..., 2002, с. 4). На думку багаторічного голови «Межведомственного

стратиграфического комитета России» О.І. Жамойди, «...ОСШ докембрия, основанная на комплексном изучении типовых разрезов с выявлением специфических формаций и анализом изотопных датировок разными методами, показала высокую эффективность историко-геологического подхода при расчленении и корреляции докембрийских образований» (Жамойда, 2013, с. 14).

Таке історико-геохронологічне обґрунтування стосовно нижнього докембрію з достатньою повнотою розроблено і показано в ОСШ поки що тільки для нижнього протерозою (карелію) і частково для верхнього архею (лопію). Нижній архей (саамій), за стратотип якого в ОСШ прийнято саамський комплекс східної частини Балтійського щита, залишається нерозчленованим, хоча його поділ на два самостійних хроностратиграфічних підрозділи – нижній, грануліто-гнейсовий (алданій) і верхній, амфіболіто-гнейсовий (становій) – уже давно вважають обґрунтованим і пропонують включити до ОСШ дослідники Алдано-Станового щита.

Саме історико-геологічний підхід призвів до необхідності зміни в ОСШ прийнятого в GTS рангу загальних стратиграфічних та відповідних геохронологічних підрозділів. У вигляді головних одиниць ОСШ прийнято підпорядковані загальні стратони трьох рангів: а) дві акротеми – архейська і протерозойська, б) три еонотеми – нижньоархейська (саамська), верхньоархейська (лопійська) і нижньопротерозойська (карельська), в) п'ять ератем – нижньоолопійська, середньоолопійська, верхньоолопійська, нижньокарельська і верхньокарельська. Вони представлені в ОСШ типовими підрозділами «Корреляционной стратиграфической схемы нижнепротерозойских и архейских отложений Карело-Кольского региона» (Негруца и др., 2000) на рівні надгоризонтів та відповідними характерними місцевими підрозділами інших регіонів Росії – Балтійського щита, Воронежського кристалічного масиву та Алданського щита (Общая..., 2002).

У ОСШ Росії «...каждое из подразделений определено разрезом и закреплено историко-геологическими (событийными) границами» (Негруца, Жуланова, 2010, с. 162). Вони мають індивідуальне структурно-речовинне і змістовне наповнення, яке відрізняється від сусідніх підрозділів. Вважають, що саамій (нижньо-

архейська еонотема) завжди представлений лише високометаморфізованими комплексами. Його нижню границю не визначено, у зв'язку з чим його розглядають як кристалічний фундамент (перший структурно-тектонічний поверх) Балтійського щита і всієї Східноєвропейської платформи (СЄП). Лопій (верхньоархейська еонотема) представлений зеленокам'яними комплексами, які складені головню вулканогенними серіями та підпорядкованими літогенними утвореннями. Крім того, що вони мають чітку структурну позицію та складають наповнення «хорошо сохранившихся типичных зеленокаменных поясов» (Негруца, 2008, с. 7), подійний зміст нижньої границі лопію полягає в тому, що вона «...проводится по появлению первых достоверных водных осадочных и вулканогенных отложений» (Общая..., 2002, с. 10).

Як найважливіший подійний рубіж в історії формування кристалічного фундаменту СЄП у стратиграфічних схемах Росії визначено нижню границю карелію (нижньопротерозойської еонотеми). Вона позначає «...начало принципиально нового литогенеза, отличающегося образованием коры химического выветривания, высоkozрелых кварцевых терригенно-осадочных отложений и чередующихся с ними вулканогенных пород третьего (карельского) структурно-тектонического этажа ВЕП» (Негруца, 2008, с. 11). Внутрішньокарельська границя (між нижньокарельською і верхньокарельською ератемами) також має подійну прив'язку і «...знаменует собой важную биосферную перестройку, отражающую исчезновение раннепротерозойской глобальной положительной аномалии  $\delta^{13}C_{carb}$  2100 млн лет назад» (Негруца, 2008, с. 11).

Усе сказане вище щодо ОСШ дало підстави М.О. Семихатову, який докладно розглянув різні сучасні підходи до розчленування докембрію і складені на їхній основі схеми, цілком справедливо, на наш погляд, вважати «...современную общую шкалу докембрия России лидером в построении общих хроностратиграфических шкал дофанерозойской части геологической летописи» (Семихатов, 2008, с. 54).

Різні підходи до складання ОСШ та КХС УЩ, їхнє порівняння з GTS та досягнутий рівень розчленування нижнього докембрію території Росії та України розглянуто у порівняно

**Кореляційна стратиграфічна схема нижнього докембрію Українського щита (на історико-геологічній основі\*)**

**Correlative stratigraphic scheme of the Lower Precambrian of the Ukrainian Shield (on historical and geological basis\*)**

Загальна стратиграфічна (геохронологічна) шкала		Вік границь, млн років	Типові підрозділи (стратотипи)	Місцеві стратиграфічні підрозділи							
Акротема (акрон)	Еонотема (еон)			Волинський мегаблок	Подільський мегаблок	Бузько-Росинський мегаблок	Інгульський мегаблок	Придніпровський мегаблок	Приазовський мегаблок	Волино-Поліський пояс	
Прогерозойська	Верхньо-протерозойська	1650									
	Нижньо-протерозойська	2100									Клесівський комплекс
		2600	Криворізький комплекс (криворізькій) Інгуло-Інгудецький комплекс (інгулій)	Тетерівський комплекс			Інгуло-Інгудецький комплекс	Криворізький комплекс	Гуляйпільсько-осипенківський комплекс		
Архейська	Верхньо-архейська	3500	Конкський комплекс (конкій)					Конкський комплекс	Косивцівський комплекс		
	Средньо-архейська	>3800	Аульський комплекс (аулій)	Корчицький комплекс		Тіцицький комплекс	Ревський комплекс	Аульський комплекс			
	Нижньо-архейська		Побузький комплекс (побужій)	Сосновський комплекс	Побузький комплекс		Братський комплекс	Славгородський комплекс	Приазовський комплекс		

\* Зміст історико-геологічної основи в тексті / The content of the historical and geological basis in the text

недавній спеціальній публікації (Кирилюк, Жуланова, 2013). У ній показано, що реальний рівень розчленування докембрію стратотипової для ОСШ східної частини Балтійського щита та УЩ близькі, а в чомусь КХС УЩ навіть перевершує ОСШ за ступенем обґрунтованості як власне стратиграфічного розчленування, так і його історико-геологічної інтерпретації та ізотопного (геохронометричного) датування. У цій самій праці (Кирилюк, Жуланова, 2013) запропоновано варіант хроностратиграфічної кореляції та геохронологічна періодизація докембрію УЩ на змістовній історико-геологічній основі. Цей варіант з деякими уточненнями та змінами наведено в таблиці і стисло охарактеризовано нижче.

### **Стратиграфія УЩ на історико-геологічній основі**

Історико-геологічний зміст виділених і показаних у таблиці стратиграфічних (на рівні еонотем-комплексів) та відповідних геохронологічних підрозділів (еонів) у статті (Кирилюк, Жуланова, 2013) позначено, однак розпорошено по всій публікації. У цій роботі його у стислому вигляді наведено послідовно. Утім перш ніж перейти до його викладу, потрібно зробити таке пояснення.

У таблиці показано поділ докембрію на дві акротеми – архейську (архей) і протерозойську (протерозой) – з границею між ними на рівні 2600 млн років. Цю границю прийнято відповідно до КХС УЩ як регіональну, що відповідає підшві криворізької серії, яка перекидає віднесений до архею конкський зеленокам'яний комплекс. Нині дедалі очевидніше, що зарахування свого часу нижньодокембрійських зеленокам'яних комплексів до архею (див. вище) та визначення його границі з протерозоем на рівні 2500 млн років було не найвдалішим рішенням підкомісії зі стратиграфії докембрію Міжнародного союзу геологічних наук. Справа в тому, що саме в зеленокам'яних комплексах невдовзі виявлено найдавніші достовірні скам'янілості (строматоліти), і вже тільки за цією ознакою суто етимологічно їх необхідно відносити до *протерозою*. Однак, оскільки уявлення про тривалість архею аж до близько 2500 млн років стало вже практично загальноприйнятим, воно прийняте й нами.

І в такому віковому діапазоні архею, за матеріалами структурно-стратиграфічного і геолого-формаційного вивчення фундаменту УЩ, його тричленний поділ показано в таблиці.

Ще одне положення, яке необхідно обговорити задалегідь, полягає у наступному. Наведена в таблиці кореляція стратиграфічних комплексів та їхнє віднесення до підрозділів загальної стратиграфічної (геохронологічної) шкали докембрію зроблено на підставі структурно-речовинних ознак – *геолого-формаційного складу та типу метаморфізму* – відповідних стратометаморфічних комплексів, а не їхніх геосторичних (геоеволюційних) генетичних особливостей. Такі генетичні особливості кожного з типів комплексів та спрямована еволюційна зміна умов їхнього формування, внаслідок чого й виникли ці особливості, дійсно передбачені та будуть викладені у заключній нашій публікації. Утім поки що як історико-геологічну основу схеми розглядаємо, як це і сказано в попередній статті, лише однозначно відтворювані особливості комплексів, які є відображенням умов їхнього формування, що змінювалися в ході спрямованого та незворотного ранньодокембрійського геологічного розвитку.

До *нижнього архею* віднесено грануліто-гнейсові комплекси, у тім числі ті, які на значних площах зазнали повторного метаморфізму (діафторезу) амфіболітової фації. Грануліто-гнейсові комплекси, як це видно з таблиці і вже зазначалося вище, відомі у всіх мегаблоках УЩ. Їхнє виділення як найдавніших утворень ґрунтується на тому, що на УЩ, як і на інших щитах, відсутні структурно-стратиграфічні дані про наявність будь-яких давніших утворень. Початковий монофаціальний метаморфізм гранулітової фації є важливою, однак не єдиною відмінною особливістю нижнього архею. Грануліто-гнейсові комплекси, навіть за їхнього мінімального представництва у розрізах окремих мегаблоків, відрізняються від інших комплексів геолого-формаційним складом, що вже неодноразово зазначали у багатьох публікаціях.

До *середнього архею* віднесено амфіболіто-гнейсові комплекси, які також відрізняються від інших утворень не лише однорідним метаморфізмом амфіболітової фації та ізофаціальним ультраметаморфізмом, який його супроводжує, а й характерним геолого-формацій-



ним складом. Амфіболіто-гнейсові комплекси відомі в межах більшості мегаблоків УЩ. Вони віднесені до молодших стратиграфічних підрозділів відносно грануліто-гнейсових комплексів на підставі їхніх співвідношень в межах Бузько-Росинського мегаблока, а в інших мегаблоках – за аналогією з ними.

*Верхній архей*, що завершує архейський розріз УЩ, як і на інших щитах різних континентів, представлений зеленокам'яними комплексами Придніпровського та Приазовського мегаблоків. Комплекси характеризуються зональним метаморфізмом головно зеленосланцевої фації з підвищенням ступеня метаморфізму вниз по розрізу до епідот-амфіболітової й іноді навіть до низькотемпературної частини амфіболітової фації. Відмінною особливістю верхнього архею є головно вулканогенний склад комплексів з широким діапазоном порід – від кислих (метаріолітів) до основних (метабазальтів). Утім, що особливо типово для комплексів верхнього архею, так це широка, що не повторюється в інших комплексах, як докембрію, так і фанерозою, участь метавулканітів ультраосновного складу – коматітів. Металітогенні породи відіграють різко підпорядковану роль, їхня кількість дещо зростає до верхів розрізів. Вони представлені головно похідними незрілих осадових, з ознаками автохтонної природи уламкового матеріалу, що, за даними фундаментальних досліджень К. Конді (Конді, 1983), характерно для всіх архейських зеленокам'яних комплексів різних материків.

*Нижній протерозой* на УЩ представлений двома типами зональних стратометаморфічних комплексів – метавулканогенно-хемогенно-теригенним (залізисто-кременисто-сланцевим) та метакарбонатно-теригенним (гнейсо-сланцевим). Відмінною особливістю обох типів від попередніх зеленокам'яних комплексів є домінування в них первинно осадових порід, їхня різноманітність, широка участь, окрім метатеригенних і карбонатних, вуглецевих, глиноземистих і залізисто-кременистих порід, що свідчить про різку зміну умов постархейського літогенезу. Крім того, для нижньопротерозойських комплексів вперше визначено їхню чітку латеральну мінливість та приуроченість різних типів комплексів до певних типів мегаблоків (Кирилюк, 1986; Кирилюк,

Смоголюк, 1993). Ця мінливість у своїй основі, безумовно, має тектонічну природу, як і різний ступінь метаморфізму цих комплексів у різних мегаблоках (Кирилюк, 2013). Однак її чіткий прояв, так само безсумнівно, пов'язаний із загальною зміною характеру літогенезу порівняно з попереднім етапом розвитку УЩ.

Подібне стратиграфічне розчленування нижнього докембрію УЩ на історико-геологічній основі вже неодноразово висловлювали та публікували раніше (Лазько и др., 1986; Карта..., 1991; Кирилюк, 2007; Тектонічна..., 2007 та ін.). Утім його досі не беруть до уваги та не використовують під час складання регіональної стратиграфічної схеми докембрію УЩ, оскільки воно нібито суперечить результатам ізотопного датування. Разом з тим, як зазначалося вище, на підставі ізотопних датувань, з одного боку, синхронізують зовсім різні за ступенем метаморфізму та геолого-формаційним складом підрозділи КХС УЩ (бузька, росинсько-тікицька і центральноприазовська серії), з іншого – вважають різновіковими підрозділи, які дуже подібні за рівнем метаморфізму та складом (зеленолевадівська світа і центральноприазовська серія, росинсько-тікицька та аульська серії). До цього можна додати ще подібні між собою за метаморфізмом та геолого-формаційним складом білозерську та криворізьку серії, перша з яких, відповідно до КХС УЩ, належить до мезоархею, а друга – до палеопротерозою.

В основі цих протиріч лежать принципово різні погляди на історію розвитку у ранньому докембрії фундаменту УЩ і земної кори загалом. Уявлення про різний геолого-формаційний склад та ступінь метаморфізму, як відображення етапності геологічної еволюції, відстоюють та розвивають прихильники концепції спрямованого, незворотного розвитку земної кори в ранньому докембрії. Натомість прихильники уявлень про циклічний розвиток земної кори на ранніх етапах її еволюції припускають неодноразове формування товщ, які подібні за складом та ступенем метаморфізму, і тому вважають ізотопне датування єдиним надійним методом їхнього вікового розчленування. Разом з тим ні умови формування вихідних товщ, ні природу і тривалість метаморфізму до уваги не беруть. Однак розгляд саме цих аспектів формування ранньодкембрійських страто-

метаморфічних комплексів та відмінних рис складу різнофаціальних стратометаморфічних комплексів робить еволюційну концепцію, на наш погляд, переконливішою та дає змогу по-іншому підійти до інтерпретації одержуваних ізотопних датувань нижньодокембрійських комплексів. У наступній завершальній статті циклу публікацій, які присвячені метаморфізму та стратиграфії УЩ, саме і розглянуто вірогідні, специфічні та неповторні в ході ранньо-докембрійського геологічного розвитку умови формування стратометаморфічних комплексів УЩ та передбачувану тривалість їхнього літогенезу і метаморфізму.

## Післямова або висновок

Головна мета цієї, другої статті циклу публікацій про співвідношення метаморфізму і стратиграфії фундаменту УЩ полягає у висвітленні сучасного стану загального стратиграфічного розчленування нижнього докембрію та геохронологічного поділу ранньої геологічної історії. Необхідність цього зумовлена фактичною відсутністю, втраченою зараз загальної геохронологічної шкали докембрію, побудованої на класичних стратиграфічних засадах, місце якої зайняла «Шкала геологічного часу» (Geologic Time Scale).

В одній з перших ґрунтовних публікацій, яку присвячено шкалі геологічного часу, У.Б. Харленд та його співавтори надали їй наступне розгорнуте визначення: «Шкала геологічного часу складається з датированих в годах стандартных стратиграфических подразделений, выделение которых основано на изучении последовательности горных пород (тут і далі курсив наш. – В.К., О.Г.). Она объединяет два различных типа шкал: **хронометрическую**, основанную на единицах продолжительности – годах (стандарт-секунда), и **хроностратиграфическую**, которая мыслится в настоящее время как шкала последовательности горных пород со стандартизированными точками, выбранными в стратотипах границ – разрезах, максимально полных в пограничных частях. Хроностратиграфическая шкала – это своего рода договор, все пункты которого должны быть согласованы, но не относятся к категории открытий, в то время как ее датирование в годах – предмет скорее открытия,

чем договора. Хроностратиграфическая шкала, будучи согласованной и принятой, должна оставаться неизменной, тогда как ее датирование будет объектом периодической ревизии. По этой причине не может существовать никакой окончательной шкалы геологического времени, и наша собственная попытка должна рассматриваться только как построение шкалы 1982 г., т. е. года ее публикации» (Харленд и др., 1985, с. 10).

Таке розуміння шкали геологічного часу повністю підтримує й відомий знавець стратиграфії докембрію В.В. Меннер, який у передмові редактора перекладу монографії пише: «В вводной главе подчеркивается, что основу шкалы геологического времени составляют *стратиграфические подразделения, которые датируются в годах* (курсив наш. – В.К., О.Г.). Эти два метода определения возраста – выделение стратиграфических подразделений и их датировка в годах – независимы, взаимно дополняют друг друга и достаточны для использования в любых геологических целях» (Харленд и др., 1985, с. 5). Але з часом таке абсолютно виважене і зрозуміле співвідношення стратиграфічного розчленування та ізотопного датування стратиграфічних підрозділів у багатьох дослідників трансформувалося в абсолютно протилежне розуміння значення цих методів, за якого беззаперечно перевага віддається ізотопним датуванням, на підставі яких і визначається вік та положення у стратиграфічних схемах відповідних підрозділів. Саме такий підхід покладено в основу чинної КХС УЩ, у пояснювальній записці до якої прямо сказано: «...основой для вікового розчленування докембрійських утворень Українського щита є, головним чином, дані ізотопно-геохронологічних методів датування, тобто методів «абсолютної» геохронології. Інші методи, що є методами «відносної» геохронології, такі, як формаційні, літолого-стратиграфічні, петрографо-стратиграфічні, біостратиграфічні, структурно-тектонічні, палеомагнітні тощо, розглядаються як допоміжні» (Кореляційна..., 2004, с. 3). І це при тому, що вже піввіковий досвід складання регіональних стратиграфічних схем УЩ з використанням даних «абсолютної» геохронології повністю підтверджує саме уявлення У.Б. Харленда та його колег (Харленд и др., 1985) про те, що «...не может существо-

вать никакой окончательной шкалы геологического времени», в той час як «...хроностратиграфическая шкала, будучи согласованной и принятой, должна оставаться неизменной».

Саме таких уявлень дотримуються й автори цієї публікації і вважають за доцільне реалізувати ці положення у новій стратиграфічній схемі фундаменту УЩ.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Бобров О.Б. Славгородський чарнокіт-гранулітовий структурно-формаційний комплекс Українського щита. Ст. 1. Проблеми ідентифікації і поширення. *Зб. наук. пр. УкрДГРІ*. 2010. № 1. С. 11–16.
- Геологический словарь: в 2-х т. Т. 2. Москва: Недра, 1978. 456 с.
- Жамойда А.И. Общая стратиграфическая шкала, принятая в СССР-России. Её значение, назначение и совершенствование. Санкт-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ, 2013. 24 с.
- Карта геологических формаций докембрия Украинского щита. Масштаб 1:500 000. Объяснительная записка. Кирилюк В.П., Колий В.Д., Лашманов В.И., Лысак А.М., Паранько И.С., Пашенко В.Г., Свешников К.И., Сиворонов А.А., Смоголюк А.Г., Яценко Г.М. при участии Берзенина Б.З. Киев: ЦТЭ, 1991. 119 с.
- Кирилюк В.П. Формационное расчленение и корреляция нижнедокембрийских гранитно-метаморфических комплексов щитов территории СССР: автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. Киев, 1986. 40 с.
- Кирилюк В.П. Тектоніка фундаменту Українського щита. (Пояснювальна записка до «Тектонічної карти фундаменту Українського щита масштабу 1:2 000 000»). Київ: УкрДГРІ, 2007. 74 с.
- Кирилюк В.П. Особливості ранньодокембрійського метаморфізму та його зв'язку з тектонікою. *Геодинаміка*. 2013. № 1 (14). С. 82–97.
- Кирилюк В.П. Стратиграфічна схема нижнього докембрію Українського щита та її геохронометричні проблеми. Ст. 1. Загальні відомості та геохронометричні проблеми дністровсько-бузької серії побузького комплексу. *Зб. наук. пр. УкрДГРІ*. 2019. № 1–2. С. 136–158.
- Кирилюк В.П. Стратиграфічна схема нижнього докембрію Українського щита та її геохронометричні проблеми. Ст. 2. Проблеми бузької серії побузького комплексу та інших високотемпературних стратометаморфічних комплексів. *Зб. наук. пр. УкрДГРІ*. 2019а. № 3–4. С. 114–133.
- Кирилюк В.П. Стратиграфічна схема нижнього докембрію Українського щита та її геохронометричні проблеми. Ст. 3. Деякі геологічні аспекти інтерпретації ізотопних даних. *Зб. наук. пр. УкрДГРІ*. 2019б. № 3–4. С. 134–157.
- Кирилюк В.П., Гайовський О.В. Регіональний метаморфізм та стратиграфія фундаменту Українського щита. Ст. 1. Стратиграфія і метаморфізм мегаблоків Українського щита. *Геол. журн.* 2022. № 4 (381). С. 3–30. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2022.4.261979>
- Кирилюк В.П., Жуланова И.Л. Стратиграфические схемы нижнего докембрия России и Украины: сопоставление, анализ различий и пути сближения. *Геол. журн.* 2013. № 2 (343). С. 89–120.
- Кирилюк В.П., Смоголюк А.Г. Связь раннедокембрийского вулканогенно-осадочного литогенеза с блоковым строением щитов. *Геол. журн.* 1993. № 4 (271). С. 21–29.
- Конди К. Архейские зеленокаменные пояса. Москва: Мир, 1983. 390 с.
- Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (пояснювальна записка). Єсипчук К.Ю., Бобров О.Б., Степанюк Л.М., Щербак М.П., Глеваський Є.Б., Скобелев В.М., Дранник А.С., Гейченко М.В. Київ: УкрДГРІ, 2004. 30 с.
- Коржинский Д.С. Докембрий Алданской плиты и хребта Станового. *Стратиграфия СССР. Т. 1. Докембрий СССР*. Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1939. С. 349–366.
- Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Сиворонов А.А., Яценко Г.М. Нижний докембрий западной части Украинского щита (возрастные комплексы и формации). Львов: Выща школа, 1975. 239 с.
- 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 (227). С. 18–26.
- Методическое руководство по геологическому картированию метаморфических комплексов: Николаев В.А. (ред.). Москва: Госгеолтехиздат, 1957. 451 с.
- Мошкин В.Н. Становой хребет и Джугджур. Геологическое строение СССР. Т. 2. *Магматизм*. Москва: Госгеолтехиздат, 1958. С. 59–61.
- Негруца В.З. Нижний докембрий. Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Санкт-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. Вып. 38. С. 7–14.
- Негруца В.З., Жуланова И.Л. Общая стратиграфическая шкала нижнего докембрия России: достижения и проблемы. *Междунар. науч.-практ. конф. «Стратиграфия, геохронология и корреляция нижнедокембрийских породных комплексов фундамента Восточно-Европейской платформы»*: тез. докл. Киев: УкрГГРИ, 2010. С. 162–165.
- Негруца В.З., Хейсканен К.И., Негруца Т.Ф., Робонен В.И. Третье межведомственное региональное стратиграфическое совещание по нижнему докембрию Карелии и Кольского полуострова. *Стратиграфия. Геол. корреляция*. 2000. Т. 8, № 4. С. 108–112.

- Общая стратиграфическая шкала нижнего докембрия России. Объяснительная записка. Апатиты. 2002. 13 с.
- Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. Всерос. конф, 23–25 мая 2013 г.: Решения конф. Москва: Геол. ин-т РАН, 2013. <http://jurassic.ru/scale2013.htm>
- Салоп Л.И. Общая стратиграфическая шкала докембрия. Ленинград: Недра, 1973. 310 с.
- Салоп Л.И. Геологическое развитие Земли в докембрии. Ленинград: Недра, 1982. 343 с.
- Семихатов М.А. Хроностратиграфия и хронометрия: конкурирующие концепции общего расчленения докембрия. *Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол.* 2008. Т. 8, вып. 5. С. 36–58.
- Тектонічна карта України. Масштаб 1:1 000 000. Ч. 1. Пояснювальна записка. Круглов С.С., Арсірій Ю.О., Великанов В.Я., Знаменська Т.О., Лисак А.М., Лукін О.Ю., Пашкевич І.К., Попадюк І.В., Радзівілл А.Я., Холодних А.Б. Київ: УкрДГРІ, 2007. 96 с.
- Харленд У.Б., Кокс А.В., Ллевеллин П.Г., Пиктон П.А.Г., Смит А.Г., Уолтерс Р. Шкала геологического времени. Москва: Мир, 1985. 140 с.
- A *Concise Geologic Time Scale*. James G. Ogg, Gabi M. Ogg, Felix M. Gradstein. Amsterdam • Boston • Heidelberg • London • New York • Oxford • Paris • San Diego • San Francisco • Singapore • Sydney • Tokyo: Elsevier, 2016. 234 p.
- Van Kranendonk M.J., Altermann W., Beard B.L., Hoffman P.F., Johnson C.J., Kasting J.F., Melezhik V.A., Nutman A.P., Papineau D., Pirajno F. 2012. A chronostratigraphic division of the Precambrian: possibilities and challenges. Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmit M., Ogg G. (Coordinators). *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier. 299–392.

Надійшла до редакції 31.07.2022

Надійшла у ревізованій формі 30.08.2022

Прийнята 30.08.2022

## REFERENCES

- A *Concise Geologic Time Scale*. James G. Ogg, Gabi M. Ogg, Felix M. Gradstein. Amsterdam • Boston • Heidelberg • London • New York • Oxford • Paris • San Diego • San Francisco • Singapore • Sydney • Tokyo: Elsevier, 2016.
- Bobrov O.B. 2010. The Slavgorod charnokite-granulitic structural-formational complex of the Ukrainian Shield. Article 1. Problems of authentication and distribution. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI*, 1; 11–16 (in Ukrainian).
- Correlation chronostratigraphic scheme of Early Precambrian of the Ukrainian Shield (explanatory note). 2004. Yesypchuk K.Yu., Bobrov O.B., Stepanyuk L.M. Scherbak M.P., Glevaskiy E.B., Skobelev V.M., Drannik A.S., Geychenko M.V. Kyiv: UkrDGRI (in Ukrainian).
- General stratigraphic scale of Russia: state and prospects for development. 2013. Vserossiyskaya konferentsiya, 23–25 maya 2013. Resheniya konferentsii. Moskva: Geologicheskiiy institut RAN. <http://jurassic.ru/scale2013.htm> (in Russian).
- General stratigraphic scale of the Lower Precambrian of Russia. Explanatory note. 2002. Apatity (in Russian).
- Geological dictionary: in 2 vols. Vol. 2. 1978. Moscow: Nedra (in Russian).
- Harland W.B., Cox A.V., Llewellyn P.G., Picton P.A.G., Smith A.G., Walters R. Geological time scale. Moscow: Mir (in Russian).
- Kondi K. 1983. Archean greenstone belts. Moscow: Mir (in Russian).
- Korzhinskij D.S. 1939. Precambrian of Aldanian platform and Stanovoj range. *Stratigrafiya SSSR. T. I. Dokembriy SSSR*. Moscow; Leningrad: Publ. AN USSR, pp. 349–366 (in Russian).
- Kyrylyuk V.P., Gaiovskyi O.V. Regional metamorphism and stratigraphy the basement of the Ukrainian Shield. Article 1. General geochronological scale of the Precambrian and stratigraphy of the Ukrainian Shield. *Geologičnij žurnal*, 4 (381); 3–30 (in Ukrainian).
- Kyrylyuk V.P., Zhulanova I.L. 2013. Lower Precambrian Stratigraphic Schemes in Russia and Ukraine: comparison, analysis of differences, ways of rapprochement. *Geologičnij žurnal*, 2 (343); 89–120 (in Russian).
- Kyrylyuk V.P. 1986. Formational subdivision and correlation of the Lower Precambrian granite-metamorphic complexes of shields of the territory of the USSR. Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv (in Russian).
- Kyrylyuk V.P. 2007. Tectonics of the basement of the Ukrainian Shield. Explanatory note to the “Tectonic map of the basement of the Ukrainian Shield” on a scale of 1:2 000 000. Kyiv: UkrDGRI (in Ukrainian).
- Kyrylyuk V.P. 2013. Peculiarities of early Precambrian metamorphism and its connection with tectonics. *Geodynamika*, 2 (13); 82–97 (in Ukrainian).
- Kyrylyuk V.P. 2019. 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 DniesterBug series of the Bug Area complex. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI*, 1–2; 136–158 (in Ukrainian)
- Kyrylyuk V.P. 2019a. 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 UkrDGRI*, 3–4; 114–133 (in Ukrainian).

- Kyrylyuk V.P. 2019b. 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. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDGR*, 3–4; 134–157 (in Ukrainian).
- Kyrylyuk V.P., Smogolyuk A.G. 1993a. Relationship between the Early Precambrian volcanogenic-sedimentary lithogenesis and the block structure of the shields. *Geologičnij žurnal*, 4 (271); 21–29 (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 (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). *Geologičnij žurnal*, 2 (227); 18–26 (in Russian).
- Map of geological formations of Precambrian of the Ukrainian Shield. Scale 1:500 000. Explanatory note. 1991. Kyrylyuk V.P., Kolij V.D., Lashmanov V.I., Lyssak A.M., Paranko I.S., Paschenko V.G., Sveshnikov K.I., Sivoronov A.A., Smogolyuk A.G., Yatsenko G.M. at participation Berzenin B.Z. Kyiv (in Russian).
- Methodological guide for geological mapping of metamorphic complexes. 1957. Ed. V.A. Nikolayev. Moscow: Gosgeoltekhizdat (in Russian).
- Moshkin V.N. 1958. Stanovoy Ridge and Dzhugdzhur. *Geologicheskoe stroenie SSSR. 2. Magmatizm*. Moscow: Gosgeoltekhizdat, pp. 59–61 (in Russian).
- Negruta V.Z. 2008. Lower Precambrian. *Sostoyanie izuchennosti stratigrafii dokembriya i fanerozoja Rossii. Zadachi dalneyshih issledovaniy. Postanovleniya Mezhdvdomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postoyannyih komissiy*. St.-Petersburg: VSEGEI, pp. 7–14 (in Russian).
- Negruta V.Z., Heiskanen K.I., Negruta T.F., Robonen V.I. 2000. Third Interdepartmental Regional Stratigraphic Conference on the Lower Precambrian of Karelia and the Kola Peninsula. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya*, 8 (4); 108–112 (in Russian).
- Negruta V.Z., Zhulanova I.L. 2010. General stratigraphic scale of the Lower Precambrian of Russia: achievements and problems. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Stratigrafiya, geohronologiya i korrelyatsiya nizhnedokembriyskih porodnyih kompleksov fundamenta Vostochno-Evropeyskoy platformy"*: tezisy dokladov. Kyiv: UkrGGRI, pp. 162–165 (in Russian).
- Salop L.I. 1973. General stratigraphic scale of the Precambrian. Leningrad: Nedra (in Russian).
- Salop L.I. 1982. Geological development of the Earth in the Precambrian. Leningrad: Nedra (in Russian).
- Semikhatov M.A. 2008. Chronostratigraphy and chronometry: competing concepts of the general dismemberment of the Precambrian. *Byulleten Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdel geologicheskij*, 8 (5); 36–58 (in Russian).
- Tectonic map of Ukraine. Scale 1:1 000 000. Part 1. Explanatory note. 2007. Kruhlov S.S., Arsirii Yu.O., Velikanov V.Ya., Znamenska T.O., Lysak A.M., Lukin O.Yu., Pashkevych I.K., Popadiuk I.V., Radzivil A.Ya., Holodnykh A.B. Kyiv: UkrDHRI (in Ukrainian).
- Van Kranendonk M.J., Altermann W., Beard B.L., Hoffma P.F., Johnson C.J., Kastin J.F., Melezhik V.A., Nutman A.P., Papinea D., Pirajno F. 2012. A chronostratigraphic division of the Precambrian: possibilities and challenges. Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M., Ogg G., (Coordinators). *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier, pp. 299–392.
- Zhamoïda A.I. 2013. General stratigraphic scale adopted in the USSR and Russia. Its meaning, purpose and improvement. St.-Petersburg: VSEGEI (in Russian).

Received 26.07.2022

Received in revised form 30.08.2022

Accepted 30.08.2022

## Regional metamorphism and stratigraphy of the basement of the Ukrainian Shield.

### Article 2. General geochronological scale of the Precambrian and stratigraphy of the Ukrainian Shield

V.P. Kyrylyuk, O.V. Gaiovskyi

Ivan Franko Lviv National University, Lviv, Ukraine

E-mail: Kyrylyuk.V@i.ua; ogayovskyi@gmail.com

Stratigraphic complexes of the Lower Precambrian are everywhere metamorphosed. Therefore, the stratigraphic subdivision of the Lower Precambrian has always been inextricably linked with the study of metamorphism. For some time, the degree of metamorphism of the complexes was even used as an indication of their relative age. With the beginning of the use of isotopic dating, this sign was not confirmed, after which the degree of metamorphism was no longer taken into account in the stratigraphic dismemberment of the shields basement. The degree of metamorphism of the complexes was no longer taken into account for a long time when compiling official stratigraphic schemes of the Precambrian of the Ukrainian Shield, which, in the opinion of many geologists, led to distortions of the real stratigraphy of the basement of this region.

The authors of the article believe that the degree of metamorphism can still be used in the development of the stratigraphy of the Ukrainian Shield and, above all, in the stratigraphic study of individual megablocks. The possibility of such use of metamorphism is considered in the cycle of publications. This is the second article in the cycle. The first article describes the stratigraphy and metamorphism of all megablocks of the Ukrainian Shield. A number of conclusions have been made about the regularities of the manifestation of metamorphism. It is shown that older stratigenic complexes in each of the megablocks are characterized by higher temperature metamorphism. This pattern provides a basis for establishing the relative stratigraphic sequence of complexes within individual megablocks based on the degree of their metamorphism. At the same time, the distinctive features of the composition and metamorphism of the stratigenic complexes, according to the authors, are a reflection of the successive stages of the geological development of the Ukrainian Shield in the Early Precambrian and can serve as the basis for compiling of the regional stratigraphic scheme on a historical and geological basis. In this second article of the cycle, modern approaches to the geochronological periodization of the Precambrian are considered: a) geochronometric, adopted for the International "The Geological Time Scale" and b) historical-geological, which is the basis of the "General Stratigraphic Scale of the Lower Precambrian of Russia". The current "Correlation Chronostratigraphic Scheme of the Early Precambrian of the Ukrainian Shield" is based on the geochronometric approach, which the authors, like many other researchers, consider unacceptable for practical use. The article proposes a variant of the regional stratigraphic scheme of the Ukrainian Shield on a historical-geological basis, compiled at the level of complexes, which in the final version of the scheme can be divided into series and suites.

**Keywords:** *regional metamorphism; stratigraphy; geochronology; Lower Precambrian; Ukrainian Shield.*