

УДК 552.11/16 (477)

<https://doi.org/10.30836/gbhgd.2024.21>

**ТРИВАЛІСТЬ УЛЬТРАМЕТАМОРФІЗМУ ТА ВІК  
УЛЬТРАМЕТАМОРФІЧНИХ (ПЛУТОНО-МЕТАМОРФІЧНИХ)  
ФОРМАЦІЙ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА**

*Кирилюк В.П.*

Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна, [Kyrylyuk.V@i.ua](mailto:Kyrylyuk.V@i.ua)

**DURATION OF ULTRAMETAMORPHISM AND THE AGE OF  
ULTRAMETAMORPHIC (PLUTONO-METAMORPHIC) FORMATIONS OF  
THE UKRAINIAN SHIELD**

*Kyryliuk V.P.*

Ivan Franko Lviv National University, Lviv, Ukraine, [Kyrylyuk.V@i.ua](mailto:Kyrylyuk.V@i.ua)

Ultrametamorphic granitoids make up the most common petrographic group of the Ukrainian Shield. Their rational and reproducible dissection remains one of the most important aspects of improving geological mapping. The report considers the possibility of dismemberment of granitoids based on the selection of ultrametamorphic (pluto-metamorphic) formations. The long and continuous flow of ultrametamorphism throughout of the entire early Precambrian and its end in the early Proterozoic is substantiated. The age of formations (complexes) should be defined as the time range from the age of the containing stratometamorphic complexes to the early Proterozoic (AR<sub>1</sub>-PR<sub>1</sub>, AR<sub>1</sub>-PR<sub>1</sub>).

**Вступ.** Ультраметаморфічні гранітоїдні асоціації складають найпоширенішу петрографічну групу Українського щита (далі УЩ). Їхнє раціональне і відтворюване розчленування залишається одним з найважливіших аспектів вдосконалення геологічного картування цього регіону. В доповіді розглянуто можливість розчленування та картування територій поширення ранньодокембрійських гранітоїдних асоціацій на геолого-формаційних засадах.

Стосовно геолого-формаційного розчленування ультраметаморфічних гранітоїдних асоціацій існує два підходи. Відповідно до першого з них "ультраметаморфічні формації" об'єднують виключно новоутворені гранітоїдні породи. Саме в такому обсязі на геологічних картах УЩ під назвою "комплекси" виокремлюють території, на яких за умовними позначеннями поширені нібито тільки гранітоїдні асоціації, але насправді разом з ними повсюдно знаходяться релікти заміщених стратигенних метаморфічних комплексів. Відповідно до іншого підходу ультраметаморфічними формаціями вважають складні багатопородні геологічні тіла, в яких переважають ультраметаморфічні гранітоїди, але до складу формацій вводять і "включення" (релікти) заміщених метаморфічних формацій як рівноправні члени формації. Такі формації отримали назву "плутоно-метаморфічні формації" [1]. Їхнє виділення і така характеристика в умовних позначеннях об'єктивно висвітлюють реальний склад підрозділів, які показані на карті.

Різноманітні плутоно-метаморфічні формації найбільш поширені на територіях розвитку монофаціальних амфіболіто-гнейсових та грануліто-гнейсових комплексів і діафторованих аналогів останніх, з якими вони структурно та петрологічно пов'язані. Але крім того на УЩ плутоно-метаморфічні формації проявлені і в високотемпературних зонах інгуло-

інгулецького комплексу, де складають порфіровидну гранітоїдну формацію з її можливим поділом на дві субформації – амфіболітову (кіровоградську) та гранулітову (новоукраїнську)

**Існуючі підходи до розчленування гранітоїдних комплексів.** Визначення віку будь яких гранітоїдних комплексів і формацій вже давно стало узвичаєним і само собою зрозумілим. При цьому встановлення віку регіональних фанерозойських комплексів має передусім практичне значення і виступає як один з пошукових металогенічних критеріїв визначення перспективних територій. Щодо докембрійських гранітоїдних комплексів щитів, то визначення їхнього віку має головно науковий історико-геологічний інтерес. На практиці віковий поділ гранітоїдних комплексів використовують лише при геологічному картуванні. При цьому вік комплексів тривалий час визначали, виходячи з уявлень про тектоно-магматичний циклічний розвиток щитів, за їхніми структурними співвідношеннями з різновіковими стратигенними комплексами і на цій підставі розрізняли синскладчасті, пізньоскладчасті та післяскладчасті комплекси відповідного етапу розвитку.

З початком застосування ізотопно-геохронометричних методів датування вони поширилися і на гранітоїдні комплекси і згодом на УЩ набули провідного значення не тільки у датуванні вже виділених комплексів, але і у їхньому розчленуванні. Однак більш ніж піввікове систематичне використання цих методів на УЩ, починаючи з 70-х років минулого сторіччя, так і не призвело ні до сталих уявлень про вік та тривалість формування гранітоїдних комплексів, ні до їхнього відтворюваного розчленування на геохронометричних засадах. На УЩ це наглядно демонструє виділення в одному районі трьох різновікових ендербітвміщуючих комплексів (гайворонського, літинського та бердичівського) без чітких ознак розділення ендербітів різних комплексів, двох подібних плагіогранітних комплексів (тетієвського та звенигородського) та інших.

Таке виокремлення подібних за складом різновікових гранітоїдних комплексів базується тільки на підставі інтерпретації ізотопно-геохронометричних визначень з позиції уявлень про повторюваний циклічний розвиток щитів. Воно не враховує структурні та речовинні співвідношення виділених гранітоїдних комплексів з метаморфічними комплексами, їхню структурну позицію та інші геологічні, в тому числі історико-геологічні геоеволюційні дані, без чого відтворюване розчленування ультраметаморфічних асоціацій, виділення гранітоїдних комплексів (формацій) і визначення їхнього справжнього геологічного, а не "ізотопного" віку просто не реальне.

**Тривалість формування та вік плутоно-метаморфічних формацій.** Між тим відтворюване розчленування асоціацій ультраметаморфічних гранітоїдів і його об'єктивне відображення на геологічних картах можливе на підставі виділення плутоно-метаморфічних формацій (комплексів) і в повному обсязі для УЩ вже зроблене і показане на "Карті геологічних формацій докембрію Українського щита" масштабу 1:500 000 (головний редактор Є. М. Лазько, заступники головного редактора О. І. Зарицький, А. М. Лисак, 1989 р.). Але таке розчленування вимагає іншого підходу і до вікового датування гранітоїдних

комплексів, що пов'язане як з розширенням змісту поняття "плутоно-метаморфічні формації" порівняно з "ультраметаморфічними формаціями", так і з необхідністю урахування тривалості їхнього формування.

В цьому відношенні в першу чергу варто зупинитися на наступному. Традиційні уявлення про тектоно-магматичний циклічний геологічний розвиток складчастих систем, які базуються на дослідженні різновікових структурних елементів неогео (фанерозою), за тривалий період свого існування по відношенню до щитів давніх платформ так і не знайшли надійного підтвердження і все ще залишаються уявленнями, а не доведеними фактами. Одночасно аналіз зведеного розрізу щитів, в тому числі УЩ, побудованого на геологічних, а не на геохронометричних засадах, як КХС УЩ, свідчить на користь неповторного спрямованого, а не циклічного розвитку цих структурних елементів. Свідченням цього є передусім послідовно сформовані на щитах *стратигенні метаморфічні* (скорочено *стратометаморфічні*) комплекси (знизу доверху): грануліто-гнейсові → амфіболіто-гнейсові → зеленокам'яні → залізисто-кременисто-сланцеві та гнейсо-сланцеві. Саме ці комплекси визначають головні послідовні етапи (а не цикли!) ранньодокембрійського розвитку щитів, в тому числі УЩ. Перші три з них відповідають нижньому (ранньому), середньому та верхньому (пізньому) архею за його тричленним поділом, або палео-, мезо- і неоархею за Міжнародною шкалою геологічного часу (GTS), а два останніх – нижньому (ранньому, палео-) протерозою і є частково або повністю стратиграфічними аналогами у різних структурно-формаційних зонах (мегаблоках) щитів.

Тривалість кожного з цих етапів складає від 300 до 700 млн років у віковому інтервалі раннього докембрію від  $> 4,0$  до  $2,0 \pm 0,1$  млрд років. Вікові межі та тривалість етапів ще вимагають уточнення, але вже зараз очевидно, що кожен з них може бути сумірним з фанерозоєм в цілому. Але при цьому ні самі стратигенні комплекси, ні їхні формації не несуть ознак повторюваності-циклічності, як і не мають достовірних ознак фінальних гранітоїдних комплексів, властивих тектоно-магматичним циклам фанерозоя. Як доказ циклічності іноді використовують дані про існування різновікових зеленокам'яних комплексів, але усі вони є лише асинхронним проявом у різних регіонах одного глобального зеленокам'яного етапу розвитку земної кори

На відсутність завершених повторюваних циклів у докембрійському розвитку УЩ і інших щитів ще понад півстоліття тому вперше вказала Ю. Ір. Половинкіна, яка на матеріалах вже перших на той час ізотопно-геохронометричних визначень та геологічних даних зробила висновок про "незавершеність" архейського етапу (циклу) розвитку УЩ [2]. та про утворення основної маси гранітоїдів під час ранньопротерозойської епохи ультраметаморфізму. В цей же час, за уявленнями Ю. Ір. Половинкіної, масової "гранітизації" зазнали і архейські товщі.

В одній з узагальнюючих праць Ю. Ір. Половинкіної з цього приводу сказано: "Особливою і дуже характерною рисою архейського циклу є надто слабкий прояв, якщо не повна відсутність магматизму пізніх стадій. ...Архейський цикл на всій Земній кулі є незавершеним" [3 с. 211, *переклад з рос.*

– В.К]. І далі: "Гранітоїди ... ранньопротерозойського тектоно-магматичного циклу є палінгеними і часто метасоматичними. З процесом їхнього утворення пов'язана інтенсивна гранітизація ранніх порід кори, утворення мигматитів, чарнокитів та інших ультраметаморфічних порід. Це час інтенсивного ультраметаморфізму. ... Ультраметаморфізм – це прояв «великого перелому»; настільки інтенсивний розвиток їх у пізнішій історії земної кори не повторювалося" [3 с. 212 – переклад з рос. – В.К.].

Сучасні геологічні та геохронологічні дані дозволяють повернутися до цієї ідеї, проте розглядаючи ранній протерозой не як час прояву самостійного етапу найбільш інтенсивного ультраметаморфізму і гранітизації – етапу "активізації" УЩ, як його вважають деякі дослідники, а як час завершення регіонального метаморфізму та супутнього масового гранітоутворення, яке розпочалося ще в ранньому археї. Додаткові підстави для цього дають дані про регіональний метаморфізм УЩ, з яким ультраметаморфізм безпосередньо пов'язаний.

З цього приводу нагадаємо, що ще у середині 1970-х – на початку 1980х років минулого сторіччя Р.Я. Белєвцев вперше обґрунтував наявність на УЩ єдиної регіональної метаморфічної зональності [4, 5]. Існування такої зональності було підтверджено під час складання «Карты фаций регионального метаморфизма Украинского щита» масштабу 1:500 000 [6] та наступними дослідженнями І.Б. Щербакова [7]. Ця зональність охоплює різновікові стратометаморфічні комплекси і включає як зони прогресивного метаморфізму, так і території проявів діафторезу, що виступають як перехідні зони між різновіковими комплексами. З високотемпературними зонами зазвичай пов'язані ультраметаморфічні гранітоїди, а тому таку зональність, мабуть, краще називати не "метаморфічною", а "регіональною палеотемпературною зональністю"», що охоплює весь фундамент УЩ.

Цю зональність нещодавно досить детально розглянуто в одній з публікацій [8], в якій зокрема показано, що вона не могла сформуватися внаслідок дискретних етапів метаморфізму протягом різних неодноразових тектоно-метаморфічних циклів і епізодичних проявів метаморфізму. У зональності приймають участь як монофаціальні комплекси, так і зональні. Монофаціальні комплекси лише частково зазнали діафторезу у приконтактних частинах з молодшими комплексами, а іноді й без повторних метаморфічних змін пов'язані з ними поступовими узгодженими структурно-метаморфічними переходами. Все це дає підстави припустити, що формування зональності відбувалося тривалий час, впродовж усього раннього докембрію, з послідовним залученням до загального високотемпературного теплового поля усіх новоутворюваних стратигенних комплексів.

Підтвердженням тривалого існування такого високотемпературного поля є визначення ізотопного віку цирконів з порід побузького гранулітового комплексу околиць с.м.т. Завалля, які отримані в останні десятиріччя різними дослідниками (О.В. Бибикова, С.Б. Лобач-Жученко, Л. В. Шумлянський та ін.) і охоплюють діапазон від 3,8 до 1,9 млрд років. При цьому майже безперервні ряди визначень одержані з співіснуючих цирконів в одній пробі. Такі ж ряди датувань різними ізотопними методами, включаючи K-Ar та Rb-Sr методи, які сягають 2,0 – 1,9 млрд

років і навіть менше, мають і інші стратометаморфічні комплекси УЩ. Різниця полягає лише у тому, що ці визначення отримані не з однієї проби, а з різних проб на площі поширення комплексів і мають нижню вікову границю меншу за визначення з гранулітових комплексів. Ці ізотопно-геохронометричні дані дають підстави вважати ранній протерозой часом завершення на УЩ і інших щитах регіонального метаморфізму та супутнього ультраметаморфізму. Цей час відзначився завершальною (на рівні сучасного денудаційного зрізу фундаменту УЩ) кристалізацією гранітоїдів, переважно двопольовошпатових, з анатектично-палінгенної "ультраметаморфічної магми" та супутнім метасоматозом. Завершення цих процесів відбулося внаслідок загального охолодження верхньої частини земної кори, що й стало причиною термічної та тектонічної стабілізації – *кратонізації* – і переходу до платформної стадії розвитку давніх платформ.

Враховуючи сказане вище, верхню вікову межу усіх плутоно-метаморфічних формацій слід вважати ранньопротерозойською, про що й свідчить переважна більшість ізотопних вихначень з різних гранітоїдів. Що стосується плутоно-метаморфічних формацій, то їхній вік варто визначати як віковий діапазон від часу утворення вміщуючих стратометаморфічних комплексів до раннього протерозою. Тобто для формацій грануліт-гранітових та діафторит-грануліт-гранітових комплексів це *ранній архей – ранній протерозой (AR<sub>1</sub>-PR<sub>1</sub>)*, для амфіболіт-гранітових – *середній архей – ранній протерозой (AR<sub>2</sub>-PR<sub>1</sub>)*. Цей діапазон відповідає як тривалості формування плутоно-метаморфічних формацій від початкового метаморфізму та ультраметаморфізму, так і віку їхніх породних складових – включень архейських метаморфічних порід та вміщуючих їх гранітоїдів, які закінчили своє формування у ранньому протерозої.

Таким же за тривалістю формування – *ранній-середній архей – пізній архей (AR<sub>1,2</sub>-PR<sub>1</sub>)* – слід вважати вік і порфіробластової гранітоїдної (уманської) плутоно-метаморфічної формації. Вона об'єднує як реліктові "включення" метаморфічних порід побузького грануліто-гнейсового і росинсько-тікицького амфіболіто-гнейсових комплексів, так і новоутворені ранньопротерозойські граніти і формувалася на протязі зазначеного часу безперервно. Подібна до неї порфіровидна гранітоїдна формація Інгульського мегаблок (новоукраїнський та кіровоградський комплекси) утворилися як за рахунок поліфаціального інгуло-інгулецького комплексу верхнього структурного поверху (супраструктури), так і підстеляючих архейських монофаціальних комплексів нижнього поверху (інфраструктури), але після великої перерви, внаслідок регенерації та ультраметаморфізму інфраструктури під час формування супраструктури. Тому віком цієї формації імовірно слід вважати вік супраструктури – *ранній протерозой (PR<sub>1</sub>)*, але при цьому доцільно вказувати на наявність, в разі встановлення, включень в гранітоїдах порід інфраструктури.

**Заключення.** Тривале розчленування ультраметаморфічних гранітоїдів УЩ на віковій основі не призвело до їхнього однозначного відтворюваного поділу для цілей геологічного картування. Тому вважаємо за доцільне розглянути уповноваженими установами можливість запровадження розчленування гранітоїдів та їхнього відображення на геологічних картах УЩ на

підставі виділення плутоно-метаморфічних формацій (комплексів) як закономірних асоціацій метаморфічних і гранітоїдних порід. При цьому віком формацій, імовірно, слід вважати час від початкового метаморфізму та ультраметаморфізму вміщуючих стратометаморфічних комплексів до їхньої термічної консолідації і стабілізації у ранньому протерозої.

### Література

1. Методические указания по составлению карт формаций раннего докембрия Украины (для целей геологического картирования и металлогенического прогноза) / В. П. Кирилюк, А. М. Лысак, К. И. Свешников. Киев: Мингео УССР, 1979. 178 с.
2. *Половинкина Ю. Ир.* Время и место ультраметаморфического петрогенезиса в докембрийском кристаллическом массиве Украины // Петрография докембрия Русской платформы. Киев: Наук. думка, 1970. С. 262-265.
3. *Половинкина Ю. Ир.* Тектоно-магматические циклы и мегациклы // Геологическое строение СССР. Т. V. Основные проблемы геологии. Москва: Недра, 1968. С. 209-218.
4. *Белевцев Р. Я.* Проблемы метаморфической зональности докембрия. Киев: Наукова думка, 1975. 230 с.
5. *Белевцев Р. Я.* Режим зонального прогрессивного метаморфизма в докембрии Украинского щита. Киев: Наукова думка, 1982. 152 с.
6. Карта фаций регионального метаморфизма Украинского щита масштаба 1:500 000. Объяснительная записка. Этингоф И.М., Щербаков И.Б., Сироштан Р.И., Белевцев Р.Я. Киев, 1982. 85 с.
7. *Щербаков И. Б.* Петрология Украинского щита. Львов: ЗУКЦ, 2005. 366 с.
8. *Кирилюк В. П., Гайовський О. В.* Регіональний метаморфізм і стратиграфія фундаменту Українського щита. Стаття 3. Особливості літогенезу і метаморфізму ранньодокембрійських комплексів та їхня тривалість // Геол. журнал. 2023. № 2 (383). С. 13–29.