

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.1.196983>
УДК 551.71(477)

В.П. КИРИЛЮК, д-р геол.-минерал. наук, проф.,
Львівський національний університет імені Івана Франка,
ул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005

E-mail: Kyrylyuk.V@i.ua

А.М. ЛЫСАК, канд. геол.-минерал. наук, доц.,
Львівський національний університет імені Івана Франка,
ул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005

E-mail: Lyssak83@i.ua

А.А. СИВОРОНОВ, д-р геол.-минерал. наук, проф.,
Львівський національний університет імені Івана Франка,
ул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005

E-mail: zaggeol@franko.lviv.ua

СТРАТИГРАФІЯ ГРАНУЛІТОВИХ КОМПЛЕКСІВ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА І ЇХ ГЕОЛОГО-ФОРМАЦІОННА КОРРЕЛЯЦІЯ

Статья 3. Стратиграфия гранулитовых комплексов инфраструктуры мегаблоков и сводная корреляция

Гранулитогнейсові комплекси та їх діафторизовані аналоги, разом з замещаючими їх ультраметаморфічними утвореннями, є найбільш поширеними на поверхні фундаменту Українського щита. Ці комплекси відомі в усіх мегаблоках і, скоріше за все, мають неперервне розвиток в фундаменті щита під перекриваючими їх більш молодими нижнедокембрійськими стратигенними комплексами. В попередніх статтях циклу розглянуто стратиграфію побужського та приазовського комплексів, які складають верхні структурні етапи (супраструктуру) Подільського та Приазовського мегаблоків, а також південної частини Бугсько-Росинського мегаблока. В цій статті наведено дані про склад та поширення гранулітових комплексів в межах Придніпровського, Інгільського та Волинського мегаблоків. Вказаних мегаблоків гранулітові комплекси входять до складу нижніх структурних етапів (інфраструктури) і в зв'язі з цим поширені обмежено. Виконано сводну геолого-формаційну кореляцію всіх грануліто-гнейсових комплексів Українського щита, показана їх хороша сопоставимість між собою та з опорним розрізом побужського комплексу. Загальними підділеннями для всіх мегаблоків, крім Волинського, є ендербіто-гнейсова та лейкогранулітова формації, а для Волинського мегаблока — ендербіто-гнейсова та кинцигітова формації опорного розрізу. Висказано припущення про формування вихідних толиць грануліто-гнейсових комплексів в специфічних умовах, які мали глобальний характер і не повторились в подальшому розвитку Землі. Це дає підставу не тільки для геолого-формаційної, але й для вікової стратиграфічної кореляції розбитих грануліто-гнейсових комплексів. На основі найбільш древніх датировок 3780–3650 млн років з порід побужського комплексу всі грануліто-гнейсові комплекси Українського щита відносяться до нижнього архею. Всі більш молоді датировки грануліто-гнейсових комплексів, скоріше за все, обумовлені їх подальшим тривалим і, ймовірно, неперервним перебуванням в умовах гранулітової фази та продовжуються метаморфізмом та ультраметаморфізмом.

Ключевые слова: стратиграфия; гранулитогнейсові комплекси; серія; свита; нижній архей; Український щит.

Цитування: Кирилук В.П., Лысак А.М., Сиворонів А.А. Стратиграфія гранулітових комплексів Українського щита та їх геолого-формаційна кореляція. Стаття 3. Стратиграфія гранулітових комплексів інфраструктури мегаблоків та сводна кореляція. *Geological Journal*. 2020. № 1. С. 70—85. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2020.1.196983>

Вместо введения

Как отмечалось в предыдущих статьях цикла [Кирилюк и др., 2019а, б, ст. 1, 2], гранулитовые комплексы, включающие как стратигенные метаморфические, так и замещающие их ультраметаморфические образования, наиболее распространены в фундаменте Украинского щита (УЩ). Они известны во всех мегаблоках фундамента и, вероятно, имеют в нем почти непрерывное распространение в верхней части земной коры, под вышележащими стратиграфическими комплексами. Уже только этим определяется важная роль гранулитовых комплексов в геологическом строении и формировании фундамента УЩ.

В предыдущих статьях охарактеризована стратиграфия опорного для УЩ побужского гранулитового комплекса [Кирилюк и др., 2019а, ст. 1], разрез которого является наиболее полным в регионе, а также стратиграфия приазовского комплекса [Кирилюк и др., 2019б, ст. 2], второго по занимаемой площади и полноте разреза среди гранулитовых комплексов УЩ. Эти комплексы имеют площадное распространение на поверхности фундамента УЩ в пределах Подольского, Приазовского и южной части Бугско-Росинского мегаблоков, выступая в качестве верхних структурных этажей, или супраструктуры, мегаблоков. В остальных мегаблоках гранулитовые комплексы на большей части территории перекрыты более молодыми раннедокембрийскими комплексами и входят в состав нижних структурных этажей, или инфраструктуры, мегаблоков, в связи с чем ограничено распространены. В настоящей статье дано описание состава и стратиграфии славгородского комплекса инфраструктуры Приднепровского мегаблока, а также приведены имеющиеся сведения о распространении и составе гранулитогнейсовых комплексов в инфраструктуре Ингульского и Волынского мегаблоков. Кроме того, приведена схема сопоставления гранулитогнейсовых комплексов всего УЩ на геолого-формационной основе и высказаны представления о возможных специфических, не повторявшихся в истории Земли условиях формирования их исходных толщ. Это дает основание не только для вещественного сопоставления комплексов, но и для их возрастной стратиграфической — историко-геологической — корреляции.

Геолого-формационный состав и стратиграфия славгородского комплекса

Славгородский гранулитогнейсовый комплекс известен на территории Приднепровского мегаблока, где впервые был установлен в пределах одноименного структурного элемента — Славгородского блока. Со всех сторон он ограничен разломами: на востоке непосредственно примыкает к Орехово-Павлоградской зоне разломов, с запада ограничен Дерезоватским, с юга — Девладовским разломами. Судя по характеру гравимагнитных полей, от основного поля на запад-северо-запад, вдоль меридионального отрезка течения р. Днепр, отходит шлейф распространения таких же образований, изредка наблюдающихся в естественных и искусственных обнажениях, а также известных по керну отдельных скважин в виде небольших включений в гранитоидах [Бобров та ін., 2011]. В славгородском комплексе отчетливо устанавливается первичный метаморфизм гранулитовой фации. В современном виде его породы повсеместно в различной степени диафорированы в условиях амфиболитовой фации, но при этом часто содержат реликтовые минеральные ассоциации гранулитовой фации.

Славгородский гранулитогнейсовый комплекс, как стратиграфическая единица, является в значительной степени реставрированным подразделением, поскольку на площади его распространения он охвачен интенсивным ультраметаморфизмом. Комплекс занимает значительно меньшую площадь по сравнению с побужским и приазовским комплексами. Кроме того, в пределах стратотипической территории — Славгородского блока — комплекс не обнажен и изучен исключительно по материалам бурения. Внутренняя структура блока и ее автономный характер по отношению к окружающим структурам установлены с помощью геофизических методов [Бобров та ін., 2011].

Несмотря на ограниченное распространение славгородского комплекса, его выделение, изучение и корреляция с аналогичными комплексами других районов УЩ имеют важное значение для понимания структуры и геологической истории как самого Приднепровского мегаблока, так и всего региона. Образования славгородского комплекса были выявлены только в конце 60-х — начале 70-х гг. прошлого

столетия. Они впервые описаны Б.З. Берзениным (1972 г.). До недавнего времени комплекс оставался слабо изученным в связи с его ограниченным распространением и отсутствием естественных выходов. Само существование комплекса, как самостоятельной стратиграфической единицы, еще недавно вообще ставилось под сомнение. Учитывая важность решения этого вопроса, на территории развития славгородского комплекса в 2005—2009 гг. был проведен специализированный вид работ — геолого-прогнозное картирование масштаба 1:50 000, в результате которого получен новый фактический материал [Бобров, 2010; Бобров та ін., 2011], положенный в основу современных представлений о его составе и строении.

На основании этих работ установлено, что в геологическом строении приповерхностной части Славгородской глыбы принимают участие разнообразные метаморфические, ультраметаморфические и плутонические образования, находящиеся, по наблюдениям в керне скважин, в частом чередовании. В реставрированном стратиграфическом разрезе славгородского гранулитогнейсового комплекса выявлены две отчетливо различающиеся по составу части: а) предположительно нижняя гиперстенсодержащая амфиболит-плаггиогнейсово-кристаллосланцевая и б) верхняя, сложенная преимущественно лейкократовыми двуполевошпатовыми биотитовыми гнейсами. Существование двух различных по составу частей комплекса сомнений не вызывает. В то же время их относительное стратиграфическое положение пока нельзя считать надежно доказанным, оно принято условно [Бобров та ін., 2011] по аналогии с взаиморасположением близких по составу подразделений в разрезе побужского (тывровской и зеленолевадовской свит) и приазовского (западноприазовской и центральноприазовской серий) гранулитогнейсовых комплексов. Общая мощность разреза по структурно-стратиграфическим построениям оценивается не менее чем в 2,5–3 км.

Нижняя часть комплекса, описанная по материалам специального изучения [Бобров та ін., 2011], начинается преобладающими амфибол-биотитовыми и гиперстен-биотитовыми плаггиогнейсами с маломощными (до 10 м) прослоями амфиболовых, пироксен-амфиболо-

вых и магнетит-пироксен-амфиболовых кристаллических сланцев, количество которых вверх по разрезу постепенно увеличивается. Мощность этой существенно гнейсовой толщи составляет около 400 м. Более высокая часть разреза, мощностью около 1100 м, сложена переслаиванием амфиболитов с гиперстен-амфибол-биотитовыми кристаллическими сланцами и плаггиогнейсами. Предположительно к этой же части разреза относятся находки форстеритсодержащих кальцифиров и диопсидитов, известные также в Таромском и других карьерах вблизи г. Днепропетровск (ныне — г. Днепр). Все суперкрупные образования при сохранении отчетливого полосчатого строения и без изменения характера залегания замещаются эндербитоидами и при калишпатизации переходят в чарнокитоиды.

Эта часть разреза, по мнению авторов [Бобров та ін., 2011], отвечает эндербито-гнейсовой (гиперстеновой гнейсово-кристаллосланцевой) формации, что, на наш взгляд, вполне справедливо. Однако в таком случае следует признать, что приведенный разрез этой части славгородского комплекса, скорее всего, является опрокинутым. Дело в том, что на других известных территориях распространения эндербито-гнейсовой формации, где установлено ее нормальное залегание (тывровская свита побужского комплекса, тимптонская серия алданского комплекса, западноприазовская серия приазовского комплекса), она имеет гомодромное строение, с ведущей ролью основных двупироксеновых кристаллических сланцев в низах разреза и постепенным увеличением вверх по разрезу плаггиогнейсов, вплоть до их преобладания. О наиболее вероятном опрокинутом залегании свидетельствует и то, что в составе эндербито-гнейсовой формации других регионов карбонатные породы также приурочены не к верхам, а к низам разреза. На этом основании нижняя часть разреза эндербито-гнейсовой формации в Верхнем Побужье в свое время даже была выделена в качестве отдельной кальцифир-кристаллосланцевой формации [Лазыко и др., 1975], а в алданском комплексе нижняя, карбонатсодержащая часть тимптонской серии выделяется как самостоятельная федоровская свита.

Предположительно **верхняя часть разреза** славгородского комплекса испытала интенсив-

ный ультраметаморфизм и фактически представлена гнейсово-аляскитовой плутоно-метаморфической ассоциацией с реликтами двуполошпатовых лейкократовых гнейсов в сочетании с прослоями амфиболитов. По характерной породной ассоциации и облику метаморфических пород, хорошо сохраняющихся даже при интенсивном диафторезе и ультраметаморфизме, достаточно уверенно устанавливается соответствие этой части разреза лейкогранулитовой суперкрупной формации. Ее основное содержание — розовые и розово-красные среднезернистые лейкократовые гнейсы, иногда с характерной гранулитовой структурой, образованной вытянутыми параллельно ориентированными выделениями кварца. Практически повсеместно наблюдается замещение гнейсов разными более крупнозернистыми розово-красными гранито-гнейсами и гранитами. Меланократовые породы представлены амфиболитами переменного состава, реже биотит-роговообманковыми плагиогнейсами с реликтами пироксенов.

Возраст славгородского комплекса. “Стратиграфический возраст” славгородского комплекса, или его принадлежность к раннему архею, принимается нами по аналогии с побужским и приазовским комплексами. Изотопное датирование цирконов из эндербитов и гиперстенбиотитовых плагиогнейсов славгородского комплекса было выполнено с помощью ион-ионного микрозонда Shrimp II в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ. Были изучены разные морфологические типы цирконов, предположительно относящиеся к трем разным генерациям. Для всех трех генераций циркона получены почти конкордатные значения возраста, находящиеся в пределах 2975—3039 млн лет [Бобров та ін., 2011]. Эти датировки, практически совпадающие с определениями из пород аульского комплекса и конкской серии Приднепровского мегаблока, вероятно, являются “омоложенными” и, скорее всего, возникли в результате регенерации температурных условий фундамента на этапе формирования среднеприднепровского зеленокаменного комплекса.

Разногласия между предлагаемой схемой расчленения славгородского комплекса и “Кореляційною хроностратиграфічною схемою раннього докембрію Українського щита”. Единственное, но принципиальное отличие

между изложенными представлениями и положением славгородского комплекса в “Кореляційній хроностратиграфічній схемі раннього докембрію Українського щита” (далее — КХС УЩ) заключается в следующем. В ней, как и во всех предыдущих схемах со времени выделения Б.З. Берзениным “славгородской породной ассоциации”, комплекс включен в состав аульской серии как “славгородская толща” наряду с залегающими выше томаковской и базавлукской толщами. При этом в объяснительной записке к КХС УЩ прямо сказано, что “... вікові та просторові взаємини між ними не встановлено через їхню територіальну роз’єднаність” [Кореляційна..., 2004, с. 20]. По нашим представлениям, “славгородская гранулитовая суперкрупная ассоциация” — самостоятельное стратиграфическое подразделение, равноценное по своему рангу аульскому комплексу. Для обоснования его самостоятельности, казалось бы, также нет оснований. И, тем не менее, использование ряда косвенных признаков о составе и взаимоотношениях славгородского и аульского комплексов, с учетом данных по другим регионам, позволили А.Б. Боброву и его коллегам [Бобров, 2010; Бобров та ін., 2011] в очередной раз показать значительно более вероятную стратиграфическую и геоисторическую индивидуальность этих комплексов.

В остальном характеристика славгородской толщи в КХС УЩ в целом соответствует приведенному выше описанию славгородского комплекса, сложенного в основном диафторированной эндербито-гнейсовой (гиперстеновой гнейсово-кристаллосланцевой) формацией. В этой характеристике даже высказано предположение, впоследствии подтвержденное, о наличии в составе славгородской толщи лейкогранулитовой формации. Показанная в КХС УЩ томаковская толща, как более молодая, но с неустановленными границами [Кореляційна..., 2004], по своему составу также напоминает лейкогранулитовую формацию и, возможно, также относится к славгородскому комплексу. В то же время базавлукская толща КХС УЩ, безусловно, является типичным представителем амфиболито-гнейсовых комплексов щитов и должна быть выделена в качестве самостоятельного аульского комплекса.

Справедливости ради, следует отметить, что установление достоверных непосредственных

стратиграфических соотношений между ассоциациями, подобными славгородской и аульской, и на этом основании отнесение их к разновозрастным комплексам практически невозможно ни в Приднепровье, ни в других регионах подобного строения. Это обосновано не удалось сделать на собственном материале еще ни в одной гранитно-зеленокаменной области. Такое положение обусловлено длительным совместным эндогенным развитием гранулитогнейсовых и амфиболитогнейсовых комплексов, которое привело к структурно-метаморфическому согласованию контактов комплексов, возникновению между ними видимых постепенных переходов и, как следствие, к исчезновению первичных стратиграфических границ.

Задача разделения комплексов в гранитно-зеленокаменных областях осложняется еще и тем, что в своей основной массе они близки по составу. В них доминируют породы плагиогнейсово-кристаллосланцево-амфиболитового ряда, имеющие в обоих комплексах, вероятнее всего, преимущественно вулканогенную природу. Хорошо различимые в собственно гранулитогнейсовых и амфиболитогнейсовых комплексах, они теряют свои различия и становятся внешне очень сходными при диафторезе гранулитов и сопутствующем ультраметаморфизме. Хотя при тщательном изучении в диафторитах часто обнаруживаются петрографические и минералогические отличия, в частности нахождение не свойственных амфиболитогнейсовым комплексам ортопироксенов.

Поэтому выделение самостоятельных разновозрастных гранулитогнейсовых и амфиболитогнейсовых комплексов в гранитно-зеленокаменных областях возможно лишь по аналогии с соответствующими комплексами регионов, в которых возрастную последовательность комплексов можно считать надежно установленной. К таким регионам можно отнести западную часть УЩ и Алдано-Становой щит. В этих регионах между комплексами также не установлены непосредственные стратиграфические контакты. Однако устойчиво разный на больших площадях геолого-формационный состав комплексов, в совокупности с различиями региональных структурных планов, "наложенным" на гранулиты диафторезом амфиболитовой фации и сопутствующими

структурными преобразованиями, свидетельствуют об их наиболее вероятном последовательном формировании и о более древнем возрасте гранулитогнейсовых комплексов.

Гранулитогнейсовые комплексы Ингульского и Волынского мегаблоков

Менее представительные гранулитовые комплексы, в силу разных причин изученные слабее вышеописанных, известны в пределах Ингульского и Волынского мегаблоков.

В *Ингульском мегаблоке* основная площадь развития гранулитовой фации метаморфизма расположена в его юго-западной части. По материалам картировочного бурения и изучения крайне ограниченных выходов кристаллического фундамента на дневную поверхность здесь установлены образования эндербитогнейсовой (гиперстеновой гнейсово-кристаллосланцевой) и лейкогранулитовой суперкрупных формаций, которые выделены на геологических картах последнего поколения под названиями тывровской и зеленолевадовской свит [Державна..., 2001]. Площади их распространения достоверно не установлены, так как эти образования трудно отделить от метаморфизованных в гранулитовой фации стратигенных образований ингуло-ингулецкой серии. Последняя на всей территории Ингульского мегаблока охвачена неравномерным, полифациальным (зональным) метаморфизмом в диапазоне от эпидот-амфиболитовой до гранулитовой фаций с формированием нескольких разобщенных высокотемпературных гранулитовых максимумов [Белевцев, 1982]. Один из них расположен как раз в юго-западной части Ингульского мегаблока.

По поводу стратиграфической принадлежности развитых здесь гранулитовых образований высказывались различные представления. Некоторые авторы [Шварц, Питаде, 1980] сопоставляли выделяемые здесь каменно-костоватскую и рощаховскую свиты ингуло-ингулецкой серии с бугской серией Среднего Побужья. Одно время эти свиты даже были включены в качестве нижних свит бугской серии в очередной вариант утвержденной стратиграфической схемы [Доброхотов и др., 1981]. Другие исследователи [Берзенин и др., 1982; Этингоф, Билинская, 1983] считали их юго-за-

падным продолжением спасовской и чечелевской свит ингуло-ингулецкого комплекса в более высокотемпературной зоне метаморфизма. Г.М. Яценко выделил на этой территории формацию лептитовых гнейсов и метаморфизованную вулканогенно-кремнисто-сланцевую формацию, также с лептитами, которые относил к ингуло-ингулецкому комплексу [Яценко, 1980]. При этом приводимая им породная характеристика формаций очень сходна с таковой эндербито-гнейсовой и лейкогранулитовой формаций побужского комплекса [Яценко, 1980]. Эти разные представления отражают реальную картину структурной и метаморфической согласованности нижнепротерозойской ингуло-ингулецкой серии, составляющей основу верхнего структурного этажа (супраструктуры) Ингульского мегаблока, с инфраструктурой мегаблока в пределах гранулитовой зоны метаморфизма.

Граница структурных этажей, а вместе с ней и площадей распространения контактирующих комплексов, безусловно, требует дальнейшего изучения и уточнения. Однако это не может поставить под сомнение само существование в Ингульском мегаблоке гранулитогнейсового комплекса, который является непосредственным восточным продолжением побужского комплекса. В действующей КХС УЩ этот комплекс показан в качестве нерасчлененной днестровско-бугской серии, хотя на последней изданной карте этой территории [Державна..., 2001] тывровская и зеленолеводская свиты выделены уже в качестве самостоятельных подразделений днестровско-бугской серии наряду с каменно-костоватской и роцаховской свитами ингуло-ингулецкой серии [Державна..., 2001]. Правда, по каким признакам различаются эти разновозрастные образования, авторы не указывают.

Метаморфические образования гранулитовой фации, также, скорее всего, относящиеся к гранулитогнейсовому комплексу и сложенные преимущественно кристаллическими сланцами основного, реже среднего состава и гиперстенсодержащими плагиогнейсами, распространены в виде полосы вдоль Трактемировского разлома в северо-западной части Ингульского мегаблока. Подобные по составу включения содержатся в Новоукраинском, Верблюжском и Боковянском массивах ново-

украинского интрузивного комплекса. В ядрах некоторых небольших антиклинальных структур восточной части Кировоградского блока встречаются фрагменты “лептитсодержащей толщи”, напоминающей лейкогранулитовую формацию, которые И.М. Этингоф и Я.П. Билынская считали переработанными выступами архейского основания [Этингоф, Билынская, 1983].

Таким образом, суммируя разобщенные данные разных исследователей, можно заключить, что в строении нижнего структурного этажа Ингульского мегаблока принимает участие гранулитовый комплекс в составе, по крайней мере, двух суперкрупных формаций — эндербито-гнейсовой и лейкогранулитовой. Они пока не могут быть надежно отделены от метаморфизованных в гранулитовой фации образований ингуло-ингулецкой серии. Эта проблема требует своего решения, также как и вопрос о наименовании соответствующих стратиграфических подразделений — как гранулитогнейсового комплекса Ингульского мегаблока, так и его свит.

В *пределах Волынского мегаблока* также имеются разрозненные данные о наличии диафторированного гранулитогнейсового комплекса. Относящиеся к нему образования хорошо обнажены по р. Случь в районе с. Сосновка и представлены диафторированной кинцигитовой формацией.

Обнаженная здесь часть разреза представляет собой чередование (переслаивание) мелко- и среднезернистых мезократовых биотитовых гнейсов, содержащих иногда реликты “недозамещенного” при диафторезе граната. По своему общему облику и характеру чередования она близка к кинцигитовой фации и хорошо отличается от менее четко полосчатых, в основном сланцеватых слюдястых метапелитовых ассоциаций тетеревской серии, в качестве которой этот участок иногда показывают на геологических картах. На основании изучения этого участка предложено выделение в составе инфраструктуры Волынского мегаблока самостоятельного сосновского гранулит-диафторит-гранитового комплекса [Кирилук, Смоглюк, 1993].

По р. Тетерев выше г. Чуднов среди биотитовых гранитовидных пород встречаются гранатсодержащие разности, очень похожие на

“чудново-бердичевские граниты”, образованные, согласно теперь уже практически общепринятым представлениям, путем замещения кинцигитовой формации. Еще восточнее, в южной части Радомышльского прогиба, в начале 70-х годов прошлого столетия при проведении геологической съемки под руководством Г.С. Безверхнего был перебурен контакт тетеревской серии с расположенными глубже “чудново-бердичевскими гранитами”. При его изучении было установлено, что наиболее низкие части разреза тетеревской серии, протяженностью вдоль ствола скважины около 150—200 м, сложены биотитовыми гнейсами городской свиты, с прослоями не характерных для нее в других частях разреза амфиболитов, которые через зону мигматитов сменяются почти типичными “чудново-бердичевскими гранитами”. На этом основании достаточно долгое время даже существовало представление о “чудново-бердичевских гранитах”, якобы прорывающих тетеревскую серию, от которого впоследствии отказались.

Менее надежно, по сравнению с кинцигитовой формацией, устанавливается развитие в пределах Волынского мегаблока эндербито-гнейсовой (гиперстеновой гнейсово-кристаллосланцевой) формации. Это обусловлено интенсивным диафторезом гранулитогнейсового комплекса, при котором породы этой формации становятся трудно отличимыми от амфиболито-гнейсового комплекса. Тем не менее иногда в скважинах встречаются гиперстеносодержащие породы, упоминание о наличии которых в качестве фрагмента днестровско-бугской серии в южном обрамлении Коростенского массива приведено в объяснительной записке к КХС УЩ [Кореляційна..., 2004]. А в южной части Житомирского листа ГГК-200 днестровско-бугская серия даже расчленена авторами на тывровскую и березнинскую свиты [Державна..., 2004].

В КХС УЩ в пределах Волынского мегаблока показана нерасчлененная днестровско-бугская серия. Ее отдельные различающиеся части, сходные с диафторированными породами кинцигитовой и эндербито-гнейсовой формаций, не имеют собственных стратиграфических названий и для них при необходимости пока можно условно использовать наименования березнинской и тывровской свит соседне-

го Подольского мегаблока, как это и сделано в пределах Житомирского листа ГГК-200.

Для образований гранулитогнейсовых комплексов Кировоградского и Волынского мегаблоков пока нет никаких изотопно-геохронологических датировок.

Формационно-стратиграфическая корреляция

Распространение гранулитогнейсовых комплексов в блоковой структуре фундамента УЩ и их формационно-стратиграфическая корреляция показаны в таблице. В ней обобщены материалы по геолого-формационному расчленению и стратиграфии гнейсо-гранулитовых комплексов всех мегаблоков фундамента, изложенные в этой и предыдущих статьях цикла [Кирилюк и др., 2019 а,б, ст. 1, 2]. За основу для корреляции принят наиболее полный, сводный геолого-формационный разрез побужского комплекса, общая мощность которого составляет около 15—17 км. Расположение мегаблоков в таблице соответствует их последовательности на территории УЩ в направлении с северо-запада на юго-восток.

Опорный разрез побужского комплекса показан в двух мегаблоках — Подольском и Бугско-Росинском. Единство стратиграфического разреза в этих структурных элементах подтверждается наличием общих для обоих мегаблоков эндербито-гнейсовой (гиперстеновой гнейсово-кристаллосланцевой) и лейкогранулитовой формаций и соответствующих им тывровской и зеленолевадовской свит, а также участием в общей региональной структуре [Кирилюк, 1982; Кирилюк и др., 2019а, ст. 1]. Сведенные в таблице данные позволяют сделать следующие выводы, касающиеся распространения и формационно-стратиграфической корреляции гранулитогнейсовых комплексов УЩ:

1. Гранулитогнейсовые комплексы и продукты их повторного метаморфизма и ультраметаморфизма известны во всех мегаблоках и, несмотря на разобщенность территорий их распространения, скорее всего, образуют единый для всего щита “гранулитовый слой”, на что неоднократно указывали многие исследователи. В частности, И.Б. Щербаков определил “гранулитовый слой” как фундамент УЩ, отмечая, что “... каждый из шести традиционно

выделяемых на УЩ районов глубоко индивидуален, однако все они имеют одну принципиальную особенность — наличие общего гранулитового фундамента” [Щербаков, 2000, с. 37].

2. Гранулитогнейсовые комплексы различаются полнотой своих разрезов в разных частях УЩ. Даже самый представительный по составу побужский гранулитогнейсовый комплекс отличается различной полнотой на площади своего распространения. Почти полный непрерывный стратиграфический и геолого-формационный разрез побужского комплекса, за исключением самой нижней кинцигитовой формации — березнинской свиты, известен лишь в пределах относительно небольшой территории Среднего Побужья, в долине р. Юж. Буг между г. Гайворон и с. Кошаро-Александровка. Только на этом участке вместе с тывровской и зеленолевадовской свитами (эндербитогнейсовой и лейкогранулитовой формациями) распространены верхние суперкрупные формации комплекса — высокоглиноземистокварцитовая, мрамор-кальцифировая, конда-

литовая и ритмичнослоистая глиноземистобазитовая, которым в стратиграфическом отношении соответствуют кошаро-александровская, хашчевато-завальевская и сальковская свиты. К западу и востоку от этого участка верхние свиты исчезают и на остальной территории Среднего Побужья и Днестровско-Бугского междуречья развита только средняя часть разреза, представленная зеленолевадовской свитой и верхней половиной тывровской свиты. На северо-западе территории развития побужского комплекса, в Подольском мегаблоке, обнажена нижняя часть разреза, сложенная березнинской свитой и нижней частью тывровской свиты, при этом последняя на севере Подольского мегаблока также полностью отсутствует.

Подобная картина распределения свит побужского комплекса на современном уровне денудационного среза фундамента УЩ отражает общий синклинальный характер структуры территории его распространения [Кирилюк и др., 2019а, рис. 2]. Крылья этой крупной синклинальной структуры глубоко эродиро-

Схема распространения и формационно-стратиграфическая корреляция гранулитовых комплексов Украинского щита
Scheme of distribution and formational-stratigraphic correlation of the granulitic complexes of the Ukrainian shield

Суперкрупные формации: сводный геолого-формационный разрез	Мегаблоки					
	Волынский	Подольский	Бугско-Росинский	Ингульский (Кировоградский)	Приднепровский	Приазовский
Глиноземистобазитовая (эвлизитовая)			Сальковская свита ≈2,5 км			
Кондалитовая			Хашчевато-завальевская свита 0,7—1,5 км			
Мрамор-кальцифировая			Кошаро-александровская свита 0,8—1,2 км			
Высокоглиноземистокварцитовая						
Лейкогранулитовая		Зеленолевадовская свита ≈4 км		Без названия	Центрально-приазовская серия 3,5—4 км	
Эндербитогнейсовая	Без названия	Тывровская свита >3—4 км		Без названия	Западно-приазовская серия 6—7 км	
Кинцигитовая	Без названия	Березнинская свита >3—4 км				
	Побужский комплекс			Славгородский комплекс	Приазовский комплекс	

ваны, а в пределах менее эродированного ядра сохранилась верхняя часть разреза. У этой части разреза нет геолого-формационных и стратиграфических аналогов на всей остальной территории УЩ. Однако ее наличие, даже при таком ограниченном распространении, имеет большое значение как для корреляции побужского комплекса со сходными образованиями других регионов, в частности с алданским комплексом Алдано-Станового щита, так и для выяснения общих закономерностей строения и природы гранулитогнейсовых комплексов щитов.

3. В центральной и восточной частях УЩ, в пределах Ингульского, Приднепровского и Приазовского мегаблоков, в составе гранулитогнейсовых комплексов известны лишь две суперкрупные формации — эндербитогнейсовая и лейкогранулитовая, соответствующие средней части опорного побужского разреза. В пределах Волынского мегаблока установлены кинцигитовая и эндербитогнейсовая формации — непосредственное северо-западное продолжение нижней части разреза побужского комплекса. Скорее всего, неполные разрезы гранулитогнейсовых комплексов разных мегаблоков также являются следствием их глубокой денудации, как и в краевых частях территории распространения побужского комплекса. Однако нельзя полностью исключать и изначальное отсутствие на некоторых территориях верхних частей разреза в областях возможных конседиментационных поднятий.

4. Как отмечалось выше, гранулитогнейсовые комплексы УЩ, как и аналогичные комплексы других щитов, на значительных площадях интенсивно диафторированы в условиях амфиболитовой фации. Как правило, территории, занятые диафторированными комплексами, тяготеют к площадям распространения вышележащих структурных этажей. На УЩ к диафторированным относятся славгородский и приазовский гранулитогнейсовые комплексы. Реликты диафторированных комплексов встречаются на левобережье р. Юж. Буг, в бассейне р. Собь, среди разных по облику и составу ультраметаморфических образований, известных под названием “собитов”. Кроме того, они установлены в северо-западной части Бугско-Росинского мегаблока, вдоль его меридиональной границы с Подольским мегаблоком, и

в южной и западной частях Волынского мегаблока. Принадлежность диафторированных образований к гранулитогнейсовым комплексам достаточно легко визуальным образом определяется по особенностям состава и строения для кинцигитовой и лейкогранулитовой формаций. Сложнее устанавливается принадлежность к гранулитам диафторированной эндербитогнейсовой формации, породы которой внешне и петрографически близки к прогрессивно метаморфизованным породам акульского и тикичского амфиболитогнейсовых комплексов. Однако их диафторитовая природа достаточно надежно определяется по их ассоциации с другими диафторированными формациями и по реликтам пироксенов, не свойственных, как отмечено выше, прогрессивно метаморфизованным породам амфиболитовой фации.

Возраст гранулитогнейсовых комплексов

Изложенный выше материал по стратиграфии гранулитогнейсовых комплексов позволяет сделать вывод об их принадлежности к нижнему архею на всей территории УЩ и во всех его мегаблоках. В пользу этого свидетельствуют: а) наиболее низкое структурно-стратиграфическое положение гранулитовых комплексов во всех мегаблоках и отсутствие каких-либо геологических данных о существовании в их пределах более древних комплексов; б) максимальные из известных в настоящее время на территории УЩ изотопные датировки, составляющие 3650—3780 млн лет, полученные для пород побужского и приазовского комплексов; в) геолого-формационная сопоставимость всех гранулитогнейсовых комплексов УЩ.

Этот вывод не совпадает с представлениями других исследователей, в частности составителей действующей КХС УЩ. Представления, которые отражены в КХС УЩ, базируются на отсутствии прямых стратиграфических данных о возрастных соотношениях гранулитогнейсовых комплексов с другими комплексами. Это дает возможность ставить под сомнение наиболее низкое стратиграфическое положение гранулитовых комплексов и, при наличии различающихся изотопных датировок в сходных комплексах, рассматривать их как близкие по составу, но разновозрастные стратиграфические подразделения.

Что касается геолого-формационной сопоставимости, то, строго говоря, сходный геолого-формационный состав разных комплексов, в общем случае, действительно не является признаком их одновозрастности, а лишь свидетельствует об одинаковых условиях формирования, о чем уже говорилось в одной из предыдущих статей цикла [Кирилюк и др., 2019а, ст. 1]. Это положение можно считать общепринятым по отношению к неметаморфизованным фанерозойским осадочным и вулканогенно-осадочным комплексам, для которых существование сходных разновозрастных образований убедительно доказывается палеонтологическими методами. Что же касается повсеместно метаморфизованных стратигенных раннедокембрийских комплексов и прежде всего гранулитогнейсовых, то сходный геолого-формационный состав, скорее всего, является не только отражением одинаковых условий их образования. С большой долей вероятности можно предположить, что геолого-формационное сходство раннедокембрийских комплексов свидетельствует об их возрастной близости или даже изохронности и обусловлено общей глобальной сменой условий формирования последовательных комплексов в ходе эволюции раннедокембрийской земной коры.

Подтверждением изложенного могло бы стать установление палеоусловий (палеогеографических, климатических, тектонических) формирования протолитов гранулитогнейсовых комплексов и вывод о возможности или невозможности их повторения в ходе геологического развития земной коры в раннем докембрии. По отношению к отдельным породным группам гранулитогнейсовых комплексов разных регионов работы по восстановлению природы дометаморфических протолитов и условий их формирования проводились неоднократно. Они сводились к выявлению типоморфных вещественных признаков этих породных групп и их сопоставлению с разными генетическими типами неметаморфизованных образований.

Одним из наиболее обстоятельных исследований этого направления было изучение Е.А. Кулишом [Кулиш, 1983] исходного состава алданского гранулитогнейсового комплекса. Эти исследования проведены с позиций высказанных еще в начале 60-х годов прошлого

столетия акад. А.В. Сидоренко представлений о принципиальном сходстве условий литогенеза на протяжении всей геологической истории Земли, положенных в основу целого научного направления — “осадочная геология докембрия”. Проведенные Е.А. Кулишом исследования показали, что в едином многокилометровом разрезе алданского комплекса оказались совмещенными метаморфические породы, протолиты которых, исходя из актуалистических представлений, должны были формироваться в принципиально разных палеогеографических, палеоклиматических и палеотектонических условиях, охватывающих едва ли не все известные обстановки формирования как платформенных, так и складчатых комплексов. Такой же вывод следует и из обобщения результатов изучения отдельных породных групп гранулитогнейсовых комплексов разных регионов.

Очевидно, что подобному совмещению разных обстановок в едином непрерывном разрезе трудно найти удовлетворительное объяснение. Полученные результаты, на наш взгляд, свидетельствуют о том, что выяснение условий формирования гранулитогнейсовых комплексов на основании восстановления природы их протолитов с позиций ортодоксального актуалистического подхода является контрпродуктивным и не может привести к созданию обоснованной модели вулканогенно-осадочного литогенеза этих комплексов. Изучение особенностей вещественного состава пород гранулитогнейсовых комплексов дает возможность достаточно надежно, и то не всегда, различать метавулканогенные и металитогенные образования. Что же касается палеофациальных условий их формирования, то они, скорее всего, были принципиально иными, причем не только для гранулитогнейсовых, но и для более поздних раннедокембрийских комплексов. Вероятно, именно поэтому А.В. Сидоренко в своих поздних работах писал уже не об одинаковых условиях образования осадочных пород в геологическом развитии Земли, а о единой взаимосвязанной истории докембрийского и фанерозойского литогенеза.

Это уточнение А.В. Сидоренко, однако, не было принято во внимание его последователями, которые до настоящего времени продолжают восстанавливать условия формирования

протолитов метаморфических пород путем сравнения их с неметаморфизованными генетическими типами, приходя, как и прежде, к противоречивым выводам [Розен и др., 2006]. Очевидно, что в обозримом будущем вряд ли удастся таким путем восстановить условия формирования исходных толщ гранулитогнейсовых комплексов и обосновать их неповторимость в истории Земли и, как следствие, стратиграфическую синхронность сходных разобщенных разрезов. Однако такую попытку можно предпринять иным путем, объясняя другую важную особенность гранулитогнейсовых комплексов, а именно — их монофациальный метаморфизм.

Этот путь представляется оправданным в связи с тем, что при отчетливой геолого-формационной сопоставимости разобщенных гранулитогнейсовых комплексов разных регионов в природе не известны неметаморфизованные или даже просто слабее метаморфизованные комплексы, за исключением диафторированных гранулитогнейсовых, которые имели бы аналогичный набор и состав геологических формаций. Напротив, гранулитогнейсовые комплексы на щитах четко отличаются от всех других, менее метаморфизованных комплексов, в том числе от наиболее близких к ним по степени метаморфизма амфиболито-гнейсовых комплексов, которые, в свою очередь, хорошо сопоставляются между собой и даже получили широко распространенное обобщающее название “серые гнейсы”. Иначе говоря, *по отношению к гранулитогнейсовым комплексам можно надежно говорить о корреляции их геолого-формационного состава и монофациального гранулитового метаморфизма, который является неотъемлемой характеристикой самих геологических формаций.*

Для объяснения особенностей состава и, главным образом, регионального метаморфизма гранулитогнейсовых комплексов одним из авторов еще в начале 70-х годов прошлого столетия было высказано предположение об их формировании в высокотемпературной обстановке, близкой к современным условиям на поверхности планеты Венера. Согласно этим представлениям, накопление исходных толщ гранулитогнейсовых комплексов происходило в безгидросферных, субаэральных условиях при температурах на земной поверхнос-

ти около +500 °С и высоком давлении (свыше 100 бар), обусловленном плотной существенно углекислой атмосферой [Кирилюк, 1971]. В формировании исходных толщ могли принимать участие: а) процессы выветривания и эолового переноса кластогенного материала; б) продукты вулканических извержений; в) химические реакции в атмосфере, а также между атмосферой и литосферой. При таких начальных безводных условиях накопления и высокой температуре метаморфизм исходных вулканогенно-литогенных толщ приводил к формированию только “сухих” гранулитовых минеральных ассоциаций, минуя более низкотемпературные “водосодержащие” метаморфические фации.

Позднее идея начального высокотемпературного безгидросферного накопления исходных раннеархейских толщ получила свое развитие в создании модели монофациального метаморфизма и сопутствующего ультраметаморфизма [Кирилюк, 1977]. Эта модель объясняла природу не только гранулитового метаморфизма гранулитогнейсовых комплексов, но и амфиболитового метаморфизма следующих за ними монофациальных амфиболито-гнейсовых комплексов. Согласно этой модели, исходными для них могли быть “обводненные” вулканогенные толщи, накапливавшиеся в условиях начальной, впервые возникшей в истории Земли высокотемпературной гидросферы (“термогидросферы”), температура которой могла достигать +150—170 °С [Кирилюк, 1977].

Другие модели, которые объясняли бы при-

* Понятие “монофациальные метаморфические комплексы” ввела в науку Б.Я. Хорева, первоначально для обозначения метаморфизованных осадочных и вулканогенных толщ [Хорева, 1966]. Не найдя впоследствии возможности объяснить это явление путем метаморфизма исходных стратигенных комплексов, Б.Я. Хорева стала считать высокотемпературные монофациальные комплексы первично-корковыми образованиями [Хорева, 1978]. По ее мнению, своеобразие монофациальных комплексов определяется их возникновением в результате направленной глобальной эндогенной дифференциации первичной земной коры на ранних этапах ее развития. При этом разнофациальные — гранулитогнейсовые и амфиболито-гнейсовые — комплексы Б.Я. Хорева считала последовательными во времени и отвечающими разным этапам развития раннедокембрийской коры.

роду монофациального метаморфизма исходных стратигенных дометаморфических толщ, отсутствуют*. Если же исходить из правомерности такой модели, то следует признать, что условия формирования исходных толщ как гранулитогнейсовых, так и амфиболито-гнейсовых комплексов не повторялись в истории Земли. Следовательно, все однотипные в геолого-формационном отношении комплексы отвечают одному этапу развития земной коры и должны считаться разновозрастными стратиграфическими подразделениями: гранулитогнейсовые комплексы более ранними, а амфиболито-гнейсовые более поздними. В рамках принятого в настоящее время стратиграфического деления докембрия на архей и протерозой гранулитогнейсовые комплексы целесообразно выделять в качестве нижнего архея, амфиболито-гнейсовые комплексы — среднего архея, а к верхнему архею относить зеленокаменные комплексы.

В свете современных изотопно-геохронологических данных верхняя возрастная граница гранулитогнейсовых комплексов определяется не моложе чем 3810 млн лет. Такой датировкой обозначена в проекте новой Международной шкалы геологического времени (GTS-2016) [A Concise..., 2016] нижняя возрастная граница серии Исуа и гнейсов Амйтсок в Гренландии, которые относятся к амфиболито-гнейсовым комплексам. Время формирования серии Исуа и ее аналогов, а также более древних образований, в качестве стратотипа которых приняты гнейсы Акастан, обозначено в GTS-2016 как палеоархейская эра, которая разделена на два периода: ранний — акастаний (Acastane) в интервале 4030—3810 млн лет, и поздний — исуаний (Isuan) — 3810—3490 млн лет. Гранулитогнейсовые комплексы УЩ и по составу, и по возрасту могут быть сопоставлены с гнейсами Акастан и отнесены к акастанию. Все датировки из гранулитогнейсовых комплексов, которые меньше его верхней возрастной границы, являются заведомо омоложенными в процессе более позднего метаморфизма и ультраметаморфизма.

Заключение

Гранулитогнейсовые комплексы и их диафторированные аналоги вместе с замещающими их ультраметаморфическими образованиями

наиболее распространены на поверхности фундамента УЩ и, скорее всего, имеют в нем непрерывное развитие под перекрывающими более молодыми стратигенными комплексами. Уже только этим определяется важное значение правильной оценки их стратиграфического и изотопного возраста для понимания структуры и эволюции кристаллического фундамента щита. Гранулитогнейсовые комплексы известны во всех без исключения мегаблоках УЩ, причем по геологическим данным в каждом из них они занимают наиболее низкое стратиграфическое положение. Все гранулитогнейсовые комплексы имеют сходный геолого-формационный состав, отличный от состава других стратигенных метаморфических комплексов, и не только по их современному состоянию, но и при мысленной реставрации исходного состава комплексов (“элиминации метаморфизма”) и сопоставлении разных комплексов на уровне их дометаморфических аналогов.

Перечисленные особенности гранулитогнейсовых комплексов дают основание считать их древнейшими из известных образований УЩ, возникшими, скорее всего, в специфических условиях, не повторявшихся на более поздних этапах развития щита, которые и определили своеобразие их геолого-формационного состава [Кирилук, 1971]. Учитывая глобальный характер этих условий и более древний возраст гранулитогнейсовых комплексов по отношению к амфиболито-гнейсовым комплексам, их верхний возрастной рубеж определяется не моложе чем 3810 млн лет, что соответствует древнейшей датировке серии Исуа в Гренландии. Все более молодые датировки, даже самые древние из известных на УЩ в 3650—3780 млн лет, вероятнее всего, отражают не “стратиграфический возраст” — время накопления исходных толщ гранулитогнейсовых комплексов, а относятся ко времени их последующего и, вероятно, очень продолжительного метаморфизма и ультраметаморфизма.

Между тем именно на основании изотопных датировок отдельные фрагменты гранулитогнейсовых комплексов в КХС УЩ “разнесены” на разные стратиграфические уровни. Так, зеленолевадовская свита, отвечающая лейкогранулитовой формации, включена в состав днестровско-бугтской серии палеоархея. Та же

лейкогранулитовая формация, составляющая центральноприазовскую серию, отнесена к неоархею. На стратиграфический уровень неоархея в КХС УЩ помещена бутская серия в объеме высокоглиноземисто-кварцевой и мраморкальцифировой формаций, которые, в свою очередь, коррелируются по возрасту с росинско-тикичской серией, представленной типичным амфиболито-гнейсовым комплексом.

Подобные сопоставления названных подразделений никак не учитывают принципиальные геолого-формационные отличия комплексов и возможные условия их формирования, без которых, как и без учета предполагаемой

значительной по времени (1,5—2,0 млрд лет) продолжительности метаморфизма и сопутствующего ультраметаморфизма, использование данных изотопного датирования для стратиграфических целей оказывается просто не состоятельным.

Считаем необходимым в будущей стратиграфической схеме нижнего докембрия УЩ все показанные в таблице комплексы поместить на уровень нижнего архея уже на основе имеющихся данных и продолжить изучение этих подразделений с целью установления условий их формирования и дополнительных оснований для корреляции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белевцев Р.Я. Режим зонального прогрессивного метаморфизма в докембрии Украинского щита. Киев: Наук. думка, 1982. 152 с.
- Берзенин Б.З. Петрогенезис, геологическое строение и особенности металлогении докембрия района Славгород-Синельниковских магнитных аномалий: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Днепропетровск, 1972. 27 с.
- Берзенин Б.З., Билынская Я.П., Брянский В.П., Коваленко Н.К., Колосовская В.А., Орса В.И., Пийяр Ю.К., Пилипенко В.И., Ролик А.Г., Соловицкий В.Н., Хворова Г.П., Этингоф И.М. К уточнению корреляционной стратиграфической схемы докембрийских образований Украинского щита. *Геол. журн.* 1982. Т. 42, № 6 (207). С. 43—53.
- 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.
- Бобров О.Б., Лысак А.М., Лисенко О.А., Меркушин І.Є., Шпильчак В.О., Степанюк Л.М. Славгородський чарнокіт-гранулітовий структурно-формаційний комплекс Українського щита. Ст. 2. Геологія та петрографія стратифікованих утворень. *Зб. наук. пр. УкрДГРІ.* 2011. № 1. С. 9—20.
- Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Серія Центральноукраїнська. Аркуш М-36-XXXII (Новоукраїнка). Пояснювальна записка. Клочков В.М., Білінська Я.П., Шевченко О.М., Хворова Г.П., Возгрін Б.Д., Пийяр Ю.К., Сидорова Д.А., Пашкевич І.К., Красовський С.С., Орлюк М.І., Веклич Ю.М. Київ: УкрДГРІ, 2001. 119 с.
- Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000. Серія Центральноукраїнська. Аркуш М-35-XVII (Житомир). Пояснювальна записка. Щербина М.П., Костенко М.М., Георгін Б.В., Черниш С.І., Дроздецький В.В., Ковальчук Л.Н. Київ: УкрДГРІ, 2004. 125 с.
- Доброхотов М.Н., Берзенин Б.З., Бойко В.Л., Булаевский Д.С., Володин Д.Ф., Дранник А.С., Жуков Г.В., Почтаренко В.И., Пийяр Ю.К., Соловицкий В.Н., Этингоф И.М. Корреляционная стратиграфическая схема докембрийских образований Украинского щита. *Геол. журн.* 1981. Т. 41, № 4 (199). С. 6—13.
- 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 (141). С. 42—54.
- Кирилюк В.П. Модель раннедокембрийского монофациального метаморфизма и ультраметаморфизма. *Геология метаморфических комплексов: Межвуз. науч.-темаг. сб. Вып. 6.* Свердловск: Изд. УПИ, 1977. С. 40—47.
- Кирилюк В.П. Стратиграфия докембрия западной части Украинского щита. Ст. 1. Стратиграфические комплексы докембрия и формации раннего архея. *Геол. журн.* 1982. Т. 42, № 3 (204). С. 88—103.
- Кирилюк В.П., Лысак А.М., Сиворонов А.А. Стратиграфия гранулитовых комплексов Украинского щита и их геолого-формационная корреляция. Ст. 1. *Геол. журн.* 2019а. № 2 (367). С. 79-101. doi: <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2019.2.169938>
- Кирилюк В.П., Лысак А.М., Сиворонов А.А. Стратиграфия гранулитовых комплексов Украинского щита и их геолого-формационная корреляция. Ст. 2. Стратиграфия приазовского комплекса. *Геол. журн.* 2019б. № 4 (369). С. 68—84. doi: <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2019.4.186911>
- Кирилюк В.П., Смоголюк А.Г. Об основных структурных элементах этажно-блоковой структуры Украинского щита. *Геол. журн.* 1993. № 3 (270). С. 54—69.
- 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.
- Кулиш Е.А. Осадочная геология архея Алданского щита. Москва: Наука, 1983. 208 с.

- Лазько Е.М., Кирилюк В.П., Сиворонов А.А., Яценко Г.М. Нижний докембрий западной части Украинского щита. Возрастные комплексы и формации. Львов: Вища шк., 1975. 239 с.
- Розен О.М., Аббясов А.А., Аксаментова Н.В., Бреданова Н.В., Злобин В.Л., Мигдисов А.А., Сафронов В.Т., Толкачкова А.А., Трусов А.И., Чехович П.А., Ярошевский А.А. Седиментация в раннем докембрии: типы осадков, метаморфизованные осадочные бассейны, эволюция терригенных отложений. Москва: Науч. мир, 2006. 400 р.
- Хорева Б.Я. Типы регионального метаморфизма и тектонические условия их проявления в подвижных поясах. *Геотектоника*. 1968. № 6. С. 64-83.
- Хорева Б.Я. Критерии расчленения и генезис метаморфических и гранитоидных ультраметаморфических комплексов. Ленинград: Недра, 1978. 214 с.
- Шварц Г.А., Путаде А.А. Геологическое строение и состав гнейсовой толщи Братского синклиория. *Геол. журн.* 1980. Т. 40, № 5 (194). С. 20—28.
- Щербаков И.Б. Эволюция магматизма Украинского щита. *Минерал. журн.* 2000. Т. 22, № 2/3. С. 36—47.
- Этингоф И.М., Билынская Я.П. Стратиграфия докембрийских образований Украинского щита. *I Региональное стратиграфическое совещание: Тез. докл. Киев: Наук. думка, 1983. С. 77—80.*
- Яценко Г.М. Нижний докембрий центральной части Украинского щита (строение и металлогенические особенности формаций). Львов: Вища шк., 1980. 139 с.
- A Concise Geologic Time Scale 2016. 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, 234 p.

Статья поступила 08.07.2019

REFERENCES

- A Concise Geologic Time Scale 2016. 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, 234 p. (in English).
- Belevtsev R.Ya., 1982. The mode of zonal progressive metamorphism in Precambrian of the Ukrainian shield. Kiev: Naukova Dumka, 152 p. (in Russian).
- Berzenin B.Z., 1972. Petrogenesis, geological structure and features of the metallogeny of Precambrian of Slavgorod-Sinelnikovo district magnetic anomalies. *Abstract of candidate geological-mineralogical sciences*. Dnepropetrovsk, 27 p. (in Russian).
- Berzenin B.Z., Bilynskaya Ya.P., Bryanskiy V.P., Kovalenko N.K., Kolosovskaya V.A., Orsa V.I., Piyar Yu.K., Pilipenko V.I., Rolik A.G., Solovitskiy V.N., Hvorova G.P., Etingof I.M., 1982. To clarification of the correlation stratigraphic scheme of the Precambrian formations of Ukrainian shield. *Geologichnyy zhurnal*, vol. 42, № 6 (207), p. 43-53 (in Russian).
- 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, p. 11-16 (in Ukrainian).
- Bobrov O.B., Lisak A.M., Lisenko O.A., Merkushev I.E., Shpilchak V.O., Stepanyuk L.M., 2011. The Slavgorod charnokite-granulitic structural-formational complex of the Ukrainian shield. Article 2. Geology and petrography of stratigraphic formations. *Zbirnyk naukovykh prats UkrDGRI*, № 1, p. 9-20 (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, 30 p. (in Ukrainian).
- Dobrohotov M.N., Berzenin B.Z., Boyko V.L., Bulaevskiy D.S., Volodin D.F., Drannik A.S., Zhukov G.V., Pochtarenko V.I., Piyar Yu.K., Solovitskiy V.N., Etingof I.M., 1982. Correlation stratigraphic scheme of precambrian formations of the Ukrainian shield. *Geologichnyy zhurnal*, vol. 41, № 4 (199), p. 6-13 (in Russian).
- Etingof I.M., Bilynskaya Ya.P., 1983. Stratigraphy of Pre-Cambrian formations of the Ukrainian shield. *I Regional Stratigraphic Conference: Theses of lectures*. Kiev: Naukova Dumka, p. 77-80 (in Russian).
- Horeva B.Ya., 1978. Criteria of dismemberment and genesis of metamorphic and granitoid ultrametamorphic complexes. Ленинград: Nedra, 214 p. (in Russian).
- Horeva B.Ya., 1968. Types of regional metamorphism and tectonic conditions of their display in mobile belts. *Geotektonika*, № 6, p. 64-83 (in Russian).
- Kulish E.A., 1983. Sedimentary geology of Archean of the Aldanian shield. Moscow: Nauka, 208 p. (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. *Geologichnyy zhurnal*, vol. 31, № 6 (141), p. 42-54 (in Russian).
- Kyrylyuk V.P., 1977. Model of the monofacies metamorphism and ultrametamorphism of the Early Precambrian. *Geologiya metamorficheskikh kompleksov: Mezhdvuzovskiy nauchnyi tematicheskii sbornik*. Vol. 6. Sverdlovsk: UPI press, p. 40-47 (in Russian).
- 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. *Geologichnyy zhurnal*, vol. 42, № 3 (204), p. 88-103 (in Russian).

- Kyrylyuk V.P., Lysak A.M., Sivoronov A.A., 2019a. Stratigraphy and the geoformalional correlation of the granulitic complexes of the Ukrainian shield. Article 1. *Geologichnyy zhurnal*, № 2 (367), p. 79-101. doi: <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2019.2.169938> (in Russian).
- Kyrylyuk V.P., Lysak A.M., Sivoronov A.A., 2019b. Stratigraphy and the geoformalional correlation of the granulitic complexes of the Ukrainian shield. Article 2. *Geologichnyy zhurnal*, № 4 (369), p. 68-84. doi: <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2019.4.186911> (in Russian).
- Kyrylyuk V.P., Smogolyuk A.G., 1993. About the basic structural elements of the floor-block structure of Ukrainian shield. *Geologichnyy zhurnal*, № 3 (270), p. 54-69 (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).
- Rozen O.M., Abbyasov A.A., Aksamentova N.V., Bredanova N.V., Zlobin V.L., Migdisov A.A., Safronov V.T., Tolkachikova A.A., Trusov A.I., Chehovich P.A., Yaroshevskiy A.A., 2006. Sedimentation in Early Precambrian: types of sediments, metamorphosed sedimentary basin, evolution of terrigene deposits. Moscow: Nauchnyy Mir, 400 p. (in Russian).
- Shvarts G.A., Pitade A.A., 1980. Geological structure and composition of gneissic strata of the Bratsk synclinorium. *Geologichnyy zhurnal*, vol. 40 (194), No 5, p. 20-28 (in Russian).
- State geological map of Ukraine of scale 1:200 000. Central Ukrainian series. Sheet M-36-XXXII (Novoukrayinka). Explanatory note, 2001. Klochkov V.M., Bilinska Ya.P., Shevchenko O.M., Hovorova G.P., Vozgrin B.D., Piyar Yu.K., Sidorova D.A., Pashkevich I.K., Krasovskiy S.S., Orlyuk M.I., Veklych Yu.M. Kyiv: UkrDGRI, 119 p. (in Ukrainian).
- State geological map of Ukraine of scale 1:200 000. Central Ukrainian series. Sheet M-35-XVII (Zhitomir), 2004. Scherbina M.P., Kostenko M.M., Georgin B.V., Chernysh S.I., Drozdetskiy V.V., Kovalchuk L.N. Kyiv: UkrDGRI, 125 p. (in Ukrainian).
- Yatsenko G.M., 1980. Lower Precambrian of central part of the Ukrainian shield (structure and metallogenic features of formations). Lvov: Vischa Shkola, 139 p. (in Russian).
- Scherbakov I.B., 2000. Evolution of magmatism of the Ukrainian shield. *Mineralogichnyy zhurnal*, vol. 22, № 2/3, p. 36-47 (in Russian).

Received July 8, 2019

V.P. Kyrylyuk, Dr. Sci. (Geol. & Mineral.), Prof., Ivan Franko National University of Lvov,

4, Hrushevskoho Str., Lvov, Ukraine, 79005

E-mail: Kyrylyuk.V@i.ua

A.M. Lysak, Cand. Sci. (Geol. & Mineral.), Assoc. Prof., Ivan Franko National University of Lvov,

4, Hrushevskoho Str., Lvov, Ukraine, 79005

E-mail: Lyssak83@i.ua

A.A. Sivoronov, Dr. Sci. (Geol. & Mineral.), Prof., Ivan Franko National University of Lvov,

4, Hrushevskoho Str., Lvov, Ukraine, 79005

E-mail: zaggeol@franko.lviv.ua

STRATIGRAPHY AND THE GEOLOGIC-FORMATIONAL CORRELATION OF THE GRANULITE COMPLEXES OF THE UKRAINIAN SHIELD

Article 3. Stratigraphy of the granulite complexes of the megablocks infrastructure and summary correlation

Granulite-gneiss complexes and their diaphoritic analogs, together with the ultrametamorphic formations that replace them, are the most common on the surface of the basement of the Ukrainian Shield. These complexes are known in all megablocks and most likely have continuous development in the basement of the shield under the younger stratigenic complexes of the Lower Precambrian, which overlap them. In previous articles of the series the stratigraphy of Bug Area and Azov Area granulite complexes is considered, that compose overhead structural stage (suprastructure) of Podolsk and Azov Area megablocks, and also south part of Bug-Ros megablock. Data about composition and distribution of granulite complexes within the limits of Dnepr Area, Ingul and Volyn megablocks are presented in this article. In these megablocks granulite complexes are part of the lower structural stage (infrastructure) and are therefore limited in distribution. Summary geological-formational correlation of all granulite-gneiss complexes of the Ukrainian Shield demonstrates their good compatibility between themselves and with the key section of the Bug Area complexes. The common units for all megablocks, except for Volyn, are the enderbito-gneissic and leucogranulitic formations, and for Volyn megablock, the enderbito-gneissic and kintzigitic formations of the key section. An assumption was made about the formation of the initial strata of granulite-gneiss complexes in specific conditions of a global character that have not re-occurred throughout the Earth's further development. This provides grounds not only for the geologic-formational, but also for the stratigraphic dating correlation among the disparate granulite-gneiss complexes. Based on the oldest isotope dating results of 3780-3650 million years from the Bug complex ores, all granulite-gneiss complexes of the Ukrainian Shield belong to the Lower Archean. All more young dating of granulite-gneiss complexes is, most likely, due to their subsequent long and, probably, continuous stay in the conditions of granulite facies and ongoing metamorphism and ultrametamorphism.

Keywords: *stratigraphy; granulite-gneiss complexes; series; suite; Lower Archean; Ukrainian Shield.*

В.П. Кирилюк, д-р геол.-мінерал. наук, проф.,
Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005
E-mail: Kyrylyuk.V@i.ua

А.М. Лисак, канд. геол.-мінерал. наук, доц.,
Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005
E-mail: Lyssak83@i.ua

А.О. Сіворонов, д-р геол.-мінерал. наук, проф.,
Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005
E-mail: zaggeol@franko.lviv.ua

СТРАТИГРАФІЯ ГРАНУЛІТОВИХ КОМПЛЕКСІВ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА ТА ЇХ ГЕОЛОГО-ФОРМАЦІЙНА КОРЕЛЯЦІЯ

Стаття 3. Стратиграфія гранулітових комплексів
інфраструктури мегаблоків та загальна кореляція

Грануліто-гнейсові комплекси та їх діафторовані аналоги, разом з ультраметаморфічними утвореннями, що їх заміщають, є найбільш поширеними на поверхні фундаменту Українського щита. Ці комплекси відомі у всіх мегаблоках і, швидше за все, мають безперервний розвиток в фундаменті щита під більш молодими нижньодокембрійськими стратигенними комплексами, що їх перекривають. У попередніх статтях циклу розглянута стратиграфія побузького та приазовського комплексів, які складають верхні структурні поверхи (супраструктуру) Подільського та Приазовського мегаблоків, а також південної частини Бузько-Росинського мегаблоку. У цій статті наведені дані про склад та поширення гранулітових комплексів у межах Придніпровського, Інгульського і Волинського мегаблоків. У вказаних мегаблоках гранулітові комплекси входять до складу нижніх структурних поверхів (інфраструктури) і через це обмежено поширені. Виконана зведена геолого-формаційна кореляція всіх грануліто-гнейсових комплексів Українського щита, показана їх хороша порівняність з опорним розрізом побузького комплексу. Спільними підрозділами для всіх мегаблоків, крім Волинського, є ендербіто-гнейсова і лейкогранулітова формації, а для Волинського мегаблоку — ендербіто-гнейсова і кінцигітова формації опорного розрізу. Висловлено припущення про формування вихідних товщ грануліто-гнейсових комплексів у специфічних умовах, які мали глобальний характер і не повторювалися у наступному розвитку Землі. Це дає підставу не тільки для геолого-формаційної, але і для вікової стратиграфічної кореляції відокремлених грануліто-гнейсових комплексів. На підставі найбільш давніх датувань у 3780—3650 млн років з порід побузького комплексу усі грануліто-гнейсові комплекси Українського щита відносяться до нижнього архею. Усі більш молоді датування грануліто-гнейсових комплексів, швидше за все, обумовлені їх подальшим тривалим і, ймовірно, безперервним перебуванням в умовах гранулітової фації і тривалим метаморфізмом та ультраметаморфізмом.

Ключові слова: стратиграфія; грануліто-гнейсові комплекси; серія; світа; нижній архей; Український щит.