

ОСОБЕННОСТИ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НИЖНЕГО ДОКЕМБРИЯ

В. П. Кирилюк

Статья 1. Особенности традиционного стратиграфического расчленения

(Рекомендовано акад. НАН Украины П. Ф. Гожиком)

При загальному спільному підході до вивчення стратиграфії криптозою (докембрію) і фанерозою розчленування нижнього докембрію має низку особливостей. Вони обумовлені його повсюдним метаморфізмом і дислокованістю, неможливістю застосування біостратиграфічних методів і низкою інших причин. Пов'язані з цим труднощі стратиграфічного розчленування не можуть бути компенсовані методами ізотопної геохронології. За цих умов у стратиграфічних дослідженнях нижнього докембрію різко зростає роль стратотипів та їх всебічного вивчення. Метою цього вивчення є виявлення регіональних і глобальних кореляційних ознак стратонів, обумовлених еволюцією тектонічних, палеокліматичних і палеогеографічних умов їх накопичення і подальшого метаморфізму. Підкреслюється змістовна відмінність загальних і місцевих стратиграфічних таксонів щодо стратиграфії нижнього докембрію і фанерозою. Обґрунтовується доцільність використання "комплексів" у стратиграфічній схемі докембрію Українського щита, як це передбачено новим Стратиграфічним кодексом України.

Ключові слова: нижній докембрій, метаморфічні комплекси, стратиграфічна номенклатура, акрон, еон.

Despite the common approach to the study of stratigraphy of Cryptozoic (Precambrian) and Phanerozoic, the dismemberment of Early Precambrian possess a number of unique qualities that pose additional challenges to study. They are caused by the ever-present metamorphism and dislocations of Early Precambrian, the inability to apply bio-stratigraphic methods of analysis and other reasons. The use of isotopic geochronology can hardly compensate for the difficulties of analysis stemming from these difficulties. Because of this, the importance of stratotypes in the study of the stratigraphy of Early Precambrian is increased. The purpose of the study of stratotypes lies in determining both regional and global correlational indicators of stratons that were caused by the evolution of tectonic, paleo-climatic, and paleo-geographic conditions of their accumulation and consequent metamorphism. The paper underlines the structural and content differences applicable to the stratigraphy of Lower Precambrian and Phanerozoic, including the differences in local and global stratigraphic taxons. It also demonstrates the suitability of application "complexes" in the stratigraphic system of the Precambrian Ukrainian shield, as per the new "Stratigraphic Code of Ukraine".

Key words: Lower Precambrian, metamorphic complexes, stratigraphic nomenclature, acronym, eon.

Введение

Временной диапазон формирования нижнедокембрийских образований, по современ-

ными представлениям, превышает 2 млрд лет (от более чем 4,0 до 1,9–1,6 млрд лет тому назад), т. е. составляет свыше половины геологической истории. За это время был сформирован значительный объем верхней части земной коры, сложен-

ный разнообразными породными ассоциациями, как сохранившимися, так и разрушенными и переотложенными, как обнаженными на дневной поверхности, так и погребенными под более молодыми толщами. При изучении нижнего докембрия применяются разные методы его расчленения и исследования. Однако стратиграфический подход к расчленению нижнего докембрия в настоящее время остается главным и основополагающим, несмотря на связанные с ним трудности.

Это вызвано тем, что важнейшим методом познания нижнего докембрия, не только в структурно-вещественном, но и в историко-геологическом отношении, является традиционное геологическое картирование площадей распространения раннедокембрийских комплексов и составление геологических карт разного масштаба. Наиболее распространенное в международном масштабе геологическое картирование и получаемые в итоге собственно геологические карты территорий развития нижнего докембрия, как и для образований любого возраста и происхождения, базируются на геохронологическом расчленении, в отличие от специальных геологических карт (литологических и петрографических, метаморфических, структурно-тектонических и др.), при составлении которых используются иные принципы. Не менее важным основанием для стратиграфического подхода к расчленению нижнедокембрийских образований является доминирующее представление об исходной осадочно-вулканогенной природе большинства метаморфических комплексов, включая наиболее высокометаморфизованные из них, относящиеся к амфиболитовой и гранулитовой фациям метаморфизма. Общий стратиграфический принцип, отражающий этот взгляд на природу метаморфических образований, узаконен в общих стратиграфических шкалах и схемах разных стран, в которых в качестве равноправных членов геоисторического ряда стратиграфических подразделений участвуют не только высокометаморфизованные комплексы раннего докембрия, но и более молодые осадочные и вулканогенные толщи.

Однако при таком едином стратиграфическом подходе как к нижнему докембрию,

так и к фанерозою конкретные приемы стратиграфических исследований и расчленения нижнего докембрия обладают существенными отличиями. Это обусловлено прежде всего реальными общими структурно-вещественными, а в основе своей генетическими (эволюционными историко-геологическими) особенностями нижнедокембрийских стратигенных образований.

Основные особенности нижнего докембрия

Нижний докембрий, под которым в узком смысле этого словосочетания понимают стратигенные породные ассоциации фундамента древних платформ, обнаженного и доступного для непосредственного изучения на щитах*, повсеместно представлен метаморфическими образованиями различной температурности и глубинности. В составе нижнего докембрия отсутствуют неметаморфизованные осадочные и вулканические толщи. Большая часть нижнего докембрия представлена высокотемпературными метаморфическими комплексами гранулитовой и амфиболитовой фаций, менее распространены неоднородно и в целом значительно слабее метаморфизованные комплексы. В связи с повсеместным метаморфизмом в породах редко встречаются надежные петрографические структурные признаки дометаморфических протолитов, хотя часто хорошо сохраняются структурно-текстурные особенности строения исходных толщ. Однако из-за отсутствия именно микроструктурных признаков рядом исследователей активно развивались представления об изначально эндогенной (первичнокоровой), а не стратигенной природе нижнедокембрийских метаморфических комплексов, со всеми их структурно-вещественными признаками, включая разные по составу породы, их пластовое чередование, внутривидовую полосчатость (якобы псевдослоистость) и др. Эти взгляды, которые и сейчас еще

* Иногда "нижний докембрий" используется в более широком смысле для обозначения всего фундамента древних платформ, перекрытого верхнедокембрийскими осадочными комплексами чехла древних платформ.

иногда высказываются, так и не получили широкого признания.

Следует отметить, что метаморфические комплексы всех щитов в настоящее время очень детально изучены в петрологическом отношении. Безотносительно исходной природы комплексов, для них установлены физико-химические параметры метаморфизма, произведено расчленение на метаморфические фации и выявлено их пространственное распределение. На этом основании среди метаморфических комплексов выделены монофациальные (ареальные) гранулитовые и амфиболитовые (зональные) комплексы. К сожалению, эти важные закономерности строения метаморфических комплексов, которые, как будет показано ниже, могут и должны использоваться при стратиграфическом расчленении и интерпретации изотопно-геохронологических данных, в последнее время практически не учитываются при составлении местных и региональных стратиграфических схем.

В отличие от фанерозойских отложений, для нижнедокембрийских комплексов неприменим ведущий – *биостратиграфический* – метод датирования и корреляции стратигенных образований. Это обусловлено не только повсеместным метаморфизмом нижнедокембрийских образований, в ходе которого могла быть преобразована и уничтожена биоорганика, но и отсутствием в настоящее время надежных данных о какой-либо геологической роли раннедокембрийской биоты. Очень ограниченные находки органического вещества в раннедокембрийских комплексах, которые иногда интерпретируются как признаки существования во время их формирования простейших организмов, сами по себе очень далеки от возможности использования для стратиграфической корреляции в силу своей редкости и невыразительности. Кроме того, эти находки могут иметь совершенно иное, небиологическое происхождение и быть результатом ранних природных процессов синтеза органического вещества из неорганического, в специфических физико-химических условиях раннедокембрийского литогенеза [32].

Важной особенностью нижнедокемб-

рийских комплексов является их повсеместная складчато-разрывная дислоцированность, сопутствующая метаморфизму в отложениях любого возраста. Она часто на обнаженных участках выглядит достаточно сложной, представляющей собой сочетание складок разного порядка. В высокотемпературных комплексах, наряду с пластичными складчатыми деформациями, нередко наблюдаются признаки течения вещества (глубинная складчатость, по В. В. Белоусову). Все это привело к появлению распространенного мнения о *весьма сложной и якобы многократной* (?) деформированности нижнедокембрийских комплексов, о широком развитии в них опрокинутых залеганий и, в конечном счете, практической невозможности во многих случаях установления относительной последовательности даже хорошо различающихся толщ.

Однако реальный опыт геологического картирования областей развития нижнего докембрия показывает, что такие представления явно преувеличены. Складчатая структура раннедокембрийских комплексов в целом не сложнее структуры фанерозойских складчатых поясов. Крупные стратиграфические подразделения на уровне свит (толщ, геологических формаций), мощностью от нескольких сотен метров до километров, деформированы с образованием нормальных, часто достаточно простых крупных складчатых форм, осложненных на крыльях и в замковых частях разноуровневыми деформациями *породной слоистости, полосчатости, кристаллизационной сланцеватости*. Это явление хорошо известно и в деформированных неметаморфизованных толщах под названием "дисгармоничной складчатости". Сами толщи (формации) при этом не "перемешиваются", как это иногда изображается на теоретических разрезах. Они, как правило, сохраняют свое относительное положение в разрезе, опрокинутые залегания толщ также не имеют широкого распространения и достаточно уверенно устанавливаются по материалам геологического картирования, изучения замыкания складок и сопоставления характера чередования пород в крыльях складок (направленность смены пород, ритмичность и пр.).

В итоге при достаточной обнаженности в ходе целенаправленных стратиграфических исследований (с элементами геологического картирования) с целью выяснения структурного положения метаморфических толщ их относительная стратиграфическая последовательность устанавливается достаточно надежно. При этом следует подчеркнуть, что *структурные взаимоотношения метаморфических стратонтов, в отличие от биологически датированных толщ, являются единственным надежным методом установления их относительной стратиграфической последовательности.*

Еще одной особенностью нижнедокембрийских метаморфических комплексов, прежде всего высокотемпературных, является их постоянное сонахождение с ультраметаморфическими мигматитовыми и гранитоидными (гранито-гнейсовыми) ассоциациями, в которых метаморфические толщи нередко находятся только в виде больших или меньших по размерам рассеянных фрагментов. В связи с этим к ним практически не применимы обычные методы литостратиграфического расчленения непрерывных разрезов вулканогенно-осадочных толщ и некоторых слабометаморфизованных комплексов щитов и фактически возможно лишь *ретростратиграфическое расчленение* [6, 8]. Такое расчленение стало возможным благодаря успехам в изучении пространственного и структурного соотношений метаморфических и ультраметаморфических (плутоно-метаморфических) формаций, в ходе которого была установлена их отчетливая петрогенетическая связь и унаследование ультраметаморфическими формациями высокотемпературных комплексов состава исходных суперкрупных формаций.

В итоге, несмотря на названные особенности строения нижнедокембрийских стратигенных образований, они на всех щитах, в том числе на Украинском, достаточно детально расчленены в ходе длительного изучения и геологического картирования этих территорий несколькими поколениями геологов. Однако выделенные при этом подразделения существенно отличаются содержательно от традиционных подразделений фанерозоя.

Некоторые особенности стратиграфической терминологии и номенклатуры нижнего докембрия

При стратиграфическом расчленении нижнего докембрия используются те же типы общих (зонотема, эратема, а иногда и система) и местных (серия, свита) стратиграфических подразделений, что и при расчленении фанерозоя [25, 26, 30], хотя и отмечается значительно большая продолжительность формирования докембрийских стратиграфических подразделений по сравнению с фанерозойскими [5]. В связи с этим для обозначения наиболее крупных и продолжительных подразделений Общей стратиграфической шкалы нижнего докембрия России [20] использованы термины "акротема" и "акрон", предусмотренные действующим Стратиграфическим кодексом России [26], а в качестве наиболее крупных местных подразделений по отношению к нижнему докембрию чаще, чем для фанерозойских подразделений, применяется термин "комплекс".

Использование термина "стратиграфический комплекс", или в соответствующем контексте просто "комплекс", применительно к докембрийской стратиграфии вообще и к стратиграфии Украинского щита (УЩ) в частности заслуживает специального обсуждения. В настоящее время термины "комплекс" и "серия", содержание и соподчиненность которых четко регламентированы стратиграфическими кодексами [26, 30], в разных работах используются как синонимы, например, аульский комплекс и аульская серия УЩ, удоканский комплекс и удоканская серия Алдано-Станового щита и др. В большинстве случаев стратиграфический комплекс, в полном соответствии с кодексами, подразделяется на ряд серий, при этом в качестве серий выделяют как различающиеся по составу последовательные части разреза комплекса, так и его территориально разобщенные, но стратиграфически сопоставимые выходы. Примером первого случая являются алданский комплекс, включающий иенгскую, тимптонскую и джелтулинскую серии, и анабарский комплекс с его далдынской, верхнеанабарской и хапчанской сериями. Напротив, в составе лопийского комплекса Карелии под

собственными наименованиями выделены его латеральные составляющие – гимольская, хаутоваарская, парандовская и другие серии, слагающие разрезы отдельных зеленокаменных структур.

Термин "комплекс", который давно и широко применяется в практике стратиграфического расчленения и геологического картирования Балтийского, Алдано-Станового и Анабарского щитов, на УЩ до сих пор не получил достаточного распространения и официального признания, несмотря на его использование в работах многих исследователей. Ранее, вплоть до 70-х годов прошлого столетия, этот термин употреблялся при описании стратиграфии докембрия УЩ для обозначения конкретных петрографических породных сообществ в составе крупных стратиграфических подразделений. Так, выделялись "комплекс пироксено-плагиоклазовых гнейсов Побужья", "гнейсовый комплекс Горного и Гнилого Тикичей" и другие комплексы в составе нижнего архея (нижнего докембрия) [2], "комплекс гнейсов та амфиболітів Дніпровської зони" в составе "Докембрію I" [31], "гнейсовый комплекс Східного Приазов'я" в составе "Докембрію II" и др. Иногда такие комплексы обозначались даже собственными географическими наименованиями – "хашчевато-завальевский комплекс графитовых гнейсов и мраморов" [2], или "хашчевато-завальевский комплекс кристаллических вапняков, кварцитов і глиноземистих гнейсів" [31, с. 117].

Пожалуй, впервые "комплекс" на УЩ был использован для обозначения наиболее крупных местных стратиграфических подразделений нижнего докембрия в ряде публикаций по западной части щита, в пределах которой были выделены побужский, тикичский и радомышльский возрастные комплексы [15, 16]. Впоследствии этот термин неоднократно применялся при составлении стратиграфических схем отдельных районов УЩ [6, 7, 35, 36] и для щита в целом [14]. Однако он так и не был включен ни в одну из утвержденных УМСК стратиграфических схем докембрия УЩ.

Вопрос о целесообразности выделения стратиграфических комплексов, как одного из аспектов совершенствования стратиграфической схемы докембрия УЩ, был еще

30 лет тому назад рассмотрен в одной из работ [8] и остается актуальным до сих пор. Главным препятствием для его использования явилось то, что стратиграфические схемы докембрия УЩ, начиная от времени их официального утверждения в 1970 г., никогда не составлялись для собственно стратигенных образований, а всегда включали магматические и ультраметаморфические ассоциации, по отношению к которым термин "комплекс" с географическим определением использовался для обозначения местных *возрастных, но эндогенных подразделений*. В конечном счете это привело к тому, что в первом Стратиграфічному кодексі України [29] "комплекс" был исключен из числа литостратиграфических подразделений предыдущих кодексов [27, 28] и попал в категорию "петростратиграфических подразделений", впоследствии вообще не включенных в перечень каких-либо (основных или специальных) стратиграфических подразделений нового Стратиграфічного кодексу України [30].

В этом новом кодексе "комплекс" восстановлен как "найбільша таксономічна одиниця місцевих стратиграфічних підрозділів, яка може об'єднувати декілька серій. Це потужна, складна за речовинним складом та структурою сукупність геологічних утворень, що відповідає великому за часом геосторичному етапу" [30, с. 20]. Большинство серий, выделяемых в настоящее время в корреляционной схеме докембрия УЩ [11], за исключением некоторых искусственно разделенных и отнесенных к разным эратемам (днестровско-бугской и бугской, западноприазовской и центральноприазовской), по длительности своего формирования заведомо превышают эры (группы) фанерозоя, отвечают крупным самостоятельным этапам геологического развития, продолжительностью не менее 300–400 млн лет каждый и, безусловно, больше соответствуют содержанию "комплекса", чем "серии" в определениях действующих стратиграфических кодексов [26, 30]. Можно надеяться, что наиболее крупные местные стратиграфические подразделения в следующей стратиграфической схеме докембрия УЩ обретут, наконец, статус "комплексов". При этом их выделение не является простым переводом "се-

рий" в "комплексы", а требует предварительного определения самой процедуры обособления комплексов, в то время как принципы выделения и проведения границ ставших уже привычными "серий" вроде как сами собой подразумеваются и уже давно не обсуждаются.

Основные задачи и особенности стратиграфических исследований нижнего докембрия

В ходе стратиграфических исследований нижнего докембрия в различных регионах его развития, в том числе на щитах, решались в прошлом и продолжают решаться сейчас на недостаточно изученных территориях три отдельные и различные по своей сложности задачи: а) выделение и обоснование стратиграфических взаимоотношений (последовательности) наиболее крупных региональных стратиграфических подразделений в ранге комплексов; б) их внутреннее расчленение на более мелкие составные части – свиты, подсвиты, толщи и их закономерные сочетания (серии); в) корреляция местных и региональных подразделений между собой и с общей стратиграфической (геохронологической) шкалой.

Принципиальная разница при решении двух первых, на первый взгляд сходных, задач при выделении стратиграфических подразделений разного уровня заключается в том, что относительная последовательность региональных комплексов крайне редко устанавливается на основе наблюдения непосредственных стратиграфических контактов между толщами, относящимися к различным комплексам и только в хорошо обнаженных районах. Первоначальное выделение стратиграфических комплексов обычно производится прежде всего как обособление некоторой конкретной ассоциации пород на основании общности степени их метаморфизма и характера распределения в них фаций метаморфизма, т. е. по существу как *ассоциации метаморфических пород* или *метаморфического комплекса*. Исторически так оно фактически происходило и на УЩ. Обособление комплексов производится также с учетом особенностей вещественного – породного и геолого-формационного – состава стратигенных толщ, а

для высокотемпературных комплексов – еще и с учетом ассоциирующихся с ними ультраметаморфических гранитоидных образований.

Наблюдения в приконтактных частях комплексов на площади и в обнаженных разрезах показывает, что их границы никогда не бывают нормальными стратиграфическими. Они определяются либо как тектонические с отчетливыми признаками разрывных нарушений, либо по границам комплексов располагаются плутонические, чаще всего гранитоидные образования, либо соотношения определяются как постепенный переход между структурно и метаморфически согласованными краевыми толщами разных комплексов, обусловленный их длительным совместным эндогенным тектоно-термальным преобразованием. Во всех этих случаях, как показывает опыт, изотопное датирование также не может решить проблемы возрастных соотношений контактирующих комплексов.

Отсутствие прямых однозначных данных для решения вопроса об относительной последовательности стратигенных метаморфических комплексов всегда оставляет возможность для альтернативных выводов и приводит к необходимости выбора наиболее вероятного решения, для чего производится комплексный учет различных геологических данных. В качестве таких данных при выяснении возрастной последовательности рассматриваются соотношения структурных планов комплексов, направленность в приконтактных частях комплексов прогрессивных и регрессивных (диафоритовых) метаморфических процессов, установление этапов деформаций в контактирующих метаморфических толщах и другие сведения.

Названные общие принципы расчленения метаморфических ассоциаций на стратиграфические комплексы с достаточной полнотой были изложены в нескольких последовательных изданиях методических разработок по геологической съемке в областях развития метаморфических образований [1, 17, 19] и до сих пор не потеряли своего значения. К этому следует добавить, что с их использованием к настоящему времени в основном произведено выделение наиболее крупных стратиграфических под-

разделений, отвечающих главным этапам развития всех основных регионов распространения метаморфических образования. Однако в силу отмеченных выше сложных взаимоотношений комплексов все еще сохраняются некоторые важные дискуссионные вопросы стратиграфии, прогресс в решении которых по-прежнему возможен лишь на основе использования комплексного геолого-петрологического подхода. В значительной степени это относится и к УЩ, на территории которого в разрозненных работах различной направленности имеется достаточное количество фактов для обоснования стратиграфического расчленения фундамента на уровне комплексов. Однако эти данные до сих пор не были необходимым образом систематизированы.

В отличие от границ между стратиграфическими комплексами, их внутренние границы между слоями и отличающимися частями разреза (свитами, формациями) оказываются хорошо наблюдаемыми, практически такими же, как и в неметаморфизованных толщах. Посвитное расчленение метаморфических комплексов производится обычно с помощью литолого-петрографических признаков путем выделения частей разреза, различающихся своим составом или строением. Свиты, как правило, выделяются на основании наблюдения непосредственных взаимоотношений между ними, они могут иметь как отчетливые границы, так и постепенные переходы, обусловленные переслаиванием пород контактирующих подразделений или последовательным изменением их состава. В таких случаях границы свит проводятся по договоренности как условные. Сложность при расчленении комплексов заключается в большинстве случаев не столько в определении объемов выделяемых подразделений, сколько в установлении их относительной последовательности в условиях обычной интенсивной дислоцированности метаморфических толщ. В силу этого выводы об относительной стратиграфической последовательности свит (толщ) базируются на их положении в складчатой структуре комплекса (в ядрах антиклинальных или синклиналиных структур), для чего, естественно, необходимо не только расчленение разреза комплекса, но и его структурно-тектоническое картирование.

Само стратиграфическое расчленение метаморфических комплексов и выделение свит делается обычно на основании преобладающих в определенных частях разрезов породных разновидностей, характерных сочетаний пород, иногда на основании их различных количественных соотношений в разных частях разреза, реже – с учетом особенностей внутреннего строения (упорядоченности, ритмичности) выделяемых свит. При крупномасштабном картировании для расчленения разреза и выделения стратиграфических подразделений нередко используются маркирующие горизонты и пачки.

Метаморфические комплексы щитов обладают значительной мощностью – от нескольких километров до 10–15 км. В связи с этим количество выделяемых в их составе стратиграфических подразделений часто бывает достаточно большим и различным по данным разных исследователей. Такое положение обусловлено разными причинами. Одна из них – это различная детальность проводимых исследований, в частности разный масштаб геологической съемки, который регламентирует детальность стратиграфического расчленения. Другая причина заключается в том, что при местном и региональном стратиграфическом расчленении используются, как уже отмечалось, разные признаки и основания для проведения стратиграфических границ, в качестве которых выступают количественные соотношения пород в разрезе, типы слоистости и характер переслаивания, наличие в разрезе некоторых редких типов пород, маркирующие горизонты и т. д. Поэтому почти для всех регионов и районов распространения нижнедокембрийских комплексов, особенно высокоградных, существует несколько схем посвитного деления, что является предметом часто длительного противостояния разных точек зрения при составлении сводных региональных стратиграфических схем. По этой же причине часто бывает очень трудно использовать посвитное расчленение стратигенных метаморфических комплексов для их корреляции даже в пределах одного региона.

Трудности стратиграфического расчленения метаморфических комплексов на территории щитов усугубляются региональной гранитизацией, широким развитием

мигматитовых и гранито-гнейсовых полей, в пределах которых метаморфические образования распространены фрагментарно. Однако, как показали исследования во многих регионах, особенности гранитизируемых метаморфических толщ отчетливо наследуются замещающими их гранитоидами и выявляются как в особенностях петрохимического и геохимического состава гранитоидов, так и в остатках (включениях) в них исходных метаморфических образований. Такие закономерные сообщества метаморфических и гранитоидных образований, распространенных на площадях развития глубокометаморфизованных комплексов, предложено выделять в качестве плутонометаморфических формаций [18]. Как показывает опыт работы на УЩ [4], геологическое картирование плутоно-метаморфических формаций позволяет реставрировать разрезы метаморфических комплексов и производить их расчленение даже на площадях очень интенсивного ультраметаморфизма.

При общем стратиграфическом подходе к расчленению метаморфических комплексов щитов и нижнего докембрия в целом, свойственного всей советской геологической школе, в том числе украинским геологам, в разных регионах сложились несколько отличные местные индивидуальные направления, различающиеся ведущими методами стратиграфического расчленения. Так, на Балтийском щите начиная с 50–60-х годов прошлого века, с началом планомерной среднemasштабной геологической съемки территории СССР, широкое распространение получило литостратиграфическое направление, основанное на прослеживании на площади стратиграфических подразделений и их границ, которые рассматриваются как изохронные. Сибирские геологи начиная с того же времени используют в основном комплексный метод расчленения метаморфических образований, с выделением крупных подразделений в ранге комплексов и установлением их стратиграфической последовательности геологическими методами. В дальнейшем комплексы расчленяются на более дробные местные единицы – свиты и серии, отличающиеся своим петрографическим и литологическим составом.

На УЩ в то же время [3] прочно утвердился геохронологический метод выделения серий среди докембрийских метаморфических образований на базе их радиологического датирования, с последующим более дробным расчленением на петрографической и геохимической основах. Справедливости ради следует заметить, что на изотопно-геохронологической основе *производилось все же не выделение, а возрастная систематизация наиболее крупных стратиграфических подразделений*, ранее выделенных по структурно-вещественным геологическим данным. Это предшествующее стратиграфическое расчленение производилось с использованием, в явном или неявном виде, в качестве главного признака расчленения *вещественных (структурно-петрографических) особенностей метаморфических породных ассоциаций*, или, что то же самое, выделялись *метаморфические комплексы* в их современном понимании. Однако переход на изотопно-геохронологическую основу стратиграфических построений и ожидаемые, но не оправдавшиеся впоследствии "радужные" перспективы его применения в условиях ограниченной оснащенности фундамента УЩ привели в итоге лишь к снижению внимания к собственно геологическим основаниям стратиграфических исследований, а иногда и полному их игнорированию, к сожалению, продолжающемуся до сих пор.

Названные особенности ведущих региональных методов стратиграфического расчленению нижнего докембрия до сих пор хорошо заметны как в научной литературе, так и в содержании геологических карт этих регионов, а также, в частности, в принципах построения их легенд. Хотя при этом, безусловно, в разных регионах сейчас используется и комбинация разных подходов с целью достижения максимально объективных и обоснованных результатов. Наиболее активно в последние десятилетия в стратиграфические исследования и геологическое картирование разных регионов развития нижнего докембрия проникает изотопно-геохронологическое датирование как основной метод межрегиональной корреляции и сопоставления с Общей стратиграфической шкалой. Этот аспект стратиграфических исследований заслуживает отдельного краткого рассмотрения.

На практике при разработке стратиграфии нижнего докембрия в настоящее время геохронометрическим данным как в Украине, так и за рубежом в силу разных причин отдается явное предпочтение. На Украине и в России это вызвано прежде всего резким сокращением полевых тематических и геологосъемочных работ научными и производственными организациями, в ходе которых только и может быть получен полноценный геологический материал для стратиграфических исследований. С другой стороны, уже существующие проблемы стратиграфии и совершенствования общей и региональных шкал и схем нижнего докембрия требуют своего решения. Кажущимся благоприятным моментом в этом отношении и представляется как раз совершенствование методов изотопной геохронологии, их точности, надежности и воспроизводимости получаемых результатов. Однако отсутствие научно обоснованных методов интерпретации этих результатов в итоге приводит не к решению, а к углублению проблем стратиграфии, прежде всего противоречий между геологическими данными и возрастными выводами из них и геохронологическими датировками.

Ведущая роль изотопно-геохронологических исследований в стратиграфии докембрия особенно усилилась в связи с созданием Международной шкалы геологического времени (Geologic Time Scale – GTS), включающей и шкалу докембрия. Но, если для фанерозоя GTS стала всего лишь переводом на язык физического времени границ известных стратонев, корреляция которых, как и прежде, производится на биостратиграфической основе, то для корреляции с GTS в ее раннедокембрийской части изотопное датирование является сейчас единственным реально используемым методом. Именно поэтому усилилась роль изотопного датирования и при построении региональных схем. Однако из-за не критического отношения к получаемым датировкам, которые впоследствии нередко заменяются сильно отличающимися новыми, стали игнорироваться хорошо известные геологические соотношения конкретных подразделений. В результате был пересмотрен ряд ранее устоявшихся представлений во многих случаях преждевременно, а в некоторых – явно ошибочно.

Подобное положение давно уже подвергается критике многими отечественными и зарубежными исследователями. Так, в "Кратком обзоре шкалы геологического времени" [37] М. J. Van Kranenlonk с соавторами пишут: "Некоторые детали действующей стратиграфической схемы Международной комиссии по стратиграфии (ICS) вызвали беспокойство геологического общества относительно докембрийской временной шкалы, главная среди которых – границы базируются только лишь на округленных хронометрических реперах и не учитывают значения стратиграфии"¹. При этом авторы напоминают, что ратифицированные в 1990 г. Международным союзом геологических наук (МСГН) "предложения Докембрийской стратиграфической подкомиссии, согласно которым подразделения архея и протерозоя будут определяться хронометрическим методом, с временными границами, установленными в округленных значениях миллионов лет тому назад, или Глобальными стандартами стратиграфических возрастов (GSSAs)"² изначально рассматривались как временные. "Эта схема была принята в качестве наиболее приемлемого решения в условиях пока стратифицированные толщи, образованные в процессе единых глобальных событий, не смогут распознаваться и коррелироваться по характерным чертам их геологической истории, а не просто по цифровым данным"³ [37, p. 23–24]. И далее говорится, что обновленная, ныне действующая Докембрийская подкомиссия МСГН "стремится к более "естественному" подбору подразделений с тем, чтобы они содержали в себе важные тектонические, биологические, ат-

¹ "Several features of the current ICS stratigraphic chart relating to the Precambrian time scale have raised concern within the geological community, primary among which is that the boundaries are based purely on round-number chronometric divisions and ignore stratigraphy [37, p. 24].

² "The recommendations by the Precambrian Subcommittee that the subdivisions of the Archean and Proterozoic eons shall be defined chronometrically, with boundaries assigned in terms of a round number of years before present (Ma) or Global Standard Stratigraphic Ages (GSSAs)" [37, p. 23–24].

³ "This scheme was viewed as the most appropriate solution until packages of strata and associated global events could be recognized and correlated by the intrinsic features of their geologic history rather than simply by numerical dates" [37, p. 24].

мосферные и геохимические процессы”* [37, p. 24].

К сожалению, большая часть специалистов в области изотопной геохронологии восприняла GTS лишь как эталон для сравнения с ним с помощью изотопных датировок местных подразделений без какого бы то ни было учета, как это предполагали авторы GTS, запечатленных в них *характерных черт геологической истории – важных тектонических, биологических, атмосферных, геохимических* и других возможных процессов и факторов. К числу таких характерных черт геологической истории, применительно к нижнедокембрийским метаморфическим комплексам, прежде всего относятся условия и продолжительность литогенеза исходных толщ, а также тип метаморфизма (монофациальный или зональный) и, что особенно важно, продолжительность действия его факторов в ходе эндогенного преобразования комплексов.

Эти генетические аспекты не рассматриваются ни в одной из работ по УЩ, посвященных изотопному датированию. В них в лучшем случае указывается на магматическую, метаморфическую или кластогенную природу анализируемых цирконов или других минералов, с выводами о фиксированном возрасте (но не продолжительности!) соответствующих процессов, приводятся дискретные датировки последовательных зональных оболочек минералов, которые связываются также с дискретными гипотетическими “тектоно-термальными событиями”. Разнообразие и диапазон уже имеющихся датировок из разных архейских стратигенных комплексов и их подобная историко-геологическая интерпретация не дают оснований для каких-либо выводов об эволюции тектонических, палеоклиматических и палеогеографических условий их накопления и метаморфизма. Более того, они якобы свидетельствуют о синхронности формирования различных по составу комплексов, их различной последовательности и даже повторяемости в истории раннего докембрия и в ходе развития отдельных регионов.

Между тем уже более полувека начиная с работ Е. М. Лазько [12, 13] и Л. И. Салопа [21, 22] многими исследователями развиваются представления о направленном необратимом геологическом развитии земной коры в раннем докембрии, запечатленном прежде всего в структурно-вещественных особенностях стратигенных комплексов. Эти взгляды, возникшие первоначально при сравнительном геологическом изучении архейских и протерозойских комплексов, в их понимании того времени, и противопоставлении геосинклинально-платформенного режима протерозоя догеосинклинальному (пермобильному) режиму архея, по мере появления новых геологических данных и изменения представлений об объеме архея и протерозоя были впоследствии распространены на весь ранний докембрий [9, 10, 23, 33, 34].

Среди работ подобного рода особенно выделяются своей аргументацией и охватом проблем геологии нижнего докембрия и геологического развития Земли в докембрии исследования Л. И. Салопа [23, 24], в которых подробно рассматриваются вопросы корреляции и синхронизации литостратиграфических подразделений нижнего докембрия. В них показана хорошая структурно-вещественная сопоставимость в глобальном масштабе главных стратиграфических комплексов, что полностью согласуется с представлениями о направленной климатической и геотектонической эволюции условий раннедокембрийского вулканогенно-осадочного литогенеза. Эти данные резко повышают значение типовых разрезов, или литостратотипов, в стратиграфии древнейших комплексов. Роль стратотипов при расчленении и корреляции докембрийских комплексов, по мнению Л. И. Салопа [24], значительно важнее, чем для фанерозойских образований, в связи с невозможностью применения биостратиграфических методов и большим сходством одновозрастных образований.

Заключение

Подытоживая обширный материал своих стратиграфических и историко-геологических исследований, Л. И. Салоп писал: “Обычно возникает еще такой вопрос: поче-

* “The Precambrian subcommission is striving to establish a more “natural” set of subdivisions that incorporates major tectonic, biologic, atmospheric and geochemical events” [37, p. 24].

му различные подразделения докембрия обладают во всем мире такой исключительной спецификой, а разновозрастные подразделения таким сходством, которые как будто совсем не характерны для фанерозойских образований? Причин этому несколько. Прежде всего, следует учесть, что этапы эволюционного развития, во время которых происходило формирование супракристаллических толщ в докембрии, были гораздо более длительными, чем в фанерозое. Очевидно, что главные стратиграфические подразделения докембрия, заключенные между диастрофическими циклами первого порядка, или иначе группы докембрия, имеют гораздо больший объем, чем группы фанерозоя. Даже литостратиграфические комплексы, составляющие часть докембрийских групп, формировались в течение первых сотен миллионов лет (кроме коротких ледниковых комплексов), и, таким образом, длительность их образования значительно больше периодов фанерозоя и даже мезозойской или кайнозойской эр. Естественно, что подразделения докембрия и фанерозоя в этом отношении несравнимы.

...Иными были в докембрии и физические условия на поверхности планеты. Наконец, что особенно важно, геохимическая эволюция атмосферы и гидросферы, которая отразилась на образовании многих специфических, необратимых в истории Земли формаций (в частности, различных оксисенсорных формаций), произошла в основном в докембрии, преимущественно до начала неопротерозойской эры" [24, с. 339].

Эти важные выводы крупнейшего знатока докембрия Л. И. Салопа сохраняют свое значение до наших дней, находят все новые подтверждения и не могут не учитываться при стратиграфических исследованиях. В части продолжительности общих подразделений докембрия они уже нашли свое отражение во введении таких терминов, как "акрон" и "акротема", "эон" и "эонотема". Что касается местных и региональных подразделений, таких как "комплекс", "серия", "свита", то постоянно следует иметь в виду, что во временном и геоисторическом отношении они также не соизмеримы с одноименными подразделениями фанерозоя.

На новом этапе изучения и корреляции стратигенных метаморфических комплексов

нижнего докембрия, в соответствии с рекомендациями Л. И. Салопа, должен быть восстановлен в правах и усилен стратотипический подход при построении местных, региональных, межрегиональных и глобальных стратиграфических схем, практически утраченный в последние десятилетия в связи с доминированием в этой области изотопно-геохронологических методов. Выбор стратотипов должен сопровождаться их детальным литостратиграфическим описанием и сопутствующим петрографическим, петрохимическим и геохимическим изучением с целью выявления корреляционных структурно-вещественных признаков, а также глобальных и региональных эволюционных генетических особенностей. Важную роль в вопросах расчленения и корреляции нижнего докембрия могут сыграть геолого-формационные исследования, значение и возможности которых рассмотрены в отдельной статье.

Подобное смещение акцентов при стратиграфических исследованиях нижнего докембрия не умаляет значения изотопно-геохронологических методов для стратиграфических построений. Однако они должны быть прежде всего направлены на датирование уже выделенных геологическими методами местных и региональных стратиграфических подразделений, их межрегиональную и глобальную синхронизацию, а не на ревизию ранее установленных геологических фактов, в отношении которых, в лучшем случае, могут быть сделаны предложения по их доизучению. Важная и в значительной степени самостоятельная задача изотопно-геохронологических исследований для стратиграфических целей состоит в установлении продолжительности процессов докембрийского вулканогенно-осадочного литогенеза и их последующего метаморфизма. Разработка этого направления изучения раннедокембрийской стратиграфии и геологической эволюции изотопно-геохронологическими методами в настоящее время еще только зарождается и, несомненно, имеет важное теоретическое и прикладное значение.

Список литературы

1. *Геологическая съемка метаморфических и метасоматических комплексов. Методическое*

- пособие / Отв. ред. В. А. Глебовицкий, В. И. Шульдинер. – СПб.: ВСЕГЕИ, 1996. – 416 с.
2. *Геология СССР*. Т. 5. Украинская ССР, Молдавская ССР. Ч. 1. Геологическое описание платформенной части. – М.: Госгеолтехиздат, 1958. – 1000 с.
 3. *Геохронология докембрия Украины* / Отв. ред. Н. П. Семененко. – Киев: Наук. думка, 1965. – 262 с.
 4. *Карта геологических формаций докембрия Украинского щита*. Масштаб 1:500 000. Объяснительная записка / В. П. Кирилук, В. Д. Колий, В. И. Лашманов и др. – Киев: ЦТЭ, 1991. – 116 с.
 5. *Келлер Б. М.* Стратиграфические подразделения докембрия // Стратиграфическая классификация. Материалы к проблеме. – Л.: Наука, 1980. – С. 116–124.
 6. *Кирилук В. П.* Стратиграфия докембрия западной части Украинского щита (на формационной основе). Статья 1. Стратиграфические комплексы докембрия и формации раннего архея // Геол. журн. – 1982. – Т. 42, № 3. – С. 88–103.
 7. *Кирилук В. П.* Стратиграфия докембрия западной части Украинского щита (на формационной основе). Статья 2. Формации позднего архея и протерозоя и сводная стратиграфическая схема // Там же. – № 4. – С. 30–41.
 8. *Кирилук В. П.* О некоторых проблемах составления стратиграфической схемы докембрия Украинского щита // Там же. – № 6. – С. 54–64.
 9. *Кирилук В. П.* Об особенностях строения и эволюции раннедокембрийского фундамента щитов древних платформ (опыт геотектонического анализа) // Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых. Материалы XXXVIII Тектон. совещ. Т. 1. – М.: ГЕОС, 2005. – С. 281–285.
 10. *Кирилук В. П.* Геотектонічна періодизація раннього докембрію // Геол. журн. – 2010. – № 3. – С. 111–119.
 11. *Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (пояснювальна записка)* / К. Ю. Єсипчук, О. Б. Бобров, Л. М. Степанюк та ін. – К.: УкрДГРІ, 2004. – 30 с.
 12. *Лазько Е. М.* Об особенностях развития земной коры в архее и протерозое // Изв. вузов. Геология и разведка. – 1961. – № 11. – С. 3–12.
 13. *Лазько Е. М.* К характеристике архейского и протерозойского этапов в истории земной коры на примере докембрийских комплексов Евразии // Геология докембрия: Докл. сов. геол. XXII сес. МГК. Пробл. 10. – М.: Недра, 1964. – С. 31–42.
 14. *Лазько Е. М., Кирилук В. П., Лысак А. М. и др.* Стратиграфическая схема нижнего докембрия Украинского щита (на формационной основе) // Геол. журн. – 1986. – Т. 46, № 2. – С. 18–26.
 15. *Лазько Е. М., Кирилук В. П., Сиворонов А. А., Яценко Г. М.* Геологические комплексы докембрия юго-западной части Украинского щита и принципы их выделения // Сов. геология. – 1970. – № 6. – С. 28–43.
 16. *Лазько Е. М., Кирилук В. П., Сиворонов А. А., Яценко Г. М.* Нижний докембрий западной части Украинского щита: (Возрастные комплексы и формации). – Львов: Вища шк., 1975. – 239 с.
 17. *Методические указания по геологической съемке масштаба 1:50 000*. Вып. 4. Геологическая съемка в областях развития метаморфических образований / Под ред. К. О. Кратца и М. А. Черноморского. – Л.: Недра, 1972. – 376 с.
 18. *Методические указания по составлению карт геологических формаций раннего докембрия Украины (для целей геологического картирования и металлогенического прогноза)* / В. П. Кирилук, А. М. Лысак, К. И. Свешников. – К.: Мингео УССР, 1979. – 179 с.
 19. *Методическое руководство по геологическому картированию метаморфических комплексов* / Под ред. В. А. Николаева. – М.: Госгеолтехиздат, 1957. – 451 с.
 20. *Общая стратиграфическая шкала нижнего докембрия России*. Объяснительная записка. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2002. – 13 с.
 21. *Салоп Л. И.* Основные черты геологического развития СССР в докембрии // Стратиграфия и корреляция докембрия: Докл. сов. геол. XXI сес. МГК. Пробл. 9. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – С. 106–127.
 22. *Салоп Л. И.* Геохронология докембрия и некоторые особенности раннего этапа геологического развития Земли // Геология докембрия: Докл. сов. геол. XXII сес. МГК. Пробл. 10. – М.: Недра, 1964. – С. 16–30.
 23. *Салоп Л. И.* Общая стратиграфическая шкала докембрия. Периодизация докембрия материков Северного полушария и основные черты раннего этапа геологической эволюции. – Л.: Недра, 1973. – 310 с.
 24. *Салоп Л. И.* Геологическое развитие Земли в докембрии. – Л.: Недра, 1982. – 343 с.

25. Семихатов М. А., Шуркин К. А., Аксенов Е. М. и др. Новая стратиграфическая шкала докембрия СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1991. – № 4. – С. 13–16.
26. Стратиграфический кодекс России. – Изд. 3-е. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. – 96 с.
27. Стратиграфический кодекс СССР. – Л.: ВСЕГЕИ, 1979. – 147 с.
28. Стратиграфический кодекс СССР. – СПб.: МСК, 1992. – 120 с.
29. Стратиграфічний кодекс України / Відп. ред. Ю. В. Тесленко. – К., 1997. – 39 с.
30. Стратиграфічний кодекс України. – Вид. 2-е / Відп. ред. П. Ф. Гожик. – К., 2012. – 66 с.
31. Стратиграфія УРСР. Т. 1. Докембрій / Відп. ред. М. П. Семененко. – К.: Наук. думка, 1972. – 248 с.
32. Фолсом К. Происхождение жизни: маленький теплый водоем. – М.: Мир, 1982. – 160 с.
33. Хаин В. Е., Божко Н. А. Историческая геотектоника. Докембрій. – М.: Недра, 1988. – 382 с.
34. Шульдинер В. И. Докембрійский фундамент Тихоокеанского пояса и обрамляющих платформ. – М.: Недра, 1982. – 226 с.
35. Яценко Г. М., Паранько И. С. Стратиграфическая корреляция на формационной основе нижнего докембрия Кировоградского и Волынского блоков Украинского щита. Статья 1. Формации докембрия западной части Кировоградского блока и его стратиграфия // Там же. – Вып. 3. – С. 54–62.
36. Яценко Г. М., Паранько И. С. Стратиграфическая корреляция на формационной основе нижнего докембрия Кировоградского и Волынского блоков Украинского щита. Статья 2. Формации и стратиграфия нижнего протерозоя Волынского блока (в сравнении с Кировоградским) // Там же. – Вып. 4. – С. 23–30.
37. Van Kranendonk M. J., Gehling J., Shields G. Precambrian // J. G. Ogg, G. Ogg, F. Gradstein. The Concise Geologic Time Scale. – Cambridge: Cambridge University Press, 2008. – P. 23–36.

Львов. нац. ун-т
имени Ивана Франко,
Львов
E-mail: Kyrylyuk.V@i.ua

Статья поступила
30.05.13