

“ГЕОДИНАМИКА” И РАННЕДОКЕМБРИЙСКАЯ ГЕОЛОГИЯ ЩИТОВ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ

Термин “геодинамика” в контексте тектоники литосферных плит, как и концепцию неомобилизма в целом, невозможно использовать для определения условий формирования раннедокембрийского фундамента щитов древних платформ. По отношению к раннему докембрию необходимо применять его другие известные определения. В обоснование этого приведены основные структурно-вещественные особенности щитов, подтверждающие их возникновение в иных, по сравнению с неогеем, геодинамических обстановках в интервале от более чем 4000 до 1900–1600 млн. лет назад.

Ключевые слова: геодинамика; древняя платформа; кратон; фундамент; щит; ранний докембрий; эогей; протогей.

Введение

Термин “геодинамика” и его производные, такие как “геодинамические режимы”, “геодинамические обстановки”, “геодинамический анализ” и другие, в последние десятилетия стали очень распространенными. Это свидетельствует, прежде всего, о возросшем интересе к проблемам эволюции земной коры в целом и ее отдельных структурных элементов, а также об увеличении числа общих и региональных исследований и публикаций, посвященных этим проблемам. Большую роль в этом сыграло проникновение в разные разделы геологии идей новой глобальной тектоники. Однако, по мнению Д.П. Резвого, “следует признать, что сторонники гипотезы “литосферных плит” явно узурпировали этот термин и придали ему исключительно “горизонтальный” смысл” ([Резвой, 1990], с. 116). Эта оценка, сделанная по отношению к геологии и тектонике в целом, применима, в том числе, и к геологии щитов, и ко всей раннедокембрийской геологии.

В многочисленных публикациях геология и эволюция щитов рассматриваются с позиции тектоники плит ([Глевасский, Каляев, 2000] и др.), причем иногда только для протогейского этапа (начиная с формирования позднеархейских зеленокаменных толщ), а иногда и для всего раннего докембрия [Глубинное ..., 2010; Розен и др., 2008]. Не останавливаясь в этом сообщении на критическом рассмотрении этих работ, отметим, что, по мнению многих исследователей, для применения представлений новой глобальной тектоники к раннедокембрийскому развитию земной коры нет решительно никаких структурно-геологических оснований, а ее использование для ранних этапов эволюции земной коры – не более чем попытки “подогнать” их под теоретические модели на основании отдельных конвергентных структурных и вещественных признаков и характеристик. Однако даже среди убежденных приверженцев теории тектоники литосферных плит существуют разные представления о ее роли

в формировании и эволюции земной коры в докембрии.

Еще в середине 70-х годов Л.П. Зоненшайн с соавторами [Зоненшайн и др., 1976] выделили в раннедокембрийской истории Земли два этапа, разделенные скользящей границей в интервале 3500–2500 млн. лет. На первом этапе “не обнаруживается аналогов фанерозойских геодинамических обстановок и, очевидно, механизм тектоники плит не действовал” ([Зоненшайн и др., 1976], с. 204). Второй этап (до 1700 млн. лет) был промежуточным: “в нем, с одной стороны, продолжается “нелинейная тектоника”..., а с другой – ...возникают древнейшие бассейны океанического типа, хотя и отличающиеся от более поздних, но к развитию которых уже приложим механизм тектоники плит” ([Зоненшайн и др., 1976], с. 204). Вновь обратившись к этой теме позднее, Л.П. Зоненшайн с соавторами [Зоненшайн и др., 1990] отмечали, что для подвижных структур наиболее раннего этапа от 3,8 до 2,6 млрд. лет крайне трудно найти более поздние аналоги, а затем, в течение 2,6–1,7 млрд. лет, уже существовали крупные стабильные ядра или щиты. Но только к 1,7 млрд. лет относится появление первых признаков субдукции.

Проблемы геодинамики и тектоники докембрия

В.Е. Хаин и Н.А. Божко (1988 г.) определили, что основная проблема тектоники докембрия – выяснить время, когда начал действовать механизм тектоники плит. Выделяя с этой позиции такие этапы тектонической истории, как: “1) доплитнотектонический этап – примерно до 3,5 млрд. лет, соответствует эогею В.И. Шульдинера; 2) эмбриональный этап – отвечает архею и раннему протерозою, соответствует протогею Г. Штилле); 3) переходный этап – охватывает ранний и средний рифей, отвечает дейтергею Г. Штилле” ([Хаин, Божко, 1988], с. 349–350), авторы, по существу, для всей раннедокембрийской и частично позднедокембрийской истории резко ограничивают возможности использования основных положений тектоники плит.

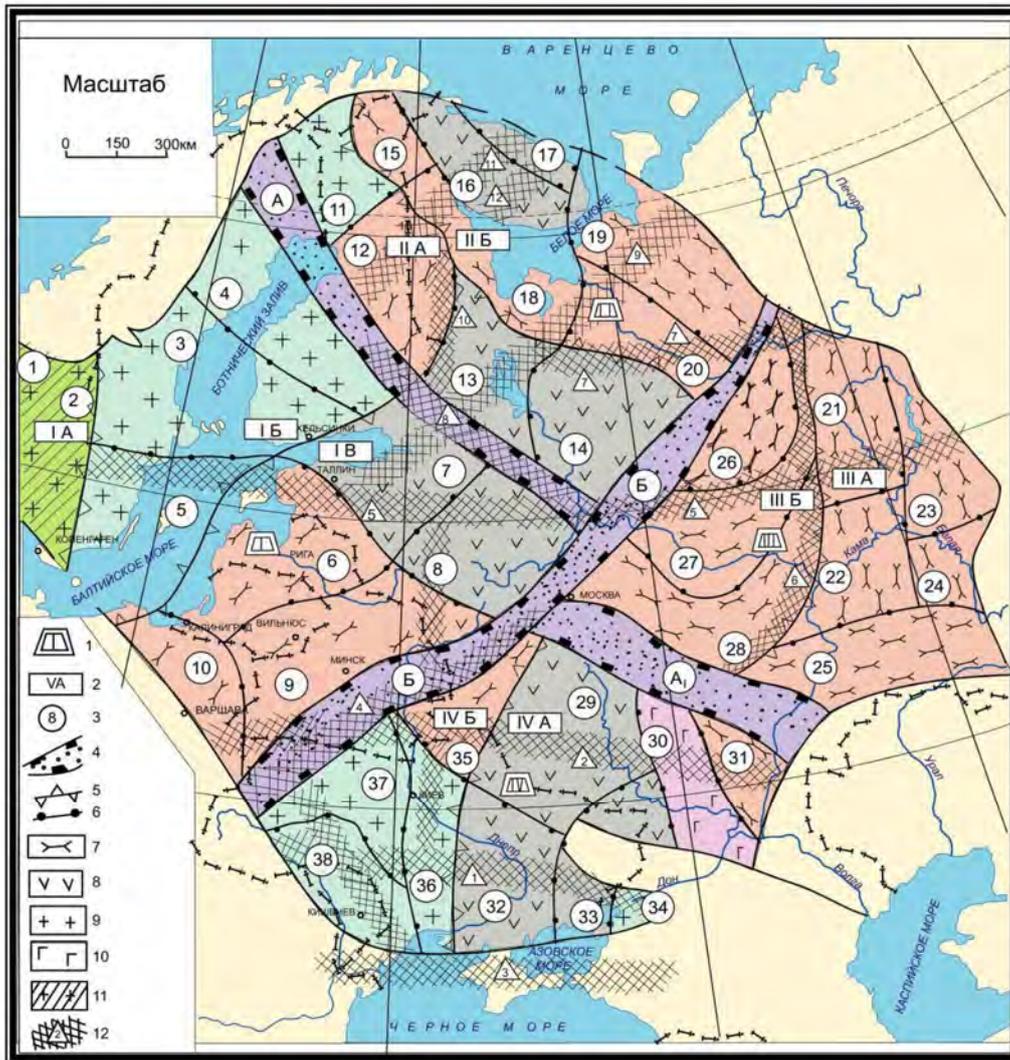


Рис. 1. Схема структурного районирования фундамента Восточно-Европейской платформы

Составили Л.С. Галецкий и В.А. Колосовская [Галецкий и др., 2006]:

1 – геоблоки (цифры на схеме): I – Белорусско-Прибалтийский, II – Карело-Кольский (Лапландско-Беломорский), III – Волго-Камский, IV – Воронежско-Украинский.

2 – мегаблоки и **3** – блоки первого порядка (цифры на схеме): IA – Дальсландский: 1 – Бохус, 2 – Омол; IB – Сфекофенский: 3 – Стокгольмский, 4 – Шелефтео, 5 – Вестервик; IB – Балтийско-Белорусский: 6 – Рижский, 7 – Новгородский, 8 – Торжок, 9 – Минско-Витебский, 10 – Варшавский; IIA – Финляндско-Карельский: 11 – Шведско-Финляндский, 12 – Гимольский, 13 – Карельский, 14 – Вологодский; IIB – Кольско-Мезенский: 15 – Лапландский, 16 – Кольский, 17 – Мурманский, 18 – Беломорский, 19 – Мезенский, 20 – Архангельский; IIIA – Камско-Уфимский: 21 – Вятский, 22 – Нижнекамский, 23 – Пермский, 24 – Оренбургский, 25 – Самарский; IIIB – Средневожжский: 26 – Кировский, 27 – Чебоксарский, 28 – Токмовский; IVA – Курско-Днепровский: 29 – Курский, 30 – Калач-Эртильский, 31 – Волгоградский, 32 – Днепровский, 33 – Азовский, 34 – Ростовский; IVB – Брянско-Подольский: 35 – Брянский, 36 – Кировоградский, 37 – Волинский, 38 – Подольский.

4 – межгеоблоковые пояса (буквы на схеме): A – Раахе-Рыбинский, A₁ – Рязано-Саратовский, B – Волинско-Двинский.

5 – межгеоблоковые зоны. **6** – границы блоков первого порядка.

7-10 – доминирующие структурно-вещественные комплексы: **7** – базит-гранулитовый; **8** – гранит-зеленокаменный; **9** – гнейсо-гранитный; **10** – базит-сланцевый.

11 – зона Дальсландской активизации. **12** – мегазоны активизации (цифры на схеме): 1 – Центрально-Украинская, 2 – Северо-Украинская (Украинско-Белорусская), 3 – Южно-Украинская, 4 – Суццано-Пержанская, 5 – Новгород-Пермская, 6 – Кировско-Кажимская, 7 – Северо-Онежская, 8 – Саво-Ладожская, 9 – Балтийско-Мезенская, 10 – Печенго-Ладожская, 11 – Мурманско-Ботническая, 12 – Хибинская

Одно из главных оснований для такого ограничения, по нашему мнению, – *отсутствие существенных латеральных фациальных изменений разновозрастных толщ во всем временном диапазоне от раннего эогея (раннего архея) до позднего протогея (раннего протерозоя)*, которые указывали бы на одновременное существование разных геодинамических обстановок (в плитно-тектоническом понимании), и, напротив, резкие изменения состава и структурной позиции всех разновозрастных раннедокембрийских комплексов щитов в их возрастной, стратиграфической последовательности. Но это не единственное отличие раннедокембрийской геологии щитов от фанерозойских складчатых областей, ограничивающее возможность применения к ней идей плит-тектоники.

Для щитов и фундамента древних платформ в целом характерна “нелинейная тектоника” [Зоненшайн и др., 1976] – многоуровневая геоблоковая структура длительного формирования, не обнаруживает ни в конечном современном ее виде, ни на отдельных этапах и стадиях ее формирования сходства со структурной картиной плитно-тектонических ансамблей. Наиболее обстоятельно как геологическими, так и геофизическими методами геоблоковая структура в настоящее время изучена и обоснована на примере фундамента Восточно-Европейской платформы (ВЕП) (рис. 1).

Принципиально такая же схема районирования фундамента ВЕП положена в основу структурно-формационной карты фундамента ВЕП, которая составлена во ВСЕГЕИ для недавней обстоятельной сводки по геологии этого региона [Геология ..., 2006]. Близкое строение, судя по пространственному расположению щитов и синеклиз и по геофизическим данным, имеет, вероятно, и фундамент Сибирской платформы ([Геология ..., 2002], приложение 2).

Четкое блоковое строение, по современным данным, у всех щитов древних платформ Северной Евразии. В качестве примера на рис. 2 приведена тектоническая карта фундамента Украинского щита, в структуре которого выделяется шесть мегаблоков. Они представляют разные структурно-формационные типы мегаблоков (гранулитовый, гранулит-диаторитовый, гранулит-амфиболитовый, гранитно-зеленокаменный и гранитно-гнейсосланцевый), повторяющиеся на разных щитах и представляющие собой такие же закономерные структурные элементы щитов, как и известные гранитно-зеленокаменные области [Кирилук, 2006]. Мегаблоки разделены региональными разломами. Их изучение вместе с пограничными частями мегаблоков, в которых всегда обнаруживаются общие стратиграфические комплексы, не дает никаких оснований для выводов о сколько-нибудь значительных горизонтальных или вертикальных перемещениях.

Не дают оснований для выделения плитно-тектонических геодинамических обстановок и особенности состава раннедокембрийских стратигенных комплексов. Эти комплексы повсеместно метаморфизованы, большая часть из них – в высокотемпературных условиях с широким развитием явлений ультраметаморфизма. Реологическое состояние этих высокотемпературных комплексов также исключало возможность проявления плитной тектоники на протяжении всего раннего докембрия, вплоть до общей кратонизации фундамента древних платформ в конце позднего протогея – раннего неогея (около 1900–1600 млн. лет). С неомобилистских позиций не находит объяснения и сам высокотемпературный монофациальный метаморфизм, проявленный на большей части фундамента древних платформ, примерно в таких же масштабах, как и в фундаменте Восточно-Европейской платформы (рис. 3). О геолого-формационных особенностях раннедокембрийских комплексов и их отличии от неогейских комплексов говорится ниже.

Все сказанное показывает, что термин “геодинамика” и его производные, в наиболее распространенном сейчас понимании, вряд ли приемлемо использовать по отношению к раннему докембрию, что вовсе не исключает возможности применения этого емкого и удобного термина к ранним этапам формирования земной коры. Его объем в рамках плитной тектоники искусственно и незаслуженно сужен, и ему необходимо просто придать должное содержание.

Применительно к раннедокембрийской геологической истории и эволюции щитов уточнить этот термин и его производные целесообразно на основе других существующих определений. Так, например, А.А. Смыслов почти 30 лет назад писал, что “под геодинамикой большинство исследователей понимают науку, изучающую процессы формирования и развития планеты и действующие силы, проявляющиеся при этих процессах в ходе эволюции Земли или ее отдельных оболочек и сегментов” ([Глубинное ..., 1983], с. 208–209). Такое определение позволяет равноправно использовать этот термин для развития идей и концепций мобилизма, фиксизма, расширяющейся Земли и других направлений.

Развернутое определение “геодинамики” приведено в обстоятельной энциклопедии по структурной геологии и тектонике плит [Структурная..., 1990]. В ней, в частности, отмечено, что “теперь представления о геодинамике расширились и включают анализ всех динамических процессов, происходящих внутри и на поверхности Земли... Цель геодинамики как раз и состоит в том, чтобы на основе известных законов физики и химии построить *модель эволюции Земли (курсив наш – В.К.)*. В целом геодинамика охватывает чрезвычайно широкий круг явлений. Поэтому ее обычно разделяют на две части – эндогенную и экзогенную геодинамику” [Структурная ..., 1990, с. 81].

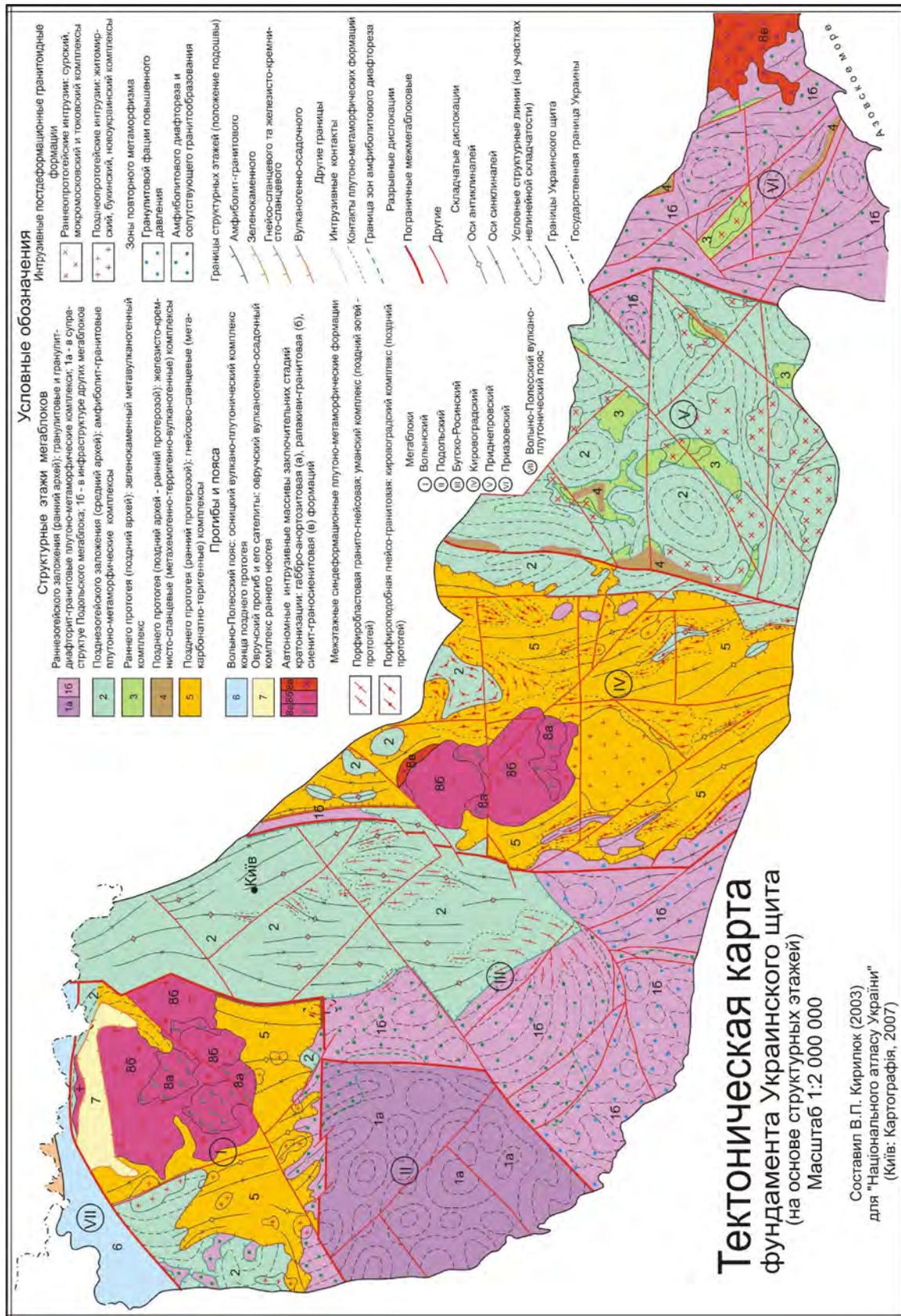


Рис. 2. Тектоническая карта фундамента Украинского щита [Кириллюк, 2007]

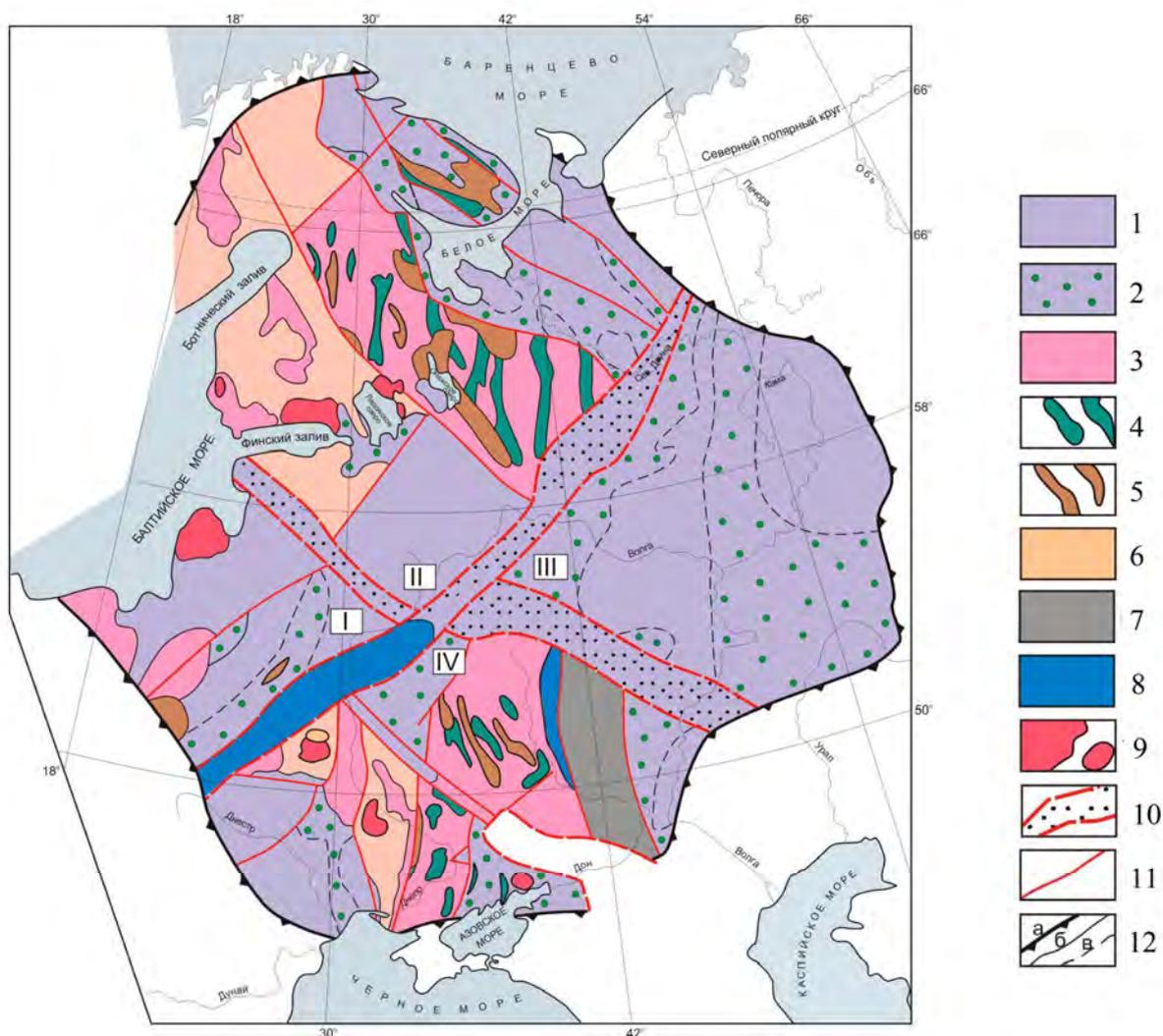


Рис. 3. Схема распространения раннекембрийских комплексов в фундаменте Восточно-Европейской платформы:

1–6 – главные геолого-формационные комплексы: 1 – гранулитогнейсовые и изофациальные ультраметаморфические; 2 – гранулитогнейсовые, диафторированные в амфиболитовой фации, и ультраметаморфические гранулит-диафторит-гранитовые; 3 – амфиболито-гнейсовые и изофациальные ультраметаморфические амфиболит-гранитовые; 4 – зеленокаменные (метавулканогенные); 5 – железисто-кремнисто-сланцевые (метавулканогенно-хемогенно-терригенные); 6 – гнейсо-сланцевые (метакarbonатно-терригенные); 7 – метапсаммито-сланцевый комплекс (воронцовская серия); 8 – вулканоплутонические пояса; 9 – автономные массивы анортозит-рапакивигранитной и щелочно-гранитной формаций; 10 – межгеоблоковые мобильнопроницаемые зоны (пояса); 11 – внутригеоблоковые (межмегаблоковые) разломы; 12 – границы: а – Восточно-Европейской платформы; б – геолого-формационных комплексов и массивов; в – зон высокотемпературного диафтореза:

Цифры на схеме – геоблоки: I – Белорусско-Прибалтийский; II – Беломорско-Балтийский; III – Волго-Уральский; IV – Украинско-Воронежский.

Такое понимание геодинамики как *геоэволюционного направления исследования щитов*, в условиях отсутствия данных о ведущей роли горизонтальных движений в их раннекембрийском развитии, представляется нам наиболее приемлемым. Это обобщенное понятие кажется целесообразным также и потому, что в настоящее время отсутствует какая-либо господствующая концепция в формировании фундамента щитов и раннекембрийской земной коры в целом, альтерна-

тивная плитнотектонической. Не имея возможности рассмотреть здесь степень аргументированности различных предложенных моделей эволюции, отметим только, что все они в большей или меньшей мере используют представление о повторяемости или направленной смене крупных этапов формирования земной коры – тектоно-магматических (-метаморфических) циклов с последовательностью событий внутри цикла по схеме: вулканогенно-осадочный литогенез → складчатость и

сопутствующий метаморфизм → ультраметаморфизм и интрузивный магматизм. Различаются полные, сокращенные и редуцированные циклы.

Эта форма, очень удобная для геоисторической (геоэволюционной) систематизации материала, базирующаяся на представлениях об этапности формирования неогейских подвижных складчатых областей, как сейчас становится все более очевидным, ограниченно применима для понимания раннедокембрийской эволюции щитов. Современные данные свидетельствуют о том, что литогенез, метаморфизм и ультраметаморфизм, магматизм и тектонические движения в ходе формирования щитов были связаны иными временными отношениями и не укладываются в рамки представлений о тектоно-магматической этапности и цикличности в развитии щитов. Это касается, в первую очередь, процессов метаморфизма и ультраметаморфизма высокотемпературных комплексов, которые, по данным изотопного датирования в нижних структурных этажах, длительное время продолжались за пределами этапов формирования исходных толщ, синхронно с развитием верхних структурных этажей, и закончились практически одновременно в разных стратигенных комплексах в ходе общей кратонизации фундамента платформ.

В связи с этим отметим, что не отвечают действительности и представления о гранитно-зеленокаменных областях (ГЗО) как постархейских стабильных “кратонах”. Эти взгляды базируются только на полученных в их пределах многочисленных архейских датировках, значительно реже встречающихся в сопредельных геоструктурах. Однако не принимается во внимание то, что во всех ГЗО есть мощные интенсивно дислоцированные раннепротерозойские толщи, свидетельствующие об активных постархейских тектонических процессах, не отразившихся на более древних изотопных системах, но подтвержденных собственными изотопно-геохронологическими датировками.

Согласно современным данным [Кирилук, 2005], развитие щитов и фундамента древних платформ в целом в раннем докембрии, вероятно всего, представляло собой единый сложный непрерывный процесс необратимой направленной структурно-вещественной эволюции земной коры. В ходе этой эволюции только формирование стратигенных комплексов происходило путем последовательной возрастной смены, в то время как их эндогенное преобразование – метаморфизм, ультраметаморфизм и деформации различного стиля и интенсивности – протекали длительно и синхронно в разных комплексах и сложенных ими структурных этажах в ходе медленного охлаждения верхних оболочек Земли, температура поверхности которой 4 млрд. лет назад была, вероятно, близка к температуре поверхности современной Венеры и составляла около +500 °C [Кирилук, 1971].

В связи с этим подчеркиваем, что в рамках любой из гипотез, в том числе и в концепции литосферных плит, независимо от представлений об энергетической природе тектонических движений, считается, что характер осадконакопления, различие форм проявления магматизма и метаморфизма на разных стадиях формирования геоструктурных элементов определяются геотектоническими режимами. Выполненные исследования по реконструкции ранних этапов развития щитов древних платформ дают нам основания для вывода о принципиально иной природе и движущих силах донеогейских геологических процессов. Этот вывод сводится к тому, что “раннедокембрийское развитие земной коры определялось термической эволюцией верхних оболочек Земли, обусловившей смену типов литогенеза, глубинного петрогенезиса и даже общую направленность развития структуры фундамента и проявления деформационных процессов” ([Кирилук, 2007], с. 299).

Именно поэтому термины “геодинамика”, “геодинамические исследования” и другие производные этого термина не могут *a priori* использоваться применительно к раннедокембрийскому фундаменту щитов с позиций новой глобальной тектоники и ориентировать, как это рекомендуют сейчас многие методические разработки для геологической съемки, на выявление “геодинамических обстановок” только в рамках этой гипотезы. В то же время, в условиях отсутствия общепринятой альтернативной концепции раннедокембрийского развития земной коры, непредвзятое исследование особенностей эволюции и движущих сил литогенеза, магматизма, метаморфизма, ультраметаморфизма и структурной эволюции щитов, или, что то же самое, геодинамики этих фундаментальных геологических процессов в раннем докембрии, остается одной из важнейших проблем современной геологии. Эти исследования должны привести в дальнейшем к созданию теории формирования раннедокембрийского фундамента **кратонов** (в их изначальном понимании как древних платформ), или концепции кратоногенеза [Кирилук, 2007], равноценной по значению и альтернативной применительно к раннему докембрию концепции литосферных плит, которая, несомненно, имеет в истории Земли свои временные рамки и не распространяется на ранние этапы ее формирования.

Об этом отчетливо свидетельствуют структурно-вещественные особенности раннедокембрийских складчатых областей, слагающих фундамент древних платформ и доступных для непосредственного изучения на щитах, которые давно и хорошо известны. И тем не менее, по отношению к ним, как показано выше, до сих пор все еще широко используются теоретические представления о геотектонических режимах и геодинамических обстановках формирования, разработанные на материалах исследования структурных элементов неогей.

Еще более 30 лет назад, в период активного геологического картирования щитов и повышенного интереса к проблемам формирования раннедокембрийской литосферы, В.Е. Хаин отмечал, что в ходе историко-геологического изучения ранних стадий развития земной коры “почти с самого начала наметились две противоположные тенденции в толковании наблюдаемых фактов. Одна из них исходит из принципа актуализма или даже униформизма; в соответствии с этой тенденцией тектонический режим раннего докембрия, включая архей, *без особых объяснений (курсив наш – В.К.)* рассматривается как обычный геосинклинальный, что естественно распространяется и на формации горных пород, и на тектонические структуры. Представители другой тенденции, прежде всего, стремятся найти в раннедокембрийских образованиях отличия от более поздних, в особенности фанерозойских; соответственно они предлагают для наименования раннедокембрийского (архейского) тектонического режима раз-

вития особые названия (догеосинклинальный, нуклеарный, пермобильный и т.п.)” ([Хаин, 1977], с. 5).

Эта ситуация сохраняется и сейчас, с той лишь разницей, что представители “актуалистического направления” вместо ставшей, по их мнению, несостоятельной геосинклинальной теории, с не меньшей убежденностью используют по отношению к раннему докембрию положения новой глобальной тектоники. Согласно этим новым представлениям, сейчас “в раннем докембрии выделены проявления геодинамических процессов, которые прослеживаются без заметных изменений в фанерозойский эон” ([Розен и др., 2008], с. 8). При этом авторы отмечают, что “в проявлениях геодинамики раннего докембрия наблюдаются заметные временные различия и признаки направленной эволюции” ([Розен и др., 2008], с. 157), не выходящие, однако, за рамки известного ансамбля плитотектонических геодинамических обстановок неогей.

Таблица 1

Стратигенные метаморфические комплексы щитов Восточно-Европейской и Сибирской платформ

Типы стратигенных метаморфических комплексов	Восточно-Европейская платформа			Сибирская платформа			
	Балтийский щит	Украинский щит	Воронежский массив	Алданский щит	Анабарский щит		
Гнейсо-сланцевый	Ладожская серия	Тетеревская и ингуло-ингулецкая серии	–	Удоканская серия	–		
Железисто-кремнисто-сланцевый	Карельский комплекс	Криворожская серия	Курская и оскольская серии	–	–		
Зеленокаменный	Лопийский комплекс	Конкская серия	Михайловская серия	Угуйский комплекс	–		
Амфиболито-гнейсовый	Саамский комплекс	Гнейсовый комплекс фундамента Карельской ГЗО	Тикичский и аульский комплексы	Обоянский комплекс	Россошинская ассоциация (комплекс)	Становой и олекминский комплексы	–
Гранулитогнейсовый		Кольско-Беломорский комплекс	Побужский и приазовский комплексы		Брянская ассоциация (комплекс)	Алданский комплекс	Анабарский комплекс

Между тем, непредвзятое рассмотрение современного материала по раннедокембрийским комплексам щитов приводит к диаметрально противоположным выводам не только об их отличии от типовых геодинамических комплексов неогей, но и о коренных отличиях разновозрастных раннедокембрийских образований друг от друга, наиболее четко проявившихся в последовательно сформированных стратигенных метаморфических комплексах.

Особенности геологии древних щитов

По материалам многолетнего систематического геологического картирования щитов Северной

Евразии в их пределах установлено пять главных типов стратигенных метаморфических комплексов [Кирилук, 1986, 2005], которые выделяются на разных щитах под местными названиями в качестве стратиграфических комплексов и серий (табл. 1): а) – гранулитогнейсовые, б) – амфиболито-гнейсовые, в) – зеленокаменные (метавулканогенные), г) – железисто-кремнисто-сланцевые (джеспилитовые метавулканогенно-хемогенно-терригенные), д) – гнейсо-сланцевые (метакарбонатно-терригенные). Эти комплексы четко различаются по степени метаморфизма и породному составу, однако наиболее наглядны эти различия на геолого-формационном уровне (табл. 2).

Перечисленные комплексы, мощность которых в полных разрезах составляет от 7 до 12–15 км, резко отличаются друг от друга формационным составом и с учетом “элиминации метаморфизма” не имеют аналогов среди известных формационных рядов неогей. Эти данные уже сами по себе свидетельствуют о различных и специфических для каждого

комплекса геодинамических (в широком смысле слова) обстановках их формирования. Некоторое сходство с миогеосинклинальными, но только по составу с учетом “снятия метаморфизма”, характерно для гнейсо-сланцевых комплексов, которые отличаются от фанерозойских гомологов повсеместным метаморфизмом, структурной позицией и масштабами распространения.

Таблица 2

Обобщенный геолого-формационный состав главных стратометаморфических комплексов щитов древних платформ (по материалам щитов Северной Евразии).

Типы метаморфических комплексов	Гранулитогнейсовый	Амфиболитогнейсовый	Зеленокаменный	Железисто-кремнисто-сланцевый	Гнейсо-сланцевый
Геологические формации	<ul style="list-style-type: none"> гранулитобазитовая кинцитговая эндербитогнейсовая лейкогранулитовая высокоглиноземистокварцитовая мрамор-кальцифировая кондалитовая глиноземистобазитовая 	<ul style="list-style-type: none"> гнейсовокристаллосланцевоамфиболитовая 	<ul style="list-style-type: none"> метадацитандезиттолеитовая метакоматииттолеитовая джемилитметатолеитовая метакоматиитовая метариолитдацитовая 	<ul style="list-style-type: none"> метаконгломерат-сланцевая джемилиткремнисто-сланцевая черносланцевая метаконгломератовая (метамолассовая) 	<ul style="list-style-type: none"> метапелитосланцевая (метааспидная) метапсаммитосланцевая (метаграуваковая) метапсаммитокарбонатно-сланцевая (метаизвестняковая) метаконгломератовая (метамолассовая)
Возраст	А р х е й			П р о т е р о з о й	
	Р а н н и й	С р е д н и й	П о з д н и й	Р а н н и й	

Характерная особенность взаимоотношений раннедокембрических комплексов щитов – отсутствие между ними нормальных стратиграфических контактов. Комплексы либо отделены разломами, либо в местах предполагаемого первичного налегания повсеместно затушеваны метаморфизмом и сопутствующими деформационными процессами. Приконтактные зоны обычно имеют вид структурно и метаморфически согласованных постепенных переходов, что препятствует однозначному установлению их возрастной последовательности и дает основание манипулировать изотопными датировками, обозначая их возраст. Тем не менее, в ходе планомерного геологического картирования относительная стратиграфическая последовательность комплексов устанавливается достаточно определенно, что в свое время было отражено на государственных геологических картах СССР масштаба 1:1000000 и 1:200000 Алдано-Станового (АСЩ) и Украинского (УЩ) щитов и в стратиграфических схемах, основанных на этих данных.

Согласно этим материалам, наиболее древними являются гранулитогнейсовые комплексы – алданский АСЩ, побужский УЩ, более молодыми – амфиболитогнейсовые комплексы – становой и олекминский АСЩ, росинско-тикичская и аульская серии УЩ. Еще более высокое положение занимают зеленокаменные комплексы – олондинская серия АСЩ, конкская серия УЩ, лопийский комплекс Балтийского щита (БЩ) и следующие за ними железисто-кремнисто-сланцевые (метавулканогенно-хемогенно-терригенные) комплексы – криворожская серия УЩ, угуйская серия АСЩ, карельский комплекс БЩ и гнейсо-сланцевые (метакарбонатно-терригенные) комплексы – удоканская серия АСЩ, тетеревакская серия УЩ, ладожская серия БЩ.

Различающиеся стратигенные геолого-формационные комплексы закономерно распределены в блоковой структуре щитов и образуют в них ряд повторяющихся на разных щитах сочетаний. В настоящее время на щитах установлено несколько структурно-формационных типов геоструктурных

областей, которые ограничены крупными региональными разломами и чаще всего называются *мегаблоками*. Различаются гранулитовые, гранулит-диафторитовые, гранулит-амфиболитовые, гранитно-зеленокаменные и гранитно-гнейсосланцевые мегаблоки [Кирилюк, 2006]. Распределение

разных типов мегаблоков на щитах Северной Евразии показано в табл. 3.

Главные стратометаморфические комплексы, кроме состава (табл. 2), отличаются также особенностями распространения в блоковой структуре щитов (рис. 4).

Таблица 3

Структурно-вещественные типы и корреляция мегаблоков щитов Северной Евразии

Структурно-формационные типы мегаблоков	Региональные мегаблоки			
	Украинский щит	Восточная часть Балтийского щита	Алдано-Становой щит	Анабарский щит
Тип А (гранулитовый)	Подольский	–	Алданский	Попигайский
Тип Б (гранулит-диафторитовый)	Приазовский (подтип Б ₁) –	Кольский (подтип Б ₁) Беломорский (подтип Б ₂)	– –	– Анабаро-Мукунский (подтип Б ₂)
Тип В (гранулит-амфиболитовый)	Бугско-Росинский	–	Становой	–
Тип Г (гранитно-зеленокаменный)	Приднепровский	Карельский	Олекминский	–
Тип Д (гранитно-гнейсо-сланцевый)	Волынский Кировоградский	Ладожский (Свекофеннский)	Чарско-Удоканский	–

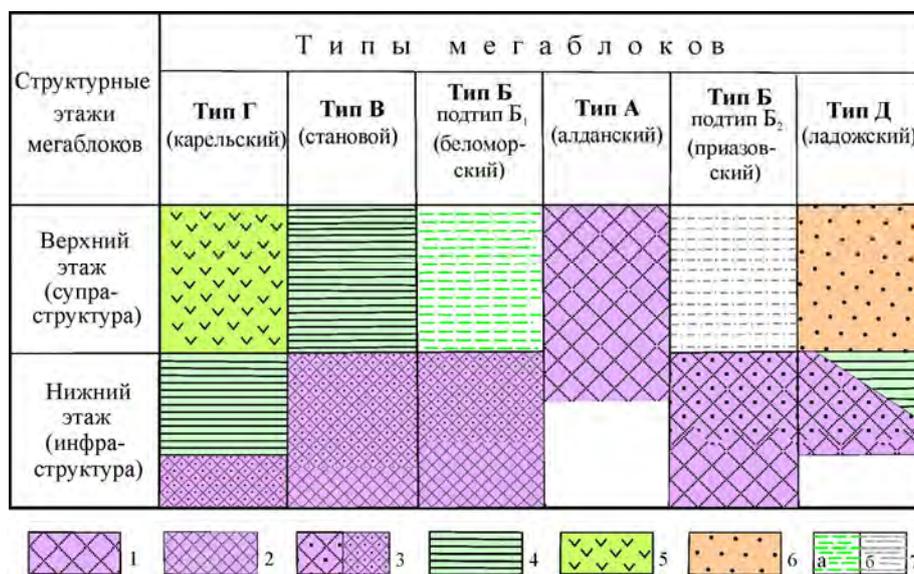


Рис. 4. Распределение стратометаморфических комплексов в этажно-блоковой структуре щитов: 1–3 – гранулитно-гнейсовые и сопутствующие ультраметаморфические комплексы: 1 – умеренных и повышенных давлений; 2 – повышенных и высоких давлений; 3 – гранулит-диафторитовые и гранулит-диафторит-гранитовые. 4 – амфиболито-гнейсовые и сопутствующие ультраметаморфические комплексы; 5 – зеленокаменные и железисто-кремнисто-сланцевые комплексы. 6 – гнейсо-сланцевые комплексы; 7 – предполагаемые эродированные комплексы (структурные этажи): а – амфиболито-гнейсовые, б – неустановленного состава

Гранулитно-гнейсовые комплексы развиты и нередко даже доминируют во всех типах мегаблоков, амфиболито-гнейсовые комплексы или свидетельства их былого распространения известны в

большой части из них. В частности, с их развитием в геологическом прошлом можно предполагать наличие площадных диафторитов амфиболитовой фации по гранулитам (рис. 3). Более моло-

дые комплексы, напротив, связаны только с определенными типами мегаблоков: зеленокаменные и железисто-кремнисто-сланцевые приурочены к гранитно-зеленокаменным мегаблокам и иногда встречаются в гранулит-диафторитовых мегаблоках (в подтипе Б₂), а гнейсо-сланцевые известны только в гранитно-гнейсо-сланцевых мегаблоках.

Этапы раннедокембрийской истории щитов

На этом основании в раннедокембрийской истории щитов выделяют два крупных этапа геотектонического развития, или *геохрона*: а) *зогей*, или этап неотчетливой догеоблоковой геотектонической дифференциации, следы которой по некоторым особенностям разрезом установлены в гранулитогнейсовых и амфиболито-гнейсовых комплексах; б) *протогей* – этап отчетливой геоблоковой дифференциации, на котором обособилось три группы мегаблоков: гранитно-зеленокаменные, гнейсо-сланцевые и блоки устойчивого поднятия, сложенные дозеленокаменными комплексами.

Для обозначения геотектонических условий эогея вполне подходит термин “пермобильный режим”, который предложил Л.И. Салоп (1982 г.) для протогея, как общий термин можно использовать “геоблоковый режим” с выделением режимов отдельных мегаблоков, по аналогии с геосинклиналим, таких как: а) *эмегаблоковый* для гранитно-зеленокаменных областей (мегаблоков) с существенно вулканогенным типом литогенеза; б) *миомегаблоковый* для гранитно-гнейсо-сланцевых областей (мегаблоков) с преобладающим карбонатно-терригенным типом литогенеза; в) режим устойчивого поднятия для других мегаблоков.

Различающиеся внутри геохронов типы стратометаморфических комплексов используются для выделения стадий геологического развития щитов, или *мегахронов*. Гранулитогнейсовые комплексы представляют *ранний эогей*, амфиболито-гнейсовые комплексы – *поздний эогей*. *Ранний протогей* представлен зеленокаменными комплексами, *поздний протогей* – железисто-кремнисто-сланцевыми и гнейсо-сланцевыми комплексами.

Подобные соотношения и структурное распределение комплексов в мегаблоках наблюдается на разных щитах и свидетельствует об их сходном раннедокембрийском развитии, одинаковых этапах и стадиях эволюции, зафиксированных в различающихся формационных комплексах. При этом, как показали наши предыдущие исследования ([Кирилюк 1977, 1991] и др.), особенности состава и степени метаморфизма комплексов могли быть обусловлены не столько тектоническими причинами, сколько общим медленным направленным охлаждением верхних оболочек Земли и связанной с этим последовательной сменой палеоклиматических и палеогеографических условий литогенеза и вулканизма. В частности, предполагается, что исходные толщи раннеэогеических гранулитогнейсовых комплексов формировались в субэогеальных условиях на безгидросферной (афроподобной) стадии (температура поверхности от +500 до +200 °С), позднеэогеических амфиболито-гнейсовых и раннепротогеических зеленокаменных комплексов – на термогидросферной стадии (азональный климат при температуре от +150 до +50 °С), а позднепротогеических железисто-кремнисто-сланцевых и гнейсо-сланцевых комплексов – в условиях зонального климата, нормальной гидросферы и круговорота воды [Кирилюк, 1991].

Таким образом, современные данные дают возможность предполагать, что геодинамические (в широком смысле слова) обстановки образования раннедокембрийских стратометаморфических комплексов определялись, с одной стороны, изменяющимися во времени палеоклиматическими (палеогеографическими) условиями, которые оказали решающее влияние на формирование их исходного состава и степени метаморфизма [Кирилюк, 1991], а с другой стороны – тектоническими факторами, которые обусловили закономерности распространения и структурного положения комплексов и играли постепенно все возрастающую (от эогея к протогею) роль в формировании особенностей их состава. *Большое сходство стратигенных комплексов на разных щитах делает их надежными индикаторами геодинамических обстановок, отличных от плитотектонических, как по предполагаемым условиям, так и по конечному результату.*

Сводная схема геотектонической периодизации и этапов эволюции экзогенных оболочек Земли в докембрии показана на рис. 5.

Если наши предположения верны и резкая смена исходного состава стратигенных комплексов действительно обусловлена появлением на рубеже раннего и позднего эогея первичной горячей гидросферы и ее последующим остыванием до появления климатической зональности и процесса круговорота воды на рубеже раннего и позднего протогея [Кирилюк, 1991], то возрастные границы мегахронов, обусловленные событиями глобального масштаба, должны считаться квазиизохронными.

Первую из них можно принять в качестве верхней границы раннего архея (около 4000–3900 млн. лет, предполагаемая подошва серии Исуа), а вторую – как границу архея и протерозоя (около 2600 млн. лет).

Смена амфиболито-гнейсовых комплексов зеленокаменными, которая произошла на термогидросферной стадии и связана с началом формирования геоблоковой структуры щитов, в частности, с заложением гранитно-зеленокаменных областей, является тектонической по природе. Она знаменует собой переход от эогея к протогею. Начало формирования геоблоковой структуры также, вероятно, связано с общим остыванием верхней части коры и приобретением ею способности к хрупким разрывным деформациям.

Этот переход в разных регионах происходил асинхронно во временном диапазоне от 3500 млн. лет до 2900–2700 млн. лет, о чем свидетельствуют

древнейшие изотопные датировки зеленокаменных комплексов разных гранитно-зеленокаменных областей.

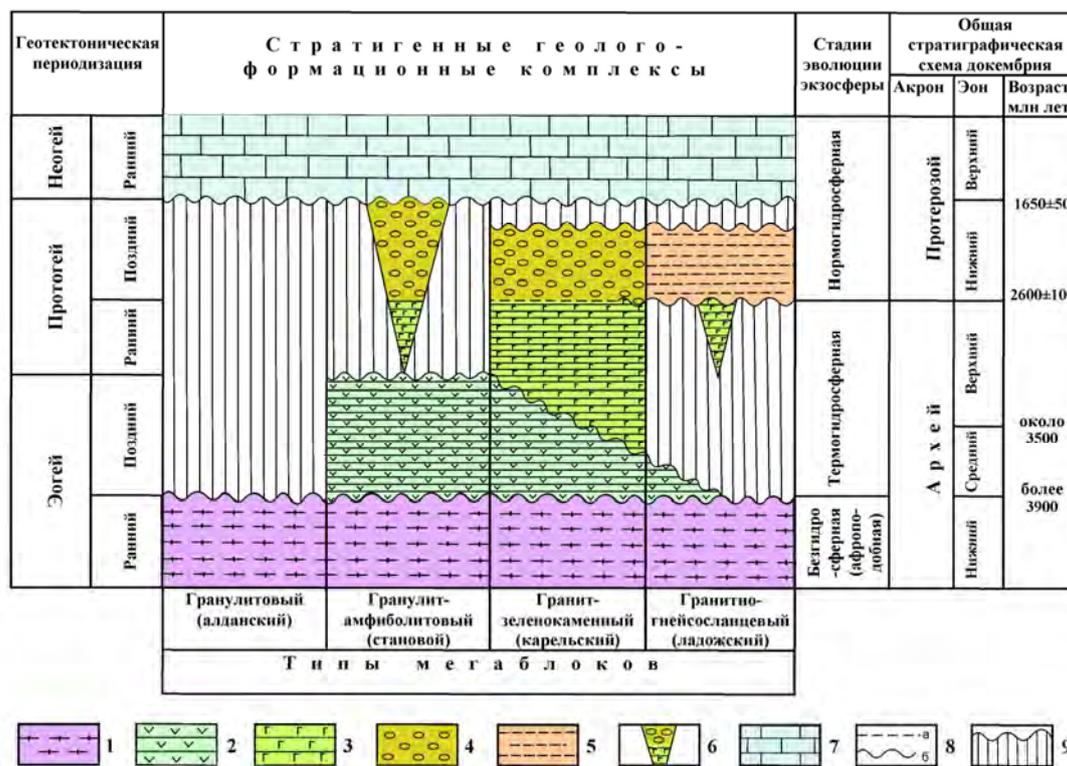


Рис. 5. Геотектоническая периодизация докембрия и этапы эволюции экзосферы: 1–5 – стратометаморфические комплексы – структурные этажи мегаблоков: 1 – гранулитогнейсовые; 2 – амфиболито-гнейсовые; 3 – зеленокаменные; 4 – железисто-кремнисто-сланцевые; 5 – гнейсо-сланцевые. 6 – приразломные и троговые структуры; 7 – платформенный чехол; 8 – предполагаемые согласные (а) и несогласные (б) стратиграфические соотношения; 9 – перерывы в осадконакоплении

Выводы

Приведенное выше краткое изложение современных результатов структурно-вещественного изучения фундамента щитов и их генетической и геоэволюционной интерпретации показывает, что в настоящее время нет объективных данных, свидетельствующих о каком-либо участии тектоники плит в формировании раннедокембрийской земной коры. В связи с этим, соответственно, нет необходимости и в использовании применительно к раннедокембрийской истории плейт-тектонической понятийно-терминологической базы, а термин “геодинамика” и его производные могут и должны применяться по отношению к ранним этапам развития Земли только в их широком общегеологическом содержании.

Литература

- Галецкий Л.С., Кирилюк В.П., Колосовська В.А. Фундамент Східно-Європейської платформи: основні риси будови та проблеми кореляції // Геол. журн. – 2006. – № 2-3. – С. 47–67.
- Геология и полезные ископаемые России. В 6 т. Т. 1. Запад России и Урал. Кн. 1. Запад России / Ред. Б.В. Петров, В.П. Кириков. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. – 528 с.

- Глевасский Е.Б., Каляев Г.И. Тектоника докембрия Украинского щита // Минерал. журнал. – 2000. – Т. 22, № 2/3. – С. 77–91.
- Глубинное строение и геодинамика литосферы / Гл. ред. А.А. Смыслов. – Л.: Недра, 1983. – 276 с.
- Глубинное строение, эволюция и полезные ископаемые раннедокембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы: Интерпретация материалов по опорному профилю 1-ЕВ, профилям 4В и ТАТСЕЙС. В 2 т. + комплект цветных приложений. – М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2010. – Т. 1. 408 с. – Т. 2. 400 с.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Моралев В.М. Глобальная тектоника, магматизм и металлогения. – М.: Недра, 1976. – 231 с.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 1. – М.: Недра, 1990. – 238 с.
- Кирилюк В.П. Об особенностях седиментации, метаморфизма и геологической истории Земли в архее в свете современных представлений о природе Венеры // Геол. журнал. – 1971. – Т. 31, № 6. – С. 42–54.
- Кирилюк В.П. Модель раннедокембрийского монофациального метаморфизма и ультрамета-

- морфизма // Геология метаморфических комплексов. Межвуз. научн.-тематич. сб. – Вып. 6. – Свердловск: Изд УПИ, 1977. – С. 40–47.
- Кирилюк В.П. О влиянии экзогенных факторов на температурный режим формирования раннедокембрийских метаморфических комплексов щитов // Геология метаморфических комплексов. Межвуз. тематич. сб. – Вып. 17. – Екатеринбург: Уральский горный институт, 1991. – С. 4–13.
- Кирилюк 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 Тектонического совещания. Т.1. – М.: ГЕОС, 2005. – С. 281–285.
- Кирилюк В.П. Мегаблоки и геолого-структурные области в раннедокембрийском фундаменте и тектоническом развитии щитов древних платформ // Области активного тектоногенеза в современной и древней истории Земли. Материалы XXXIX Тектонического совещания. Т.1. – М.: ГЕОС, 2006. – С. 203–207.
- Кирилюк В.П. Тектонічна карта України. Масштаб 1:1000000. Частина II. Тектоніка фундаменту Українського щита. Пояснювальна записка до “Тектонічної карти фундаменту Українського щита” масштабу 1:2000000. – К.: УкрДГРІ, 2007. – 78 с.
- Кирилюк В.П. Формирование раннедокембрийского фундамента древних платформ (концепция кратоногенеза) // Фундаментальные проблемы геотектоники. Материалы XL Тектонического совещания. Том 1. – М.: ГЕОС, 2007. – С. 296–300.
- Резвой Д.П. Геодинамика или “геодинамика”? // Бюлл. МОИП, отд. геол. – 1990. – Т. 65, вып. 3. – С. 116–124.
- Розен О.М., Щипанский А.А., Туркина О.М. Геодинамика ранней Земли: эволюция и устойчивость геологических процессов (офиолиты, островные дуги, кратоны, осадочные бассейны). – М.: Научный мир. 2008. – 184 с.
- Салоп Л.И. Геологическое развитие Земли в докембрии. – Л.: Недра, 1982. – 343 с.
- Структурная геология и тектоника плит. В 3-х т. Т. 1 / Под ред. К. Сейферта. – М.: Мир, 1990. – 315 с.
- Хаин В.Е. Особенности тектонического развития земной коры в раннем докембрии – действительные и мнимые // Проблемы геологии раннего докембрия. – Л.: Наука, 1977. – С 5–13.
- Хаин В.Е., Божко Н.А. Историческая геотектоника. Докембрий. – М.: Недра, 1988. – 383 с.

“ГЕОДИНАМІКА” І РАННЬОДОКЕМБРІЙСЬКА ГЕОЛОГІЯ ЩИТІВ ДРЕВНІХ ПЛАТФОРМ

В.П. Кирилюк

Термін “геодинаміка” в контексті тектоніки літосферних плит, як і концепцію неомобілізму загалом, не можна застосувати для з’ясування умов формування ранньодокембрийського фундаменту щитів древніх платформ. Стосовно раннього докембрію доцільно використовувати його інші відомі визначення. Для обґрунтування цього наведено основні структурно-речовинні особливості щитів, які підтверджують їхнє утворення в інших, порівняно з неогесом, геодинамічних обстановках в інтервалі від 4000 до 1900–1600 млн. років тому.

Ключові слова: геодинаміка; древня платформа; кратон; фундамент; щит; ранній докембрій; еогей; протогей.

“GEODYNAMICS” AND EARLY PRECAMBRIAN GEOLOGY OF THE SHIELDS OF ANCIENT PLATFORMS

V.P. Kyrylyuk

The term “geodynamics” in the context of the tectonics of lithospheric plates, as well as the concept of neo-mobilism as a whole, cannot be used for the study of the formative conditions of the early Precambrian basement of the shields of ancient platforms. Other known definitions need to be used with respect to Early Precambrian. To reasoning that the paper demonstrates the major structural-material specifics of shields which confirm that they were formed in geodynamic conditions other than neogeology, during an interval over 4000 to 1900–1600 million years ago.

Key words: geodynamics; ancient platform; craton; basement; shield; Early Precambrian; eogeology; protoeology.