

2. Кирилук В.П. Структурное положение архейских комплексов щитов и геотектоническая периодизация архея // Материалы I российской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия. Геология и геодинамика архея. 27-29 сентября 2005 г. Санкт-Петербург: Центр информационной культуры, 2005. С. 145-150.
3. Кирилук В.П. Тектоніка фундаменту Українського щита (Пояснювальна записка до «Тектонічної карти фундаменту Українського щита» масштабу 1:2 000 000). Київ: УкрДГРІ, 2007. 76 с.
4. Кирилук В.П., Смоглок А.Г. Об основных структурных элементах этажно-блоковой структуры Украинского щита // Геол. журн. 1993. № 3. С. 54-69.
5. Шульдинер В.И. О периодизации раннего докембрия // Общие вопросы расчленения докембрия СССР. Л.: Наука, 1979. С. 115-119.
6. Этапы и типы эволюции докембрийской коры древних щитов / К.О. Кратц, В.Я. Хильтова, А.Б. Вревский и др. Л.: Наука, 1980. 164 с.

## СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННЫЕ И ГЕОКИНЕМАТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ГЕОБЛОКОВЫХ СТРУКТУР ФУНДАМЕНТА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Кирилук В.П.

Львовский национальный университет имени Ивана Франко, г. Львов, Украина, Kyrylyuk.V@i.ua

Тектоническое расчленение и изображение структуры фундамента Восточно-Европейской платформы, как и других древних платформ, длительное время проводилось, а иногда и сейчас еще базируется, на основе выделения разновозрастных складчатых областей. Такой подход, как показывают многочисленные структурные схемы, является маловыразительным, дает лишь некоторые представления об общем структурном плане-узоре фундамента и до сих пор не привел к выявлению устойчивых структурно-тектонических закономерностей фундамента и установлению его типовых структурных элементов. Широко распространенным, и как будто логически выдержанным, на некоторое время стало представление об архейских срединных массивах, или архейских «кратонах», и обрамляющих их протерозойских подвижных поясах [12 и др.], но и оно не отвечает действительности, как с точки зрения реальной структуры, так и по своему содержанию.

Ситуация начала в корне меняться с появлением представлений о закономерной блоковой фрагментации земной коры вообще, и фундамента платформ в частности, которые были системно заложены трудами Л.И. Красного [8, 9]. Именно они стали основанием для последующей типизации блоковых структур Восточно-Европейской платформы.

На первых порах выделение блоковых структур – геоблоков и блоков разного порядка, как на щитах, так и в погруженном фундаменте Восточно-Европейской платформы, проводилось главным образом по геофизическим данным, но впоследствии эти блоки начали наполняться геологическим содержанием. Геоблокное деление обнаженных частей фундамента было начато работами Г.И. Каляева [5] на Украинском щите. Отсюда этот подход распространился на Балтийский щит и другие регионы развития фундамента.

За последние двадцать лет представления о геоблокном строении как Восточно-Европейской платформы в целом [2, 10], так и ее фундамента [1, 3 и др.] значительно расширились и нашли свое отражение на структурных схемах региона, на которых геологические блоки разного порядка разделены межблоковыми зонами глубинных разломов и структурами, которые их сопровождают, – приразломными прогибами, авлакогенами и другими. Этому способствовали как разработка учения о геоблокной делимости литосферы [4, 10, 11 и др.], так и продолжавшиеся исследования Восточно-Европейской платформы, в частности межгосударственные работы 90-х годов, в которых принимали участие научные коллективы Украины, России и Беларуси. Вначале это было составление опубликованного комплекта карт масштаба 1:1 000 000 «Геология и металлогения юго-западной части Восточно-Европейской платформы (Украинский щит, Белорусский и Воронежский массивы)» (1992), а позднее и следующего комплекта карт масштаба 1:2 500 000 для всей территории Восточно-Европейской платформы, который, к сожалению, так и не был завершен. Результатом теоретических разработок этого периода стало дальнейшее упорядочение терминологии учения, в частности определение понятий «геоблок» и «мегаблок», их перевод из терминов свободного пользования в категорию научных терминов, хотя такое их использование пока еще не стало правилом. Следствием практических работ по блоковому расчленению платформы стало разделение региона в целом, без остатка, на ряд кратонных геоблоков и расчленение их фундамента на мегаблоки, а для некоторых регионов и на блоки более высоких порядков. И хотя в вопросах геоблокного районирования остаются еще дискуссионные вопросы, достигнутый уровень расчленения уже дает возможность для типизации блоковых структур фундамента Восточно-Европейской платформы и их сравнения с подобными структурами других регионов.

Следует заметить, что типизация блоковых структур Восточно-Европейской платформы началась не с фундамента, а с платформы в целом. В ее границах Л.И. Красный [10] выделил шесть геоблоков, которые он объединил общим названием «кратонные геоблоки». Среди них автор различал геоблоки высокого стояния, или *анаста-*

*бильные*, с выходами на поверхность древнейших кристаллических комплексов фундамента, и *катастабильные* геоблоки с погруженным фундаментом, полностью перекрытым осадочным и осадочно-вулканогенным чехлом.

Принадлежность геоблоков к разным типам определяется Л.И. Красным по структурно-вещественным признаками – по характеру распространения верхнего, платформенного чехла и по выходам фундамента на поверхность. А определение *геокинематического типа* геоблока – *анастабильного* (с общей тенденцией к поднятию, от греч. «ана» – снизу вверх) или *катастабильного* (с общей тенденцией к опусканию, от греч. «ката» – сверху вниз) – является его интерпретационной характеристикой. Второй тип геоблоков позднее получил название «плитный» [2], по аналогии с которым первый тип целесообразно назвать «щитовым».

По современным данным наиболее обоснованным и рациональным представляется геоблокное деление Восточно-Европейской платформы в целом, и одновременно ее фундамента, на четыре геоблока: *щитовые* – Беломорско-Балтийский и Днепровский (или Украинско-Воронежский) и *плитные* – Белорусско-Прибалтийский и Волго-Камский (или Волго-Уральский). В структуре платформенного чехла эти геоблоки не имеют четких ограничений и их границы являются достаточно условными. Однако в фундаменте они разделены между собой крупными линейными зонами, или *межгеоблокными поясами*: *Волынско-Двинским*, который протягивается в северо-восточном направлении через всю платформу, а также *Рязанско-Саратовским* и *Таллинским поясами* северо-западного простирания. Эти пояса являются самостоятельными историко-геологическими структурами, одноранговыми и комплементарными к геоблокам фундамента, вместе с которыми они определяют главные, наиболее масштабные черты его поясово-блокового строения.

Как показывает сравнение кристаллического фундамента разных геоблоков, каждая из приведенных выше пар плитных и щитовых структурных элементов имеет между собой общие черты геологического строения и четкие отличия от фундамента геоблоков другого типа. Наиболее выразительно это подобие и отличия проявлены в наборе и составе распространенных в разных типах мегаблоков геолого-формационных комплексов.

Напомним, что главными раннедокембрийскими комплексами являются гранулитогнейсовые, амфиболито-гнейсовые, зеленокаменные (метавулканогенные), железисто-кремнистосланцевые (метавулканогенно-хемогенно-терригенные) и гнейсосланцевые (метакarbonатно-терригенные) стратометаморфические геолого-формационные комплексы [6]. Эти комплексы четко различаются между собой не только степенью метаморфизма, но и наборами формаций и структурной позицией. Они являются отражением общей геологической и геотектонической эволюции фундамента кратонов и в полном объеме распространены на большинстве щитов древних платформ. В региональных стратиграфических схемах они выступают в качестве местных стратиграфических подразделений в ранге комплексов или серий как подразделения архея и палеопротерозоя. Как показывает изотопно-геохронологическое сопоставление однотипных подразделений разных щитов, они имеют скользящие возрастные рубежи, что является вполне естественным, принимая во внимание геотектоническую природу комплексов. По нашему мнению, названные стратометаморфические комплексы отвечают разным геотектоническим этапам и стадиям развития земной коры фундамента древних платформ, для которых предлагается использование подразделений геотектонической периодизации [7, 13] – *эогея* и *протогея*. Высокотемпературные эогейские гранулитогнейсовые и амфиболито-гнейсовые комплексы в результате ультраметаморфизма обычно преобразованы в изофациальные гранулитовые и амфиболит-гранитовые гранитно-метаморфические комплексы.

В фундаменте плитных геоблоков резко доминируют высокотемпературные стратометаморфические и сопутствующие гранитно-метаморфические комплексы и очень ограничено, несопоставимо со щитовыми геоблоками ни по площади, ни по полноте разрезов, распространены другие, более молодые комплексы. Своеобразие фундамента плитных геоблоков заключается и в том, что они отличаются от щитовых геоблоков редуцированным разрезом наиболее распространенных в них гранулитовых комплексов.

В отличие от плитных геоблоков, фундамент щитовых геоблоков характеризуется представительным развитием всех комплексов и полнотой их стратиграфических разрезов. На Балтийском и Украинском щитах, и в фундаменте Воронежской антеклизы развиты все известные типы стратометаморфических комплексов, которые определяют собой разные геосторические этапы и геотектонические условия их формирования. Они представлены на разных щитах с различной полнотой, но, тем не менее, их геолого-формационная корреляция и соответствие определенным этапам развития не вызывают сомнения. Площадное распространение разных геолого-формационных комплексов в фундаменте щитовых мегаблоков существенно отличаются. Не менее половины площади занимают гранулитогнейсовые комплексы и их диафоритовые и ультраметаморфические производные. Вторыми по масштабам распространения являются амфиболито-гнейсовые комплексы и замещающие их ультраметаморфические гранитоиды. Зеленокаменные и постзеленокаменные комплексы заметно менее развиты, но все они в определенных типах мегаблоков имеют площадное распространение.

Геоблоки фундамента, в свою очередь, разделяются зонами разломов разного порядка на ряд более мелких блоков. В отдельных регионах фундамент геоблоков наибольшими разломами делится на несколько, как правило, два-три в разных схемах, блоков условно первого порядка, которые в свою очередь разделяются на несколько блоков условно второго порядка. Деление на блоки первого порядка у разных авторов часто существенно различается,

поскольку в основе их выделения лежат не особенности самих блоков, а представление о ранговости разграничивающих их разломов. Деление на блоки второго порядка более однозначно, особенно для щитовых геоблоков. О них сейчас можно достаточно уверенно говорить как о закономерных – *типовых* – структурных элементах следующего порядка за геоблоками, или *мегаблоками*. Что же касается блоков фундамента плитных геоблоков, то их выделение проводится только по геофизическим данным, они в силу более однообразного состава и меньшей изученности из-за закрытости фундамента не могут пока еще быть типизированы по геологическим признакам и идентифицированы как типовые мегаблоки.

Если же использовать для характеристики региональных блоков II-го порядка на щитах, или *мегаблоков*, типовые стратометаморфические геолого-формационные комплексы, то среди них можно выделить пять типов геоблоков: гранулитовые (тип А), гранулит-диафторитовые (тип Б), гранулит-амфиболитовые (тип В), амфиболит-зеленокаменные (больше известные как гранитно-зеленокаменные – тип Г) и гранитно-гнейсосланцевые (тип Д). Принадлежность региональных мегаблоков щитовых геоблоков к разным типам показана в таблице, в которую наряду с мегаблоками Восточно-Европейской платформы включены региональные мегаблоки щитов Сибирской платформы.

Кроме характерного вещественного состава в виде определяющих стратометаморфических геолого-формационных комплексов, составляющих основу структурных этажей мегаблоков, разные типы мегаблоков несут ряд других свойственных им признаков, таких как особенности проявления метаморфизма и ультраметаморфизма, характерные интрузивные формации и даже некоторые особенности деформационной структуры. Все это дает возможность рассматривать мегаблоки как закономерные структурные элементы щитов и фундамента платформ в целом и считать названия и индексы типов мегаблоков носителями их обобщенной системной характеристики.

**Мегаблоки щитовых геоблоков Восточно-Европейской и Сибирской платформ**

Типы мегаблоков	Восточно-Европейская платформа			Сибирская платформа	
	Балтийский щит	Украинский щит	Воронежская антеклиза	Алдано-Становой щит	Анабарский щит
Гранитно-гнейсо-сланцевый (тип Д)	Ладожский (Свекофеннский)	Тетеревский Кировоградский		Чарско-Удоканский	
Гранитно-зелено-каменный (тип Г)	Приднепровский	Карельский	Курский (КМА)	Олекминский	
Гранулит-амфиболитовый (тип В)	Бугско-Росинский			Становой	
Гранулит-диафторитовый (тип Б)	Подтип Б <sub>1</sub>		Брянский		Анабаро-Мукунский
	Подтип Б <sub>2</sub>	Приазовский	Кольский		
Гранулитовый (тип А)	Подольский			Алданский	Попигайский

Наборы структурных этажей типовых мегаблоков позволяют отнести их к нескольким геокинематическим типам, которые с использованием терминологии Л.И. Красного могут быть названы: тип А – *анастабильный* (погружение в раннем эогее с последующим устойчивым воздыманием на протяжении всего раннего докембрия); тип В – *ката-анастабильный* (погружение в эогее и воздымание в протогее); тип Г – *катастабильный* (погружение на протяжении всего эогее и протогее); тип Д – *мобильный* (чередование этапов погружений и поднятий). Гранулит-диафторитовые мегаблоки, вероятнее всего, являются глубоко денудированными мегаблоками типа В (подтип Б<sub>1</sub>) и типа Д (подтип Б<sub>2</sub>).

К настоящему времени уже накоплен определенный опыт комплексного геофизического исследования конкретных блоковых структур щитов с целью выяснения их глубинного строения и его связи с приповерхностными структурами [14 и др.]. Можно надеяться, что дальнейшее изучение геоблоков и мегаблоков, как закономерных, *типовых* структурных и геосторических элементов фундамента кратонов, будет способствовать дальнейшему прогрессу в решении этой проблемы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Галецкий Л.С., Колосовская В.А., Шевченко Т.П. и др. Геологическое развитие и металлогения докембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы // Международная конференция «Глубинное строение литосферы и нетрадиционное использование недр Земли». Тезисы докладов. Киев, 1996. С. 138-140.
2. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Том 1. Русская платформа / Под ред. В.Д. Наливкина и К.Э. Якобсона. Л.: Наука, Лен. отд., 1985. 356 с.
3. Геология и полезные ископаемые России. В шести томах. Т. 1. Запад России и Урал. Кн. 1. Запад России. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 528 с.
4. Дедеев В.А., Шустова Л.Е. Геоблоки европейской части СССР. Сыктывкар, 1976. 50 с.
5. Каляев Г.И. Геотектоническое районирование Украинского щита по структурно-формационным критериям // Петрография докембрия Русской платформы (Труды первого регионального петрографического совещания по Европейской части СССР). Киев: Наук. думка, 1970. С. 87-94.

6. 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 Тектонического совещания. Т. 1. М.: ГЕОС, 2005. С. 281 -285.
7. Кирилук В.П. Геотектоническая периодизация раннего докембрия // Фундаментальные проблемы геотектоники. Материалы XL Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2007. С. 292-296.
8. Красный Л.И. Геоблоки // Геотектоника. 1967. № 5. С. 103-120.
9. Красный Л.И. Проблемы тектонической систематики. М.: Недра, 1972. 152 с.
10. Красный Л.И. Глобальная система геоблоков. М.: Недра, 1984. 224 с.
11. Красный Л.И. Основы учения о блоковой (геоблоковой) делимости литосферы // Геол. журн. 1993, № 3. С. 4-13.
12. Синицын А.В. Региональная тектоника и металлогения раннего докембрия. Л.: Наука, Лен. отд., 1990. 491 с.
13. Шульдинер В.И. Докембрийский фундамент Тихоокеанского пояса и обрамляющих платформ. М.: Недра, 1982. 226 с.
14. Starostenko V.I., Pashkevych I.K., Kutas R.I. Deep-Seated Structure of the Ukrainian Shield // Mineral. Journ. (Ukraine). 2002. 24. № 2/3. P. 111-121.

## ОБЩЕКОРОВАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ – УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Кисин А. Ю.

Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, kissin@igg.uran.ru

Благодаря быстрому и динамичному развитию геофизических методов исследований за последние 100 лет, представления о глубинном строении земной коры качественно изменились. На основании преимущественно геофизических исследований строятся различные модели многослойной коры, выявляются разноранговые неоднородности и признаки упорядочности. В последние десятилетия в тектонофизике возникло и активно развивается направление на изучение структурированных сред [2, 3 и др.]. С этими представлениями тесно переплетаются разработки М.Г. Леонова в области «рейдной» тектоники. Показано, что структурирование среды – явление многоуровневое. Деформация структурированных сред протекает по своим законам и структурированность среды при этом сохраняется. Концентраторами напряжений в структурированных средах выступают отдельные домены, вызывающие неравномерную деформацию. Известно, что при горизонтальном ориентированном сжатии земная кора деформируется. В свете выше сказанного, было бы нелогично ожидать, что деформации коры проходят без системно и ограничиваются лишь разрывными нарушениями и надвиганием тектонических пластин одна на другую. Логичней ожидать, что деформации коры породят новую (или видоизменяют старую) структурированную область. Складчатость, вероятно, является идеальным кандидатом на эту роль.

Еще в 1922 г. Э. Арган [1] выдвинул идею о **подкорковых течениях** и существовании **складок основания и складок чехла**. Идея приобрела сторонников, но не приобрела признания и не получила соответствующего теоретического развития. Развиваемая здесь модель общекоровой складчатости принципиально отличается от модели Э. Аргана, поскольку в основе ее лежат ориентированные горизонтальные напряжения в земной коре и изгибная тектоника. Лучшее всего она ложится на концепцию реологически расслоенной коры, разрабатываемую в ГИН РАН. В этом случае верхняя (упругая) кора подходит под определение «компетентный слой», а нижняя (пластичная) кора и атмосфера + гидросфера подходят под определение «некомпетентные слои». В результате этого мы имеем классическую слоистую модель, способную к продольному изгибу. Потеря изгибной устойчивости упругой коры при горизонтальном ориентированном сжатии имеет место при наличии любой крупной неоднородности. А поскольку земная кора является внешней, самой тонкой и самой анизотропной из твердых оболочек Земли, то можно утверждать, что **изгибная неустойчивость коры уже заложена в ее анизотропии**. Следовательно, анизотропия коры определяет знак изгиба (положительные изгибы на выступах фундамента, а отрицательные – на впадинах, рифтах), что хорошо согласовывается с принципом унаследованности. Классической тектонопарой при общекоровой складчатости являются «надвиг + продольный изгиб», которые не могут существовать друг без друга (как и общекоровая складчатость без них). Благодаря этой тектонопаре – изгибающие моменты являются **максимальными** изначально, а угол кривизны изгиба начинается, примерно, с  $90^0$  (!). То есть, изгиб стартует уже с небольшим радиусом, что сильно уменьшает длину волны (вероятно, в несколько раз). Энергия фокусируется на минимально возможном объеме. Градиенты напряжений максимальные, из возможных. Это чрезвычайно важно для функционирования модели общекоровой складчатости, как это будет видно ниже. В итоге **деформации изгиба осуществляются практически при любых сжимающих напряжениях**. Меняется только скорость деформации, что отражается на конечном результате.

Сущность тектонических процессов заключается в передаче механической энергии на расстояние. Сущность же продольного изгиба коры заключается в **локализации и фокусировке** этой энергии, **аккумуляции и трансформации** ее в другие виды энергии (тепловую, химическую и др.). Без преувеличения можно сказать, что продольный изгиб коры является самым энергоёмким из всех процессов тектонического ее преобразования.