

СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ

УДК 551.732

ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО ЛИТОСФЕРЫ И ВЕНД КАК
ГЕОИСТОРИЧЕСКОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ НЕОПРОТЕРОЗОЯ

Б.С. Соколов

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, 123, Россия

Историко-геологическая и палеобиосферная информация, раскрывающая эволюцию Земли во взаимодействии ее геосферных оболочек, определяет хроностратиграфическое пространство литосферы. Носителями этой информации являются стратиграфические подразделения. Элементарной ячейкой структуры хроностратиграфического пространства фанерозоя является биостратиграфическая зона, а в протерозое эту функцию выполняют секвентемы. Вендская секвентема, нижняя граница которой связана с окончанием ледниковой субэратемы, формированием последних диамиктитов (Varangerian, Marinoan) и крупнейшей постгляциальной трансгрессией, имеет уникальную палеонтологическую характеристику, которая постоянно расширяется и детализируется. В хроностратиграфическом пространстве венд, несомненно, относится к неопротерозою, однако составляет единый с фанерозоем акрохрон биосферной эволюции. Вендский этап разделяет и связывает два разновеликих интервала эволюции геомериды — более длительный (от возникновения самой жизни до начала венда) временной интервал, отмеченный доминирующей ролью прокариотных экосистем, и относительно короткий, но разительно отличающийся своим невероятным биоразнообразием существования экосистем современного типа с явной доминантой эукариот.

Венд, биосферная эволюция, стратиграфическая геохронология, литосфера, неопротерозой.

THE CHRONOSTRATIGRAPHIC SPACE OF THE LITHOSPHERE AND THE VENDIAN
AS A GEOHISTORICAL SUBDIVISION OF THE NEOPROTEROZOIC

B.S. Sokolov

Chronostratigraphic space is defined as information about the geologic history and paleobiosphere that elucidates the Earth's evolution in the interaction of different layers of the geosphere. Stratigraphic subdivisions act as an information-carrying medium. Elementary units in the Phanerozoic chronostratigraphic space are biostratigraphic zones, whereas in the Proterozoic space, sequentemes. The Vendian sequenteme has a unique paleontological characteristic, which continuously expands and is refined. Its lower boundary determines the top of cryogenic suberatheme and is marked by deposition of the last diamictite (Varangerian, Marinoan) and the largest postglacial transgression. In the chronostratigraphic space, the Vendian is surely Neoproterozoic but constitutes a single acrochone of the biosphere evolution with the Phanerozoic. The Vendian stage divides and connects two different-sized intervals in the evolution of Geomerida: a long interval of time (from the origin of life to the beginning of the Vendian) marked by a predominance of prokaryotic ecosystems and a relatively short interval with the incredible biodiversity of modern-type ecosystems dominated by eukaryotes.

Vendian, biosphere evolution, stratigraphic geochronology, lithosphere, Neoproterozoic

ВВЕДЕНИЕ

Стратиграфическая концепция в геологии остается одной из наиболее ранних и разработанных. Она относится к числу исторических концепций и, следовательно, с наибольшим правом претендует на научную фундаментальность, подобно эволюционной концепции в биологии. Обе они находятся в основе наших представлений о развивающейся («живой», по Карлу фон Бэру) планете в Солнечной системе на протяжении последних почти 4 млрд лет. Подобных знаний мы не имеем ни по одному другому планетному телу во Вселенной. Через стратиграфическую геохронологию и биосферную эволюцию записаны на Земле и все геокосмодинамические события, произошедшие на протяжении этого гигантского времени.

литологических, была открыта и важность признаков палеонтологических, которые вскоре стали главнейшими в фанерозое.

Важно подчеркнуть, что в целом весьма стройная конструкция сочетаний геологических систем — от кембрия до квартала — вырабатывалась в достаточной степени стихийно опытным путем, без заранее разработанной программы, но региональный эмпирический подход и интуиция классиков стратиграфии континентальной Европы оказались столь основательной базой для формирования представлений о лике каждой системы, что и по прошествии почти двух веков со времени великого стратиграфического двадцатилетия мы не видим необходимости в какой-либо принципиальной перестройке созданного историко-геологического каркаса. Не умозрительные и кабинетные модели сформировали наше представление о структуре и динамике литосферы, а натуральный опыт в полевых наблюдениях и прежде всего геологическое картирование, опирающееся на геохронологию литологических слоистых и складчатых тектономагматических комплексов. Чисто геофизические и геотектонические подходы не могут дать правильного и полного представления о самом главном в геологическом процессе — его историзме без предварительно разработанной и понятой стратиграфической базы. Это отлично понимали классики стратиграфии, занимавшиеся геологической съемкой. Но этим необходимо владеть и современным стратиграфам, перенесшим основное внимание на специальные методы стратиграфии, разрабатываемые в лабораториях (микрпалеонтологические, литогеохимические, геофизические). Получаются очень интересные модели, но нередко они работают сами на себя, а не на реальную геологическую ситуацию, характеризующую палеобассейны.

Однако состоявшееся выделение геологических (стратиграфических) систем не означало незыблемости этого каркаса. Оставалась проблема границ между ними. Долгое время ее не замечали, а когда она возникла при достаточно глубоком изучении последовательностей слоев (кембрий—силур (особенно мучительная проблема для Р.И. Мурчисона и А. Седжвика) или силур—девон (ставшая важнейшей моделью исследования для всех систем), карбон—пермь (приведшая к промежуточному понятию «пермокарбона»), мел—палеоген (породившая еще одну проблему — датского яруса, и т.д.)), то возникали и острейшие конфликты личного и научного характера. Путь к преодолению этих конфликтов лежал только через детализацию стратиграфии осадочных секвенций от порядка — система до элементарной единицы через выработанную иерархию отдел (серия) — ярус — зона. Условно я буду называть обобщенно элементарную единицу «биостратиграфической зоной», хотя понятия биозональной стратиграфии очень обширны. Эта иерархия есть опорная фанерозойская модель стратиграфии на биохронологической основе. Только использование этой модели позволило в 1972 г. впервые окончательно сформулировать биологический (палеонтологический) принцип типизации стратиграфической границы между системами и ярусами. Это было принято на Монреальской (Канада) сессии Международного геологического конгресса, а работа международной комиссии экспертов Международного союза геологических наук (МСГН), охватившая все континенты, началась с 1958—1960 гг. Сколь сложным был путь к этому решению, легко понять на примере двух систем — силурийской и девонской, если учесть, что сами системы были установлены в Уэльсе (Великобритания), ярусное деление девонская система получила в Арденнах (Бельгия), а типовая нижняя (именно нижняя!) граница девонской системы была принята в Клонке (Баррандиен, Чехия) по подошве слоев с граптолитами (зона *Monograptus uniformis*) и сопутствующей ассоциацией трилобитов, конодонтов, тентакулитов и других групп, комплекс которых приобретал свое собственное корреляционное значение. Я назвал этот принцип «передачей корреляционной функции», только он работает в глобальной биохронологической корреляции, он более строг, чем принцип «взаимозаменяемости разных признаков», предложенный для региональной стратиграфии С.В. Мейеном.

Дигби Макларен, председатель экспертной группы специалистов по границе S/D, предложил избранный пункт на местности фиксировать как реперную точку, стратотип (лимитотип) нижней границы соответствующей системы как международный стандарт, отвечающий современному уровню знаний, и называть ее «золотым гвоздем». Международная комиссия по стратиграфии (МСК) при МСГН восприняла такую процедуру фиксации стратиграфических границ систем как программную задачу с целью устойчивости глобальной корреляции, и эта работа еще не доведена до конца. Она объединила усилия стратиграфов и палеонтологов всех стран, как ни одна другая из историко-геологических программ МПГК МСГН, и это вполне естественно, поскольку стратиграфия лежит в основе международной геологической картографии. Однако многими исследователями она была воспринята не как завершение исторической задачи определения границ между стратиграфическими системами и их ярусами, а как новая научная концепция в стратиграфии вообще, отвлекающая внимание от изучения более содержательных проблем, связанных не с границами подразделений, а с самими подразделениями, их дальнейшей детализацией и извлечением той многоплановой информации, которая заключена в самих осадочных секвенциях и которая дает наиболее полное представление о среде и жизни древних седиментационных бассейнов. Программа разработки «золотых гвоздей» — это не столько новая концепция, сколько абсолютно необходимая процедура выработки опорных критериев при стратиграфической корреляции. Не

может быть стратиграфических подразделений без их фиксированных границ: они же подлежат картированию и необходимы для различных научных и поисковых целей в геологии. Это не значит, конечно, что лимитотипы утверждаются на все времена, они соответствуют современному уровню наших знаний и могут уточняться в дальнейшем. Надо признать как аксиому, что ни один из методов отдаленной стратиграфической корреляции не дает нам бесспорной точности результата: корреляционные линии свидетельствуют вовсе не о синхронности, а только о приближении к доступной точности, и максимальную эффективность при этом имеет палеонтологический метод. Представление о равенстве всех методов в стратиграфической корреляции — чистая иллюзия.

В 50-х годах прошлого столетия, когда в нашей стране впервые создавался национальный Стратиграфический комитет (МСК), остро встал вопрос: что собой представляют выделяемые или выявляемые стратиграфические подразделения, носившие обычно название толщ, свит, слоев — реальные геологические объекты или искусственно создаваемые геологами общности этих слоев, удобные для геологического картирования. Ответы были разные, но, в конечном счете, было признано, что природа этих подразделений должна быть естественно-исторической. Это было четко сформулировано представителями Геологического комитета России уже на первых сессиях Международного геологического конгресса в конце XIX в. Это принципиальное положение, от него нельзя отступать. Оно влечет за собой и признание реальности геологического времени: геологические эры, периоды, века. «Примат в стратиграфии в силу специфики конструирования геологического времени принадлежит материальным носителям этого времени — стратиграфическим подразделениям и заключенной в них информации... Ни одно из свойств времени не может быть обнаружено помимо физических документов геологии, помимо развития материальной субстанции» [Соколов, 1971, с. 158]. Такой вывод следовал из глубоких рассуждений В. И. Вернадского о времени и биосферной эволюции. Сейчас я могу это только повторить. Весь мировой опыт геологических исследований в фанерозойской части стратисферы опирался на признания примата стратиграфического подразделения над его производной — временем формирования соответствующей части стратисферы. Но казус произошел с докембрием, который не имел глобальных стратиграфических подразделений как фанерозойская зонотема. Все его подразделения были региональными, связанными с отдельными континентами, их кратонами или складчатыми поясами. Глубоководное бурение в Мировом океане, начавшееся с 1968 г., не принесло ничего нового и показало, что не принесет и в будущем, так как океанская кора безмолвствует, а ее осадочный чехол не древнее мезозоя, даже триаса. Значит максимально доступная для полного изучения земная кора связана только с континентами и только в их пределах, как и в фанерозое, надо вырабатывать критерии расчленения и стратиграфической корреляции различных осадочных, осадочно-вулканогенных и метаморфических комплексов докембрийских толщ протерозоя и архея, выходящих на дневную поверхность или вскрываемых глубоким бурением в континентальных синеклизах на древних платформах.

ВЕНД КАК ГЕОИСТОРИЧЕСКОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ НЕОПРОТЕРОЗОЯ

Огромные успехи в стратиграфии фанерозоя и связанного с ним венда, достигнутые на основе использования палеонтологических методов, особенно микропалеонтологических во всем их объеме, породили надежду, что и палеонтология докембрия охватит своим биостратиграфическим подходом, по крайней мере, поздний протерозой. В научном смысле это удивительным образом оправдалось и в Сибирском отделении Академии наук СССР, где в 1965 г. был впервые организован специальный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия с участием европейских ученых [Соколов, 1965, 1966, 1979]. Палеонтологическую характеристику получили отложения предкембрийского вендского комплекса, ставшего стратотипом новой вендской системы [Sokolov, 1964], прослеженной теперь по всем континентам, и рифейской эратемы с ее тремя подразделениями. В венде же была открыта и так называемая «эдиакарская биота» уникальных макрофоссилий, получившая позднее формальное название *Vendiata* [Гуреев, 1987] или *Vendobionta* [Seilacher, 2007], заключающая как несомненных *Metazoa* (книдарий, артикулят, моллюсков, червей), так и крупных (нередко гигантских) ископаемых пока неустановленного систематического положения (чарнииды, рангеиды, петалонамы, дикинсонии). Вендобиионы s.str. оказались маркирующей биотой венда на всех континентах, но заняли в ней положение массовой биоты лишь в нижней части верхнего венда. В верхней — предкембрийской части типичными последовательно оказались биота древнейших слоевищных растений группы *Vendotaenides* [Гниловская, 1971, 1988, 2003], первые появившихся в довендское время, и биота тубикуляморфных организмов группы *Sabelliditida* [Sokolov, 1972] и рода *Cloudina*. Нижний холодноводный венд, начинающийся трансгрессивным морским тиллитом или диамиктитами (лапландский, варангерский и аналоги) был еще эпохой разнообразного фитопланктона. По всему венду были обнаружены вместе с акритархами пузырьвидные макропланктонные водоросли типа *Beltanelloides* и других чуариаморфид. Обнаружились и разнообразные следы подвижного бентоса (trace fossils). Таким образом, венд как докембрийское

образование впервые получил комплексную палеонтологическую характеристику. Казалось, что и на более поздний докембрий могла быть распространена модель биостратиграфии, выработанная на фанерозойском опыте.

Первоначально я, как, впрочем, и многие другие исследователи прототипа венда — скандинавско-го эокембрия или китайского синия в его платформенных фациях, а позднее — австралийского эдиакария в представлениях А. и Ж. Термье [Termier, Termier, 1960, 1964], П. Клауда и М. Глесснера [Cloud, Glaessner, 1982], отнес вендский комплекс к палеозою или просто к фанерозою. Но не все оказалось так просто. Именно проблема типизации стратиграфических границ геологических систем, а следовательно, и их подразделений, оказалась разработанной в целом только для внутренних границ фанерозойских систем, но не для определения границ самого фанерозоя как нижней — с протерозоем, так, вероятно, и верхней — с кварталом — антропогеном. Вот подлинно глобальные проблемы в истории Земли! Венд оказался важнейшим рубежом в поисках этого объекта; в нашей геологии он особенно беспокоил В.В. Меннера как стратиграфа и А.А. Богданова как геологического картографа. Покушения на самостоятельность венда были с разных сторон — его хотелось куда-то пристроить, но Стратиграфический комитет СССР—России его уберег как новую систему (подобно миссиссипию и пенсильванию в США) и в этом особая заслуга Д.В. Наливкина и А.И. Жамойды. Оказалось, что принципиально достаточно четко может быть обоснована лишь нижняя граница кембрийской системы палеозойской эратемы по биостратиграфической модели фанерозоя, независимо от того, будет ли она окончательно принята по подошве томмотского яруса в Сибири, или по немакит-далдынскому, или балтийскому ярусу, отнесенным сейчас к венду. В любом случае, это будет биозональная граница, как во всем фанерозое, что уже показали поиски границы докембрия и кембрия за пределами России. Самым удивительным образом ее репер Международная комиссия по стратиграфии утвердила на Ньюфаундленде (Канада) как в отрыве от стратотипа эдиакария в Австралии, так и от венда в Европейской России и Сибири, где вне всяких сомнений находится самая полная, палеонтологически обоснованная, последовательность ярусов нижнего кембрия. Интервал определения этой границы на Сибирской платформе предельно сужен; в Сибири нет зловещего зияния между слоями с эдиакарской биотой и, уже совсем не древнейшей, биотой археоциата кембрия, как в Австралии. В принятом решении больше политики, чем научного содержания [Розанов и др., 1997].

Нижняя граница венда, как и совсем другая, чисто седиментологическая граница эдиакария в Южной Австралии по подошве «карбонатной шляпы» формации Нукколины, залегающей выше тиллита Марино, не имеет биостратиграфического обоснования — она уже является внутренней протерозойской границей, где все значительные стратиграфические разделы связаны с перерывами в последовательностях секвенций и консеквенций типа рифейских и карельских, т.е. они являются историко-геологическими. Палеонтологическое содержание имеют и эти подразделения, но оно специфическое — это акритархи, строматолиты, микробиальные маты. Биологическая масса различных микроорганизмов (археобактерии, цианеи, фитопланктон, грибы) местами фантастична, но это не фанерозойский мир Metazoa и Metaphyta в его таксономическом и экосистемном разнообразии. Лишь вендский период с его первыми морскими биотами бентоса и планктона стал предтечей фанерозойской Геомериды [Беклемишев, 1928]. Она и стала основой биостратиграфии фанерозоя.

Не эволюционно-биологическое, а чисто геосферное событие произошло перед этой вспышкой жизни. Это событие получило в литературе название «snowball Earth» (заснеженного земного шара). Если за начало венда принять примерно 650—630 млн лет, что, конечно, не совпадает с подошвой горизонта Нукколины, то это событие произошло, по нашей терминологии, на исходе позднерифейской эратемы. Вендский период начался в конце ледникового периода, а точнее — в конце ледниковой субэратемы — одной из самых грандиозных в истории Земли и связанной с крупнейшими проявлениями геодинамики. Постгляциальная трансгрессия началась с выпадения последних морских тиллитов и диамиктитов завершающего оледенения этого цикла. Оно имело субглобальный характер и уже давно было установлено в Скандинавии (варангерский или вендский тиллит), в бассейне Янцзы (синийские тиллиты), в Южной Австралии (тиллит Марино) и ряде других областей. В стратотипическом регионе венда (Европейская Россия, Белоруссия, Украина) это лапландский гляциогоризонт венда, установленный Н.М. Чумаковым [Chumakov, 2007], включающий не только тиллиты. Его палеонтологическая характеристика, ограниченная в основном акритархами, значительно уступает по своему стратиграфическому эффекту тому, который несет сам флювиогляциальный комплекс пород, предшествующий первому популяционному взрыву в венде (собственно эдиакарский век или редкинский в нашей системе подразделений). Второй кембрийский популяционный взрыв открыл совершенно новое течение эволюционного процесса на Земле. Венд оказался той ретроспективной вехой эволюции, которой так недоставало Дарвину.

Международная комиссия по стратиграфии докембрия в 2004 г. утвердила решение Подкомиссии по терминальной системе протерозоя с условной нижней границей 630 млн лет и названием не «вендская», уже широко укрепившимся в литературе с конца 50-х годов, а «эдиакарская». Эта датировка не

имеет никакого отношения к стратотипической подошве эдиакария в Южной Австралии — литологической формации Нукколины. Но таким путем была разрушена геисторическая концепция венда, на что потребовалось десятилетнее обсуждение. Это, конечно, научный казус, но он оказался прецедентом для Подкомиссии по докембрию в подходе к стратиграфии докембрия вообще. Он стал не исследовательским, геисторическим, как в фанерозое, а просто геохронометрическим, который без всякого основания начал называться «геохронологическим». Геохронологическим было только историческое формирование стратиграфических подразделений фанерозоя. С недопустимой поспешностью (прямо-таки клондайкской) было сразу выделено 10 периодов (систем) в протерозое с собственными названиями, хорошо этимологически объясненными, но не имеющими за собой изученных геологическими методами стратотипов. Пока это только *nomen nudum*, что не может быть предметом приоритетной охраны [Gradstein et al., 2004].

Серьезного обсуждения требует и использование в стратиграфии докембрия термина «стратиграфическая система», являющегося в фанерозое основным и несущим, прежде всего, биохронологическую нагрузку. Из всех протерозойских систем только эдиакарий приближается к понятию система, но и он занимает особое место. Его нельзя рассматривать без контекста с вендом, который впервые стал подлинным стратиграфическим носителем эдиакарской биоты в своей средней части, но это лишь одна из нескольких биот венда. Кроме того, целостное представление о терминальной системе неопротерозоя дает только включение в его состав базального морского гляциогоризонта — варангерского или лапландского уровня, как правильно обосновывают Н.М. Чумаков [2008], В.В. Хоментовский [2008], М.А. Семихатов [1994, 2008] и др.

Особое положение венда заключается и в том, что он не только завершает позднепротерозойскую эпоху оледенений, начавшихся в криогене — периоде, конечно, более многозначном, чем только ледниковый, но и начинает совершенно новый историко-геологический этап крупнейшей трансгрессией на кратоны Земли. Начало этой трансгрессии всегда было в поле внимания геологов, пытавшихся разобраться с событиями, происходившими на рубеже кембрия и докембрия, и определить положение мощного комплекса отложений, залегающего непосредственно под кембрием и включающего характерные горизонты тиллитов или диамиктитов. Сформулировалось два подхода к решению этих вопросов, я их называю эокембрийским и инфракембрийским. Первый ведет свое начало от В. Рамзая [Ramsay, 1911], предложившего название «эокембрий» для спарагмитовой формации Скандинавии, и Б. Асклунда [Asklund, 1958], сохранившего его только для верхнего, красного спарагмата, отвечающего варяжской серии с варангерским тиллитом. Именно с ним я впервые сопоставил вендский комплекс или серию Русской платформы [Соколов, 1952; Sokolov, 1958, 1964] — типовой для вендской системы. Вторым подход связан с французскими геологами и опытом их работы в Северной Африке, прежде всего с именем Н. Н. Меншикова [Menchikoff, 1949] и П. Прюво [Pruvost, 1951], предложивших название «инфракембрий». Первый подход уводил терминальное подразделение в палеозой и, следовательно, фанерозой, второй удерживал в протерозое. В самом начале и я считал вендский комплекс «палеозойским докембрием», связывая его с эокембрием и синийской системой Китая как палеозойской, по определению А. Грабау [Grabau, 1922], С. Ли [Lee, 1924] и других китайских геологов, имевших в виду как типовой, только разрез на платформе Янцзы. Супруги А. и Ж. Термье [Termier, Termier, 1960, 1964, 1968], впервые употребившие название «Ediacarien», для первого палеонтологического яруса эокембрия, начинающего кембрий, также считали его палеозойским. Поднявшие уровень этого яруса до системы, П. Клауд и М. Глесснер [Cloud, Glaessner, 1982] включили его в состав фанерозоя. И только Подкомиссия МКС по терминальной системе докембрия утвердила его в составе протерозоя, что было совершенно правильно, хотя нижние границы эдиакария и вендской системы оказались разными. И это уже принципиальный вопрос!

Подкомиссии по терминальной системе докембрия, созданной после Московской сессии МГК (1984), когда вслед за вендом стало широко использоваться и название «эдиакарий», поручалось вынести решение по его границам и названию ввиду их очевидной близости. Теоретически верхняя граница должна была определяться подошвой кембрийской системы как основанием палеозоя и фанерозоя; принцип ее обоснования был ясен — биостратиграфический, хотя оставался еще окончательно нерешенным вопрос о ярусном расчленении кембрия. Конкурирующими основаниями для нижней границы стали гляциальные последовательности, а точнее — подошва верхнего тиллитоносного горизонта (Varangerian, Marinoan) или наблюдаемая во многих случаях, как в Австралии, «карбонатная шляпа». Обсуждалась и перспективность эдиакарских акритарх, впервые раскрывших свой биостратиграфический потенциал уже в 1950-х годах при изучении верхнепротерозойских отложений (рифей и венд) СССР. Уже к началу 2000 г. стало ясно, что эксперты (20 из 18) отдадут предпочтение «карбонатной шляпе», а в 2004 г. это решение было принято на сессии МГК во Флоренции вместе с названием системы. Венд на этот раз решено не рассматривался — решение было принято подкомиссией голосованием (!). Новая «Международная стратиграфическая шкала» (2000—2004) обсуждалась в заседаниях Стратиграфического комитета России и вызвала острую критику в отношении верхнего докембрия; предложение

о выделении новых систем на нумерической основе было отклонено, а «неопротерозой-III» был принят как вендская система, уже вошедшая в Стратиграфический кодекс России* [Жамойда, Петров, 2008].

Пытаясь понять, почему произошло изменение отношения к принципам стратиграфии, традиционно используемым в российской и европейской стратиграфии, и в современном подходе к этому Международной комиссии по стратиграфии МСГН, я пришел к выводу, что причиной является практицизм. Вероятно, это естественное следствие гаснущего интереса к истории науки, а проще сказать — к работе мысли предшественников. Апостолом американского практицизма в стратиграфии во второй половине XX в. стал, несомненно, выдающийся геолог Холис Хэдберг (Hedberg), с которым мне приходилось встречаться. Три принципиально ошибочных положения, как мне представляется, лежат в основе этого подхода.

1. Отрицание необходимости естественно-исторического подхода к обоснованию стратиграфических подразделений, т.е. геоисторизма.

2. Непонимание (или отсутствие интереса) природы геологического времени, являющегося, как выражался К.В. Симаков [2003], не независимой субстанцией, а реальностью, связанной только с материальными системами (биостратисфера). Непонимание, что геохронометрия и геохронология, это разные вещи. Преувеличение самодостаточности для стратиграфии радиоизотопного метода измерения времени.

3. Убеждение, что в стратиграфии все ее методы равноправны. В действительности, существует не множество стратиграфий, а только множество методов региональной стратиграфической корреляции, из которых только исторические пригодны для глобальной стратиграфии. В фанерозое это зональный биостратиграфический метод, на основе которого создана классическая иерархическая модель. В докембрии эта модель уже не применима, хотя палеонтология докембрия стала реальностью. А в квартере — антропогене должна вырабатываться своя климатозоостратиграфическая модель с совершенно другой ценой элементарной стратиграфической единицы. В целом, вероятно, можно говорить о трех основных моделях стратиграфии: петростратиграфии для архея и палеопротерозоя, секвенс-стратиграфии для всего протерозоя и биостратиграфии для фанерозоя.

Но чем же увенчался, несомненно, пионерский опыт использования палеонтологического метода в стратиграфии докембрия и, прежде всего, протерозоя? Бесспорно, что присутствие биосферы на Земле устанавливается практически с возникновения водно-осадочного процесса и что на третьем миллиарде лет формирования литосферы в земной коре уже стала накапливаться палеобиологическая информация, связанная с прокариотной формой жизни, и что жизнь, однажды появившись, уже никогда не прерывалась, оставив свою сложную летопись в докембрии, как и в фанерозое. Несметному живому множеству на Земле В.Н. Беклемишев [1928] дал яркое название «Геомерида», считая началом ее жизни докембрий; она — первый и одновременно высший биоценоз земной биосферы и пока единственный во Вселенной. Ее эволюция, диверсификация и история дали живой Земле совершенно уникальный инструмент биохронологии, ставшей основой и геохронологии. Специфика жизни в докембрии заключается в темпе ее эволюции, уровне биологической организации, возникновении лишь в неопротерозое — венде сложных многоклеточных организмов, царством которых стал фанерозой. Только фанерозой поэтому получил подлинную биостратиграфию и позволил выработать ее биохронологическую модель, в основе которой лежит биозональность. В довендском протерозое это не достигается и вряд ли может быть достигнуто в условиях еще прокариотной эволюции. Биосфера фанерозоя, начиная с кембрия, это биосфера почти современного типа. Кажется, необходимо сделать вывод, что стратиграфические подразделения протерозоя, которые аналогичны по положению фанерозойским системам, но по возрастному объему имеют в 2—3 раза большую длительность, должны получить другую терминологию, фанерозойская модель для докембрия решительно не подходит. На первое место здесь выходят сами стратиграфические последовательности — секвенции разного порядка, несущие и микропалеонтологическую информацию, но иного таксономического ранга. Я уже предлагал ранее термин «секвентема», но, может быть, «субэратема» был бы более удачным. Среди всех секвентем протерозоя вендская останется на особом положении и в будущем: она первая содержит разнообразие эукариотных макробиот, среди которых, однако, только эдиакарская s.str. не имеет аналогов в фанерозое.

Отложения вендской системы в России получили комплексную палеонтологическую характеристику, хорошо определяющую основные подразделения при двухчленном делении. Нижний венд, как и рифейские субэратемы, имеет микропалеонтологическую характеристику. Она сохраняет свое значение

* Добавлю к этому досадную подробность. Я впервые выступил в 1964 г. на Международном геологическом конгрессе в Нью-Дели (Индия) с докладом о венде как системе и периоде глобального характера; доклад был опубликован на английском языке [Sokolov, 1964], но эта действительно приоритетная работа оказалась совершенно не упоминаемой в зарубежной литературе, в том числе и в обобщающих изданиях [Cloud, Glaessner, 1982], библиографиях, приводимых Подкомиссией МКС в ее публикациях, и даже в фундаментальных монографиях о вендо-эдиакарской биоте по проекту МПГК № 493 «The Rise and Fall of the Vendian Biota (2003—2007)».

и в верхнем венде, но в нем впервые появляется разнообразие биот макроорганизмов животного и растительного происхождения. Эдиакарская биота с ее характерными тремя формальными группами радиально-лучевых петалонидов, трехлучевых трилобозой и, несомненно, подвижных проартикулятов [Федонкин, 1981, 1987; Иванцов, Леонов, 2009], к которым, прежде всего, и должно относиться нетаксономическое название — «вендиаты», очень типична для средней части венда, но не она была основой выделения венда как системы и ее био-стратиграфического расчленения. Основание было геосторическим, подобно всем системам палеозоя, а макро- и микробиоты, последовательность их появления стали его био-стратиграфической характеристикой. Последнюю я иллюстрирую (рис. 2) только по материалам типовой для венда области Восточно-Европейской платформы и отчасти Урала [Гражданкин и др., 2009]. Стратиграфическое расчленение венда соответствует принятому в России, кроме нижнего отдела, для которого за типовое подразделение я нахожу необходимым принять вычегодский региоярус (горизонт), полу-

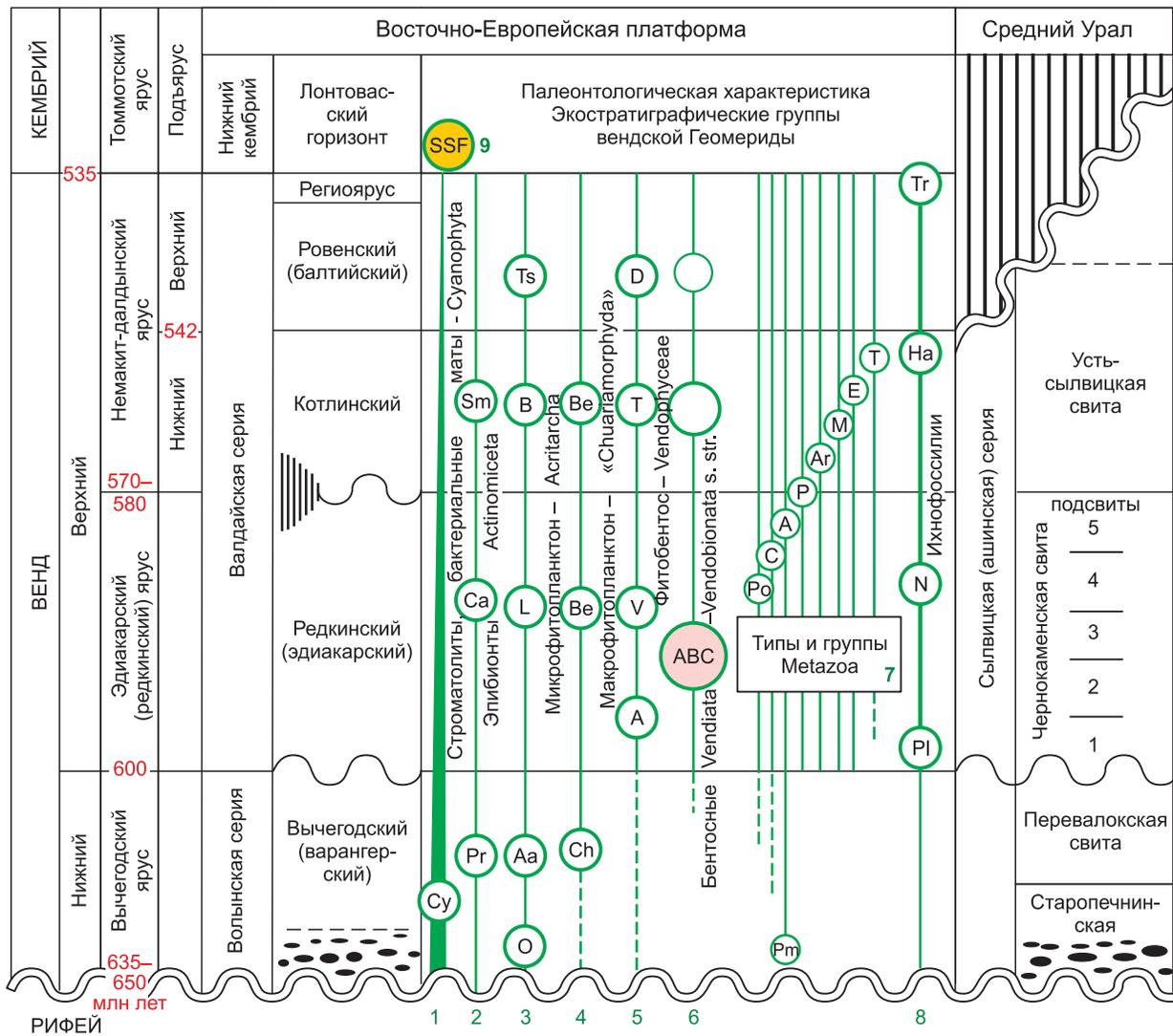


Рис. 2. Венд стратотипического региона.

1—8 — экостратиграфические группы: 1 — бактериальные маты (пленки), строматолиты и т.п. образования, созданные преимущественно цианобактериями; 2 — грибоподобные микроорганизмы; 3 — микрофитопланктон; 4 — макрофитопланктон; 5 — фитобентос; 6 — эдиакарская биота, объединяющая группы Trilobozoa (роды *Tribrachidium*, *Albumares*, *Anfesta*), Proarticulata (роды *Vendia*, *Dickinsonia*, *Andiva*, *Ivovicia*, *Cyanorus*, *Yorgia*) и Petalonamae (роды *Rangea*, *Charnia*, *Charniodiscus*, *Onegia*, *Ventogyrus*); 7 — типы и группы водных Metazoa; 8 — ископаемые следы жизнедеятельности; 9 — мелкие скелетные остатки. Cy — цианобактерии; Pr — *Primophlagella*; Ca — *Caudina*; Sm — *Sarmentia*; O — *Obruchevella*; Aa — акантоморфные акритархи; L — *Leiosphaeridia*; B — *Bavlinella*; Ts — *Tasmanites*; Ch — *Chuariamorphida*; Be — *Beltanelloides*; A — *Archyfasma*; V — *Vendotaenia*; T — *Tyrasotaenia*; D — *Dvinaia*; ABC — Trilobozoa, Proarticulata и Petalonamae; Po — тип Porifera (роды *Vaveliksia*, *Fedomia*); C — тип Cnidaria (роды *Nemiana*, *Vendoconularia*?, *Hiemalora*); A — тип Annelida (род Pm — *Parmia*); P — тип Pogonophora (роды *Sabellidites*, *Paleolina*, *Saarina*, *Calyptrina*); M — тип Mollusca (род *Kimberella*); Ar — тип Arthropoda (род *Parvancorina*); E — тип Echinodermata; T — тип Tunicata (род *Ausia*); PI — *Palaeopsachnites*, N — *Neonereites*, Ha — *Harlaniella*, Tr — *Trematichnus*; SSF — мелкие скелетные остатки.

чивший превосходную микропалеонтологическую характеристику, включая ассоциацию акантоморфных акритарх [Vorob'eva et al., 2009]. В это подразделение входит базальный для нижнего венда варангерский гляциогоризонт, что автоматически включает в нижний венд и эдиакарскую пертататакскую ассоциацию акритарх Австралии [Grey, Calver, 2007; Голубкова и др., 2010].

Палеонтологическая характеристика венда разбита на восемь экостратиграфических групп, типичных для различных обстановок морской среды. **Бактериальные маты (пленки), строматолиты** и т.п. образования, созданные преимущественно цианобактериями (Cyanophyta). Это древнейшие проявления жизни прокариот сразу в экологической форме, ознаменовавшие возникновение биосферы на остывающей и холодной Земле, вероятно, еще во влажных корях выветривания и первых континентальных пресноводных лужах-водоемах. В палеонтологии докембрия строматолиты первые показали свою хроноспецифичность и сыграли значительную роль в стратиграфии карбонатного рифея. В силицецластических бассейнах неопротерозоя место строматолитов заняли органические пленки сапропелитов типа «ляминаритовых» и так называемые посмертные маски по отмершим микробальным матам и колониям [Gehling, 1999; Grazhdankin, Gerdes, 2007].

Грибоподобные микроорганизмы, несомненно, появились очень рано, вместе с цианобактериями, и они уже создавали симбиозы лишайников на скальных основаниях в корях выветривания. Но обращают на себя внимание, прежде всего, актиномицеты (*Actinomycetes*) как эпибионты на сапропелевых пленках и слоевищах водорослей вендотений, впервые открытых М.Б. Гниловской [1971, 1985, 1988]; это роды *Primophlagella*, *Caudina* и *Sarmenta*, характерные для венда (см. рис. 2).

Самую большую и стратиграфически важную группу представляет **микрофитопланктон**, объединяемый названием — «акритархи» (*Acritarcha*). Его основную часть составляет фитопланктон, но сюда входят и другие микроорганизмы и их элементы — микрофоссилии в общем смысле. Акритархи стали первоосновой палеонтологической характеристики рифея и венда (верхний протерозой). В.Н. Сергеев [Sergeev, 2009] выделяет шесть хроностратиграфических ассоциаций, две верхние из них относятся к нижнему венду — 630—550 млн лет (акантоморфы отдела *Amadeusian*) и к верхнему венду — 550—542 млн лет (отдел *Belomogian*).

Для **макрофитопланктона** чуариаморфидного характера я ранее использовал условное название «*Chuariatomorphida*» [Соколов, 1974], отнеся к нему исключительно обильный в пелагиали венда род *Beltanelloides*, ставший основой корреляции верхнего венда Восточно-Европейской платформы. К нему близки роды *Mezenia*, *Tawuia*. Ассоциацию этих пузыревидных водорослей сопровождают спиралевидные *Grypania*.

В венде впервые были открыты древнейшие представители **бентосной флоры** — слоевищных *Vendotaeniacea* [Гниловская, 2003], известные теперь повсеместно в венд-эдиакарских отложениях под названием «вендотений», роды *Archyfasma*, *Eoholynia*, *Vendotaenia*, *Tyrassotaenia*, *Dvinia* и др. Особый интерес представляет род *Archyfasma* из нижних слоев верхнего венда (редкинский региоярус) уникальной сохранности, позволившей впервые изучить тканевое строение столь древних растений.

Самой экзотичной для венда оказалась так называемая «**эдиакарская биота**» бентосных организмов, представленных формами как в той или иной мере близкими к известным в палеонтологии типам *Metazoa*, так и к совершенно новым, неизвестным в фанерозое *Vendobionta* [Seilacher, 2007] или *Vendiatia* [Гуреев, 1987], что одно и то же (см. рис. 2). Эта биота сыграла исключительную роль в современных представлениях о систематике билатерий [Малахов, 2010]. Свое название эта биота получила от места ее нахождения австралийским геологом Р. Сприггом [Sprigg, 1947] на западе хр. Флиндерс в Южной Австралии и до 1959 г. предположительно считалась кембрийской [Glaessner, 1959]. Через весь венд проходят массовые следы деятельности **подвижного бентоса** *Metazoa*, а **мелкораквинная фауна** характеризует базальную биохронозону нижнего кембрия, т.е. фанерозоя. В эволюции биосферы и Геомериды это был так называемый «кембрийский популяционный взрыв».

Основной биостратиграфический вывод, который следует из рассмотрения всего состава вендской Геомериды, сводится к тому, что в ее развитии четко определяются два этапа — ранневендский с доминантой развития фитопланктона холодноводной пелагиали и первого уже достаточно разнообразного бентоса шельфа, и второй — поздневендский, ознаменовавший первый популяционно-таксономический взрыв *Metazoa*. Начало того и другого связано с постгляциальными изостатическими скачками, за которыми следовало формирование базальных диамиктитов и морских тиллитов. В первом случае, это лапландский гляциогоризонт, который, вероятно, следует связывать с вычегодским региоярусом, во втором — уровень «ледниковой глусской свиты» волынской серии Белоруссии, отвечающий оледенению Гаскье, как считает Н.М. Чумаков [2008], — 584 млн лет. Фитопланктонная ассоциация акритарх нижнего венда хорошо отражает биостратиграфическое лицо этого отдела, бентос интересен главным образом в палеонтологическом отношении.

В верхнем венде основное внимание во всем мире привлекла эдиакарская биота, особенно после ее открытия в России. Первыми находками были *Vendia* в Мезенской синеклизе, *Cyclomedusa* в Подолии,

Charnia в разрезе венда, вскрытого бурением на Европейском Севере и *Rangia* на Оленекском поднятии в Сибири. В своем полном объеме эта биота была открыта в уникальном 100-метровом разрезе венда на Летнем берегу Белого моря и на Онежском полуострове [Федонкин, 1981, 1987; Martin et al., 2000; Гражданкин, 2003; и др.] и стала самой полной среди наиболее известных на континентах Австралии, Америки, Евразии и Африки. Она породила надежду, что открыта первая палеозоологическая основа для стратиграфии позднего докембрия. Но ее подлинное значение оказалось не в этом, а в открытии первого маркирующего для планетарной стратиграфии уровня биосферной эволюции, и этим уровнем оказался венд. Эдиакарская биота заняла в нем свое место, но не стала основой стратиграфии терминального протерозоя. Хронологический диапазон распространения вендиат, как и предполагал лучший знаток этой биоты М.А. Глесснер, оказался слишком узким для геологического периода. Этой теме мы с ним посвятили несколько бесед при встречах в Аделаиде и Москве в 1970-х годах. Однако существует несколько попыток выстроить хроностратиграфическую последовательность в положении эдиакарских ископаемых в биотах на Ньюфаундленде (авалонская биота), на Белом море (беломорская биота) и в Южной Африке (намибийская биота). Последняя из попыток [Xiao, Laflamme, 2008] представляет именно этот ряд, объединенный интервалом 575—542 млн лет в пределах верхнего венда с размытыми границами. Биостратиграфия верхнего венда Восточно-Европейской платформы выглядит несколько иначе в свете всего состава ископаемых. Редкинский региоярус — это массовое развитие эдиакарской биоты, она типовая для эдиакарского яруса в представлениях А. и Ж. Термье [Termier, Termier, 1960, 1964]; для котлинского региояруса характерно широкое распространение вендофицей; для ровенского или балтийского типичны различные тубикаламорфные организмы морского дна, защищенные трубчатым чехлом органического, хитиноидного, фосфатного или карбонатного состава. Это представители аннелид и, вероятно, погонофор — роды *Saarina*, *Calyptrina*, *Sabellidites*, *Paleolina*. Первые сабеллидитиды известны уже из редкинских и котлинских отложений. Отделяя от балтийской серии нижнего кембрия нижнебалтийский горизонт [Соколов, 1965], что соответствует ровенскому, я прежде всего опирался на массовое распространение *Sabelliditida* на этом уровне как на Восточно-Европейской, так и Сибирской платформе, где отложения с сабеллидитидами, *Cloudina*, *Namacalathus* и вендотениевыми водорослями входят в состав немакит-далдынского яруса венда [Конторович и др., 2009]. Вопрос о балтийском ярусе, вероятно, нельзя считать окончательно снятым, он непосредственно предшествует очень важной биостратиграфической зоне нижнего кембрия с массовым появлением мелкораковинных организмов с карбонатным скелетом, являющейся основанием томмотского яруса кембрийской системы. Для окончательного определения границы венда как терминального подразделения протерозоя и фанерозоя он не имеет принципиального значения, в любом случае это будет основание фанерозоя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В хроностратиграфическом пространстве литосферы венд (вендский период и система, эволюционно-биосферный этап) оказался новой геосторической реальностью и занял совершенно определенное положение в системе стратиграфических подразделений стратисферы (рис. 3). Он показал, что период героических блужданий мысли геологов в Липалийском зиянии [Walcott, 1914] закончен, что в границе между альгонком (протерозой) и кембрием (фанерозой) нет мучительной загадки. Обсуждению подлежит лишь вопрос — к какой эонотеме венд больше тяготеет. Странники его включения в фанерозой, несомненно, будут оставаться, и в этом есть свой резон, даже исходя из сложившихся представлений о характере диверсификации Геомериды в ходе ее эволюции и истории. Но уже определение нижней границы венда как следствия начавшейся постгляциальной трансгрессии (эвстатика) связывает венд с периодом позднепротерозойских субглобальных оледенений и возникновением холодного океана. Этот период сейчас образно назван «криогеном» [Plumb, 1991]. Представляется, что более содержательной является концепция байкалия В.В. Хоментовского [2002]. Но корреляционно ее надо разрабатывать не только в Восточной Сибири, но и на Урале в рамках позднего рифея.

Прежде всего, необходимо вернуться к рассмотрению миньярия М.Е. Раабен [1975], но не как подразделения, предшествующего «терминальному рифею», т.е. кудашу Б.М. Келлера [1973] и венду, а только верхней части первого, отвечающей на Южном Урале кургашлинской свите, несущей уже типичные черты венда с тиллоидами в основании. Миньярий и байкалий — это крупные довендские образования верхнего протерозоя, формировавшиеся в условиях сурового режима, но отнюдь не только ледникового, хотя периодически он и доминировал.

Вероятнее всего, байкалий и венд на современном уровне их геологического изучения следует рассматривать как верхний неопротерозой. Однако их резко различный органический мир с неизбежностью оставляет пока открытым вопрос о нижней границе фанерозоя. Основные точки зрения уже полностью сложились и логически они хорошо обоснованы. Но включение венда в состав фанерозойской акротемы разрушает концепцию трехчленного нижнего палеозоя (кембрий, ордовик, силур) и ставит под вопрос прочно укрепившееся общее понятие «докембрий». Последний становится довендом или

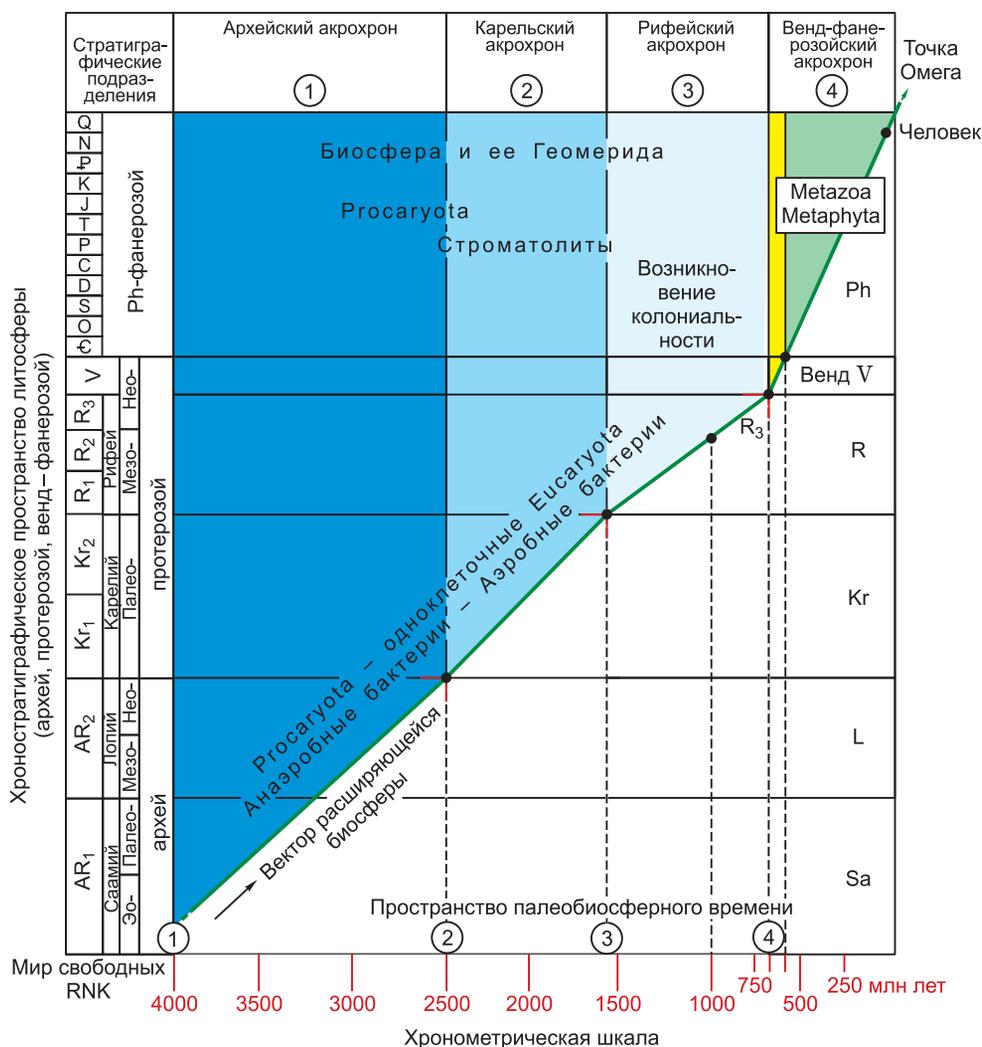


Рис. 3. Акрохроны биосферной эволюции и хроностратиграфическое пространство литосферы.

доэдиакарием. Вряд ли это будет принято геологическим сообществом. Понятие «докембрий» в этом случае могло бы остаться, если бы в нашей стратиграфической номенклатуре сохранился эокембрий как зря кембрия, по А. и Ж. Термье [Termier, Termier, 1960], но этого не произошло. Включение венда в неопротерозой оставляет стабильной нижнюю границу фанерозоя как основание палеозойской эратемы s.l., но одновременно утрачивается фанерозойский биозональный принцип установления его нижней границы. Но это естественно и неизбежно, поскольку резко ограничивается использование комплексного палеонтологического метода в фиксации типовых границ подразделений протерозоя (рифей и карелия).

На первое место в биоте уже раннего протерозоя выходит мир одноклеточных организмов — Prokaryota, представленных одиночными формами цианобактерий или их скоплениями, образующими пленочные структуры, способные ассимилировать карбонат кальция, широко известные как строматолиты. Это единственные в довендских отложениях макроструктурные образования органического происхождения с достаточно устойчивыми типами «скелетной» постройки. Но это не биологические таксоны Линнеевской системы, а продукты жизнедеятельности колониальных пленок (элементарных ценозов) одноклеточных прокариот — преимущественно нитчатых бактериальных форм. В этих постройках неожиданным образом проявились черты «организменного плана», что и дало, в конечном счете, основание формально использовать при их описании бинарную номенклатуру. Строматолиты сыграли выдающуюся роль в расчленении карбонатных толщ протерозоя. В силицекластических фациях были распространены другие формы свободных коккоидных и нитчатых цианобактерий, таксономическое разнообразие которых резко превышает разнообразие формальных таксонов строматолитов. В этих фациях, вероятно, уже к началу или середине карелия появились первые Eucaryota. Возникновение их колониальности, несомненно, относится к рифею. Она нередко носит упорядоченные формы, но это еще не тканевые структуры, которые впервые были обнаружены у вендского рода *Achyfasma* (вендотениды).

Что касается Metazoa, то прежде всего привлекает внимание род *Parmia*, открытый М.Б. Гниловской в позднедокембрийских отложениях Притиманья [Гниловская и др., 2000]. Их возраст интерпретировался как «доэдиакарский» — отчасти по облику сопутствующих акритарх, но больше — по сходству *Parmia* с представителями так называемой «хайнаньской биоты», открытой в Северном Китае в основании синийской системы s.str. [Sun et al., 1986], что, по моим представлениям, скорее отвечает нижнему венду. В составе этой биоты указываются три рода: *Sinosabellidites*, *Pararenicola*, *Protoarenicola*. Это, конечно, не тубулярные организмы, очень близкие между собой и, безусловно, аннелидоморфные, как и *Parmia*. Их изотопный возраст указывается в диапазоне 900—700 млн лет, что довольно неопределенно. Вместе с тем появились совершенно новые биостратиграфические данные о находках *Parmia anastassiae* в ассоциации акритарх в основании вычегодского региояруса, вскрытого бурением в бассейне р. Вычегда Притиманья [Vorob'eva et al., 2009]. Стратиграфически эти отложения соответствуют нижнему венду, что в Китае отвечает синийской формации Доушаньто в бассейне р. Янцзы. Это стратотип синийской системы s.str. на Южно-Китайской платформе; название сохранено только для него (1982), а синийская субэратема исключена из употребления. Таким образом, вызывавший удивление, очень высокий уровень организации представителей хайнаньской биоты находит объяснение: эти Metazoa имеют не рифейский, а ранневендский возраст.

Палеонтология раннего венда еще недостаточно разработана, она значительно беднее поздневендской, но и то, что нам известно, определенно свидетельствует о начале нового биосферного этапа, а не о завершении предшествующего с его суровым субгляциальным климатом. Ранний венд — это вспышка разнообразного микро- и макрофитопланктона, акантоморфных крупных акритарх, чуариаморфид (*Chuaria*, *Beltanelloides*, *Tawuia*), это появление шельфовых лугов, заселявшихся вендотениевой флорой, следов жизнедеятельности подвижного животного бентоса, первых червеобразных организмов, еще не защищенных покровными структурами, редких медузоидных типа *Kullingia*. Это, несомненно, рассвет биоты венда как нового геологического периода, но еще не эдиакарской биоты, появившейся только в начале позднего венда. Ранневендской является и известная пертатакская биота акритарх Австралии. Предшествующий венду протерозойский этап эволюционного развития жизни был временем одноклеточных прокариот и эукариот, охвативших пелагиаль Мирового океана. Эта жизнь была грандиозна по своей биомассе, и она оставила свой след, став источником древнейших углеводородов. Но она испытала климатическое потрясение, приведшее, вероятно, к самому крупному в истории Земли вымиранию огромной части этой биоты. Оно не потрясает наше воображение только потому, что событие произошло в мире одноклеточных организмов.

Органический мир верхнего (позднего) венда воспринимается как мир уже, несомненно, фанерозойского типа по направленности его эволюции, определившейся еще раньше. Но в его составе внимание привлекло прежде всего экзотическое ядро, не укладывающееся в рамки известных типов ни Metaphyta, ни Metazoa. Это группы, которые сейчас определяются как Trilobozoa, Proarticulata и Petalonamae (исследования лаборатории докембрийских организмов — ПИН РАН под рук. М.А. Федонкина). Мы не знаем с достоверностью их потомков уже в начале классического фанерозоя (кембрий). Однако вендская макробиота не ограничивается этими группами. В ее составе насчитываются десятки родов, которые с большим основанием, как это делает В.В. Малахов [2010], можно рассматривать в составе Radiata и Bilateria, включающих многие типы Metazoa (губки, книдарии, аннелиды, погонофоры, моллюски, артроподы и даже иглокожие и, возможно, туникаты).

Паразитическим является факт буквально взрывного формирования основных типов многоклеточных организмов. Венд и фанерозой предстают как единый акрохрон биосферной эволюции. В позднем рифее практически можно было наблюдать лишь возникновение колониальности в клеточных структурах. А первые, несомненно, тканевые появились только в позднем венде — *Archyfasma dimera*, усть-пинежская свита Беломорья [Гниловская, 2003]. Такие роды, как *Horodiskya*, *Grypania*, нельзя рассматривать как тканевые; неясной природы остается и род *Udokania* из протерозоя Сибири.

В упомянутой выше очень важной работе Н.Г. Воробьевой, В.Н. Сергеева и А. Нолла [Vorob'eva et al., 2009] допускается включение в состав эдиакария вычегодского яруса, к которому относится и лапландский горизонт. Но это и есть нижний отдел венда — системы, обоснованной значительно раньше, чем в литературе появилось название «эдиакарий» [Соколов, 1952; Sokolov, 1958, 1964] для этой же системы. Утверждение, что эдиакарий не является синонимом венда [Cloud, Glaessner, 1982], неверно: сейчас уже с полной очевидностью можно утверждать, что в геисторическом смысле венд, синий s.str. и эдиакарий находятся в едином корреляционном ряду, они определяют единый глобальный этап биосферной эволюции. Но, в конечном счете, принципиально важно, что в XX в. была открыта новая геологическая система и период. Я горжусь, что за это открытие Российская академия наук в 1997 г. удостоила меня своей высшей научной награды — Большой золотой медали им. М.В. Ломоносова.

Формирование байкалид, эпоха длительных субглобальных оледенений и вендская постгляциальная трансгрессия были важнейшими событиями конца протерозоя на Земле, оказавшими коренное влия-

яние и на переломные события в биосфере, в истории Геомериды. Мы только теперь по-настоящему начинаем это понимать.

Благодарю за большую помощь в работе М.Б. Гниловскую, а также Н.В. Бочкареву и А.В. Краюшкина.

Работа выполнена по гранту Президента РФ № 02.120.11.64541-НШ.

ЛИТЕРАТУРА

Беклемишев В.Н. Организм и сообщество (к постановке проблемы индивидуальности в биоценологии) // Труды Биологического научно-исследовательского института и Биологической станции при Пермском университете, 1928, вып. 2—3, с. 12—14.

Вендотениды Восточно-Европейской платформы / Ред. М.Б. Гниловская. Л., Наука, 1988, 142 с.

Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия (Новосибирск, 25—30 ноября 1965 г.) / Ред. Б.С. Соколов. Тезисы докладов. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1965, 115 с.

Гниловская М.Б. Древнейшие водные растения венда Русской платформы // Палеонтологический журнал, 1971, № 3, с. 101—107.

Гниловская М.Б. Вендские актиномицеты и организмы неясного систематического положения // Вендская система. Т. 1. Палеонтология. М., Наука, 1985, с. 125—127.

Гниловская М.Б. О древнейшей тканевой дифференциации докембрийских (вендских) водорослей // Палеонтологический журнал, 2003, № 2, с. 92—98.

Гниловская М.Б., Вейс А.Ф., Беккер Ю.Р., Оловянишников В.Г., Раабен М.Е. Доэдиакарская фауна Тимана (аннелидоморфы верхнего рифея) // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2000, т. 8, с. 11—39.

Голубкова Е.Ю., Раевская Е.Г., Кузнецов А.Б. Нижневендские комплексы микрофоссилий Восточной Сибири в решении стратиграфических проблем региона // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2010, т. 18, № 4, с. 3—27.

Гражданкин Д.В. Строение и условия осадконакопления вендского комплекса в Юго-Восточном Беломорье // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2003, т. 11, № 4, с. 3—23.

Гражданкин Д.В., Маслов А.В., Крупенин М.Т. Строение и этапы формирования вендских отложений сыльвицкой серии западного склона Среднего Урала // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2009, т. 17, № 5, с. 20—40.

Гуреев Ю.А. Морфологический анализ и систематика вендиат. Киев, 1987, 54 с. (Препринт/Институт геологических наук АН СССР; № 87-15).

Иванцов А.Ю., Леонов М.В. Отпечатки вендских животных — уникальные палеонтологические объекты Архангельской области. Архангельск, Сев.-Зап. кн. изд-во, 2009, 91 с.

Келлер Б.М. Венд, юдомий и терминальный рифей (вендомий) // Изв. АН СССР, Сер. геологич., 1973, № 1, с. 86—92.

Конторович А.Э., Соколов Б.С., Конторович В.А., Варламов А.И., Гражданкин Д.В., Ефимов А.С., Клец А.Г., Сараев С.В., Терлеев А.А., Беляев С.Ю., Вараксина И.В., Карлова Г.А., Кочнев Б.Б., Наговицин К.Е., Постников А.А., Филиппов Ю.Ф. Первый разрез венда в комплексе основания Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна (по результатам бурения параметрической скважины Восток-3 на востоке Томской области) // Докл. РАН, 2009, т. 424, № 6, с. 788—791.

Малахов В.В. Новая система билатерий // Вестник РАН, 2010, т. 80, № 1, с. 27—44.

Раабен М.Е. Верхний рифей как единица общей стратиграфической шкалы. М., Наука, 1975, 247 с.

Розанов А.Ю., Семихатов М.А., Соколов Б.С., Федонкин М.А., Чумаков Н.М. Решение о выборе стратотипа границы докембрия и кембрия: прорыв в проблеме или ошибка // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1997, т. 5, № 1, с. 21—31.

Семихатов М.А. Вендская система (период) // Стратиграфический словарь. Верхний докембрий / Ред. М.Е. Раабен. М., Наука, 1994, с. 52.

Семихатов М.А. Хроностратиграфия и хронометрия: конкурирующие концепции общего расчленения докембрия // Бюллетень МОИП, Отдел геологический, 2008, т. 83, вып. 5, с. 36—58.

Симаков К.В. О некоторых методологических проблемах геохронологии и геохронометрии // Геологические этюды / Ред. К.В. Симаков. Магадан, Изд-во СВ НИЦ ДВО РАН, 2003, с. 73—84.

Соколов Б.С. О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы // Изв. АН СССР, Сер. геологич., 1952, № 5, с. 21—31.

Соколов Б.С. Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия // Палеонтологический журнал, 1966, № 4, с. 114—117.

- Соколов Б.С.** Биохронология и стратиграфические границы // Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск, Наука, 1971, с. 155—178.
- Соколов Б.С.** Проблема границы докембрия и кембрия // Геология и геофизика, 1974 (2), с. 3—29.
- Соколов Б.С.** Палеонтология докембрия // Палеонтология докембрия и раннего кембрия // Труды Всесоюзного симпозиума (Ленинград, 11—14 марта 1976 г.). Л., Наука, 1979, с. 5—16.
- Состояние** изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований / Под ред. А.И. Жамойды, О.В. Петрова // Постановления МСК и его постоянных комиссий, вып. 38. СПб, Изд-во ВСЕГЕИ, 2008, 131 с.
- Федонкин М.А.** Беломорская биота венда (докембрийская бесскелетная фауна севера Русской платформы). М., Наука, 1981, 100 с.
- Федонкин М.А.** Бесскелетная фауна венда и ее место в эволюции метазоа. М., Наука, 1987, 176 с. (Труды ПИН РАН, т. 226).
- Хоментовский В.В.** Байкалий Сибири (850—650 млн лет) // Геология и геофизика, 2002, т. 43 (4), с. 313—333.
- Хоментовский В.В.** Юдомий Сибири, венд и эдиакарская система Международной стратиграфической шкалы // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2008, т. 16, № 6, с. 3—21.
- Чумаков Н.М.** Проблема тоталитарных оледенений Земли в позднем докембрии // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2008, т. 16, № 2, с. 3—15.
- Asklund V.** Le problème Cambrien—Eocambrien dans la Partie Centrale des Calédonides Suédoises // LXXVI Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique. Les relations entre précambrien et cambrien. Problemes des séries intermédiaires. Paris, 1958, p. 39—52.
- Chumakov N.M.** Climates and climate zonality of the Vendian: geological evidence // The rise and fall of the Ediacaran biota. Geological Society, London, Special Publications, v. 286 / Eds. P. Vickers-Rich, P. Komarower. London, The Geological Society, 2007, p. 15—26.
- Cloud P., Glaessner M.F.** The Ediacarian Period and System: Metazoa inherit the Earth // Science, 1982, v. 217, p. 783—792.
- Gehling J.G.** Microbiol mats in terminal Proterozoic siliciclastics: Ediacaran death masks // Palaios, 1999, v. 14, p. 40—57.
- Glaessner M.F.** Precambrian Coelenterata from Australia, Africa and England // Nature, 1959, v. 183, p. 1472—1473.
- Grabau A.W.** The Sinian System // Bull. Geol. Soc. China, 1922, v. 1, p. 44—88.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.J., Bleeker W., Lourens L.J.** A new Geologic Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene // Episodes, 2004, v. 27, p. 83—100.
- Grazhdankin D., Gerdes G.** Ediacaran microbial colonies // Lethaia, 2007, v. 40, p. 201—210.
- Grey K., Calver C.R.** Correlating the Ediacaran Australia // The rise and fall of the Ediacaran biota / Eds. P. Vickers-Rich, P. Komarower. London, The Geological Society, 2007, Special Publications, v. 286, p. 115—135.
- Lee J.S.** Geology of the Gorges District of the Yangtze from Ychong to Tsekue, with special reference to the development of the Gorges // Bull. Geol. Soc. China, 1924, v. 3.
- Martin M.W., Grazhdankin D.V., Bowring S.A., Evans D.A.D., Fedonkin M.A., Kirschvink J.L.** Age of Neoproterozoic bilaterian body and trace fossils, White Sea, Russia: implications for metazoan evolution // Science, 2000, v. 288, p. 841—845.
- Menchikoff N.** Quelques traits de l'histoire geologique du Sahara occidental // Ann. Hébert et Haug, 1949, v. 7, p. 303—325.
- Plumb K.A.** New Precambrian time scale // Episodes, 1991, v. 14, № 2, p. 139—140.
- Pruvost P.** L'Infracambrien // Bull. Belge Geol. Et Hydrol., 1951, v. 60, № 1, p. 43—63.
- Ramsay W.** Betzage Zur Geologie der Kalbinsel Kanin // Fenuia, 1911, v. 31, № 4, 50 p.
- Seilacher A.** The nature of vendobionts // The rise and fall of the Ediacaran Biota / Eds. P. Vickers-Rich, P. Komarower. London, The Geological Society, 2007, Special Publications, v. 286, p. 387—397.
- Sergeev V.N.** The distribution of microfossil assemblages in Proterozoic rocks // Precam. Res., 2009, v. 173, p. 212—222.
- Sokolov B.S.** Le probleme de la limite inférieure du Paléozoïque et les dépôts les plus anciens sur les plates-formes antésiniennes de l'Eurasie // LXXVI Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique. Les relations entre précambrien et cambrien. Problemes des séries intermédiaires. Paris, 1958, p. 103—128.
- Sokolov B.S.** The Vendian and the problem of the boundary between the pre-Cambrian and Paleozoic Group // Report of The Twenty-Second Session of International Geological Congress. Part X. Archaean and Pre-Cambrian geology. New Delhi, 1964, p. 288—304.

Sokolov B.S. The Vendian Stage in Earth history // Twenty-Fourth Session of the International Geological Congress. Section 1. Precambrian geology. Montréal, 1972, p. 78—84.

Sprigg R.C. Early Cambrian (?) jellyfishes from the Flinders Ranges, South Australia // Transactions of the Royal Society of South Australia, 1947, v. 71, p. 212—224.

Sun W., Wang G., Behne Z. Macroscopic worm-like body fossils from the Upper pre-Cambrian (900—700 Ma), Huainan District, Anhui, China and their stratigraphic and evolutionary significance // Precam. Res., 1986, v. 31, p. 377—403.

Termier H., Termier G. L'Édiacarien premier étage paléontologique // Revue Gen. Sci., 1960, v. 67, № 3—4, p. 79—87.

Termier H., Termier G. Les temps fossilifères. I. Paléozoïque inférieur. Paris, Masson et Co., 1964, 689 p.

Termier H., Termier G. Evolution et biocénose. Les invertébrés dans l'histoire du monde vivant. Paris, Masson et Co., 1968, 242 p.

Vorob'eva N.G., Sergeev V.N., Knoll A.H. Neoproterozoic microfossils from the northeastern margin of the East European Platform // J. Paleontol., 2009, v. 83, p. 161—196.

Walcott C.D. Cambrian geology and palaeontology // Smithsonian Miscellaneous Collections, 1914, v. 64, № 2, p. 77—156.

Xiao S., Laflamme M. On the eve of animal radiation: phylogeny, ecology and evolution of the Ediacara biota // Trends in Ecology and Evolution, 2008, v. 24, p. 31—40.

*Поступила в редакцию
13 мая 2011 г.*