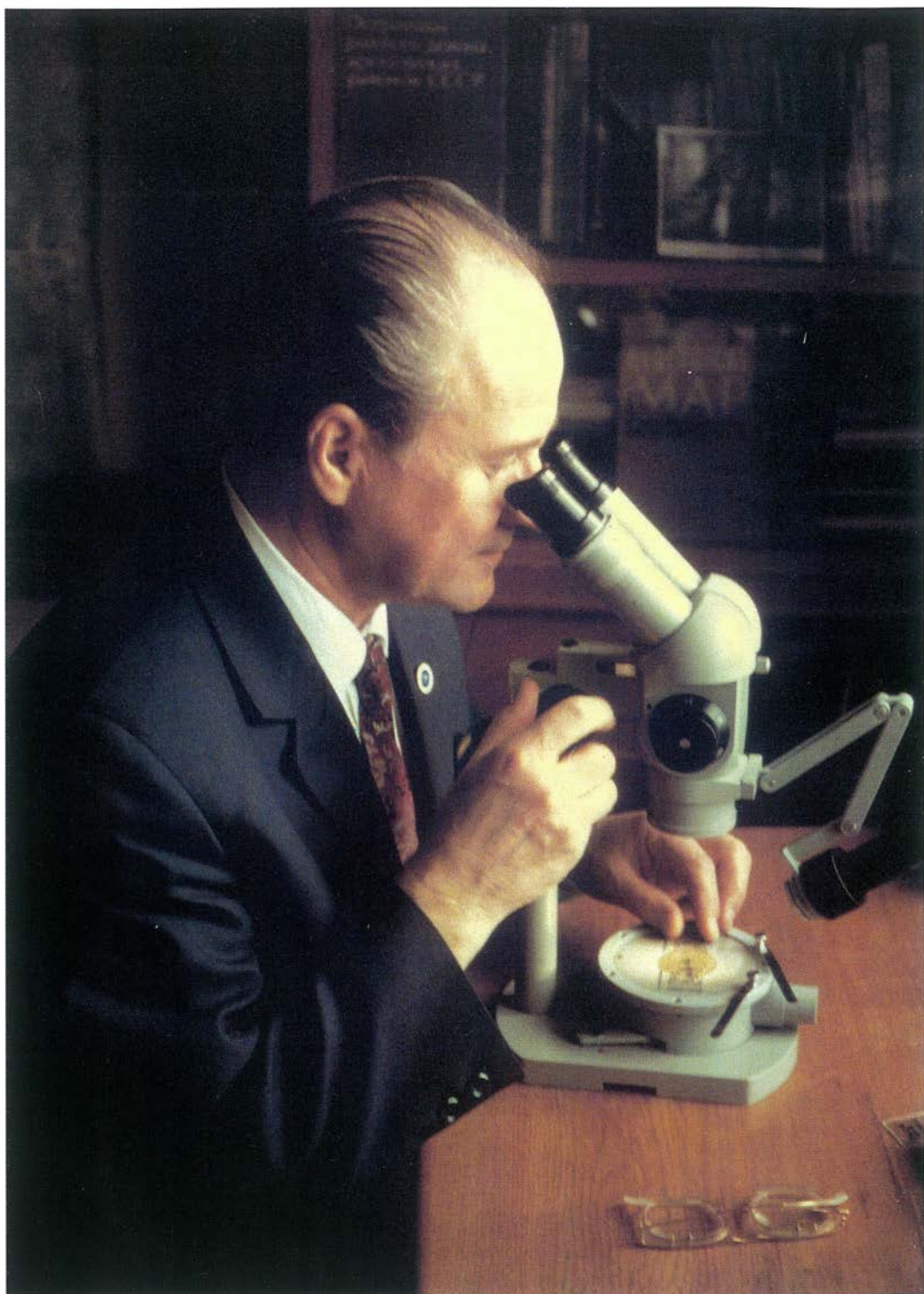


Б.С. СОКОЛОВ

СРЕДИ НАУК О ЗЕМЛЕ И ЖИЗНИ

Борис Сергеевич
СОКОЛОВ

СРЕДИ НАУК
О ЗЕМЛЕ И ЖИЗНИ



BCross

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ, ГЕОФИЗИКИ И МИНЕРАЛОГИИ
ИМ. А.А. ТРОФИМУКА

БОРИС СЕРГЕЕВИЧ СОКОЛОВ

СРЕДИ НАУК О ЗЕМЛЕ И ЖИЗНИ



НОВОСИБИРСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО СО РАН
ФИЛИАЛ "ГЕО"
2004

УДК 56.02:551.73/78
ББК 28.1
С594

Соколов Б.С. Среди наук о Земле и жизни: Избранные статьи. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал “Гео”, 2004. – 452 с.

ISBN 5-7692-0712-4

В книгу вошли статьи академика Б.С. Соколова по трем важнейшим направлениям его научного творчества: стратиграфии, палеонтологии, учению о биосфере. В первой части особое внимание уделено наиболее актуальным проблемам современной стратиграфии – классификации стратиграфических подразделений, критериям выделения глобальных эталонов границ палеозойских систем, обоснованию вендской системы как особого историко-геологического и биологического этапа в эволюции Земли и ее живой оболочки. Во вторую часть включены статьи, которые с полным основанием можно считать классикой современной палеонтологии – по принципам классификации и палеонтологии палеозойских кораллов, по древнейшим Metazoa и проблематичным фоссилиям докембрия и кембрия. Третью часть составили наиболее важные статьи по проблемам эволюции биосферы. Этими проблемами Б.С. Соколов занимался последние три десятилетия, и этот цикл работ можно считать наиболее важным вкладом в развитие современной биосферологии.

Для геологов, стратиграфов, палеонтологов, биологов, преподавателей и студентов вузов.

Редакционная коллегия
академик *А.Э. Конторович* (главный редактор)
член-корреспондент РАН *А.В. Каныгин*
доктор геолого-минералогических наук *Ю.И. Тесаков*

ISBN 5-7692-0712-4

© Б.С. Соколов, 2004
© ОИГГМ СО РАН, 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

При подготовке к изданию сборника избранных статей автор и составители испытывали огромные трудности. Круг научных интересов Б.С. Соколова необыкновенно широк. Кроме трудов по палеонтологии и стратиграфии им в различные годы выполнены крупные обобщения по региональной и нефтяной геологии разных регионов СССР и Северо-Западного Китая, по палеогеографии палеозоя Русской платформы и Сибири. Большое место в его творчестве занимают статьи по истории науки, по проблемам развития геологической науки и практики в СССР. Последней группе проблем он уделял особое внимание в период деятельности на посту академика-секретаря Отделения геологии, геофизики, геохимии и горных наук Академии наук СССР.

Автор считал необходимым включить в этот сборник работы, которые он считает важнейшими по трем научным направлениям: стратиграфии, палеонтологии, учению о биосфере. Труды Б.С. Соколова в этих областях в значительной мере определили развитие соответствующих научных направлений в нашей стране за последние пятьдесят лет. Опубликованные в разные годы в различных, в том числе и в широко известных изданиях, многие из этих работ стали теперь трудно доступны для читателей. Собранные вместе, они дают целостное представление о наиболее важных достижениях не только самого Б.С. Соколова, но и о развитии новых идей в палеонтологии, стратиграфии, биосферологии как в отечественной, так и в мировой науке во второй половине XX века.

В стратиграфии за последние полвека сформировалась, по существу, новая парадигма, суть которой можно определить как переход от концепции единой (универсальной) стратиграфической шкалы, которая базировалась на опыте изучения ограниченной территории Западной Европы, к концепции функциональной и номенклатурной независимости разных категорий стратиграфических шкал (глобальной, региональных и местных). В соответствии с этим произошли значительные изменения и в классификации стратиграфических подразделений. Пересмотр канонических концепций, возникших на сравнительно ограниченной территории “старой Европы”, произошел под влиянием факторов глобализации, появления новой уникальной информации, полученной на всех континентах, шельфах морей и в Мировом океане. Неоспоримый вклад в разработку новых представлений в теоретической стратиграфии внесен в результате беспрецедентного по своим масштабам регионально-геологического изучения уникальной по геологическому строению территории СССР, в том числе Сибири. Б.С. Соколов играл и продолжает играть огромную роль в обобщении этих достижений и “внедрении” их в мировую стратиграфию. Многие годы он активно участвовал в деятельности Международной стратиграфической комиссии и проектах по Международной программе геологической корреляции.

В рамках ревизии Общей стратиграфической шкалы фанерозоя в последние десятилетия XX века кардинально изменились критерии обоснования стратоталонов глобального ранга, в частности, границ систем. Этой одной из центральных

в основаниях современной стратиграфии проблеме, посвящен большой цикл публикаций Б.С. Соколова. Они являются выдающимся вкладом в развитие теоретических основ стратиграфии.

Особое место в творчестве Б.С. Соколова занимают работы по обоснованию вендской системы как особого переломного этапа в эволюции Земли и ее биосферы. Открытие и обоснование Б.С. Соколовым венда отнесено к числу крупнейших достижений отечественной геологии второй половины XX века. В работах этого цикла в полной мере проявились особенности научного стиля Бориса Сергеевича, глубоко и от природы свойственного ему системного подхода к решению научных проблем. В его работах венд рассматривается не просто как крупное стратиграфическое подразделение в ранге системы в пограничном интервале между протерозоем и фанерозоем. Он дал всестороннее историко-геологическое и биологическое толкование венда как важнейшего этапа в эволюции Земли и ее органического мира. Приходится только сожалеть, что в решениях Международного геологического конгресса в Рио-де-Жанейро в 2000 г. единственно правильный системный историко-геологический подход к периодизации геологической истории Земли в докембрии был подменен формализованными и плохо увязанными с реальной историей Земли изотопно-геохронометрическими реперными отметками. Мы верим, что решения эти носят временный характер. Публикация в одной книге большого цикла работ по этой, ключевой для современной геологической науки проблеме позволит мировому научному сообществу, мы в этом уверены, восстановить историческую справедливость.

С этим циклом работ органически связаны статьи следующего раздела книги, посвященные органическому миру докембрия и кембрия. В них главный акцент делается на биологическую характеристику вендской биоты как предшественницы глобальной кембрийской радиации органического мира Земли. Эти статьи дают ясное представление об уникальности древнейших Metazoa, расцвет которых связан с вендом. Они четко определяют специфику этого этапа развития органического мира Земли.

В предлагаемый читателю сборник Б.С. Соколов включил некоторые свои ранние работы по кораллам. Здесь же помещен фрагмент из монографии “Табуляты палеозоя европейской части СССР. Введение” (1955)*, касающийся критериев систематики табулят. Эти ранние работы Б.С. Соколова примечательны тем, что в них впервые четко обозначен палеобиологический, экосистемный подход к изучению древнейших фаун. Он остался характерен для всего творчества Б.С. Соколова как палеобиолога и палеонтолога. Мы убеждены, что работы этого раздела сборника сохраняют и сегодня, в начале XXI века важное методическое значение для изучения не только кораллов, но и других ископаемых групп фауны. Несомненно, наиболее ярко и четко главные достижения Б.С. Соколова в области коралловедения палеозоя изложены им в шеститомной монографии, опубликованной еще в 50-е годы XX в., а также в написанной позднее в соавторстве с Ю.И. Тесаковым монографии “Популяционный, биоценотический и биостратиграфический анализ табулят. Подольская модель” (1983). Эти работы давно и заслуженно стали классикой советской и мировой палеонтологии.

Третий раздел книги “Биосферология. Геобиология” представлен статьями, в которых синтезированы идеи, развивавшиеся Б.С. Соколовым первоначально в рамках двух его главных научных направлений – палеонтологии и стратиграфии, а затем слившиеся в едином русле биосферной концепции. Вместе с рядом выдаю-

* В книге в круглых скобках даны ссылки на использованную литературу, не вошедшую в приставные списки (*Прим. ред.*).

щихся российских естествоиспытателей второй половины XX века, среди которых особенно должны быть выделены друг и соратник автора сборника статей академик А.Л. Яншин и член-корреспондент АН СССР Н.Б. Вассоевич, Борис Сергеевич сыграл выдающуюся роль в возрождении и дальнейшем развитии учения В.И. Вернадского о биосфере. Стремительному прогрессу в этой области способствовали не только новые идеи и активная пропаганда учения В.И. Вернадского самим Б.С. Соколовым, но и вовлечение в эти исследования очень широкого круга специалистов. Уместно напомнить, что по инициативе и под руководством Б.С. Соколова по этой тематике было проведено несколько специальных сессий Всесоюзного палеонтологического общества (после 1991 г. Палеонтологического общества России).

Важная особенность современного этапа в развитии учения о биосфере – формирование методического инструментария для “перевода” геологической летописи органического мира Земли, которая ранее обобщалась в основном в виде филогенетических моделей, на экосистемный язык, отражающий сложный ход эволюционных преобразований во взаимодействии биот с геологической средой. Б.С. Соколов дал новое, более широкое толкование термина “геобиология”, впервые введенное в научный обиход еще в конце XIX в. В.В. Докучаевым (1886) в связи с изучением почвообразовательных процессов, затем в более широком биолого-геологическом аспекте И. Вальтером (1893). Термин “геобиология”, обозначающий самой своей этимологической основой междисциплинарный характер этого научного направления (синтез геологических и биологических знаний), подчеркивает необходимость увязать биологические и геологические методы в единый инструментарий в изучении биосферы. На это с присущей ему четкостью и ясностью Б.С. Соколов указывает в статье, завершающей сборник.

Работы, включенные в этот раздел, способствуют формированию направлений и методологии дальнейшего развития учения о биосфере. Они, безусловно, имеют исключительно важное методологическое значение для наук о Земле и естествознания в целом.

Один из наиболее плодотворных и ярких периодов научного творчества академика Б.С. Соколова связан с Сибирским отделением АН СССР, с Институтом геологии и геофизики. Он был и остается членом нашего коллектива, учителем и наставником нескольких поколений сибирских палеонтологов и стратиграфов, верным соратником основателя сибирской академической геологической школы академика А.А. Трофимука. Мы гордимся тем, что именно Сибирскому отделению РАН Борис Сергеевич доверил в канун своего девяностолетия издание сборника избранных статей.

Читателей, несомненно, привлекут внутренняя последовательность и логика мыслей и идей Б.С. Соколова, его исключительно правильный и изящный русский язык, остроумие. Работая вместе с автором при подготовке этой книги к печати, мы, его ученики и соратники, испытывали чувство гордости от возможности вновь приобщиться к научному творчеству замечательного естествоиспытателя. Мы уверены, что читатели этой книги также почувствуют все это. В наше непростое время, когда научную литературу заполонил поток лженаучных публикаций, сборник статей Б.С. Соколова убедительно показывает, что такое настоящая высокая наука и как ей нужно служить.

Нет сомнений, что публикуемый сборник будет интересен всем, кто занимается основаниями современного естествознания, биологам, широкому кругу геологов, в первую очередь исследователям современных и ископаемых осадочных бассейнов – стратиграфам, палеонтологам, седиментологам, нефтяникам. Он будет полезен преподавателям вузов и позволит студентам, магистрантам и аспирантам открыть для себя и познать один из самых увлекательных разделов современного естествознания.

АКАДЕМИК БОРИС СЕРГЕЕВИЧ СОКОЛОВ. КРАТКИЙ ОЧЕРК ТВОРЧЕСКОЙ БИОГРАФИИ

Борис Сергеевич Соколов – выдающийся естествоиспытатель, палеонтолог и стратиграф, один из ярких представителей блестящей когорты ученых, с именами которых связано создание Сибирского отделения Академии наук СССР и расцвет сибирской геологической науки. Борис Сергеевич приехал в Новосибирск из Ленинграда в 1958 г. известным ученым, обогатившим мировую науку открытиями первостепенной важности, но именно в Сибири в полной мере раскрылся его многогранный талант, а труды получили широкое мировое признание. Из Новосибирска он был приглашен в 1976 г. в Москву, где в течение 15 лет возглавлял всю отечественную академическую геологию, не порывая творческих связей с созданной им в Сибири крупнейшей в стране палеонтолого-стратиграфической школой.

Поколение, к которому принадлежит Б.С. Соколов, прошло через многие не легкие испытания, которыми так богата история нашей страны в XX в. Он родился в 1914 г. накануне Первой мировой войны в старинном русском городке Вышний Волочок. Бурные годы революции, Гражданской войны и последующих социально-экономических преобразований оставили свой след и в тихой Валдайской провинции, находящейся как раз на полпути между двумя революционными городами – Петроградом и Москвой. Детские годы Бориса Сергеевича прошли в с. Березки, здесь он закончил начальную школу. Среднее образование завершил в “единой трудовой” школе Вышнего Волочка (бывшей гимназии), где под руководством опытных учителей, сохранившихся от “старого режима”, несмотря на все издержки педагогических экспериментов того времени, получил прекрасное политехническое и естественно-научное образование. Уже в школьные годы проявилась его неиссякаемая жажда знаний – он увлеченно читал хранившиеся на чердаке их дома старые журналы, которые во множестве выписывал его отец до революции, а также коллекционировал окаменелости, в большом количестве встречавшиеся на окрестных полях (как результат ледниковых “выпахиваний” древних пород). Здесь истоки его будущих научных увлечений и мировоззренческого кругозора.

Как выходец из интеллигенции (его отец Сергей Борисович был очень уважаемым во всей округе сельским фельдшером, мать Дарья Андреевна занималась воспитанием шестерых детей), Борис должен был заработать право на высшее образование трудовым стажем, поэтому по окончании школы в 1931 г. он устроился электромонтером в “Ленэнерго”, а в 1932 г. поступил на вечернее отделение геолого-почвенно-географического факультета Ленинградского университета и вскоре перешел на дневное отделение. Увлеченность, огромное трудолюбие и разносторонние интересы побудили его прослушать и сдать экзамены кроме полного цикла геологических дисциплин еще и по основным предметам смежных университетских специальностей – географии и биологии. Незаурядные способности Б.С. Соколова были замечены университетскими профессорами. После окончания в 1937 г.

Ленинградского университета он получил диплом с отличием и был оставлен на кафедре палеонтологии в качестве ассистента.

Б.С. Соколов навсегда сохранил благодарную память о своих школьных и университетских преподавателях. Роль учителей в становлении человека, личностей в истории науки, преемственность культурных традиций и научных идей, уважительное отношение к научному наследию – эти темы проходят через все творчество Бориса Сергеевича. Выдающимся ученым и простым труженикам науки он посвятил множество блестящих очерков. В научной деятельности Борис Сергеевич всегда стремится максимально опираться на опыт и труды своих предшественников, любит находить забытые и не оцененные по достоинству работы, бережно выделяя и подчеркивая их достижения.

В первые годы после окончания университета главным направлением научной деятельности Б.С. Соколова было изучение палеозойских кораллов Русской платформы, а затем и других регионов СССР. Еще в предвоенный период по палеонтологическим (кораллы) и литолого-палеогеографическим данным он обосновал новую стратиграфическую схему терригенных каменноугольных отложений севера Московской синеклизы и выполнил ее корреляцию со схемой угленосно-карбонатных отложений южной части этой крупнейшей структуры. В эти же годы он начал принимать участие в геолого-съёмочных работах в Средней Азии.

Перед началом Второй мировой войны Борис Сергеевич возглавил группу советских специалистов для работы в Северо-Западном Китае. В тяжелейших условиях он проработал там с 1941 по 1943 г., занимаясь регионально-геологическим изучением китайской части Тянь-Шаня и прилегающих впадин – Таримской, Турфанской и Джунгарской. В 1943 г. Б.С. Соколов назначен начальником геологической партии Среднеазиатской экспедиции Всесоюзного нефтяного научно-исследовательского института (позднее ВНИГРИ) Наркомнефти СССР, которая проводила геолого-съёмочные и нефтепоисковые работы в пределах геологических депрессий Тянь-Шаня. Научные результаты этого периода отражены главным образом в производственных отчетах. Две крупные обобщающие работы того периода “Сравнительный обзор депрессий Тянь-Шаня и некоторые вопросы их нефтеносности” (1947) и “Геологическое строение и полезные ископаемые вновь исследованных областей Восточного (Китайского) Тянь-Шаня” (1950) остались неопубликованными, хотя и получили широкую известность в СССР и Китае.

Вернувшись в 1945 г. в Ленинград, Б.С. Соколов продолжил изучение палеозойских кораллов в ведущем нефтяном институте страны – ВНИГРИ, совмещая исследовательскую работу с преподаванием в Ленинградском университете. Он активно включился также в уникальную по своим масштабам программу регионально-геологического изучения Русской платформы по материалам опорного бурения. Оба эти направления научной деятельности Б.С. Соколова, дополняя друг друга, завершились выдающимися итогами. Монография по хететидам, написанная в 1941 г., была защищена им в 1947 г. как кандидатская диссертация.

В 1951–1955 гг. Б.С. Соколов издает пятитомную монографию “Табуляты палеозоя европейской части СССР”, которая вместе с опубликованной в 1950 г. работой “Хететиды карбона” составила капитальную серию из шести книг. В ней впервые в мировой литературе на огромном материале рассмотрены вопросы систематики, эволюции, филогении, стратиграфического и палеобиогеографического распространения палеозойских кораллов. Опираясь на колоссальный по объему оригинальный материал и критический анализ данных по всем регионам мира, Б.С. Соколов полностью перестроил всю систему табулят, поставив ее на прочную филогенетическую и историко-геологическую основу. Результаты исследований коренным образом изменили представления не только об истории развития

кораллов, но и об их стратиграфическом значении. Она сразу же заняла видное место в ряду классических образцов мировой палеонтологической литературы и стала настольным методическим руководством для нескольких поколений “кораллистов” всего мира. В 1955 г. эта работа была защищена Борисом Сергеевичем как докторская диссертация.

Благодаря Б.С. Соколову изучение ископаемых кораллов стало бурно развиваться. Это сыграло огромную роль в палеонтолого-стратиграфическом обеспечении интенсивно проводившихся в те годы геолого-съемочных и геолого-поисковых работ, так как в палеозойских отложениях кораллы – одна из самых распространенных групп фауны.

Результаты изучения кораллов вошли и в уникальное пятнадцатитомное справочно-методическое издание “Основы палеонтологии” (1959–1962 гг.), за которое Б.С. Соколову вместе с другими основными его создателями (Ю.А. Орловым, Б.П. Марковским, В.Е. Руженцевым) в 1967 г. была присуждена Ленинская премия. При подготовке этого издания удалось объединить практически всех ведущих советских палеонтологов и обобщить новейшие материалы по палеонтологии почти всех регионов СССР, а также важнейшие данные по зарубежным территориям. Впервые в мировой практике с единых методологических позиций были систематизированы результаты палеонтологических, стратиграфических и палеобиогеографических исследований на родовом и отчасти на видовом уровне всех основных групп фауны от кембрия до современности. Это уникальное издание стало настольной книгой всех палеонтологов и стратиграфов. На нем училось несколько поколений исследователей. Позднее по примеру “Основ палеонтологии” за рубежом был издан многотомный справочник “Treatise”, подготовленный большим интернациональным коллективом специалистов. Оба издания, дополняя друг друга, до сих пор продолжают оставаться важнейшими справочно-методическими пособиями. Подготовку и публикацию таких обобщений можно с полным правом отнести к числу крупнейших достижений палеонтологической науки XX века.

Коралловая тематика многие годы по-прежнему оставалась одной из главных в научном творчестве Б.С. Соколова. При этом резко расширилась география исследований, охватив территорию Средней Азии, Сибири и некоторых зарубежных стран. В конце 60-х – начале 70-х годов он уделял этой тематике особое внимание. Им был организован ряд всесоюзных симпозиумов и совещаний, а в 1971 г. – Международный палеонтологический симпозиум по изучению ископаемых кораллов. Каждое из этих мероприятий сопровождалось публикацией фундаментальных трудов. С 1971 по 1983 г. Борис Сергеевич занимал пост вице-президента Международной ассоциации по изучению ископаемых кораллов. На базе исследований Б.С. Соколова и его учеников была создана и успешно развивалась до самых последних лет крупномасштабная научная программа по сравнительному изучению современных и ископаемых рифовых экосистем.

Второе научное направление ленинградского периода творческой деятельности Б.С. Соколова также дало результаты мирового значения. Обобщение уникальных материалов глубокого бурения на Восточно-Европейской платформе, особенно по древнейшим этапам ее геологической истории, коренным образом изменило представления о стратиграфии, палеогеографии, тектонике палеозоя и положило начало обоснованию новой геологической системы – венда. В дальнейшем это привело к переосмыслению докембрийской истории биосферы и созданию палеонтологии докембрия. В 1952 г. был опубликован “Атлас литолого-фациальных карт Русской платформы” под редакцией академика А.П. Виноградова, где 11 карт для докембрия и палеозоя составлены Б.С. Соколовым и Е.П. Александровой. В этой работе Б.С. Соколов заложил основы историко-геологического обоснования вендской

системы. Сами понятие и термин “венд” были введены им в научную геологическую литературу еще раньше, в 1950 г.

Продолжением этих работ стали подготовка и издание в 1960 (1961) г. в масштабе 1:5 000 000 “Атласа литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления” (глав. редактор А.П. Виноградов, зам. глав. редактора В.Д. Наливкин, А.Б. Ронов, В.Е. Хаин). В рамках этой работы под руководством Б.С. Соколова подготовлены карты для позднего докембрия, кембрия, ордовика и силура. Разработанные большим коллективом авторов на примере этого Атласа принципы палеогеографического районирования в дальнейшем были положены в основу методики составления “Атласа литолого-палеогеографических карт СССР”, изданного в 1968 г.

К этому же ленинградскому периоду относится начало формирования еще одного направления научной деятельности Б.С. Соколова – разработки общих принципов стратиграфии в связи с начавшейся реконструкцией Общей стратиграфической шкалы и возникшими при этом проблемами стандартизации стратиграфических границ. Борис Сергеевич как председатель постоянной комиссии по ордовику и силуру Межведомственного стратиграфического комитета, созданного в 1954 г., проделал огромную работу по обобщению региональных материалов по этим системам и подготовил к XXI сессии Международного геологического конгресса в Копенгагене (1960 г.) специальный сборник “Стратиграфия и корреляция ордовика и силура (доклады советских геологов)”. Публикация серии статей и непосредственное участие Б.С. Соколова в работе Международного комитета по терминологии способствовали тому, что ордовик получил официальный международный статус в качестве самостоятельной системы. Одновременно было утверждено новое деление на ярусы и отделы обеих названных систем (1960 г.).

Эти и другие направления исследований Б.С. Соколова приобрели особый размах в сибирский период его деятельности (1958–1975 гг.). Он был приглашен академиком А.А. Трофимуким, одним из организаторов Сибирского отделения АН СССР и основателем Института геологии и геофизики, создать в этом институте отдел палеонтологии и стратиграфии, который отвечал бы масштабным задачам в изучении геологии Сибири. Ближайшим соратником Бориса Сергеевича по формированию отдела стал избранный одновременно с ним в члены-корреспонденты АН СССР В.Н. Сакс, известный уже в то время исследователь геологии и стратиграфии мезозоя и кайнозоя арктических районов СССР. По замыслу Бориса Сергеевича, исследования в создаваемом отделе должны были иметь монографический характер и сочетать в себе глубокое изучение биологии палеонтологических объектов и детальной региональной стратиграфии. За относительно короткий срок был создан коллектив, насчитывающий более ста дипломированных биостратиграфов, в том числе около 20 докторов и несколько десятков кандидатов наук. Работы велись широким фронтом по всей территории Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока СССР. В сравнительных целях полевые исследования проводились и в других регионах СССР. Было опубликовано более 150 монографий по важнейшим группам органических остатков и опорным разрезам, десятки специализированных сборников и сотни журнальных статей в отечественных и зарубежных изданиях. Одновременно крупные исследования по стратиграфии и палеонтологии платформенных и складчатых областей Сибири проводились в крупнейших институтах Министерства геологии СССР (СНИИГГиМС, ВНИГРИ, ЗапСибНИГНИ, ВостСибНИИГГиМС и др.). Б.С. Соколов и В.Н. Сакс были общепризнанными неформальными лидерами этих исследований, в результате которых Сибирь уже к началу 70-х годов по уровню палеонтолого-стратиграфического изучения приобрела статус одного из опорных регионов мира для совершенствования методов и принципов детальной стратиграфии, разработки

стратонов разного масштаба на основе комплексного изучения осадочных бассейнов. В этой области школа Б.С. Соколова и В.Н. Сакса заняла лидирующее положение в СССР и в мире. Ныне отдел палеонтологии и стратиграфии Института геологии нефти и газа в составе Объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН им. А.А. Трофимука остается одним из крупнейших палеонтологических коллективов России и мира.

С переходом в СО АН СССР Борис Сергеевич продолжил активную деятельность в Международном стратиграфическом комитете, в Международной комиссии по проблеме границы силура и девона, которая в то время приобрела особую актуальность в связи с выработкой новых подходов к совершенствованию Общей стратиграфической шкалы, и внес огромный вклад в разработку новых основ общей и региональной стратиграфии, в частности, в обоснование нового (зонального или биологического) принципа определения стратиграфических границ. Одновременно, опираясь на огромные материалы по территории Сибири, Б.С. Соколов плодотворно разрабатывал конкретные проблемы стратиграфии и хроностратиграфических границ позднего докембрия, ордовика, силура, девона и многие другие.

Диапазон исследований ученого в 60–70-е годы XX в. продолжал стремительно расширяться, охватывая новые и наиболее актуальные проблемы палеонтологии, стратиграфии и других смежных дисциплин. Со временем внимание Бориса Сергеевича все больше акцентируется на вендском этапе геологической истории Земли, который оказался ключевым для нового понимания всей ее предыстории вплоть до начала глобальной дивергенции органического мира.

В 1965 г. Борис Сергеевич организовал в Новосибирске Первый всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия и пригласил на него ведущих зарубежных специалистов. Работа симпозиума стала настоящим смотром мировых достижений в области изучения древнейшей жизни. С тех пор словосочетание “палеонтология докембрия”, введенное Б.С. Соколовым, стало признанным международным обозначением нового направления науки. Им дана первая биологическая интерпретация древнейших скелетных образований – сабеллелитид, которые он считает древнейшими представителями сравнительно недавно открытых в глубоководных обстановках океана особого типа организмов – погонофор. Им выполнена первая систематизация бесскелетных организмов вендского периода, и это направление продолжает успешно развиваться им самим и его многочисленными учениками.

В 1975 г. Б.С. Соколов был избран в состав Президиума Академии наук СССР и возглавил в качестве академика-секретаря Отделение геологии, геохимии и геофизики (ОПГГ). К этому названию в 1985 г. уже при Борисе Сергеевиче было добавлено “и горных наук” (ОПГГН), что отражало его понимание фундаментального значения горных наук в современном цикле наук о Земле. При нем в составе академической науки были восстановлены также разделы геологии, которые в настоящее время связываются с понятием “геоэкология” – инженерная геология, гидрогеология, мерзлотоведение. Значение этих наук в решении наиболее актуальных проблем современности только теперь начинает выявляться в полной мере. Б.С. Соколов находился на посту руководителя академической геологии 15 лет. Он внес огромный вклад в развитие разных научных направлений, в решение проблем взаимодействия академической и отраслевой науки с геологической практикой, в пропаганду достижений геологической науки в связи с развитием топливно-энергетического и горно-рудного комплексов, в популяризацию мировоззренческого значения наук о Земле, особенно в биосферно-экологическом аспекте.

Проблемы, связанные с геологической историей биосферы и особенно ее ранних этапов, стали главными в московский период деятельности Б.С. Соколова.

Его работы, посвященные проблеме зарождения и развития биосферы, вне всяких сомнений, можно отнести к ярким достижениям естествознания конца XX века. Исследования Б.С. Соколова по палеонтологии и стратиграфии позднего докембрия, всестороннее историко-геологическое и палеобиологическое обоснование вендской системы привели к признанию ее во всем мире в качестве одного из важнейших геологических открытий нашего времени.

Демократичному, очень интеллигентному, неконфликтному по натуре Б.С. Соколову всегда были чужды любые проявления амбициозности и формального администрирования. Тем не менее вся его деятельность отмечена лидерством в самых разнообразных формах организации научных исследований.

Хорошо известна плодотворная многолетняя деятельность Бориса Сергеевича на посту академика-секретаря ОГГГН РАН. Много лет он возглавлял в качестве председателя Межведомственного стратиграфического комитета (МСК) стратиграфическую службу страны (ныне он остается его почетным председателем). С 1974 г. Б.С. Соколов – бессменный президент Всесоюзного палеонтологического общества (ВПО), ныне Палеонтологического общества России. При нем оно стало одним из самых деятельных научных сообществ. В течение почти 30 лет каждая ежегодная сессия этого общества неизменно открывалась программным выступлением президента, в котором, как всегда, в блестящей форме подводились итоги по рассматриваемой проблеме и намечались пути дальнейших работ. Сессии ВПО под руководством Б.С. Соколова стали исключительно эффективным инструментом координации палеонтологических исследований, их концентрации на важнейших направлениях, что, безусловно, способствовало повышению уровня их теоретических и прикладных аспектов и в то же время интеграции важнейших достижений в мировую науку. Ежегодные программные выступления Бориса Сергеевича на сессиях ВПО воспринимаются слушателями с неугасающим интересом, как настоящие события научной жизни. Авторитет Б.С. Соколова как лидера палеонтологической науки в нашей стране и одного из крупнейших палеонтологов мира нашел выражение в том, что в 1972–1984 гг. его избирают вице-президентом и затем президентом Международной палеонтологической ассоциации. Он основал и ныне является главным редактором журнала “Стратиграфия. Геологическая корреляция”, а также членом редколлегии журнала “Геология и геофизика”, членом главной редакции “Большой Российской энциклопедии” и других изданий. Невозможно в рамках короткой статьи даже перечислить всю его научно-организационную деятельность в разных комиссиях, фондах, научных советах, где он по-прежнему ведет активную работу. Он – почетный член многих зарубежных научных обществ и академий Англии, Болгарии, Германии, Франции, Польши, Швеции, Китая, Вьетнама, США, Канады и других стран.

У Б.С. Соколова сотни учеников по всей стране. Известные палеонтологи Китая, Болгарии и Вьетнама, среди которых есть члены национальных академий этих стран, также считают его своим непосредственным учителем. Многие годы Борис Сергеевич был профессором Ленинградского и Новосибирского университетов, оставив о себе добрую память. Десятки кандидатов и докторов наук, многие члены Российской академии наук также с полным правом считают Б.С. Соколова своим учителем. По крайней мере три научные школы берут свое начало от него: школа кораллистов Советского Союза, Сибирская школа палеонтологов и стратиграфов, школа по докембрийской палеонтологии и стратиграфии. Сам Б.С. Соколов относит понятие “научной школы” к категории нравственной. В этом неожиданном, на первый взгляд, утверждении заложен глубокий смысл, отражающий личностные качества Б.С. Соколова как научного лидера. Секрет его огромного влияния на развитие геологии в нашей стране, в первую

очередь в области палеонтологии и стратиграфии, заключается не только в его научных достижениях и умении видеть перспективу развития новых направлений науки, но и щедро одаривать своими идеями других, вдохновлять на научный поиск, заряжать творческим энтузиазмом не только единомышленников, но и инакомыслящих. К этому нужно добавить еще его неиссякаемый добрый юмор, создающий вокруг него дух демократизма и доброжелательности, а также его незаурядный публицистический и ораторский дар, способный придавать любой научной проблеме увлекательную перспективу приобщения к романтике научного поиска.

Б.С. Соколов и его верная спутница жизни, самый близкий человек, соратник и друг Елена Николаевна Поленова были прекрасной парой. Они воспитали двух дочерей – Марину и Ксению. Елена Николаевна Поленова – сама известный палеонтолог, создавала в доме Соколовых удивительную обстановку любви, тепла и творчества. Здесь друзья, соратники, ученики Бориса Сергеевича и Елены Николаевны всегда встречали радушный прием, пользовались вниманием, постоянно испытывали тепло и доброжелательность двух этих замечательных людей.

За выдающиеся достижения в науке, научно-организационной деятельности и подготовку кадров Б.С. Соколов удостоен многих высших государственных и академических наград. Среди них Ленинская премия, звание Героя Социалистического Труда, несколько орденов, премия и золотая медаль им. А.П. Карпинского. В 1992 г. Б.С. Соколов был удостоен Международной премии им. Карпинского–Швейцера, а в 1997 г. первым из геологов получил высшую награду Российской академии наук – Большую Золотую медаль им. М.В. Ломоносова “За выдающиеся достижения в изучении ранней биосферы Земли, открытие древнейшей вендской геологической системы и классические труды по ископаемым кораллам”, в 2003 г. он стал одним из лауреатов престижной в России научной премии “Триумф”.

Настоящая книга выходит в год 90-летия Б.С. Соколова. В связи с этим юбилеем в апрельские дни в трех городах России – Санкт-Петербурге, Новосибирске и Москве, с которыми связаны три основных периода его творческой жизни, в торжественной обстановке прошли специальные научные мероприятия. В Санкт-Петербурге с большим успехом прошла 50-я юбилейная сессия Палеонтологического общества России “Биосферные процессы: палеонтология и стратиграфия”. В Новосибирске в Институте геологии нефти и газа СО РАН проведена большая научная конференция “Новые научные направления в палеонтологии, стратиграфии, палеобиогеографии”, показавшая, что основанная Б.С. Соколовым Сибирская палеонтолого-стратиграфическая школа продолжает успешно развиваться его учениками и научными “внуками”, а созданный им отдел палеонтологии и стратиграфии, несмотря на все трудности постсоветского периода, продолжает оставаться одним из крупнейших мировых центров в этой области. В Москве в Палеонтологическом институте РАН, где Б.С. Соколов продолжает трудиться в качестве научного руководителя лаборатории палеонтологии докембрия, проведено еще одно торжественное заседание, где юбиляр получил многочисленные поздравления из многих городов страны, в том числе от Президента России В.В. Путина, а также из ближнего и дальнего зарубежья. В послании Американского геологического общества подчеркнуто, что Б.С. Соколов вошел в когорту самых почетных членов этого общества теперь уже не только за выдающиеся научные достижения, а как еще один убедительный пример того, что активный и вдохновенный творческий труд сам по себе является фактором долголетия.

Н.Л. Добрецов, А.Э. Конторович,

А.В. Каньгин, Ю.И. Тесаков

**СТРАТИГРАФИЯ.
ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ.
ГРАНИЦЫ СИСТЕМ,
ОБОСНОВАНИЕ ВЕНДА**

О ВОЗРАСТЕ ДРЕВНЕЙШЕГО ОСАДОЧНОГО ПОКРОВА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ*

1

В “Известиях Академии Наук СССР, серия геологическая” опубликована статья Н.С. Шатского “О древнейших отложениях осадочного чехла Русской платформы и об ее структуре в древнем палеозое” [Шатский, 1952]. В этой статье излагаются последние данные геологов-нефтяников о результатах изучения древнейшей осадочной толщи, вскрытой в центральных районах Русской платформы под средним девонем, характеризуется ранее установленное двухчленное строение этой толщи, описываются условия ее залегания и обосновывается рифейский возраст нижнего стратиграфического члена.

В сущности, доказательство докембрийского возраста нижнего стратиграфического комплекса составляет основное содержание статьи и является исходным для построения новой схемы каледонской структуры Русской платформы.

Ссылаясь на данные А.В. Копелиовича [1951], Н.С. Шатский отмечает, что для нижнего комплекса Б.С. Соколовым было предложено название “вендский комплекс”, а для верхнего – “балтийский”, и считает введение этих терминов “заслуживающим внимания”. В связи с упомянутой ссылкой на мои исследования, считаю необходимым дать некоторые разъяснения как по поводу истории вопроса, так и по поводу содержания тех терминов, которые были предложены мной и которыми пользуется Н.С. Шатский.

В результате нескольких лет работы по изучению додевонских отложений Прибалтики, Подолии и центральных районов Русской платформы мной действительно было предложено разделение осадочной толщи так называемого нижнего кембрия на два комплекса: вендский (в составе тесно между собой связанных гдовских и ляминаритовых слоев) и балтийский (в составе надляминаритовых песчаников, синих глин и зофитоновых песчаников), но одновременно с этим еще в начале 1950 г. была обоснована и необходимость отделения вендского комплекса от балтийского, как имеющего докембрийский возраст. При этом я исходил из новых палеонтологических данных, устанавливающих нижнекембрийский возраст уже верхней части толщи синих глин, из сопоставления вендского комплекса со спарамитовой формацией Норвегии и из впервые обнаруженных фактов региональной самостоятельности отложений вендского комплекса. Эти отложения я параллелизовал с синийской системой Китая, так как их палеозойский (но докембрийский) возраст не вызывал и не вызывает сомнения. Как известно, и спарамитовая формация значительно ближе стоит к образованиям палеозоя, чем протерозоя. В качестве синонима термина “синийская система” я употреблял и термин “рифейская система”, но в том возрастном смысле, который был придан этому термину С.М. Чихачевым [1949].

* Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5. С. 21–31.

Предположение о докембрийском возрасте древнейших слоев осадочного покрова Русской платформы, как справедливо замечает Н.С. Шатский, не является новым. В отношении прибалтийского разреза оно впервые было высказано Ф.Б. Шмидтом [Schmidt, 1897] и с тех пор, с разными вариациями, неоднократно повторялось В.В. Ламанским [1897], Метцгером [Metzger, 1922], Л. Рюгером [Rüger, 1923], И. Седергольмом [Sederholm, 1908], Г. Скупиным [Scupin, 1928], С. Бубновым [Bubnoff, 1926]. Однако ни одним из этих исследователей не было дано доказательств докембрийского возраста указанных отложений. В высшей степени существенно то, что почти все эти авторы в составе докембрия (или эокембрия Брёггера и Седергольма, ингрия Г. Скупина) рассматривали всю толщу “синих глин”, и только В.В. Ламанский и С. Бубнов имели в виду нижние слои синей глины и подстилающие песчаники. Наличие заведомо кембрийской фауны в толще синих глин и ряд новых палеонтологических открытий М.Э. Янишевского [1924, 1926] и А. Эпика [Opic, 1929] дали возможность последнему подвергнуть весьма аргументированной критике взгляды всех исследователей, высказывавшихся за отнесение синих глин к докембрию, а после еще более поздней работы М.Э. Янишевского [1939] вопрос о кембрийском возрасте всего ленинградского и эстонского разрезов, включая нижние песчаники (гдовские слои) и ламинаритовые глины, стал всеми рассматриваться как окончательно решенный.

Вместе с тем в эти же годы М.Э. Янишевским и Б.П. Асаткиным было окончательно доказано, что так называемая толща синих глин в действительности состоит из двух самостоятельных толщ – ламинаритовых глин и собственно синих глин, разделенных пачкой надляминаритовых песчаников. Это обстоятельство могло бы послужить основанием к возрождению взглядов о возможности отнесения ламинаритовых глин и подстилающих песчаников к докембрию, однако М.Э. Янишевский сопоставил эти глины с зоной с *Discinella holsti* Норвегии, т. е. с низами нижнего кембрия, и, таким образом, вопрос о докембрийском возрасте древнейших слоев Прибалтики естественно отпал. Позднее М.Э. Янишевским [1950] была описана чрезвычайно важная находка крайне архаического трилобита *Gdowia assatkini* Yarp. из синих глин. В связи с этой находкой М.Э. Янишевский пересмотрел свои взгляды на стратиграфическую корреляцию ленинградского кембрия и пришел к выводу, что “горизонт с *Gdowia assatkini* соответствует зоне с *Discinella holsti*, а может быть, и нижележащей – зоне с песчанистыми сланцами”, покоящимися непосредственно на спарагмитовой формации, возраст которой, вслед за Киэром [Kiær, 1916], М.Э. Янишевский считал нижекембрийским. Этого же взгляда придерживался и Е.М. Люткевич.

Таким образом, находка древнейшего трилобита в толще синих глин заставила пересмотреть вопрос о сопоставлении прибалтийских разрезов, но совершенно не изменила взглядов на кембрийский возраст всей толщи осадков, непосредственно залегающих на гранитах фундамента, дислоцированном протерозое или иотнийских кварцитах, которым Е.М. Люткевич также приписывал в то время кембрийский возраст. Вопрос о необходимости отделения от нижнего кембрия гдовских и ламинаритовых слоев вновь был поднят мной после изучения региональных условий распространения древнего осадочного покрова, приведшего к необходимости выделения вендского и балтийского комплексов как самостоятельных стратиграфических единиц широкого регионального (а не местного) значения. Пересмотр данных о стратиграфическом положении всех находок фауны, сделанных в толще синих глин (и прежде всего трилобитов, червей и головоногих), показал, что все они приурочены к верхней половине разреза и лишь на западе, где наблюдается некоторое сокращение мощности и преобладают песчаники (Швеция, о. Готланд, о. Эланд, Аландские о-ва, юго-западная окраина Финляндии), фауна встречается в самом основании разреза. Наличие в базальных песча-

никах кембрийских отложений этой области *Discinella holsti* и сопоставление с ними далеко не самых нижних горизонтов толщи синих глин более восточных районов Русской платформы с достоверностью устанавливали самый нижний кембрийский возраст уже верхней половины этой толщи и ставили под вопрос возраст всей нижележащей части разреза.

Учитывая, что тесно связанные отложения балтийского комплекса (надляминаритовые песчаники, синие глины и зофитоновые песчаники) принадлежат единому циклу осадконакопления и не могут быть разделены между двумя системами, я целиком отнес их к нижнему кембрию, а вендский комплекс, хорошо сопоставившийся со спарагмитовой формацией Норвегии, предложил считать докембрийским, но с безусловным сохранением в составе палеозойской группы. Таким образом, эти отложения рассматривались как относящиеся к синийской системе.

Результаты этих исследований были изложены мной в двух докладах: в декабре 1950 г. и в феврале 1951 г. на Всесоюзном совещании по стратиграфии девонских и додевонских отложений Русской платформы и Западного Урала. В первом случае мои взгляды подверглись критике со стороны многих ленинградских геологов, и даже самое введение вендского и балтийского комплекса как самостоятельных стратиграфических единиц не встретило общего одобрения.

Обмен мнениями на Всесоюзном совещании показал, что выделение этих комплексов нашло полное оправдание в практической работе и что именно на этой основе удалось увязать разрезы древнего палеозоя, вскрытые бурением в центральных областях Русской платформы, с разрезами Прибалтики.

На совещании было предложено заменить термин “вендский комплекс” (от древнего названия Балтийского моря) более удачным по своему звучанию, термином “валдайский”.

Что касается высказанных взглядов о синийском возрасте валдайского комплекса, то, хотя они и не подверглись такой резкой критике, как раньше, однако не были приняты, а в опубликованную в решениях совещания схему стратиграфии додевонских отложений Русской платформы оба комплекса – валдайский и балтийский – вошли как нижекембрийские. Тем не менее представление о необходимости отделения валдайского комплекса от нижнего кембрия получило широкое распространение и нашло поддержку со стороны ряда геологов (Е.М. Люткевич, Р.М. Пистрак). Оно легло в основу работы геологов Всесоюзного нефтяного геолого-разведочного института (ВНИГРИ), занимающихся изучением нижнего палеозоя, и еще год тому назад мной, совместно с Е.П. Александровой, была составлена совершенно новая и первая карта фаций и изопахит докембрийского палеозоя значительной части Русской платформы, основанная на обобщении всего нового материала, доставленного глубоким бурением.

Я счел необходимым так подробно остановиться на этом вопросе потому, что статья Н.С. Шатского создает ложное представление, будто я ограничился только расчленением древнепалеозойской толщи Русской платформы на два комплекса и введением двух новых терминов. В действительности же само выделение нижнего комплекса (вендского – валдайского) обосновывалось как отделение его от вышележащего нижнего кембрия. Именно поэтому и возник вопрос о синийском возрасте осадков, подстилающих заведомо нижний кембрий (балтийский комплекс) на Русской платформе.

2

Второй вопрос, который возникает в связи со статьей Н.С. Шатского, касается стратиграфического положения нижнего комплекса: принадлежит ли он еще протерозою или уже является палеозойским и каким термином следует его обозначать?

Н.С. Шатский по этому поводу пишет, что “нижний комплекс (=вендский) является докембрийским, эквивалентом спарагмитовой формации, т. е. рифейскими отложениями”, которые рассматриваются им в составе протерозоя. Под названием “рифейская группа” Н.С. Шатским [1945] были объединены древние толщи Башкирского Урала от айской свиты до ашинской включительно, суммарной мощностью до 15 тыс. м. Таким образом, по своему объему и стратиграфическому наименованию рифейские отложения противопоставлялись палеозойской группе. Мысль Н.С. Шатского вполне ясна: “Эта группа по стратиграфическому объему весьма значительна, и такие формации, как гиперборейская, спарагмит и синийская система, могут быть сопоставлены только с отдельными частями рифейской группы”. Судя по содержанию последней статьи, Н.С. Шатский [1952] изменил в настоящее время свои прежние представления и называет рифейской группой отложения, “лежащие между иотнием и кембрием”, т. е. целиком приравнивает их к объему спарагмитовой формации, а эквивалентом последней на Русской платформе, как мы видели, считает вендский комплекс. Можно вполне согласиться с Н.С. Шатским, что принятие термина “спарагмитовая формация”, или система для обозначения отложений рассматриваемого комплекса, представляет ряд затруднений, однако в новой уточненной трактовке термин “рифейская группа” становится полным синонимом синийской системы китайских геологов, которые давно уже и с полным основанием сопоставили спарагмит или эокембрий, Норвегии с синийской системой [Ли Дж., Ли И., 1940].

Из всех терминов, которыми в настоящее время принято обозначать докембрийские-верхнепротерозойские отложения различных стран (спарагмитовая формация, или система, Норвегии, эокембрий Северной Европы, гиперборей Северной Фенноскандии, нижние члены системы Хекла-Хук островов европейского сектора Арктики, гренландий Гренландии, торридонские отложения Шотландии, серия кьюиноу области Великих Озер Северной Америки, бэлт и, видимо, ункомпагр западной части США и Канады, липалийская система Северной Америки, синийская система Китая, серия Аделаиды Южной Австралии, система Пурана Индии, система Витватерсранд Южной Африки, рифейская группа Урала, альгонкий многих стран и т. д.), термин “синийская система” заслуживает, по всей вероятности, наибольшего внимания, хотя наряду с ним одинаково распространены термины “альгонкий”, “липалий”, “эокембрий” и у нас в последнее время “рифей”. Недостатки этих терминов состоят в том, что первый из них уже давно утратил конкретное содержание и охватывает по сути дела все докембрийские образования, второй вошел в литературу как связанный с липалийским перерывом, значение которого было ошибочно истолковано американскими геологами [Хиндс, 1940], третий всегда содержал в себе элемент условности и двусмысленности и, наконец, четвертый уже сейчас имеет два толкования у самого автора термина и введен им для рассматриваемых отложений как заведомо протерозойских. Этот термин мог бы считаться значительно более приемлемым, если бы Н.С. Шатский [1952], так же как и С.М. Чихачев [1949] и Л. Лунгерсгаузен [1947], относил древние свиты Башкирского Урала к палеозою, однако, во-первых, в таком толковании возраста этих свит нет пока полной уверенности, тем более что они срезаются крупным перерывом и несогласием, а, во-вторых, как уже отмечалось, содержание термина “рифей” в этом смысле совпало бы с содержанием термина “синийская система”.

Установление синийской системы связано с известными исследованиями Ф. Рихтгофена [Richthofen, 1882] в Китае, а в современном объеме она выделена и обоснована в 1922 г. А. Грабау [Grabau, 1922]. В результате 30-летних исследований китайских и других геологов отложения этой системы оказались хорошо изученными в платформенных и геосинклинальных фациях вплоть до Центральной Азии, и в настоящее время синийская система является общепринятым и совершенно четким стратиграфическим подразделением, заключенным между дис-

лоцированным протерозоем системы Утай и, как правило, нормально лежащим таконом – первой “морской” системой Китая, полностью соответствующей нижнему кембрию.

Самым существенным в выделении этой системы следует считать то, что она с самого начала определялась как древнейшая система палеозоя, подстилающая кембрий, в то время как возраст всех других ее аналогов частично или полностью рассматривался как протерозойский. Именно как палеозойская синийская система была включена А.Н. Мазаровичем [1947] в число основных единиц геохронологии.

Основываясь на этом обстоятельстве, а также на изучении типа и истории формирования древнейшего осадочного комплекса Русской платформы, который отнесен к синийской системе, следует считать, что принятие термина китайских геологов имеет пока большие основания, чем термина Н.С. Шатского. Палеозойский возраст синийской системы достаточно убедительно обоснован А. Грабау, давшим ей и палеонтологическую характеристику на основании изучения коллений. Такую характеристику получили и синхронные отложения Северной Америки, где в отложениях бэлта указываются находки отпечатков медуз. В ряде районов западных штатов США отложения докембрия образуют вместе с таконийскими и кембрийскими отложениями единую мощную (до 15 000 м) серию неизменных осадочных пород, также получающих палеонтологическую характеристику. Особенно тесная связь наблюдается между синийскими отложениями (серия Аделаиды) и нижним кембрием в Южной Австралии, где в верхах аделаидской серии открыты древнейшие филокариды [David, Tillyard, 1936]. Теснейшая связь между отложениями “эокембрия” и нижнего кембрия устанавливается во многих районах Северной Европы, а в пределах системы Хекла-Хук граница между ними просто условна.

Пожалуй, самыми замечательными чертами отложений синийской системы, известными сейчас уже на всех древних платформах земного шара и в ряде докембрийских геосинклинальных областей, являются: 1) наличие совершенно бесспорных указаний на синхронное осадконакоплению оледенение и 2) совместная дислоцированность этих отложений с более поздними отложениями палеозоя (от нижнего кембрия в одних районах до карбона включительно в других). В большинстве случаев только эпейрогенические движения (выражающиеся в более или менее заметных перерывах осадконакопления) фиксируются на границе синия и кембрия, а в целом – и в нормальной последовательности разреза, и в степени метаморфизма, и в последующей дислоцированности они представляют единый комплекс отложений. Это обстоятельство уже давно обратило на себя внимание и заставило целый ряд геологов (А.А. Полканов, М.Э. Янишевский, Л. Лунгерсгаузен, Е.М. Люткевич, Лаусон, Лейн, Дели, Грабау, Киер, Хиндс и многие другие) высказываться за необходимость присоединения позднедокембрийских отложений к палеозою. Лейн и Урри [Хиндс, 1940] доказывали близость этих отложений (бэлт и кьюиноу Северной Америки) к кембрию, опираясь на определение возраста радиоактивными методами.

Какими же типичными чертами палеозоя характеризуется древнейший осадочный комплекс Русской платформы и каковы условия его распространения и соотношение с вышележащим нижним кембрием?

Как уже отмечалось, нижний или валдайский (=вендский) комплекс был выделен в составе гдовских и ламинаритовых слоев, тесно между собой связанных и образующих единый этап осадконакопления. В северо-западных и западных районах платформы гдовские слои обычно представлены аркозовыми песчаниками с прослоями алевролитов и красных или зеленовато-серых глинистых песчаников с обильной слюдой. В отдельных разрезах (сел. Плявинас, Поповка, Городок, Гусаки и др.) нижние горизонты этих слоев имеют менее грубый состав и иногда отчетливо выделяются в пачку обычно темноокрашенных глин и слюдистых алевролитов, подстилаемых аркозовыми песчаниками, постепенно связанными с элю-

вием фундамента или имеющими с ним резкую границу. Более отчетливо нижняя пачка выделяется в некоторых районах центральной части платформы (сел Редкино, Старица, Калуга, Москва, особенно Пачелма). В разрезе Редкино эта пачка получила название редкинского комплекса [Копелиович, 1951].

Сам по себе факт развития самостоятельного осадочного комплекса ниже валдайского вполне вероятен и заслуживает большого внимания; тем не менее очевидно, что в настоящее время к редкинским слоям могут оказаться отнесенными и соответствующие переходные фации гдовских слоев и, возможно, более высокие слои (краевые фации запада), а также слои, несомненно лежащие под валдайским комплексом. По всей вероятности, наиболее типичное выражение эти древнейшие слои синийской системы Русской платформы имеют в районах, лежащих к юго-востоку от Москвы [Сытова, 1951], но их отношение с нижней частью разреза Редкино еще не вполне ясно. Наиболее важной чертой древнейших отложений этих районов является наличие в их составе карбонатных пород (доломитов), развитие доломитового цемента в песчаниках и сильное уплотнение входящих в состав этих толщ темноцветных аргиллитов и аргиллитоподобных пород. Представляется, что именно эти признаки должны лечь в основу двухчленного деления синия на Русской платформе, однако вопрос этот требует специального изучения.

Основной и наиболее характерной частью разреза нижнего комплекса являются ляминаритовые глины северо-западных районов платформы и их аналоги в более восточных частях синийского бассейна. Одной из самых ярких особенностей толщи ляминаритовых глин является их тонкая, нередко типично ленточная слоистость, обусловленная чередованием тонких слоев более темных голубовато-серых глин и более светлых алевритисных глин или глинистых алевролитов и даже песков и песчаников. Эти текстурные особенности ляминаритовых глин дают основание рассматривать их в ряду главным образом северо-западных районов как образования холодного бассейна, принимавшего воды ледникового происхождения. Факт синийского оледенения Фенноскандии и, возможно, других ныне погруженных районов Европейской Арктики в настоящее время не вызывает сомнения и прекрасно доказывается открытием тиллитов в Южной Норвегии, Финнмарке и области Свальбарда [Куллинг, 1940; Странд, 1940; Yaertner, 1943]. Поэтому есть все основания видеть в типичных ляминаритовых глинах древние аналоги ленточных глин, кстати сказать, хорошо известные во всех областях распространения синийских отложений.

Ляминаритовые глины Русской платформы совершенно лишены метаморфизма, а в Прибалтике они имеют настолько свежий вид, что С.А. Яковлев [1912] принимал их в свое время за четвертичные глины.

В настоящее время нам удалось достаточно ясно оконтурить бассейн синийской седиментации и показать, что он обрисовывает с необычайной четкостью синийскую Московскую синеклизу, замыкавшуюся на северо-западе изогнутым склоном огромного Балтийского щита, охватывавшего всю Балтику, включая западную часть территории современных прибалтийских республик (примерно по линии рижского меридиана) и Северную Польшу. На юге Московская синеклиза оконтуривалась широким склоном единого Украинско-Воронежского массива, служившего основным источником сноса на протяжении всего синийского периода, а на востоке этот контур определялся склоном древнего Токмовского массива, ядро которого послужило основой формирования Окско-Волжской антеклизы, выделенной А.А. Бакировым [1951]. Между Украинско-Воронежским и Токмовским массивами существовал глубокий прогиб, загружавшийся мощными отложениями (до 800 м) синия. Соединение этого прогиба с областью Прикаспийской депрессии для синийского этапа развития Русской платформы (как и нижнепалеозойского вообще) не может пока считаться доказанным, хотя оно вполне вероятно. В структурном отношении этот прогиб был теснейшим образом связан с Москов-

ской синеклизой, располагаясь на оси ее общего асимметричного прогиба, совершенно конформного выпуклому краю Украинско-Воронежского массива. Ось общего прогиба Московской синеклизы синия проходила примерно через Смидовичи, Городок, Редкино, Марсово, Сердобск.

Бурение в Вологде, Солигаличе, Котласе и более северных районах показало, что синийские отложения, сохраняя значительную мощность, широко распространялись на север вдоль восточного склона Балтийского щита, и в настоящее время вряд ли уже можно сомневаться в том, что эти отложения Русской платформы удастся увязать с их геосинклинальными аналогами – гипербореем и эокембрием северных районов.

На всем этом пространстве Московской синеклизы и северного синийского прогиба платформы литологический облик синийских отложений сохраняет типичные признаки палеозойских образований, и ни по своему составу, ни по степени метаморфизма, ни по характеру проявлений тектогенеза они не могут быть противопоставлены вышележащему кембрию. Бесспорность этого факта великолепно подтверждается соотношением ляминаритовых и синих глин в Прибалтике, которые на протяжении ста лет всеми геологами рассматривались как единая толща и отнесение которых даже к разным системам палеозоя до сих пор не признается подавляющим большинством исследователей.

В свете этих фактов попытка Н.С. Шатского обосновать протерозойский возраст ляминаритовых глин Ленинграда представляется мало обоснованной.

В юго-западной части структурный контур Московской синеклизы синия намечается высоким положением фундамента между юго-восточным краем Балтийского щита (Пижское поднятие северо-восточной Польши; 24) и северо-западным краем Украинско-Воронежского массива (Друскеники, Лида, Бобовия, Микашевичи, Пинск), хотя синийские отложения и простирались через эту область, уходя на юг вдоль западного склона массива в область Волыни, Подолии и Молдавии, т. е. в область предкарпатского склона Русской платформы. Синийские отложения Брестской области и Волыни имеют тот же состав, что и в Прибалтике; они представлены гдовскими и ляминаритовыми глинами, в основании которых иногда наблюдаются красные глины, лежащие на древних эффузивах. Изучение разрезов этой области показало, что не только синий, но и теснейшим образом связанный с ним нижний кембрий поразительным образом близки к разрезам Прибалтики. Первая наиболее отвечающая действительности параллелизация этих отложений с соседними районами дана П.Л. Шульгой [1951].

В Подолии древнепалеозойские отложения представлены по старой схеме Л. Лунгерсгаузена [1939, 1947] серией могилевских песчаников (докембрийских, по Д.Н. Соболеву, кембрийских, по Л. Лунгерсгаузену, и ордовикских, по Г.Х. Дикенштейну) и ущицких сланцев, которые всеми исследователями рассматривались как ордовикские. В 1949 г. я впервые дал параллелизацию ущицкой серии (до основания трансгрессивно лежащего молодовского верхнеордовикского песчаника) с кембрием Прибалтики, а в настоящее время есть основание отделить от него нижнюю часть как синийскую по подошве верхней аркозовой свиты Н.И. Ларина [1936] или мерешовского горизонта Г.Х. Дикенштейна, так как тесно с ним связанный вышележащий фосфоритоносный горизонт и находки платисоленитов в аналогичных частях разреза на Волыни служат надежным основанием для параллелизации этой части ущицкой серии с нижним кембрием Волыни, Польши, Скандинавии и Советской Прибалтики.

Весьма существенным для доказательства синийского возраста отложений, развитых на юго-восточном склоне Русской платформы, стало открытие Б.В. Тимофеевым спор ляминаритового комплекса и пленок *Laminarites* в глинах Молдавии, которые мы с П.К. Иванчуком уже ранее сопоставляли с ляминаритовыми глинами Прибалтики на основании геологических данных.

Таким образом, с полной очевидностью доказывается широкое распространение синийских отложений вдоль всего юго-западного склона платформы до самого Черного моря, где в районе Одессы также вскрыты эти отложения. Теснейшая связь синийских осадков с нижним кембрием не подлежит никакому сомнению и в этой, уже краевой, части нижнепалеозойского бассейна.

Рассмотрение полученных данных показывает, что главной областью накопления древнейших и наиболее мощных отложений на Русской платформе была синийская Московская синеклиза (мощности в южной части прогиба превышают 800 м). Характер структурного положения этой основной области древнего погружения на Русской платформе показывает, что бассейн синийской седиментации по сути дела был внутренним, хотя и имевшим открытую связь с областью северного прогиба платформы и известную связь с областью ее юго-восточного предкарпатского склона.

С началом кембрия положение существенно изменилось: началось погружение пониженной южной части Балтийского щита, от которой на юго-востоке обособился Пижский массив (северо-восточная Польша) и причленился вместе с зоной Полесского поднятия фундамента к Украинско-Воронежскому массиву, ставшему частью Сарматского щита, по Н.С. Шатскому [1946]. Через область погружения южной части Балтийского щита произошло соединение внутреннего бассейна Русской платформы со Среднеевропейским морем кембрия, и на всей этой площади в нижнем кембрии впервые началось осадконакопление.

Характер фауны и ее распределение свидетельствуют о том, что трансгрессия нижнего кембрия шла с юго-запада, хотя не исключена одновременного развития трансгрессии с севера вдоль северо-восточного края Балтийского щита. Об этом, возможно, говорят находки нижнекембрийской фауны в осадках, непосредственно лежащих на эокембрии в районе Варангерфиорда [Gaertner, 1943], и отложения, близкие к синим глинам, с проблематичными организмами в Нёноксе (доставлены Е.М. Люткевичем). Возможность непосредственной трансгрессии с запада со стороны Норвегии, видимо, исключается [Hansen, 1937].

Площадь нижнекембрийского бассейна на Русской платформе значительно сократилась по сравнению с площадью, занятой синийскими отложениями, и совершенно изменились общие контуры бассейна: поднятие Сарматского щита и погружение южной части Балтийского щита заставило его приспособиться к новому контуру Фенноскандинавского массива. Таким образом, в нижнем кембрии мы видим осушение огромных площадей на юго-востоке центральной части платформы, развитие трансгрессивного покрова на юге Балтийского щита и непрерывное продолжение осадконакопления в тех областях, где нижний кембрий непосредственно залегает на синии. Эти данные с полной ясностью свидетельствуют о приуроченности к концу синия – началу кембрия широкого масштаба эпейрогенических движений, существенно изменивших палеогеографию Русской платформы.

Н.С. Шатский увидел в развитии нижнекембрийской трансгрессии свидетельство большой самостоятельности балтийского комплекса осадков и положил этот факт в основу доказательства протерозойского возраста подстилающих отложений. Мне представляется такая интерпретация этого факта ошибочной, так как нижнекембрийская трансгрессия имела не общий характер, а проявилась лишь в пределах погрузившейся части Балтийского щита; на остальной же территории мы либо совсем не видим осадков кембрия, либо они в совершенно непрерывном разрезе следуют за синийскими ламинаритовыми глинами. Что касается самого проявления эпейрогенических движений на границе синия и кембрия, то эти движения, как известно, не могут служить бесспорным критерием даже для проведения границ между ярусами в пределах одной системы, не говоря уже о границах между целыми стратиграфическими группами. Вместе с тем в данном случае ус-

тановление эпейрогенических движений является важным свидетельством в пользу самостоятельности валдайского и балтийского комплексов как отложений двух разных, но бесспорно палеозойских систем, и оно, надо полагать, будет правильно оценено теми исследователями, которые до сих пор весь валдайский комплекс рассматривают как нижнекембрийский.

Первый палеозойский региональный перерыв в осадконакоплении, сопровождавшийся почти повсеместно процессами каолинового выветривания и настоящими, хотя и местными (район Локно и некоторые районы Белоруссии) дислокациями осадочного покрова, наступил после отложения синих глин, т. е. на границе нижнего и среднего кембрия (ижорские слои). Это первое крупное проявление тектогенеза коренным образом сближает (объединяет) отложения синия и нижнего кембрия как геологически единый комплекс древнейших осадочных образований и не дает основания проводить внутри него границу между палеозоем и протерозоем. Граница между отложениями этих групп со всей отчетливостью и очевидностью фиксируется в основании рассматриваемого нормально-осадочного комплекса, лежащего на метаморфизованных отложениях иотния или еще более древних отложениях дислоцированного протерозоя. Тесно связывают отложения синия и кембрия, вопреки взглядам Н.С. Шатского, и древнейшие палеофитологические остатки, ставшие сейчас известными по многочисленным находкам спор в валдайском и балтийском комплексах.

Открытие, сделанное С.Н. Наумовой, имеет выдающееся значение и позволяет надеяться на большие успехи и в изучении вопроса о происхождении жизни в синийском периоде, самое положение которого в палеозойской эре уже служит объяснением чрезвычайной высоты организации растительного мира кембрия.

Оценивая в целом результаты изучения литологии, фаций, геологической истории, региональных и стратиграфических соотношений и палеонтологии синийских и кембрийских отложений Русской платформы и учитывая современные достижения в области изучения аналогичных образований на других платформах земного шара, можно сделать только один вывод: синийские и кембрийские отложения не могут быть разделены между двумя столь самостоятельными группами отложений, какими являются палеозой и протерозой, так как образуют единый в геологическом смысле комплекс осадочных образований, формированием которого начинается палеозойский этап развития Земли. Своеобразный континентальный режим древних бассейнов синия с его широчайшим оледенением накладывает специфический отпечаток на начальную фазу этого этапа, но эта фаза свидетельствует уже о новой эре, с новым палеозойским типом седиментогенеза, распространившегося на широкие площади древнейших синеклиз и геосинклинальных прогибов.

ЛИТЕРАТУРА

Бакиров А.А. Главнейшие черты геотектонического развития внутренней части Русской платформы // К геологии центральных областей Русской платформы. М.: Госгеолиздат, 1951. С. 3–45.

Дикенштейн Г.Х. Новые данные по стратиграфии палеозойских отложений Волыни // Докл. АН СССР. 1950. Т. LXX, № 2. С. 2870–289.

Копелиович А.В. Некоторые вопросы стратиграфии нижнего кембрия центральных областей Русской платформы // Докл. АН СССР. 1951. Т. LXXVIII, № 5. С. 975–977.

Куллинг О.О. О данных по докаменноугольным климатам Свальбарда (Медвежий остров, Шпицберген, Северо-Восточная земля и близлежащие острова) // Тр. XVII сессии Междунар. геол. конгр. Т. 6. М., 1940. С. 137–142.

Ламанский В.В. Примечания переводчика к книге М. Неймайра “История земли”. Т. 2. 1897.

Ларин Н.И. О силурийском массиве Подолии // Проблемы сов. геологии. 1936. Т. VI, № 7. С. 598–612.

Ли Дж.С., Ли И.И. Синийское оледенение Китая // Тр. XVII сессии Междунар. геол. конгр. Т. 6. М., 1940. С. 35–44.

- Лунгерсгаузен Л.* Следы гляциального климата в древнем палеозое Подолии // Докл. АН СССР. 1939. Т. XXII, № 6. С. 334–338.
- Лунгерсгаузен Л.* О фашиальной природе и условиях отложения древних свит Башкирского Урала // Сов. геология. 1947. № 18. С. 35–74.
- Лунгерсгаузен Л., Никифорова О.* О стратиграфическом отношении силурийских слоев Подолии к аналогичным слоям некоторых других мест Западной Европы // Докл. АН СССР. 1942. Т. XXXIV, № 2. С. 69–74.
- Мазарович А.Н.* Об основных единицах геохронологии // Докл. АН СССР. 1947. Т. LVIII, № 3. С. 443–446.
- Странд Т.* Климаты прошлого по данным эокембрийских и палеозойских отложений Норвегии // Тр. XVII сессии Междунар. геол. конгр. Т. 6. М., 1940. С. 11–22.
- Сытова В.А.* К стратиграфии палеозоя Пачелмского района // К геологии центральных областей Русской платформы. М.: Госгеолиздат, 1951. С. 148–162.
- Хиндс Н.Э.А.* Позднекембрийские отложения Северной Америки // Тр. XVII сессии Междунар. геол. конгр. Т. 6. М., 1940. С. 45–64.
- Чихачев С.М.* О дополнении палеозоя рифейской системой // Сов. геология. 1949. № 40. С. 86–90.
- Шатский Н.С.* Очерки тектоники Волго-Уральской нефтеносной области и смежной части западного склона Южного Урала. М.: Изд. МОИП, 1945. 131 с.
- Шатский Н.С.* Основные черты строения и развития Восточно-Европейской платформы. Сравнительная тектоника древних платформ. Ст. 1 // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1946. № 1. С. 5–62.
- Шатский Н.С.* О древнейших отложениях осадочного чехла Русской платформы и об ее структуре в древнем палеозое // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 1. С. 17–32.
- Шульга П.Л.* О палеозое западной Волыни и юго-западной части Брестской области БССР // Докл. АН СССР. 1951. Т. XXX, № 1. С. 89–91.
- Яковлев С.А.* О Laminarites antiquissimus Eichwald // Ежегодник по геологии и минералогии России. 1912. Т. XIV, вып. 45.
- Янишевский М.Э.* Об остатках трубчатых червей из кембрийской синей глины // Ежегодник Русского палеонтол. о-ва. 1924. Т. IV.
- Янишевский М.Э.* Кембрийские отложения Ленинградской области // Уч. зап. Ленингр. ун-та. 1939. № 25.
- Янишевский М.Э.* Древнейший трилобит из нижнекембрийской синей глины – Gdowia assatkini gen. et sp. nov. // Вопросы палеонтологии. Т. 1. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1950. С. 32–40.
- Brockcamp B.* Zum Bau des tieferen Untergrundes in Nordost-Deutschland // Jahr. der Reichsstelle für Bodenforschung für 1940. Bd. 61. Berlin, 1941.
- Bubnoff S.* Geologie von Europa. Berlin, 1926. Bd. I; 1930. Bd. II, T. I.
- David S., Tillyard R.J.* Memoir on fossils of the late Pre-Cambrian (Newer Proterozoic) from the Adelaide series South Australia. The Royal Soc. of New South Wales. 1936.
- Gaertner H.R.* Bemerkungen über den Tillit von Bigganjarga an Varangerfjord // Geol. Rundschau. 1943. Bd. 34, H. 2–6.
- Graubau F.W.* The Sinian System // Bull. Geol. China. 1922. Vol. I, N 1–4.
- Hansen K.* Sammenlignende Studier over Kambriet i Skane og paa Bornholm // Meddelelser fra Dansk Geol. Forening. 1937. Bd. 9, H. 2.
- Kiaer J.* The Lower Cambrian holmia fauna at tomten Videns // Selsk. Sllrifter f. Math.-natur. Klass. 1916. Bd. 2, N 10.
- Metzger A.* The Beiträge zur Paläontologie des nordbaltischen Silurs im Alandsgebiet // Bull. Comm. Geol. de Finlande, 1922.
- Opik A.* Studien über das estnische Unterkambrium (Estonium). Vol. I–IV // Publ. Geol. Inst. Univ. of Tartu. 1929. N 15.
- Richthofen F.* China. II. 1882.
- Rüger L.* Paläogeographische Untersuchungen im baltischen Kambrium unter Berücksichtigung Schwedens // Zentralblatt Mineral. etc. 1923. N 4.
- Scupin H.* Ostbalticum (Theil I). Algonkium, Paläozoicum und Mesozoicum. 1928.
- Sederholm J.J.* Explanatory notes to accompany a geological Sketch-Map of Fenno-Scandii. 1908.
- Schmidt F.* Excursion durch Estland // Guide des excurs. du VII congres Géol. Intern. Vol. XII. 1897.
- Janischewsky M.* Über Trilobitenreste aus dem kambrischen blauen Ton // Ежегодник Рус. палеонтол. о-ва. 1926. Т. VI.



ПРОБЛЕМА НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ПАЛЕОЗОЯ И ДРЕВНЕЙШИЕ ОТЛОЖЕНИЯ ДОСИНИЙСКИХ ПЛАТФОРМ ЕВРАЗИИ*

It must be evident, that the classifying of the Sinian system (in our sense) in one division with the Wutai system, ...can be due only to deference for the accepted view that the Palaeozoic begins with the Cambrian, and that all pre-Cambrian rock are ipso-facto pre-Palaeozoic.

A. Grabau

...когда мы говорим о докембрии и докембрийских массивах, то обычно подразумеваем досинийское время.

Хуан Цзи-цинъ

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В соответствии с традиционными взглядами на стратиграфическую классификацию палеозоя в качестве древнейшей системы палеозойской группы обычно принято рассматривать кембрийскую. Современные представления об объеме этой системы в основном сводятся к следующим трем положениям: 1) ее нижняя граница, определяемая палеонтологическими данными, не может быть опущена сколько-нибудь значительно ниже “биозоны *Olenellus*” в широком смысле (включая, конечно, такие широкие провинциальные зоны как *Discinella holsti* и *Obolella*); 2) эта граница стратиграфически и палеогеографически четко фиксируется первой трансгрессией нижнекембрийского моря на древние щиты, что и обуславливает характерное географическое несогласие (смещение) в распространении осадочных серий нижнего кембрия и позднего докембрия; 3) хронологически объем кембрия не может быть более увеличен, так как этот период является самым продолжительным в посттальгонской истории Земли, достигая 80–90 млн лет.

Контролирующее значение этих теперь уже широко принятых положений для определения нижней границы кембрийской системы становится тем более важным, что некоторые исследователи выдвигают вполне реальную идею выделения самого нижнего кембрия в самостоятельную систему. Одним из первых наше внимание к этой проблеме привлек А. Грабау [Grabau, 1936] в своей обстоятельной ревизии палеозойских формаций, назвав эту систему таконской или таконийской (Taconic System Эммонса [Emmons, 1842]). Позже об этом пишет Н.С. Шатский [1952а,б], предлагая назвать нижнекембрийскую систему ленской. Нет сомнения, что общеизвестные особенности палеогеографии нижнего кембрия, а также тектонические процессы конца нижнего кембрия, скорее объединяющие его с предшествующим этапом позднего докембрия (байкальская складчатость), чем с акадийской эпохой, и в особенности – эволюция мезонацидных трилобитов, археоциат и древнейших гиолитид, хорошо индивидуализируют этот период.

* Труды ВНИГРИ. Вып. 126. Геол. сб. № 3. Л.: Гостоптехиздат, 1958. С. 5–67.

В то же время отложения нижнего кембрия–такона не являются древнейшими в нормальном осадочном покрове так называемых докембрийских платформ, в их внутренних и краевых прогибах. На всех материках и в ряде островных районов Арктической области под нижним кембрием уже давно обособлены в качестве самостоятельных региональных стратиграфических подразделений мощные серии позднего докембрия, которые близки к кембрию по своему составу, существенно не отличаются от него по степени метаморфизма и либо связаны с ним непрерывным переходом, либо отделены от кембрия несогласием, в большинстве случаев имеющим чисто стратиграфический характер. В структурном отношении эти отложения, как правило, образуют единое целое.

Позднедокембрийские осадочные формации в разных странах получили названия спарагмитов или гиперборей (Скандинавия), эокембрия (Западная Европа и Арктика), гренландия или формации залива Элеоноры (Гренландия), субкембрия (Центральная Европа), инфракембрия (Северная Африка), синия (Китай), виндия (Индия), бэлта (Северная Америка), серии Аделаиды (Австралия) и многие другие. В СССР они описываются то под названием синийских (с различными региональными подразделениями), то рифейских, то эокембрийских или байкальских.

В европейской геологии для их обозначения очень часто употребляется старый термин Брёггера “эокембрий”, который в настоящее время находит поддержку со стороны С. Бубнова [Bubnoff, 1952, 1954, 1956], а также ряда скандинавских и русских геологов. Во Франции быстро завоевывает сторонников недавно введенный термин “инфракембрий” [Menchikoff, 1949, Меньшиков, 1956], который стал особенно популярным после блестящей сводки П. Прюво [Pruvost, 1951], сделавшим попытку распространить его за пределы Сахары на все разновозрастные отложения позднего докембрия.

На остальной (т. е. основной) территории Евразии наиболее употребительны термины “синий и рифей”, причем делаются такие же попытки [Шатский, 1954; Соколов, Дзевановский, 1957] расширить региональные рамки этих терминов, по крайней мере, до пределов континента.

Таким образом, в итоге многолетних исследований геологов различных стран становится все более очевидным, что залегающие непосредственно под фаунистически охарактеризованным нижним кембрием осадочные толщи позднего докембрия являются в существенной мере разновозрастными. Если это так, то естественно возникает вопрос о месте отложений позднего докембрия в общей стратиграфической шкале, таксономическом ранге объединяющей их стратиграфической единицы и термине, которым эта единица может быть обозначена. Однозначного ответа на этот вопрос пока нет.

Сторонники ортодоксального применения палеонтологического принципа в стратиграфии [например, Lée J.S., 1952; Шатский, 1952а,б; Келлер, 1952; Павловский, 1956; и др.] считают отложения позднего докембрия протерозойскими, поскольку они располагаются ниже уровня появления первых так называемых “палеозойских окаменелостей” (остатков древнейших животных организмов). Наоборот, сторонники более общего исторического подхода к стратиграфии и периодизации геологического прошлого рассматривают эти отложения как теснейшим образом связанные с палеозойским этапом развития земной коры и, несмотря на отсутствие в них палеозойских окаменелостей, присоединяют их либо непосредственно к кембрию [например, Киаег; Янишевский, 1939, 1950; Дзевановский, 1943, 1946; Гурари, 1945; Брунс, 1956; Гейслер, 1956; и др.], либо выделяют в качестве особой древнейшей системы палеозойской группы – докембрийский палеозой [Grabau, 1922; 1945; Мазарович, 1947, 1951; Pruvost, 1951; Соколов, 1952; Люткевич, 1952; Лавров, 1956; Спизарский, 1956; и др.].

Мы стоим на последней точке зрения и рассматриваем отложения позднего докембрия не как протерозойские, а как уже палеозойские, вкладывая в понятие

“палеозой” более широкий историко-геологический смысл, чем тот, который ему придает формальное применение палеозоологического принципа при определении границ между древними стратиграфическими группами.

Первая попытка общей ревизии этой проблемы привела А. Грабау [Grabau, 1922] к выводу о необходимости дополнения палеозойской группы еще одной системой, которую он назвал синийской, используя известный термин Ф. Рихтгофена [Richthofen, 1882], но уже с новым толкованием, так как синий Ф. Рихтгофена, кроме собственно синия, включал кембрий и часть ордовика. Поправку А. Грабау приняли все китайские геологи, и вот уже 35 лет термин “синий” употребляется только в приложении к осадочным образованиям позднего докембрия. Для А. Грабау было совершенно очевидным, что объединение синийской системы с утайской (т. е. с заведомым протерозоем) в едином стратиграфическом подразделении, могло быть оправдано, как он пишет, только данью уважения к принятому взгляду о том, что палеозой начинается с кембрия и что все докембрийские породы являются ipso facto допалеозойскими (см. эпиграф). Оригинальные выводы А. Грабау о палеозойском возрасте синия нашли широкую поддержку очень многих китайских, а позднее и русских геологов, рассматривающих синийскую систему как древнейшую систему палеозоя.

Еще раньше И. Чиэр [Kjaer, 1916–1917] поставил вопрос о палеозойском возрасте спарагмитов (=эокембрия), а сейчас эокембрий в целом включается С. Бубновым [Bubnoff, 1954] в раннепалеозойский цикл развития Земли. Исключительного внимания заслуживает в этом отношении недавно опубликованная работа П. Прюво [Pruvost, 1951]*, в которой автор показывает, что инфракембрий Северной Африки, Западной Европы, Северной Америки и Австралии теснейшим образом связан с палеозойским этапом развития Земли и что инфракембрийская система может быть только в составе палеозойской группы. Разносторонняя аргументация, исходящая не только из данных органической эволюции, но и из современных представлений о хронологическом значении чисто физических процессов геологической истории, делает выводы П. Прюво весьма убедительными.

Значительно увеличивается число сторонников палеозойского возраста отложений позднего докембрия и в Северной Америке. За присоединение бэлта и его стратиграфических аналогов к палеозою высказывались Лаусон [Lawson, 1930], Лизс [Leith, 1934], Лэйн и Урри [Lane, Urry, 1936], Хиндс [1940; и др.], Кинг [King, 1949], М. Кэй [1955] и ряд других исследователей.

В СССР палеозойский возраст отложений, относимых к позднему докембрию в Европейской России, Сибири и на Урале, отстаивают А.А. Полканов [1936, 1953, 1956], Ю.К. Дзевановский [1943], Л. Лунгерсгаузен [1947], С.М. Чихачев [1949], Б.С. Соколов [1952, 1956], Е.М. Люткевич [1952], П.Л. Шульга [1952], Т.Н. Спичарский [1956] и многие другие. Как палеозойскую синийскую систему рассматривают эти отложения А.Н. Мазарович [1947], В.М. Сеницын [1948, 1955] и В.Е. Хайн [1954]. Однако, как уже отмечалось, эта точка зрения далеко не единственная; многие исследователи как в СССР, так и в других странах продолжают рассматривать отложения позднего докембрия как протерозойские, а Н.С. Шатский [1945, 1952, а, б], основываясь на изучении разреза Южного Урала, предлагает их обособить в специальную группу (рифейскую) в составе протерозоя. Я. Самсонович [1955] смотрит на рифейскую группу как находящуюся между протерозоем и палеозоем, а Б.М. Келлер [1952] считает это подразделение лишь системой протерозоя.

Расхождение взглядов относительно места отложений позднего докембрия в стратиграфической шкале, естественно, затрудняет и решение вопроса о стра-

* С этой работой, чрезвычайно близкой по своим идеям к представлениям, развивавшимся нами в ряде докладов и статей (1950–1957), автору удалось впервые познакомиться только в апреле 1957 г.

тигرافیческом ранге этого подразделения. Если считать эти отложения палеозойскими, то вполне логично ставить вопрос о выделении их в самостоятельную систему, как это и предполагалось, например, в отношении синия – А. Грабау [Grabau, 1922], Гао Чжень-си [Као и др., 1934] и другими китайскими геологами, а также А.М. Мазаровичем [1947], Б.С. Соколовым [1952], в отношении инфракембрия – П. Прюво [Pruvost, 1951] и рядом французских геологов, в отношении рифея – С.М. Чихачевым [1949] и П.Л. Шульгой [1952] и в отношении эокембрия – С. Бубновым [1954], А.С. Махначем [1956], теперь Е.М. Люткевичем и М.И. Пейсиком [1957] и другими. Если же их считать протерозойскими, то вопрос сразу усложняется, так как в протерозое не существует признанного деления на системы, и, например, с номенклатурной точки зрения одинаково неприемлемым является как выделение рифейской группы в составе протерозоя, поскольку протерозой сам образует группу, так и выделение внутри его рифейской системы.

Таким образом, включение рассматриваемых толщ в состав протерозоя неизбежно ограничивает значение этих подразделений узкорегionalными рамками.

Между тем, как мы видели, результаты новейших исследований показали, что отложения позднего докембрия различных областей земного шара в существенной мере являются одновозрастными и независимо от их места в стратиграфической шкале и спорности вопроса об их стратиграфическом ранге уже настоятельно нуждаются в разработке для них более универсальной терминологии. Какой же из терминов может сейчас считаться наиболее приемлемым для общего обозначения отложений позднего докембрия? Из большого количества терминов, используемых в региональной геологии различных стран, пожалуй, только термины “эокембрий”, “синий”, “инфракембрий” и “рифей” стали употребляться для значительных областей Евразии как наиболее универсальные. Вероятно, эти термины и должны пока ограничить наш выбор.

В Северной Европе и Арктической области широкое распространение получил термин “эокембрий”, однако многие геологи, в том числе большинство советских, обоснованно считают этот термин недостаточно удачным, поскольку буквально он означает ранний кембрий, что, конечно, не согласуется ни со взглядами сторонников протерозойского возраста позднего докембрия, ни с представлениями тех исследователей, которые говорят о позднем докембрии как о самостоятельной древнейшей системе палеозоя. Может быть, более удачным был бы термин “эопалеозой”, предложенный А.А. Полкановым [1936, 1953, 1956] и поддерживаемый Л.Я. Харитоновым [1955] и другими, однако по смыслу он, скорее, подходит для названия группы (или ее части), чем для системы. Этот термин может оказаться весьма полезным, когда встанет вопрос о пересмотре классификации палеозоя в целом; например, он был бы очень удачным для объединения синия, такония и собственно кембрия.

Несомненно, заслуживают внимания термины “синий” и “инфракембрий”, которые по своему содержанию совершенно совпадают. Их объединяют: одинаковый стратиграфический объем (между поверхностью предсинийского несогласия и основанием нижнего кембрия), одно и то же номенклатурное значение (стратиграфическая система) и то обстоятельство, что обе системы выделялись А. Грабау [Grabau, 1922] и П. Прюво [Pruvost, 1951] как древнейшие докембрийские системы палеозойской группы. Однако у термина “синий” есть безусловный приоритет перед термином “инфракембрий”. Кроме того, синийская система имеет давно известный, легко доступный и теперь уже хорошо изученный и уточненный последними работами китайских геологов стратиграфический эталон в Северо-Восточном Китае к северу от Пекина. Синийская система давно была рекомендована А.Н. Мазаровичем [1947] для включения в общую стратиграфическую шкалу в число ее основных подразделений. Судя по работам французских геологов в Северной Африке, синийские (=инфракембрийские) разрезы Сахары очень близки к разрезам Китая.

В последние годы в СССР наряду с термином “синий” получил значительное распространение термин “рифей”, предложенный Н.С. Шатским [1945] для обозначения древних свит Горной Башкирии (Урала) и позднее распространенный им на отложения сердобской и вендской (= валдайской) серий Русской платформы [Шатский, 1952а,б, 1955], спарагмиты, гиперборей и другие отложения позднего докембрия Евразии, вплоть до синия Китая и виндия Индии [1954]. Однако, несмотря на такое широкое приложение, этот термин, как нам представляется, может пока рассматриваться только как региональный стратиграфический. Его межрегиональное значение резко ограничивает то обстоятельство, что ни в разрезе стратотипа, ни где-либо в другом месте на Урале, рифейские отложения не имеют контакта с кембрием, и более того, вопрос о возрасте рифея в целом до сих пор остается спорным и открытым, так как древнейшими палеонтологически охарактеризованными отложениями, непосредственно перекрывающими рифей, являются либо отложения среднего–верхнего ордовика, либо, наиболее часто, эйфеля, а древнейшие серии самого рифея относятся к заведомому протерозою *sensu stricto*. Помимо сказанного, термин “рифей” не имеет перед другими региональными терминами и преимуществ приоритета.

Необходимо отметить, что проблема позднего докембрия и границы протерозоя и палеозоя привлекают в последние годы огромный интерес геологов различных стран, в особенности советских, китайских и западно-европейских. Она становится одной из крупнейших общих проблем стратиграфической геологии и вместе с тем приобретает большое практическое значение в оценке перспектив поисков ряда важнейших полезных ископаемых и в геологическом картировании.

Новые источники фактического материала, связанные с широким размахом геологических работ на территории СССР и особенно с глубоким бурением, породили новые идеи в разработке этой проблемы, ставшие сейчас предметом острых дискуссий.

Необходимость практического решения ряда вопросов стратиграфии позднего докембрия заставила вынести всю проблему на рассмотрение Стратиграфического комитета СССР, на пленарных заседаниях которого весной 1956 г. состоялась одна из последних дискуссий. Замечательно, что, несмотря на значительные расхождения взглядов, единодушным стало признание необходимости выделения осадочных образований позднего докембрия СССР в крупное самостоятельное стратиграфическое подразделение типа системы, с верхней границей, определяемой подошвой фаунистически охарактеризованного нижнего кембрия (для Сибирской платформы – алданского яруса и его стратиграфических аналогов в других районах, для Русской платформы – балтийской серии и т. д.).

Однако по вопросу о месте этого подразделения в стратиграфической шкале, его действительном ранге и термине, мнения резко разошлись; по большинству высказываний было принято именовать эти отложения “синийским комплексом” (с индексом Sn), помещая его в легендах геологических карт между протерозоем и палеозоем (т. е. кембрием, как древнейшей системой общеизвестной схемы). Разошлись мнения и по вопросу о критериях определения нижней границы “синийского комплекса” в платформенных и складчатых областях. Главное возражение против палеозойского возраста синийских отложений свелось к отсутствию полноценных палеозоологических доказательств такой принадлежности. Термин “синийский комплекс” в соответствии с решением Межведомственного стратиграфического комитета СССР и в указанном смысле широко использован Д.В. Наливкиным [1957] в только что вышедшей книге “Краткий очерк геологии СССР”.

Наши представления не вполне укладываются в рамки этого компромиссного решения, поэтому в дальнейшем мы попытаемся еще раз вернуться к обсуждению несогласованных взглядов, стремясь прежде всего показать, что отложения позднего докембрия (= синия = инфракембрия = эокембрия) имеют уже палеозойский

характер и что при современном состоянии историко-геологических методов определение важнейших рубежей геологической истории не может основываться лишь на формалистическом использовании только одного палеозоологического критерия.

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОБЗОР

На Русской платформе и окраинах ее щитов (Балтийского и Украинского) в качестве отложений позднего докембрия обычно назывались отложения иотния (шокшинские, овручские кварцитопесчаники и связанные с ними другие терригенные и вулканогенные образования). Было принято считать, что все другие нормальные осадочные образования, заключенные между выровненной поверхностью архейско-карельского фундамента и отложениями тремадокско-аренигской трансгрессии, принадлежит кембрию и преимущественно его нижнему отделу. И хотя

СКАНДИНАВСКИЕ КАЛЕДОНИДЫ ФИННМАРКЕН (Сев. Норвегия)

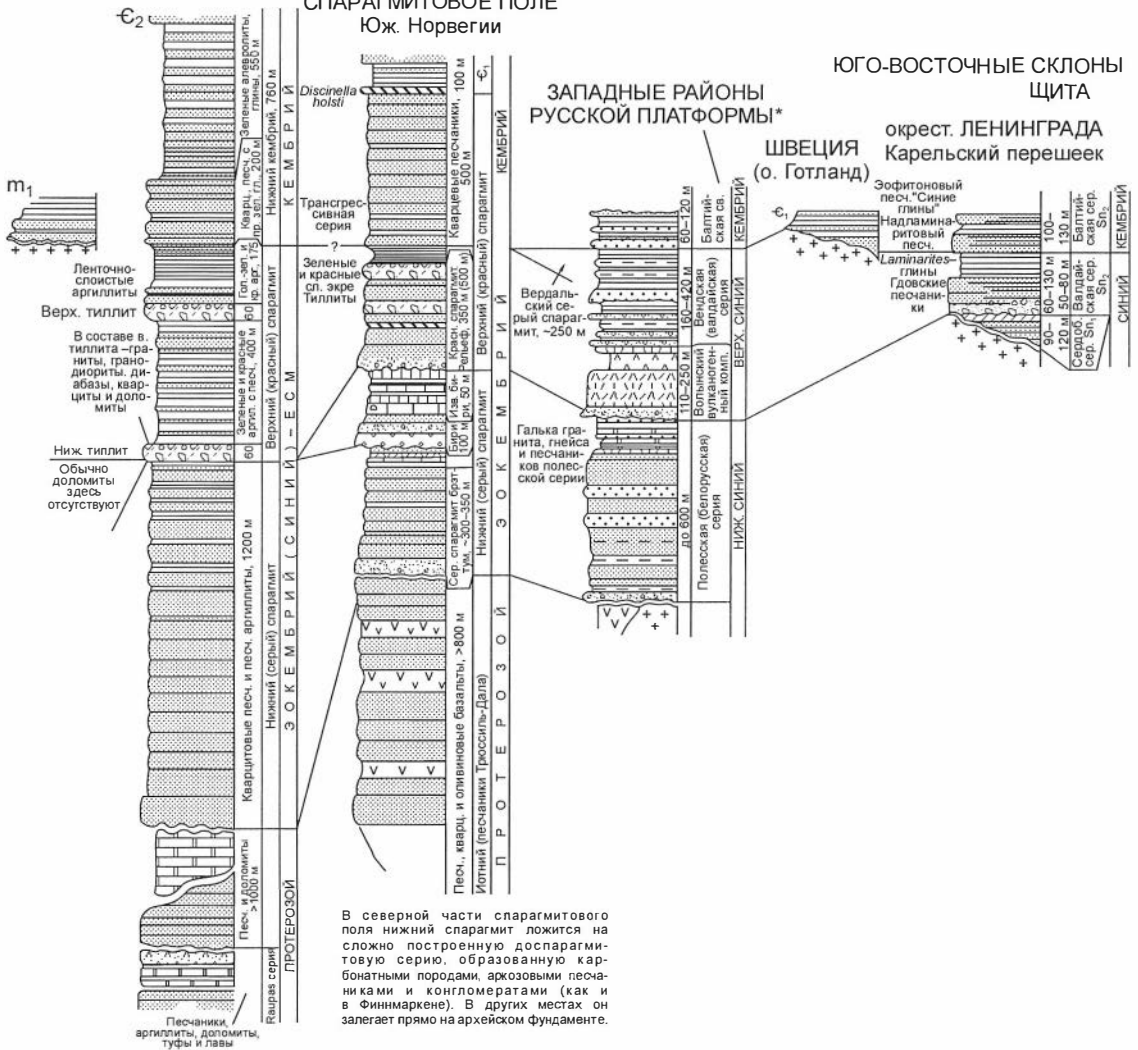
Прогиб

СПАРАГМИТОВОЕ ПОЛЕ Юж. Норвегии

ЗАПАДНЫЕ РАЙОНЫ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ*

ЮГО-ВОСТОЧНЫЕ СКЛОНЫ ЩИТА

ШВЕЦИЯ (о. Готланд) окрест. ЛЕНИНГРАДА Карельский перешеек



В северной части спарагмитового поля нижний спарагмит ложится на сложно построенную доспарагмитовую серию, образованную карбонатными породами, аркозовыми песчаниками и конгломератами (как и в Финмаркене). В других местах он залегает прямо на архейском фундаменте.

Рис. 1. Схема сопоставления основных разрезов отложений позднего докембрия Русской платформы и прилегающих складчатых областей.

* По Е.П. Беркс, возрастная интерпретация по Б.С. Соколову.

I. Сердобская серия:

а) *Каверинская свита*. Кварцевые и аркозовые, нередко плохо отсортированные песчаники красно-бурого и розового цвета, с глинисто-каолининовым цементом и включениями каолинита; местами чередуются с гравелитами и конгломератами, содержат пачки красноцветных аргиллитов и алевролитов, иногда с прослойками доломитовых мергелей. Происхождение, вероятно, пролювиально-морское. Мощность от нескольких десятков до 800–1000 м в Пачелмском прогибе (Каверино) и до 100–600 м в Белоруссии (свита красноцветных песчаников Орши).

б) *Пачелмская свита* в нижней части представлена глауконитовыми песчаниками, иногда грубыми, и темными полосчатыми аргиллитами с древнейшим комплексом спор *Leiotriletes* Naum., *L. simplicissimus* Naum., *L. rugulosus* Naum., *Trachytriletes minutes*, а в верхней – пестроокрашенными доломитами, доломитовыми мергелями, кремнистыми породами и аргиллитами красно-бурого цвета. В доломитах встречены предположительно остатки примитивных фораминифер и споры. Мощность свиты от нескольких десятков до 250–400 м.

Сердобская серия не имеет повсеместного распространения на Русской платформе. Наиболее типично она выражена в таких древних прогибах платформы как Пачелмский [Постникова, 1953, 1955; Шатский, 1955] и Городокско-Оршинский, а также на склонах Белорусского массива (=белорусская серия А.С. Махнач, 1956 = полесская серия Е.П. Брунс), на восточном погружении платформы (=нижняя бавлинская серия красноцветных песчаников, доломитов и аргиллитов в трактовке Б.С. Соколова [1956]) и недавно стала известной на Карельском перешейке севернее Ленинграда и в Нёноксе. Пачелмскую свиту отделяет от каверинской перерыв, и местами именно она является базальной свитой серии, трансгрессивно залегающей прямо на архейском фундаменте. На востоке Русской платформы эту серию рвут диабазы и палеодолериты.

II. Вендская (=валдайская) серия.

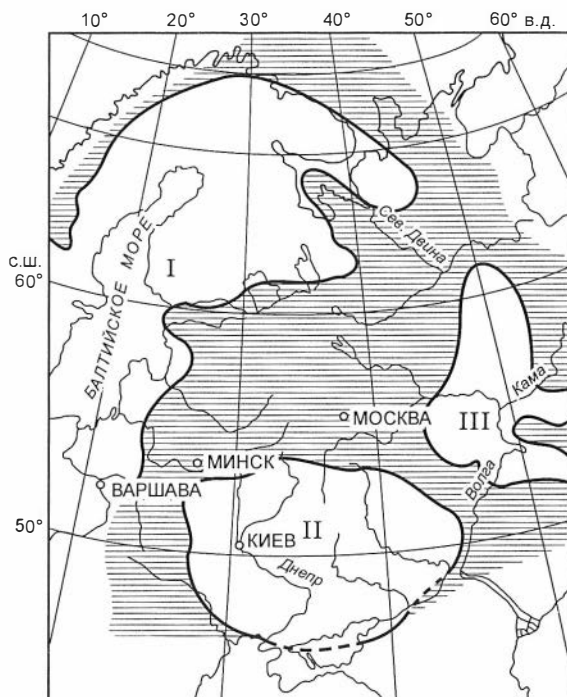
а) *Вольнская свита* выделена А.С. Махначем [1956] как туфогенно-осадочная и эффузивная свита южной части Белоруссии, а Е.П. Брунс как Вольнский эффузивно-осадочный комплекс. По своему составу она меняется от преимущественно нормально-осадочной терригенной до преимущественно туфогенно-осадочной и эффузивной, включающей палеобазальты и реже спилиты и вулканические туфы. Сейчас свита хорошо известна в Белоруссии и в бассейне р. Горынь (Украина); более ограниченно она развита в краевой части древней Московской синеклизы.

Свита, несомненно, принадлежит к новой серии эффузивно-осадочных образований, так как является совершенно независимой в своем распространении от сердобской (=белорусской) серии. С вышележащей гдовской свитой она связана значительно более тесно (А.С. Махнач [1956] и А.Н. Гейслер [1956] включают ее в состав последней), хотя и образует, как считают А.С. Махнач и Е.П. Брунс, самостоятельный цикл осадконакопления. Мощность свиты от нескольких десятков до 200–250 м; в районе Новгорода (Крестцы) – почти до 500 м [Гейслер, 1956].

б) *Гдовская свита* (=редкинская? = нижневалдайская) представлена желтобурыми и серыми, иногда красноцветными довольно грубыми преимущественно аркозовыми песчаниками и песками, которые кверху становятся мелкозернистыми и содержат местами прослой голубоватых и буро-красных глин и алевролитов. В некоторых местах на западе Русской платформы и особенно в Заволжье предположительно гдовские аркозовые толщи (боровская свита, по Б.С. Соколову [1956]), достигают огромной мощности – до 600–700 м – и нередко имеют мореноподобный или пролювиальный облик. В рассматриваемом объеме гдовская свита несколько отличается от объема собственно гдовских песчаников и скорее отвечает нижневалдайской свите, как более или менее отчетливому особому циклу осадконакопления (Е.П. Александрова, Л.Б. Паасикиви и др.).

Рис. 2. Синийский бассейн Русской платформы; отложения сердобской и вендской серий (горизонтальная штриховка):

I – Балтийский щит; II – Украинско-Воронежский щит; III – Волго-Камский щит.



В большинстве случаев именно гдовская свита является базальной свитой вендской серии. Она трансгрессивно перекрывает породы архейского фундамента и иотния (в Коноше и других северных районах платформы) и с размывом (но согласно) ложится на сердобскую серию. Очень типичное трансгрессивное залегание гдовской свиты с включением обломочного материала подстилающей оршанской свиты нам вместе с

Е.П. Александровой удалось наблюдать в 1950 г. в Белоруссии (глубокая скважина в Орше). Мощность гдовской свиты колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен метров.

в) *Котлинская свита** (= *ляминаритовая* = *верхневалдайская*) связана с гдовской свитой непрерывным процессом осадконакопления, но, как показывают новейшие исследования Л.Б. Паасикиви, Е.П. Брунс, А.Н. Гейслера и других, образует вполне самостоятельное подразделение собственно валдайской серии (=верхневалдайская свита). Представлена преимущественно глинами зеленовато-серой окраски (в краевых частях бассейна – пестрой и красно-бурой), очень часто с характерной ленточной слоистостью ледникового типа, подчеркиваемой периодическим появлением пленок сапропелитового вещества. Содержит остатки водорослей *Laminarites antiquissimus* Eichw. и других и очень обильные комплексы спор подгруппы *Trachytriletes*, хорошо изученные Б.В. Тимофеевым [1954].

Самостоятельность этой свиты и ее независимость от “синих глин” была доказана М.Э. Янишевским [1939]. Типичные ляминаритовые глины в восточной части Прибалтики достигают мощности 140 м; к юго-востоку мощность значительно увеличивается, к западу резко уменьшается. Общая мощность вендской серии колеблется от 150–200 до 600 м и более.

Вендская серия исключительно широко распространена на Русской платформе, определяя максимальные контуры бассейна позднедокембрийской седиментации (рис. 2). Она повсеместно отделяется от нижележащих формаций перерывом, амплитуда которого сильно колеблется; минимальную величину она имеет в зонах развития отложений сердобской серии. Верхняя граница серии четко фиксируется налеганием новой, уже нижнекембрийской, балтийской серии осадков, включаю-

* Это название предлагается взамен названия “ляминаритовая свита” в связи с разработкой легенды геологических карт северо-запада Русской платформы, так как Межведомственным стратиграфическим комитетом СССР было указано, что свита обязательно должна иметь собственное географическое название. Название происходит от о-ва Котлин в Финском заливе; коренными породами острова являются ляминаритовые глины.

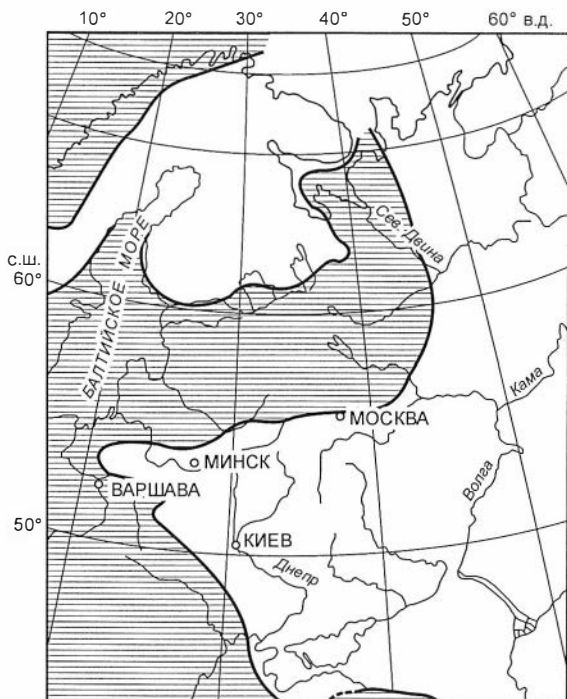


Рис. 3. Нижнекембрийский (балтийский) бассейн Русской платформы. Горизонтальная штриховка – море; незаштрихованная площадь – суша.

шей широко известную толщу “синих глин” с базальной пачкой надляминаритовых песчаников и в верхней части – зофитоновые слои. “Синие глины” содержат древнейшие формы нижнего кембрия (*Gdovia assatkini* Yan., *Holmia*, *Hyalites*, *Volborthella*, седентарии и т. д.) уже в своей верхней части.

Балтийская серия характеризуется в области Балтийского щита типичным трансгрессивным залеганием (рис. 3). На обширных пространствах Скандинавских стран именно она

ложится непосредственно на кристаллический фундамент, являясь той древнейшей кембрийской серией, которая содержит самую раннюю из известных морских фаун нижнего кембрия: зоны *Discinella holsti*, *Volborthella* и *Platisolenites antiquissimus*, *Holmia kjerulfi* и т. д. Балтийская трансгрессия – это первая морская трансгрессия, которая принесла древнейшую кембрийскую фауну в область Русской платформы, и в этом отношении ее осадки могут рассматриваться (как по своей палеонтологической характеристике, так и по условиям залегания) в качестве полного стратиграфического аналога отложений таких ярусов, как алданский в Сибири, керфайский в Западной Европе и вообще отложений “биозоны *Olenellus*” георгийского отдела системы.

Несмотря на полную очевидность этого обстоятельства, уже рассмотренного Н.С. Шатским [1952] и нами [1952], и находящегося в полном соответствии со всеми известными данными об условиях развития нижнекембрийской трансгрессии в других областях земного шара [см. Lee J.S., 1939; Wheeler, 1947; P. Pruvost, 1951], некоторые исследователи [Келлер, 1952; Котлуков, Митгарц, 1955; Кривцов, 1955, 1956; Брунс, 1956; Гейслер, 1956; Зоричева, 1956] не считают балтийскую серию древнейшей в составе нижнего кембрия и дополнительно присоединяют к нему нижележащую вендскую серию. К сожалению, ни один из этих авторов не приводит необходимой в таких случаях палеонтологической и сравнительно-стратиграфической аргументации, выдвигая в качестве основного довода в пользу кембрийского возраста вендской серии лишь отсутствие признаков длительного перерыва между нею и балтийской серией и наличие ряда общих для них литологических особенностей. Такое узкорегиональное и одностороннее представление не может, конечно, рассматриваться в качестве обоснованного возражения, соответствующего научному значению самой проблемы.

Лишен убедительности и тот довод, что будто бы остатки червей *Sabellidites cambriensis* Yan., свойственные “синим глинам”, обнаружены и в ламинаритовых глинах вендской серии – в Вильнюсской скважине [Котлуков, Митгарц, 1955; Кривцов, 1955] и в возможных аналогах этих глин в Таллине. Во-первых, нам хорошо

известны в заведомом докембрии не только остатки червей, но и других, еще более высокоорганизованных организмов, а во-вторых, приведенное утверждение просто является ошибочным: все без исключения находки *Sabellidites*, сделанные в кембрийских отложениях Русской платформы (и в том числе в Вильнюсе, где мы их наблюдали лично) относятся к “синим глинам”; именно они и определяют возраст самих глин (как, например, на Вольни – [Шульга, 1951]), а не наоборот! Ошибочность заключения В.А. Котлукова и А.И. Кривцова еще раз полностью подтверждена Е.П. Брунс, любезно сообщившей нам об этом.

Таким образом, нет решительно никаких оснований присоединять вендскую (=валдайскую) серию к нижнему кембрию, тем более что большинство противников ее докембрийского возраста не находят возражений против ее корреляции с верхней спарагмитовой серией Норвегии, хотя и считают, что верхний спарагмит (= верхний эокембрий скандинавских геологов) также должен быть отнесен к нижнему кембрию. Вряд ли однако этот вывод встретит поддержку у европейских геологов, занимающихся изучением эокембрия.

На Урале Н.С. Шатским [1945, 1952] к позднему докембрию были отнесены так называемые “древние немые свиты”, названные им рифейской группой (стратотип в Горной Башкирии). В состав этой группы вошли: нижняя железорудная серия (бурзянская) с тремя свитами, верхняя железорудная серия (юрматинская) с тремя свитами, каратауская серия (со свитами зильмердакских кварцитов, песчаников и сланцев, катавских известняков и ленточных мергелей со строматолитами, инзерских алевролитов, песчаников, сланцев и известняков и миньярских доломитов с многочисленными строматолитами типа *Collenia*) и ашинская серия полимиктовых и аркозовых песчаников, конгломератов, алевролитов и аргиллитов, расчлененных на четыре свиты.

Н.С. Шатский в своей первой работе справедливо отмечает, что такие формации, как гиперборейская, спарагмитовая и синийская системы могут отвечать лишь отдельным частям рифейской группы. Две нижние серии, представленные мощными толщами различных сланцев, филлитов, песчаников, кварцитов и доломитов, отделены от каратауской серии резким перерывом и угловым несогласием; всеми геологами они относятся к заведомому протерозою; одну из них Б.М. Келлер [1952] сопоставляет с иотнием. Каратауская серия уже давно была сопоставлена М.И. Гаранем [1946] с гипербореем (=эокембрием) Седергольма [Sederholm, 1932], а ашинская до сих пор не имеет прочно установленного возраста, так как древнейшие перекрывающие ее отложения заключают фауну либо верхнего ордовика, либо эйфельского яруса.

Вероятнее всего, как это уже отмечалось Д.В. Наливкиным и нами [Соколов, 1956], на Урале имеется, по крайней мере, две монофациальные, но разновозрастные серии, которые именуются ашинскими. Типовым разрезом одной из них является разрез по р. Аша (Каратау), с которым хорошо увязывается верхнебавлинская серия (сероцветная) Волго-Уральской области и которая, вероятнее всего, имеет нижнедевонский возраст; типовым разрезом другой серии может служить разрез Максютובה (Южный Урал) и междуречье Вишеры и Язьвы (Северный Урал), и ее возраст, несомненно, более древний – от докембрийского [Шатский, 1945] до нижнекембрийского [Келлер, 1952] и нижнесреднеордовикского [Львов, 1957]. Из Максютובה разреза и главным образом из разреза синхроничной чурочной свиты (р. Чурочная в бассейне р. Вишеры) Б.В. Тимофеевым недавно изучены споры, которые привели к выводу о синийском возрасте ашинской свиты второго типа [Владимирская и др., 1956]. Если это так, то максютובה – чурочная – свита может быть стратиграфическим аналогом (полностью или частично) вендской серии Русской платформы.

Возрастное положение и корреляция нижележащей каратауской серии (повсеместно отделенной резким перерывом) значительно более ясны. Аналогии всех четырех свит этой серии хорошо выделяются в пределах Полюдова Кряжа [Владимирская, 1955; Чочиа, 1955], на Тимане и на п-ове Канин (Е.М. Люткевич), обнаруживая непосредственную связь с гиперборейской формацией и нижними спарегмитами каледонид Скандинавии. Ряд исследователей [Вологдин, 1944; Львов, 1957, отчасти Е.М. Люткевич] приписывают этим отложениям ниже-среднекембрийский возраст, но, как мы увидим далее, все новейшие данные по их стратиграфической корреляции с соответствующими отложениями Русской платформы решительно препятствуют такому выводу.

Термин “рифей” был распространен Н.С. Шатским [1952, 1955] и на отложения позднего докембрия Русской платформы – вначале на вендскую серию, а затем и на сердобскую. При этом было сужено само понятие рифейской группы до объема отложений, заключенных между иотнием и нижним кембрием, т. е. приравнено к эокембрию. Условно в этом смысле использует термин “рифей” и А.Г. Завидонова [1956], описывая поздний докембрий Молдавии.

Результаты новейших исследований [Соколов, 1952, 1953, 1956, 1957; Махнач, 1956; Постникова, 1953, 1955; Солонцов, 1954, 1956; Тимергазин и др., 1956] убедительно показывают, что из всех серий уральского рифея в строении осадочного покрова Русской платформы принимает участие в качестве древнейшей докембрийской серии лишь каратауская, являющаяся полным стратиграфическим эквивалентом сердобской серии как по литологическому составу и строению, так и по положению в разрезе.

Это обстоятельство представляет интерес, так как впервые с достаточной точностью фиксирует стратиграфическое положение древнейшего подразделения осадочного чехла платформы в более полном разрезе краевой геосинклинальной области и, таким образом, определяет самый момент превращения древнего континентального блока архейд и карелид, подвергшегося субиотнийской и более поздней пенепленизации, в арену широкого платформенного осадконакопления.

В настоящее время мы рассматриваем сердобскую и вендскую (=валдайскую) серии Русской платформы как целиком эквивалентные спарегмитовой формации (эокембрию) Южной Норвегии, которая также имеет четкое двухчленное строение, с характерным развитием строматолитовых доломитов в нижней серии и гляциальных и флювиогляциальных образований в верхней. Обе эти серии, как показывают исследования Хольтедаля [Holtedahl, 1934, 1953], Бейли и Хольтедаля [Bailey, Holtedahl, 1938], Поульсена [Poulsen, 1930, 1951], Шауба [Schaub, 1950], Катца [Katz, 1954], Френкля [Fränkl, 1953] и других, сохраняют свою удивительную типичность в различных районах Скандинавии и в пределах огромного Арктического бассейна, главным образом Гренландии, Шпицбергена. Особенно соотношения этих серий является наличие повсеместного перерыва на их границе, иногда сопровождаемого проявлением основного вулканизма. В то же время верхняя серия очень тесно связана с фаунистически охарактеризованным нижним кембрием.

Названный перерыв и недостаточная ясность вопроса о геосинклинальных стратиграфических аналогах платформенных образований иотния дали А.А. Полканову [1956] основание выдвинуть предположение о синхронности иотния, нижнего спарегмита и сердобской серии. Однако этому предположению как бы противоречат данные скандинавской геологии, обобщенные сейчас Хольтедалем [Holtedahl, 1953]. Они заставляют считать, что спарегмитовая формация в целом ложится на иотний с перерывом и несогласием. Аналогичное представление отражает и недавно опубликованная Э.Э. Фотиади [1956] схема стратиграфических соотношений докембрийских пород Русской платформы и Урала.

Что касается формации Визингсо с *Chuaria* (Южная Швеция), то, как показало изучение спор, предпринятое Б.В. Тимофеевым (устное сообщение), она является полным аналогом лямнаритовых глин вендской серии Русской платформы, т. е. это типичный эокембрий, как и предполагал С. Бубнов [Bubnoff, 1949].

Следует заметить, что на Русской платформе соотношение иотния и сердобской серии не вполне ясно. В тех немногочисленных местах (Коноша, Подпорожье, Юлово-Ишим), где иотний вскрыт бурением, он везде более или менее дислоцирован и перекрывается непосредственно вендской серией. Отсюда естественно может возникнуть представление о возможной синхронности иотния и сердобской серии. Однако сердобская серия, точнее ее нижняя песчаниковая каверинская (=оршанская) свита, везде заметно отличается от иотнийских кварцитопесчаников Шокши и Овруча меньшей степенью метаморфизма, большим количеством полевых шпатов, постоянным присутствием рассеянного каолинита и спокойным, без углового несогласия залеганием под трансгрессивной вендской серией.

Вопрос этот требует дальнейшего изучения, однако уже сейчас можно сказать, что иотний не только не является наиболее поздним докембрием Русской платформы, но, возможно, и вообще должен быть исключен из этого подразделения как более древний (подобно тому как он не входит и в эокембрийскую сиарагмитовую формацию Норвегии). При этом важнейший для нашего континента предпалеозойский период пенепленизации (обычно именуемый предиотнийским) отнюдь не утратит своего значения. Вероятно, история этого периода более сложна: она включает не только эпоху длительного выравнивания и формирования древнейших платформенных формаций (хогландия–иотния), географически тяготеющих к щитам, но и эпоху последующей деформации и денудации иотния, которая для огромных приподнятых областей Русской платформы стала непосредственным продолжением эпохи предиотнийского выравнивания вплоть до начала собственно эокембрия. Если это так, то геосинклинальные аналоги платформенного хогландия–иотния следует искать в таких мощных сериях краевых прогибов, как обе нижние серии (бурханская и, особенно, юрматинская) рифейской группы Урала, как доспарагмитовая серия Северной Норвегии, включающая и формацию Райпас, как нижние серии гренландия залива Элеоноры (Гренландия) и другие.

На Сибирской платформе и в прилегающих к ней складчатых сооружениях отложения позднего докембрия имеют столь же широкое распространение. Они известны на окраинах Алданского щита и Анабарского массива, в пределах некоторых внутренних поднятий платформы (например, Оленекском, Чадобецком), в таких краевых поднятиях, как Туруханское, Енисейской, в северной зоне Восточного Саяна, в Прибайкалье, Патомском нагорье и в других районах проявления байкальской складчатости.

Эти отложения изучались М.М. Тетяевым [1915], С.В. Обручевым [1932, 1953], В.А. Обручевым [1935, 1937], Ю.К. Дзевановским [1943, 1945, 1946], Е.В. Павловским [1948, 1956], Ф.Г. Гурари [1945], Г.И. Кириченко [1955, 1956], А.Г. Вологдиным [1956], М.М. Лавровым [1956], Т.Н. Спижарским [1956], В.А. Ярмолюком [1956], В.Я. Кабаньковым [1956], К.К. Демокидовым [1956], В.И. Драгуновым [1956], С.В. Нужновым [1956], В.Е. Савицким с соавт. [1957] и многими другими. В целом они изучены слабее, чем соответствующие отложения Западной Европы и европейской части СССР, в особенности в отношении увязки разрезов платформы и байкальской складчатой зоны; однако исследования последних лет принесли много новых и чрезвычайно важных данных, показывающих, что общие особенности поведения осадочных толщ позднего докембрия в условиях Сибирской платформы остаются такими же. Большую роль в изучении их стратиграфии начинают играть древние споры и водоросли – строматолиты [Тимофеев, 1955; Королюк, 1956; и др.].

В большинстве случаев эти отложения описывались либо как нижнекембрийские (главным образом в области платформы), либо как верхнепротерозойские (главным образом в примыкающих складчатых зонах), и только в связи с новыми крупными успехами в изучении стратиграфии и палеонтологии нижнего кембрия Сибирской платформы [Лермонтова, 1951; Чернышева, 1955, 1957; Покровская, 1954; Суворова, 1956] эти отложения оказались обособленными в самостоятельный стратиграфический комплекс, который в ряде работ [Дзевановский, 1943; Лавров, 1956; Спижарский, 1956; Соколов, Дзевановский, 1957; Драгунов, 1956; Демочкидов, 1956а,б; Кабаньков, 1956; и др.] и на новой геологической карте Сибирской платформы в масштабе 1:1 500 000 (под редакцией Т.Н. Спижарского, 1956) получил название синийской системы в ее палеозойском смысле. Синийская система была официально принята Международным совещанием по разработке унифицированных схем Сибири (Ленинград, 1956) как вполне самостоятельное подразделение, подстилающее кембрийскую систему.

Рассмотрим кратко некоторые характерные разрезы синийских отложений Сибирской платформы и ее складчатого обрамления.

По периферии Анабарского массива отложения позднего докембрия представлены двумя сериями: нижней – мукунской и верхней – билляхской. В пределах массива мукунская серия трансгрессивно залегает на архее, но восточнее, в пределах Оленекского поднятия, она с угловым несогласием перекрывает дислоцированный верхний протерозой. Представлена свита ожелезненными песчаниками, гравелитами и отчасти аргиллитами и мергелями, сменяющимися выше коллениевыми доломитами. Споровый комплекс серии, по данным Б.В. Тимофеева, сходен с комплексом серии Нанькоу Китая и сердобской серии Русской платформы. Мощность меняется от 100–300 до 800 м на западном погружении Анабарского щита.

Билляхская серия в основном является карбонатной – светлые строматолитовые доломиты (с *Collenia undosa* Walc. и др.), битуминозные доломиты, местами пестроцветные известняки с пачками кварцевых и аркозовых песчаников и аргиллитов. Залегает на мукунской серии согласно, но на юге щита непосредственно трансгрессирует на архей. Мощность свиты от 200–250 до 1250 м.

На Оленекском поднятии аналогом мукунской свиты является сололийская свита терригенно-карбонатного состава с базальным конгломератом в основании. Она с угловым несогласием ложится на дислоцированный протерозой и с перерывом перекрывается вышележащей маастахской свитой, которую следует рассматривать как соответствующую низам билляхской серии. В основании свиты также наблюдаются песчаники и конгломераты. К этой же серии отложений В.Я. Кабаньков [1956] относит преимущественно карбонатные свиты – хаттыпытскую и туркутскую, которые в схеме К.К. Демочкидова [1956а] входят еще в доолленеллусовую серию предположительно нижнего кембрия.

А.Г. Вологдин [1956] все эти отложения северо-востока Сибирской платформы также выделяет в подолленеллусовый (кенелеканский) ярус нижнего кембрия, но вполне очевидно, что речь идет о серии отложений позднего докембрийского возраста, которую теперь справедливо называть синийской или серией докембрийского палеозоя.

Отложения нижнекембрийской трансгрессии (алданский или керфайский ярус с примитивными оленеллидами, археоциатами и гиолитидами) то согласно перекрывают билляхскую серию, то с размывом ложатся на более низкие горизонты; в ряде районов нижний кембрий трансгрессивно залегает в архее.

Один из наиболее типичных разрезов позднего докембрия Восточной Сибири и Дальнего Востока характеризует восточную часть Алданского щита. В.А. Ярмолук [1956] разделяет постархейский докембрий этой области на два отдела – учурский (эффузивно-терригенно-карбонатный мощностью 700–1000 м) и майский (терригенно-карбонатный мощностью до 2000 м), из которых нижний, широ-

ко и с размывом перекрываемый майским комплексом, возможно, является досинийским. Ю.К. Дзевановский [1943; Соколов, Дзевановский, 1957] описывает майский комплекс (среднее течение р. Мая) как синийский, разделяя на три свиты: маильскую, челасинскую и нельканскую. Нижняя свита представлена серыми и охристыми песчаниками и песчано-глинистыми сланцами и базальным горизонтом, содержащим гальку подстилающих пород архея; мощность около 200 м. Средняя свита представлена карбонатными породами – мергелями, известняками и коллениевыми доломитами мощностью около 300 м. Верхняя свита сложена известковистыми и глинистыми сланцами, сменяющимися кварцитовидными песчаниками; мощность до 200 м. Нельканская свита обычно без всякого перерыва сменяется юдомской, которую многие исследователи относят уже к алданскому ярусу нижнего кембрия. В нижнем течении р. Мая мощность майского комплекса значительно увеличивается и наблюдается перерыв между ним и нижним кембрием.

Алданский разрез позднего докембрия уже давно привлек к себе внимание сходством с отложениями синийской системы Китая, а в настоящее время их близость подтверждена и палеофитологическими исследованиями.

Еще более характерным для Сибири является разрез позднего докембрия Прибайкалья, известный под названием “трехчленно-байкальский комплекс” (=байкалий). Этот разрез был описан еще М.М. Тетяевым [1915] как нижнекембрийский, но позднее его чаще называли верхнепротерозойским, хотя С.В. Обручев [1953] и сейчас продолжает считать байкальский комплекс нижнекембрийским.

Байкальский комплекс трансгрессивно и несогласно залегает на метаморфизованных и сильно дислоцированных протерозойских отложениях и на архее и сам, в свою очередь, является дислоцированным, но более спокойно. В его состав входят три свиты: нижняя – голоустненская, средняя – улунтуйская и верхняя – качергатская.

1. *Голоустненская свита.* Представлена преимущественно кластическими терригенными породами – кварцевыми и аркозовыми песчаниками, кварцитовидными песчаниками, конгломератами и глинисто-песчаными сланцами, содержащими пачки кремнистых и доломитизированных известняков и доломитов. Поверхность предбайкальского несогласия повсеместно выражена очень резко, и породы голоустненской свиты резко отличаются по степени метаморфизма и условиям залегания от подстилающих комплексов протерозоя и архея. Мощность свиты достигает 800–1000 м.

2. *Улунтуйская свита.* Характеризуется главным образом карбонатным составом пород – серыми, нередко черными хорошо слоистыми известняками, известковистыми сланцами, оолитовыми, углистыми, а также онколитовыми и строматолитовыми известняками и доломитами со значительными пачками зеленовато-бурых и серых сланцев и песчаников – преимущественно в нижней части свиты. Несмотря на изменчивость состава, карбонатные породы свиты сохраняют характерные признаки на значительном пространстве. Очень часто встречаются водоросли типа *Collenia*, в последнее время обнаружены многочисленные примитивные споры подгруппы *Trachytriletes*, близкие к нижнесинийским спорам из Китая. Мощность свиты 300–500 м.

3. *Качергатская свита.* Резко отличается терригенным составом; в нижней части – это преимущественно крупнозернистые зеленовато-серые и бурые песчаники с пачками песчанистых и глинистых сланцев, а в верхней (большей части) – различного типа, часто очень тонкие, плитчатые и листоватые глинистые сланцы серого, зеленовато- и буровато-серого цвета с характерной оскольчатой отдельностью, заключающие небольшие пачки алевролитов и песчаников. Здесь также встречены споры. Мощность свиты достигает 1500 м.

Наиболее важная стратиграфическая граница внутри байкальского комплекса совпадает с границей улунтуйской и качергатской свит, поэтому в целом этот комплекс имеет двухчленное строение.

Залегающая на байкальском комплексе ушаковская свита по своему составу очень близка к качергатской и возможно даже не везде в Прибайкалье правильно отдалена от последней; Ю.А. Притула (устное сообщение) даже допускает их одновозрастность. Однако в Западном Прибайкалье, как это показано Е.В. Павловским [1948] и другими, между ушаковской и качергатской свитами фиксируется четкий перерыв и некоторое угловое несогласие, которое в северо-западном направлении совершенно затухает [Лавров, 1956]. В районе Малого Качергата нам удалось наблюдать в ушаковской свите массивные конгломераты, сложенные хорошо окатанным валунно-галечным материалом из пород архея, протерозоя и в незначительной мере из карбонатных и сланцевых пород байкальской серии. Отложения ушаковской и качергатской свит дислоцированы здесь совместно.

Судя по имеющимся данным по югу Иркутского амфитеатра и Присяянья, ушаковская, а местами и вышележащая мотская (аналог ленской пестроцветной свиты) свиты залегают трансгрессивно на архейском кристаллическом фундаменте. Один из таких контактов ушаковской свиты вскрыт глубоким бурением в районе р. Бельская по левобережью Ангары [Писарчик, 1955].

Отмеченные особенности в условиях залегания ушаковской свиты уже давно привлекли к себе внимание и дали повод рассматривать ушаковскую свиту в качестве базальной свиты нижнего кембрия. Однако палеонтологически это заключение оставалось необоснованным, так как ни в ушаковской, ни в мотской свитах не было обнаружено фауны. Только летом 1956 г. И.П. Карасев впервые отметил проблематичные остатки трубчатых организмов, которые, по нашему определению, оказались типичными *Sabellidites* ex gr. *cambriensis* Yan. – столь характерными для нижнекембрийских “синих глин” северо-западной части Русской платформы.

Таким образом, в Прибайкалье устанавливается такое же (или очень близкое) соотношение позднедокембрийского байкальского комплекса с нижним кембрием, какое можно наблюдать и на Русской платформе в соотношении сердобско-валдайской серии с нижнекембрийской балтийской. Следовательно, есть все основания относить ушаковскую и мотскую свиты к самому нижнему из кембрийских алданскому ярусу, а байкальский комплекс считать синийским – эокембрийским.

Не останавливаясь более подробно на позднедокембрийских разрезах байкальской складчатой зоны, необходимо отметить, что не менее интересными и значительно более мощными разрезами позднего докембрия являются разрезы Енисейской антеклизы и Туруханского поднятия, изучавшиеся в последние годы Г.И. Кириченко, В.И. Драгуновым и др. В составе этих разрезов значительно большую роль играют карбонатные породы с различными рифообразующими видами *Collenia* и *Conophyton*, а также с остатками, близкими к бэлтскому *Planolites corrugatus* Walc.*, и с новыми представителями седентарий, обнаруженными В.И. Драгуновым в аналогах джурской свиты на Сухой Тунгуске (средняя часть разреза).

В пределах всей приенисейской зоны несогласие между толщами позднего докембрия и перекрывающими их терригенными красноцветными образованиями нижнего кембрия выражено более резко, однако, как и везде, основным остается несогласие в основании самой позднедокембрийской серии.

Необходимо, наконец, назвать еще один важный разрез складчатой зоны – это разрез по северной окраине Патомского нагорья, который мы посетили летом 1956 г. Поздний докембрий здесь еще недостаточно хорошо изучен, но уже сейчас можно отметить две его характерные особенности: тесную связь с нижним кембрием, вплоть до совместной дислоцированности их отложений в конце нижнего кембрия, и наличие в средней части разреза позднего докембрия характерных тилитоносных толщ.

* Находка М.Н. Благовещенской в свите Серого Ключа (Енисейский кряж), определенная А.Н. Криштофовичем.

Этот разрез многими исследователями рассматривается в качестве стратиграфического аналога байкальского комплекса, хотя существенно отличается по составу. Нижнюю часть разреза здесь образуют мощные (видимо, до 1000 м) темноцветные кварциты, среднюю – толщи плохо или совершенно не сортированных обломочных пород черного и серого цвета, расслоенных слюдястыми песчаниками и сланцами, с характерными пачками мореновидных образований, которые мы называем тиллитами (мощность до 2000 м), и верхнюю (Sn a–c [Спижарский, 1956]) – наиболее хорошо изученные свиты черных оолитовых известняков, плитчатых известняков и светлых оолитовых и коллениевых известняков (мощность от 1500 до 3000 м). К средней части разреза приурочены горизонты траппов.

Выше с небольшим стратиграфическим несогласием залегает нижнекембрийская серия, к которой А.Ф. Ильин справедливо относит базальную толщу кварцитовидных песчаников, сменяемую битуминозной и пестроцветной свитами алданского яруса.

Патомско-Нохтуйский разрез является типичным разрезом краевого прогиба с переходными чертами к платформенным фациям, одним из интереснейших в Восточной Сибири, показывающим тесную связь позднего докембрия (синия) и нижнего кембрия как в отношении истории осадочного процесса, так и в отношении их структурного единства.

Китай может рассматриваться как столь же типичная область развития осадочных образований позднего докембрия, что и Восточная Сибирь. Именно в этой стране поздний докембрий впервые обособлен в самостоятельную синийскую систему, которую А. Грабау [Grabau, 1922] предложил считать древнейшей системой палеозойской группы.

Синийские отложения в Китае широко распространены; они образуют древнейший в пределах досинийских платформ Китая седиментационный бассейн, имеющий в целом широтное простираение между омоложенными досинийскими массивами “оси Внутренней Монголии” [Huand, 1945, 1952] на севере и Протокавказии и Индосинии на юге. Этот бассейн имеет сложные контуры и сложное внутреннее строение, на западе он разделяется на два огромных рукава массивом Тарима и характеризуется совершенно новым планом соотношения внутренних поднятий, краевых прогибов и платформенных синеклиз.

Синийскому осадконакоплению на обширных пространствах Китая предшествовала длительная стадия континентального выравнивания ранее созданного рельефа, поэтому контакт синия с подстилающими комплексами интрузивных и метаморфических пород тайшаньского архея и утайской системы протерозоя повсеместно сопровождается резким предсинийским несогласием. Это несогласие решительно все исследователи Китая рассматривают как главное в структурном отношении докембрия и нижнего палеозоя, так как с точки зрения истории тектонических движений синий, кембрий и ордовик, а на юге Китая и силур представляют единое целое (Чу Сэн (1939), Ли Сы-гуан (1939), Хуан Цзи-цин (1945), Ван Хун-чжэн (1956) и др.).

Таким образом, термин “докембрий” в данном случае является неточным, следует говорить о досинии и досинийских структурах, формированием которых закончился предшествующий этап истории развития земной коры (см. эпиграф).

Наиболее важной областью для изучения синийских отложений Китая является зона прогиба Яньляо [Лю Хун-юнь, 1955; Wang Hung-cheng, 1956], имеющего значение передового по отношению к Хэбэйскому барьеру (основной элемент “оси Внутренней Монголии” Хуан Цзи-Циня) и непосредственно связанного с древнейшей Восточно-Китайской синеклизой Сино-Корейской платформы. Здесь к востоко-северо-востоку от Пекина на севере провинции Хэбэй известен район лучших разрезов синийских отложений, о котором Ли Сы-гуан сказал, что

“...вероятно, ни в каком другом месте на евразийском материке синийские отложения или отложения, приравняемые к синийским, не развиты с такой полнотой, как в этих местах” (русский перевод 1952 г., с. 61).

Значение классического приобрел разрез антиклинали Маланью, уже приоткрытый нами ранее [Соколов, Дзевановский, 1957] по данным Гао Чжэнь-си и др. [Као et al., 1934; Hsiung, Као, 1934], но сейчас несколько пересмотренный в работах некоторых китайских геологов в связи с общей ревизией стратиграфии синия и кембрия в Северном Китае [Ван Юэ-лунь и др., 1953, 1955; Ма Син-юань, Вэй Бао-хэн, 1956; Цяо Сю-фу, 1956; Сунь Юнь-чжу, 1953, 1957; и др.]. Теперь можно говорить о двучленном строении синийской системы этой области:

1. Нижний отдел (=отдел Нанькоу=отдел Чанчжен).

1. Базальная свита чанчженских главным образом шоколадно-коричневых и в верхней части светлых кварцитопесчаников с многочисленными прерывающимися прослоями конгломератов – нередко грубых, косослоистых, в нижней части красноцветных; в составе свиты наблюдается аркозовый материал. Залегает на подстилающих образованиях – преимущественно тайшаньских гнейсах – с резким несогласием. Мощность около 650 м, местами достигает 1000 м; к западу уменьшается.

2. Свита глинистых сланцев Чжуаньлингоу, окрашенных преимущественно в черный цвет, углистых, с тонкими прослоями песчаников. Мощность свиты достигает 480 м; местами значительно уменьшается или увеличивается.

3. Свита массивных кварцитопесчаников Дахуньюй обычно косослоистых, с волнообразными знаками, окрашенных преимущественно в светлые тона; включает покровы андезитовых лав, трахибазальтов и различные туфогенные образования. Мощность – 370–600 м; местами значительно сокращается.

4. Свита серых, тонко- и массивно-слоистых известняков и доломитов Гаюйчжуан, нередко кремнистых, содержащих прослой кремния, глинистых сланцев и кварцита в нижней части; делится теперь на три подсвиты. Это древнейшая карбонатная свита, содержащая многочисленные остатки *Conophyton* и *Collenia*. Мощность свиты 1000–1800 м.

В схеме Гао Чжэнь-си [1934] эта свита венчает нижний отдел синия, но Лю Хун-юнь [1955] и некоторые другие китайские геологи включают ее теперь в вышележащий отдел, исходя, вероятно, из того, что литологически эта первая карбонатная свита тяготеет к карбонатным породам Чисянского отдела.

В районе Нанькоу, классический разрез которого нам удалось наблюдать весной 1954 г., эта свита тесно связана с нижележащими отложениями описываемого отдела. В образцах, взятых из нее, а также из нижележащих песчаников и глинистых сланцев, соответствующих свите Чжуаньлингоу, Б.В. Тимофееву удалось обнаружить комплекс спор: *Leiologotriletes minutissimus* (Naum.) Tim., *Trichylogotriletes minutus* (Naum.) Tim., *Tr. incrassatus* (Naum.) Tim., *Tr. obsoletes* (Naum.) Tim., *Tr. asperatus* (Naum.) Tim., *Octidoligotriletes Kryshstofovich* (Naum.) Tim. и ряд других видов (до 15), характерных в СССР главным образом для нижней части синийских отложений. Как обращает внимание В.И. Драгунов, находки *Conophyton* в СССР (Сибирская платформа) также приурочены в основном к нижнему отделу синийской системы.

II. Верхний отдел (=отдел Чисянь).

5. Свита массивных красных и фиолетовых, нередко пятнистых глинистых сланцев Янчжуан, залегающих на известняках Гаюйчжуан с небольшим перерывом; содержат пачки доломитов и кремнистых известняков и алевролитов. Мощность свиты 410 м; к западу увеличивается до 600–850 м.

6. Свита известняков, известковистых сланцев и доломитов Умишань, массивно-слоистых, кремнистых, с тонкими прослоями зеленых сланцев и песчаников. Мощность свиты 1150–1500 м, местами значительно больше.

7. Свита глинистых сланцев и песчаников Хунсюйчжуан, окрашенных в темные зеленоватые и серо-черные тона; содержит прослои кварцитов и местами залегает с небольшим перерывом. Мощность – 200 м; колеблется от 100 до 350 м.

8. Свита светло-серых и красноватых известняков и доломитов Телин – тонкослоистых или массивных, с прослоями глинистых сланцев, песчаников и мало-мощных кварцитов. Содержит многочисленные *Collenia* и *Gymnosolen*. Мощность до 350–450 м.

Судя по некоторым данным последних исследований китайских геологов, телинские известняки, возможно, следует рассматривать в качестве наиболее молодого члена синийского разреза. Если придерживаться этого взгляда, то суммарная мощность отложений синийской системы в зоне прогиба Яньляо достигает, по крайней мере, 5000 м (2100–2200 м – нижний и 2500–2800 м – верхний синий); иногда ее считают до 6000–8000 м.

До недавнего времени к этой системе относили и отложения вышележащей серии Цзинбэйгоу, включающей свиту железистых песчаников и темных глинистых сланцев Сямалин и свиту известняков Цзинэрю. Однако сейчас оказались подтвержденными считавшиеся сомнительными находки мелких нижнекембрийских трилобитов в верхней части известняков Цзинэрю Бэн Чжао-сян (1956), а в ряде мест были сделаны находки еще более древних *Hyolites* sp. Вместе с тем детальными наблюдениями установлено, что эти известняки очень тесно связаны с подстилающими сямалинскими сланцами, в основании которых залегает своеобразная кремнистая брекчия, фиксирующая несомненное стратиграфическое несогласие между чисянским отделом синия и серией Цзинбэйгоу. Эти данные послужили основанием для пересмотра границы синия и кембрия и расширения объема последнего за счет присоединения к нему всей или значительной части серии Цзинбэйгоу. Новые взгляды восстанавливают в известной мере уже ранее существовавшую точку зрения в отношении трактовки разреза Сишаня или западных холмов Пекина.

Сделанный вывод представляется весьма важным для толкования объема синийской и кембрийской систем, так как до сих пор в качестве древнейшей кембрийской свиты, непосредственно залегающей на отложениях синийской системы, рассматривалась свита Маньюу, содержащая, как известно, отнюдь не древнейшую фауну редлихиид, даже если и согласиться с недавно высказанными представлениями Чжан Вэнь-тана [Chang, 1953] о том, что нижние редлихиевые сланцы могут быть сопоставлены с зоной *Olenellus* s. str. Северной Америки и Западной Европы. Теперь этот пробел легко мог бы быть заполнен, так как древнейшие нижнекембрийские зоны *Bonnina* и *Obolella* вполне нашли бы себе место в сямалинских сланцах. Такое сопоставление кажется логичным из сравнения данных, опубликованных в последнее время Чжан Вэнь-таном (1953) и Цяо Сю-фу [1956].

Однако необходимо отметить, что в одной из самых последних работ Сунь Юнь-чжу [1957] вновь пересматривает вариант стратиграфической схемы, изложенный выше по данным Цяо Сю-фу [1956] и вместе с Ван Юэ-лунем, Гао Чжэнь-си и другими исследователями предлагает проводить границу между синием и кембрием внутри верхней карбонатной толщи, залегающей ниже свиты Маньюу. В верхней части этой толщи были обнаружены брекчиевидные породы, фиксирующие, по мнению названных авторов, стратиграфическое несогласие, наиболее важное в Северном Китае для определения границы синия и кембрия (движения Сусянь, по Гао Чжэнь-си). Если принять этот вариант, то понижение нижней границы кембрия должно быть менее значительным.

Так или иначе, но новые открытия и выводы китайских геологов свидетельствуют о наличии еще более тесной связи между отложениями синийской и кембрийской систем в Северном Китае, чем это представлялось ранее, когда синий-

ская система считалась трехчленной, а за древнейшую фауну нижнего кембрия принималась фауна зоны *Redlichia chinensis* Walc. (свита Маньтоу).

В Южной Маньчжурии, в пределах более восточной части того же прогиба Яньляо (бассейн р. Тайцзыхэ) наблюдается столь же характерный разрез докембрия, который получил название системы Фаньхэ, целиком эквивалентной синию. Отложения системы Фаньхэ с перерывом и угловым несогласием залегают на мощных отложениях заведомого протерозоя, содержащих железистые кварциты, гематитовые филлиты, коллениевые доломиты и другие породы, которые образуют систему Нючжэнь (=Хуто), и отделенную новым перерывом и угловым несогласием еще более древнюю систему Ляохэ (=Утай); суммарная мощность этих отложений превышает 20 000 м.

А.М. Смирнов [1954] рассматривает все три системы как подразделения протерозоя, однако, судя по типу отложений, синийская система Фаньхэ резко отличается от подстилающих толщ своими почти неметаморфизованными осадками, наиболее близкими к кембрийским. Синий Южной Маньчжурии делится на две серии, или отдела:

I. Нижняя серия Саньчацзы. Имеет в основании базальный конгломерат и характеризуется местами трехкратной сменой терригенных и карбонатных отложений с доломитами и кремнистыми известняками, содержащими *Collenia*. Мощность – до 4000 м.

II. Верхняя серия Сихэ. Она включает четыре свиты: кварциты Цяюотай, переходящие в песчано-глинистые отложения (около 100 м); сланцы Наньфын с известняками, содержащими *Collenia* и *Manchuriophycus inexpectans* Saito (440 м); кварциты Цяюоту с кремнистыми сланцами (120 м) и слои Усиньшань – черные известняки с *Collenia*, мергели и аргиллиты (80–120 м).

В истории геологического развития области А.М. Смирнов придает главное значение эпохе предсинийского диастрофизма (квантунская фаза), сопровождаемой гранитными интрузиями, складчатостью и значительным метаморфизмом и закончившейся окончательной стабилизацией северо-восточного выступа Китайской платформы в пределах Маньчжурии, Кореи и частью Северного Китая. Поэтому, как пишет названный автор, отложения системы Фаньхэ носят “определенно платформенный характер”.

Нижнекембрийские отложения этой области ложатся на верхнесинийскую серию Сихэ с эрозионным несогласием, однако древнейшая из нижнекембрийских свит Саньцзяо (в Ляодуне) содержит остатки *Obolella* и *Lingulella*, т. е. самую раннюю фауну нижнего кембрия.

Наиболее характерный платформенный тип синийские отложения имеют к югу от прогиба Яньляо в пределах обширной Восточно-Китайской синеклизы Ван Жун-чжэн [Wang Hung-cheng, 1956] (рис. 4). Подобно синийским синеклизам других платформ Евразии выполняющие эту синеклизу древнейшие осадочные образования являются наиболее ранними отложениями осадочного чехла Сино-Корейской или Северо-Китайской платформы. Они очень тесно связаны с отложениями кембрия (трансгрессией Хуанхэ, по Хуан Цзи-циню [1945]) как в отношении структурных форм, фаций и мощностей (от нескольких десятков до 600–900 м), так и самих контуров осадочного бассейна, хотя трансгрессивный тип отложений кембрия отчетливо проявляется, например, в том, что Шаньдунский массив впервые захватывается трансгрессией именно этого моря. Хуан Цзи-цин (1945), Лу Янь-хао и Дун Нань-тин [1953] и другие хорошо показали трансгрессивное залегание нижнекембрийских свит Маньтоу и Маочжуан на допалеозойском основании Шаньдунского массива.

При сравнении позднекембрийских отложений платформенной области Северного Китая и складчатой зоны Яньшаня – Ляохэ (прогиб Яньляо) обнаруживаются те же характерные особенности их соотношения, которые уже ранее

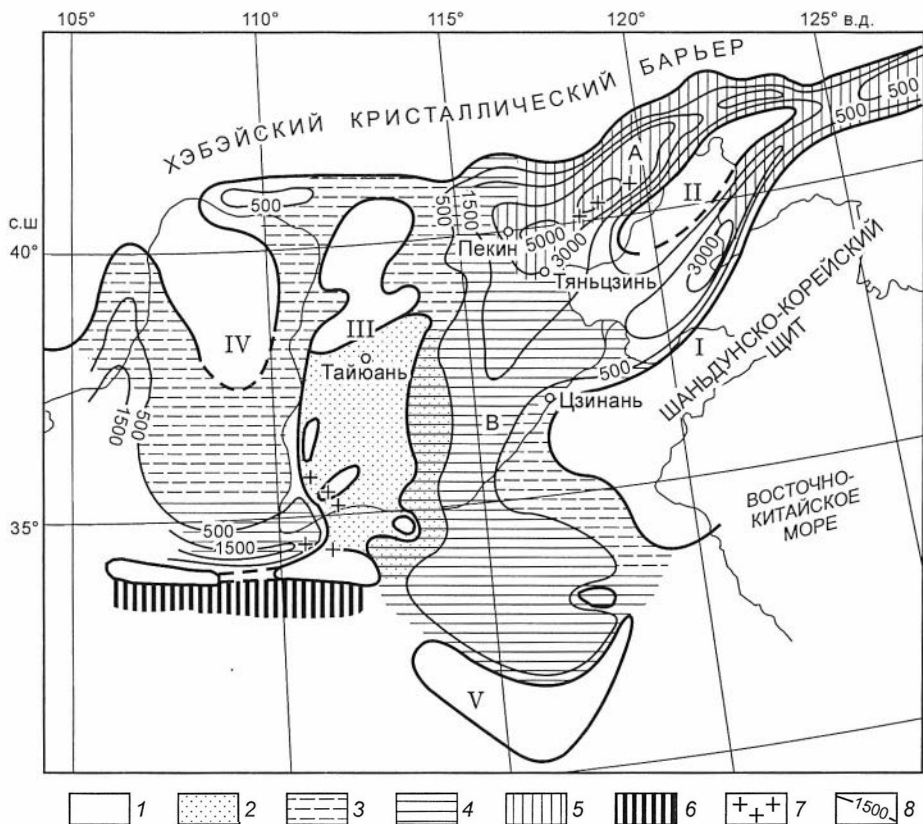


Рис. 4. Синийский бассейн Сино-Корейской платформы (по Цяо Сю-фу):

1 – суша; 2 – континентальные отложения; 3 – отложения неглубокого моря; 4 – нормальные морские отложения; 5 – отложения краевого прогиба; 6 – геосинклинальные отложения; 7 – проявления вулканизма; 8 – изопахиты, м. А – прогиб Яньляо, В – Восточно-Китайская синеклиза. I – Шаньдунский щит; II – Шаньхайгуаньский щит; III – платформа Шанси; IV – платформа Ордос; V – Хуайянский щит.

были отмечены для платформенных и складчатых зон СССР. Максимальная амплитуда предсинийского перерыва характеризует Северо-Китайскую платформу (включая западное погружение Шаньдунского массива и Хуайянскую платформу), в то же время в краевой складчатой области Южной Маньчжурии мы видим существенное заполнение этого пробела протерозойскими отложениями железорудных серий Ляохэ и Нючжень. Примечательно, что только синийская серия широко выходит за пределы протерозойского прогиба в область самой платформы.

В южной части Китая выделяется другая платформенная область (платформа Янцзы по Хуан Цзи-циню), также являющаяся областью развития синийских отложений (рис. 5). Она отделяется от Северо-Восточно-Китайского бассейна поднятиями Цинлина и Хуайянского щита и более или менее совпадает с Сычуанским бассейном, распространявшимся к югу в пределы платформы Гуанси. О синийском покрове этой области можно судить по краевым зонам бассейна, где повсеместно устанавливаются выходы синийских отложений.

Один из известнейших синийских разрезов бассейна Янцзы находится в районе Ичанского ущелья (провинция Хубэй). Здесь на досинийских гранитах Хуанлинской антиклинали залегает следующая серия отложений, описанная Ли Сыгуаном (1939, 1940) и другими исследователями.

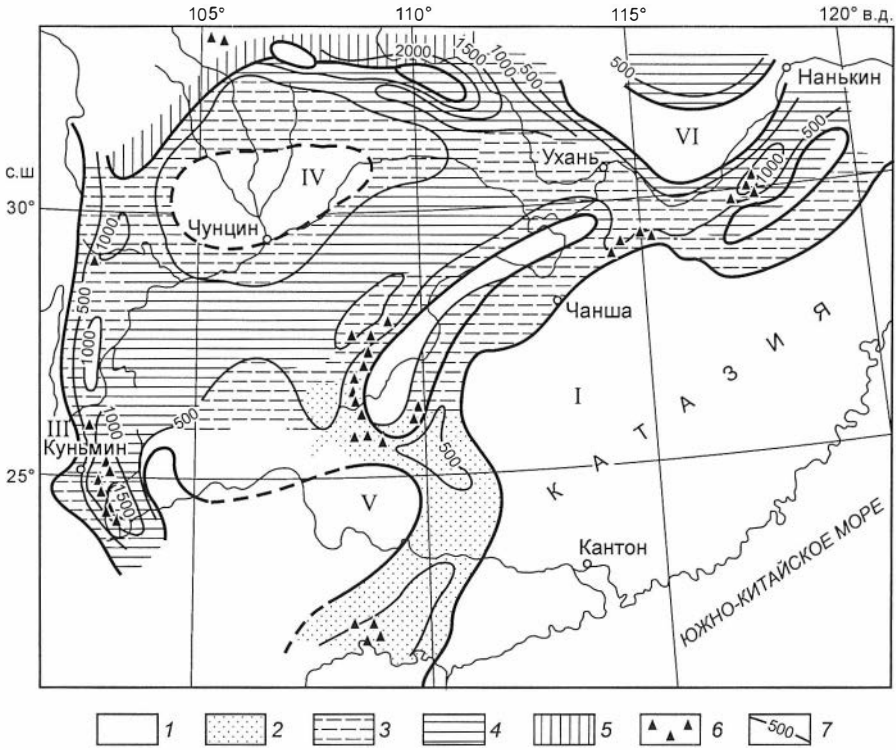


Рис. 5. Синийский бассейн платформы юго-западного Китая (по Цяо Сю-фу):

1 – суша; 2 – континентальные отложения; 3 – отложения неглубокого моря; 4 – нормальные морские отложения; 5 – геосинклинальные отложения; 6 – тиллиты; 7 – изопахиты, м.
 I – Катазиатский щит; II – Цзяннаня; III – Кандинская докембрийская ось; IV – платформа Янцзы (Сыяуанская); V – платформа Гуанси; VI – Хуайянский щит.

1. Базальный конгломерат, переходящий в грубозернистый песчаник Биншаньба; песчаник грубозернистый кварцево-полевошпатовый, красноцветный, с прослоями красных глинистых сланцев. Мощность – 45–55 м; в других районах значительно увеличивается. Нижнему отделу синия соответствует только эта свита.

2. Свита Наньтоу, соответствующая тиллиту Наньтоу, состоит из сильно уплотненной темно-коричневой до зеленоватой валунной глины, совершенно лишенной слоистости и включающей угловатые валуны различных экзотических пород с характерной ледниковой штриховкой. Мощность тиллита 35–50 м. От базальных песчаников тиллит отделяется перерывом и, вероятно, несогласием.

3. Свита Доушаньтоу – плотные глинистые сланцы, в нижней части кремнистые и битуминозные, черного цвета, перемежающиеся с тонкослоистыми известняками. Мощность – до 200 м.

4. Свита Дэнин – массивные светлые доломитизированные известняки, иногда кремнистые, с разнообразными *Collenia*. Мощность свиты 520–600 м.

Три последние свиты, как это следует теперь из работ [Wang Y.L., 1955a; Wang Hung-cheng, 1956], должны быть отнесены к верхнему синию; тиллиты, таким образом, фиксируют основание этого отдела синийской системы.

Выше согласно, но со стратиграфическим перерывом залегают нижнекембрийские глинистые сланцы Шипай с *Redlichia sinensis*, *Obolus* и *Eodiscus*; эти сланцы отвечают базальным отложениям нижнекембрийской “трансгрессии Янцзы”.

К востоку от Ичанского ущелья синийские отложения (того же типа и с тиллитами) тянутся вдоль Янцзы до самого края материка. Они формировались в

сравнительно узком прогибе, простиравшемся между Хуайянским щитом и Цзяннаньей Хуан-Цзи циня и частично были вовлечены в каледонскую складчатость этой области. К юго-западу от Цзяннаньи между нею и краем Прото-Катазиатского материка, как показывают на своих схемах Лю Хун-юнь (1955) и Ван Хун-чжэн (1956), простирался еще один синийский прогиб.

Таким образом, по всей вероятности, нет основания говорить о существовании Цзяннаньской синийской геосинклинали, как это делает В.В. Белоусов [1956], так же как, по-видимому, нет основания говорить и о синийской Циньлинской геосинклинали, поскольку к синийскому периоду на месте этих зон уже существовали поднятия, сформированные более древними досинийскими образованиями.

Синийские отложения западных провинций Китая изучены значительно хуже, и, пожалуй, наибольший интерес представляют разрезы Курук-тага (Восточный Тянь-Шань), где Э. Норином [1940] были обнаружены тиллитоносные толщи.

В целом для синия Китая характерны следующие особенности:

1) наличие универсального предсинийского несогласия, являющегося вместе с тем, как отмечает В.М. Сеницын [1955], и маркирующим рубежом в развитии метаморфизма – одинаково резко слабеющего выше несогласия как в платформенных, так и в складчатых областях; 2) то, что синийские отложения являются древнейшим членом нормальных осадочных образований, входящих в покров платформы; 3) в структурно-геологическом смысле они образуют единый комплекс отложений с кембрием и ордовиком на севере и с кембрием, ордовиком и силуром на юге Китая; 4) синийская система делится на два отдела с преимущественным развитием терригенных отложений в нижнем отделе и карбонатных – в верхнем; 5) карбонатные отложения синия повсеместно характеризуются широким распространением строматолитов типа *Collenia* и почти полным отсутствием остатков животных организмов, которые впервые появляются в Китае в виде гиолитид, беззамковых брахиопод (*Obolella* и *Lingulella*) и позднее – трилобитов лишь в раннем кембрии и 6) для синия устанавливаются наиболее ранние после гуронского оледенения признаки ледниковых явлений в виде тиллитов.

Самостоятельность синийской системы является в Китае твердо установленным и общепризнанным фактом. Особенно ценными для уточнения и обоснования ее границ явились последние исследования китайских геологов (1951–1957 гг.) в Северном Китае, главным образом в Утайшане–Яньшане (коллективы геологов под руководством профессоров Ван Юэ-луня, Ма Син-юаня, Сунь Юнь-чжу и др.), позволившие исправить ряд ошибочных представлений, существовавших в отношении утайской системы, и подтвердившие исключительную важность предсинийского несогласия для обоснования нижней границы синийской системы. Эти исследования внесли большую ясность в определение границы синия и кембрия в связи с присоединением к нижнему кембрию частично или полностью так называемого “верхнего синия” и показали еще более тесную связь между отложениями этих систем.

Осадочные толщи синийской системы хорошо картируются и уже давно выделяются на геологических картах Китая под индексом Sn. Вместе с тем, как и в других странах, вопрос о положении синийской системы в стратиграфической шкале не является в Китае окончательно решенным. Хотя очень многие (если не большинство) китайские геологи, вслед за А. Грабау, Хуан Цзи-цинем и другими исследователями, рассматривают синийскую систему в качестве древнейшей докембрийской системы палеозойской группы; другие исследователи (Ли Сы-гуан, Сунь Юнь-чжу) выдвигают аргументы в защиту ее протерозойского возраста. Однако и они единодушно отмечают, что в историко- и структурно-геологическом отношении отложения синия представляют единое целое с отложениями других систем нижнего палеозоя и что основной стратиграфической границей является граница, фиксируемая предсинийским несогласием, а не контактом синия и кембрия, хотя он и сопровождается в ряде районов значительным перерывом. Глав-

ное препятствие для включения синия в состав палеозоя эти исследователи видят в том, что палеонтологическая характеристика синийской системы совершенно не соответствует тому палеозоологическому принципу, который положен в основу определения объема и стратиграфии палеозойской группы. Насколько этот довод состоятелен, мы попытаемся показать далее.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сделанный обзор позднедокембрийских отложений платформенных и складчатых областей Евразии отнюдь не является исчерпывающим. Мы остановились на различных районах европейской части СССР, Урала, Сибири и Китая главным образом потому, что эти области континента наиболее знакомы автору по личным исследованиям. Однако было бы излишним увеличивать количество региональных примеров как по рассмотренным областям, так и по таким частям материка, как Индия и Западная Европа, поскольку эти примеры хорошо известны; они только усилили бы яркость уже вскрытых закономерностей распространения осадочных толщ позднего докембрия, но не изменили сложившегося представления о них.

Именно такой материал нам дают уже рассматривавшиеся эокембрийские серии спарагмитов и гиперборейя Скандинавии, торридона Шотландии, бриовера Армориканского массива и другие осадочные серии позднего докембрия Европы. Совсем недавно из этой области нам стали известны субкембрийские тиллитовые толщи, обнаруженные уже в герцинской складчатой зоне [Wegmann, 1951]; интереснейшие толщи (с флювиогляциальными образованиями) субкембрия в Железных Горах Чехословакии [Fiala, Svoboda, 1956]; промежуточные между протерозоем и палеозоем (“рифейские”) толщи Свентокржиских гор, докембрийские “синие сланцы” Добруджи и т. д. [Самсонович Я., 1955]. Вероятно, позднедокембрийской, а не нижнекембрийской является мощная (более 1000 м) некая серия терригенных отложений Сьерры-Морены, совершенно согласно подстилающая заведомый кембрий с археоциатами в юго-западной Испании [Simon, 1951].

На противоположной южной окраине Евразийского материка широко развита типично позднедокембрийская индийская система (система Виндхья) Индостанского полуострова. Ее отложениями прикрываются обширные области Индийской платформы. Виндийская система иногда относится к древнему палеозою и расчленяется на два отдела, из которых, как это следует из сводки Кришнана [Krishnan, 1949, 1951], особенно широко распространен верхний; отложения этого отдела очень близки к кембрийским и литологически нередко неотличимы от них.

Аналогичный характер имеют отложения позднего докембрия и других материков, которых мы не касаемся в настоящей работе, – кьюиноу и бэлта Северной Америки, серии Аделаиды Южной Австралии, трансваальской системы и системы Катанги Южной Африки и особенно инфракембрийской системы Сахарской платформы. Эти отложения хорошо известны в литературе; синтез современных данных их изучения привел П. Прюво [Pruvost, 1951] к выводу об их синхроничности и возможности обособлений в единую самостоятельную систему.

Изложенный выше материал и более ранние обобщения позволяют сделать некоторые выводы, важные для проблемы позднего докембрия в целом.

Прежде всего можно считать общепризнанным, что отложения так называемого позднего докембрия являются более или менее синхроничными на всех материках земного шара и что они должны быть обособлены в крупную самостоятельную стратиграфическую единицу, которая уже в ряде стран получила название системы (синийской, инфракембрийской, эокембрийской, виндийской и т. д.). Накопленные фактические наблюдения показывают, что отложения этой системы более тесно связаны с отложениями кембрийской системы, чем с отложениями подстилающих формаций, какими бы они ни были по своему происхождению и возрасту.

Тесная связь позднего докембрия и кембрия неизбежно поставила вопрос о необходимости определения нижней границы кембрийской системы или, что то же самое, верхней границы позднего докембрия. Все попытки рассмотрения этого вопроса как в региональном, так и в планетарном масштабе привели к вполне естественному выводу, что поскольку речь идет об определении границы классической палеозойской системы, то главным критерием должен быть палеозоологический. Исследования Ли Сы-Гуана (1939), Г.А. Вилера [Wheeler, 1947], Ф.Г. Снайдера [Snyder, 1947], П. Прюво [Pruvost, 1951], Н.С. Шатского [1952а,б], Б.С. Соколова и Ю.К. Дзевановского [1957], Сунь Юнь-чжу [1957] и многих других, а также дискуссионные обсуждения, проходившие в СССР, со всей очевидностью показывают, что этот критерий является вполне надежным, так как во всех областях земного шара нижняя граница кембрия практически совпадает с основанием “биозоны *Olenellus sensu lato*”, и эта граница не может быть опущена ниже без очевидного ущерба для ведущего принципа биохронологической стратиграфии и без боязни утратить вполне объективный критерий. Кроме того, как уже отмечалось выше, это привело бы к увеличению хронологического объема и без того уже самого продолжительного периода из всех эр геологической истории.

Необходимо также подчеркнуть исключительное значение того факта, что древнейшую палеозойскую фауну этой биозоны (гиолитиды, седентарии, беззамковые брахиоподы, самые ранние трилобиты и т. д.), по всей вероятности, нет основания рассматривать как чисто автохтонную, поскольку ее появление совпадает с развитием первой кембрийской трансгрессии, захватившей погружавшиеся области докембрийских массивов (щитов) и ранее возникшие синийские прогибы платформы.

В настоящее время трансгрессивный характер нижнего кембрия хорошо вскрыт в пределах всей Фенно-Скандии, в ряде областей Западной Европы, в Северной Африке, Восточной Сибири, на восточном погружении Шаньдунского массива в Восточном Китае, в пределах Большого Каньона Колорадо в Северной Америке и т. д. Мы не знаем точно, откуда эта трансгрессия; для Волкотта [Walcott, 1914] ее источник был в неизвестном море, существовавшем в период “липалийского перерыва” на альгонкских континентах; Термье [Termier H., Termier G., 1949] и П. Прюво [Pruvost, 1951] обращают внимание на малоизученные основные океанические резервы земного шара.

Так или иначе, но фактом остается трансгрессивное развитие нижнего кембрия, несомненно обусловленное тектоническими движениями на рубеже позднего докембрия и кембрия и хорошо фиксируемое в ряде районов стратиграфическим и общим географическим несогласием между отложениями этих периодов. Но во многих синийских синеклизах (таких как Московская, в широком смысле, древние синеклизы Сибирской и Канадской платформ, Восточно-Китайская синеклиза, Юньнаньская, отчасти Армориканская во Франции и др.) осадочный процесс был непрерывным или сопровождался незначительными явлениями перерыва. В стратиграфических разрезах этих областей нижнекембрийские отложения нередко производят впечатление как бы завершающих (или продолжающих) нормальный осадочный цикл. Чаще всего именно эти разрезы вводят в заблуждение литостратиграфов, пытающихся присоединять заведомо докембрийские толщи к кембрийской системе.

Таким образом, правильное представление о границе кембрия и позднего докембрия не может быть выработано на интерпретации только отдельных региональных разрезов, оно должно основываться на всем комплексе наших знаний о геологических процессах и особенностях органической эволюции, характеризующих начальный период геологической истории древних платформ. Рассматривая проблему с этих позиций, мы не можем произвольно опускать нижнюю границу кембрия сколько-нибудь значительно ниже основания “биозоны *Olenellus*” или зон *Discinella* и *Obolella*.

Менее определенно, по мнению ряда исследователей, решается вопрос о границе собственно протерозоя и позднего докембрия, т. е. вопрос о нижней границе тех осадочных серий, которые выделяются под названием “синийская”, “инфракембрийская”, “эокембрийская” и другие системы. Этот вопрос тесно связан с проблемой так называемого большого докембрийского перерыва – “липаллийского интервала”. Совсем недавно А.А. Полканов [1956], детально изучив этот вопрос, показал, что в действительности речь должна идти не о каком-то универсальном и длительном перерыве (от верхнего карелия до нижнего кембрия), а о значительном периоде времени, в течение которого, с одной стороны, шел процесс нормального осадконакопления, а с другой – было несколько перерывов меньшего значения. Первый перерыв он выделяет между верхним ятулием Далекарлии и хогландием; второй – между хогландием и иотнием; третий – между нижними и верхними спарагмитами, а учитывая гипотезу этого автора о синхроничности нижних спарагмитов и иотния, – между иотнием и вендской серией Русской платформы, и четвертый перерыв – между верхними спарагмитами или вендом и нижним кембрием.

Как показали Л.Г. Лунгерсгаузен [1947], Снайдер [Snyder, 1947] и П. Прюво [Prüvost, 1951], в настоящее время нет основания говорить о “липаллийском интервале” как периоде существования какого-то неизвестного моря, которому в доступных для нашего изучения пределах современных континентов отвечал перерыв в осадконакоплении.

Таким образом, мы с полным основанием можем считать, что рассматриваемый “перерыв” может быть заполнен реально существующими осадочными сериями. Однако в серьезном изучении и уточнении нуждается вопрос о стратиграфическом и возрастном объеме этих серий. Именно он фактически и является вопросом о нижней границе позднего докембрия.

Из приведенного выше регионального обзора областей позднедокембрийского осадконакопления мы видели, какие исключительно важные выводы следуют из сравнения разрезов докембрия смежных платформенных (эпиконтинентальных) и складчатых (геосинклинальных) областей. Так, сравнение разрезов Русской платформы и Урала показывает, что амплитуда предпозднедокембрийского (=предсинийского) перерыва резко увеличивается при переходе из зоны краевого прогиба к платформе: если на платформе древнейшей, наиболее широко распространенной осадочной серией покрова является сердобская, полностью эквивалентная таким сериям краевых прогибов, как нижнеспарагмитовая в зоне Норвежских каледонид и каратауская в зоне складчатого Урала и Тимана, то на самом Урале ниже каратауской серии, хотя и отделяясь от нее перерывом и угловым несогласием, залегают еще две серии более или менее нормальных пород – юрматинская и бурзянская, – которые нигде не выходят за пределы зоны краевого прогиба. Эти свиты составляют основной элемент рифейской группы Н.С. Шатского [1945], и, безусловно, принадлежат протерозою. В зоне Норвежских каледонид им, вероятно, соответствуют доспарагмитовая серия Северной Норвегии, включая формацию Райпаас, а в Гренландии – нижние серии гренландия, который сам по себе, судя по данным Френкля [Fränkl, 1954], производит скорее впечатление стратиграфического аналога “рифейской группы” Урала, чем эокембрийской системы Норвежских каледонид.

Как бы, однако, ни решался вопрос о стратиграфической корреляции досердобских (=докаратауских = доспарагмитовых) осадочных серий, бесспорно то обстоятельство, что только с сердобской эпохи осадочный процесс широко захватывает область самой Русской платформы, т. е. фактически только с этой эпохи Русская платформа начинает свое существование как таковая. Из области континентального массива она в значительной мере превращается в область седиментации, так как в теле этого массива впервые создаются обширные и устойчивые прогибы – аккумуляторы осадочных образований покрова платформы, т. е. ее совершенно нового структурного яруса.

Начало формирования осадочного покрова платформы и представляется нам тем важнейшим рубежом геологической истории, который должен быть положен в основу определения границы палеозоя и протерозоя и, следовательно, определения нижней границы позднего докембрия, как мы его здесь понимаем (т. е. синия, инфракембрия, зокембрия).

Платформенный режим осадконакопления уже давно обращал на себя внимание как важный показатель новых условий седиментации на Русской платформе, возникших после длительной (обычно называемой предиотнийской) пенепленизации архейско-карельского континентального блока, и с этой точки зрения, отложения иотния также очень многими исследователями включаются в состав позднего докембрия и даже просто палеозоя (эопалеозой А.А. Полканова).

Однако при современном состоянии стратиграфической корреляции проблема иотния нам представляется более сложной. Пока мы не располагаем бесспорными доказательствами ни эквивалентности иотния и нижних спарагмитов, сердобской серии, ни их близости в стратиграфических соотношениях и, наоборот, судя по данным О. Хольтедаля [Bailey, Holtedahl, 1938], вся спарагмитовая формация является постиотнийской, отделенной от иотния не только перерывом, но и угловым несогласием. Поэтому представляется не менее вероятным, что иотний является стратиграфическим аналогом более древних доспарагмитовых отложений, таких как формация Райпас в Норвегии или нижние рифейские серии на Урале, представляя собой еще более раннюю, чем зокембрий, платформенную серию отложений, характеризующуюся очень ограниченной площадью распространения в районах, преимущественно тяготеющих к древним щитам (Балтийский, Украинский, Волго-Камский).

Этот взгляд противоречит большинству сложившихся в зарубежной литературе представлений, так как начиная с А. Грабау [Grabau, 1922] и заканчивая П. Прюво [Pruvost, 1951] и Ван Хун-чженом [Wang Hung-cheng, 1956], именно иотнийские отложения включаются в состав позднего докембрия в качестве его базального члена, а предиотнийская пенепленизация рассматривается в качестве основной эпохи древнего выравнивания континентов, предшествовавшей палеозойскому осадконакоплению. Мы не исключаем такого варианта при условии подтверждения гипотезы А.А. Полканова [1956] и считаем, что оно внесло бы еще большую четкость в решение вопроса о границе протерозоя и палеозоя, но вместе с тем не можем не считаться с тем фактом, что имеются серьезные основания структурного, стратиграфического и геохронологического порядков рассматривать иотний как более древнюю осадочную серию, чем сердобская, каратауская или нижнеспарагмитовая, которые соответствуют нижнему отделу позднего докембрия (в нашем представлении).

Что касается предиотнийского перерыва, то мы предпочитаем пользоваться такими терминами, как предсинийский (=прединфракембрийский) перерыв, поскольку его широкое региональное значение подтверждается прежде всего широким распространением отложений синия-инфракембрия, тогда как заведомый иотний пока представляет собой лишь образования узколокального значения.

Если мы обратимся к другим частям Евразийского континента, то, по существу, увидим такую же картину в соотношении осадочных толщ позднего докембрия с подстилающими образованиями. Так, в пределах Сибирской платформы отложения позднего докембрия-синия (мукунская и билляхская свиты, майский комплекс, байкальский комплекс и др.) повсеместно с резким несогласием залегают на подстилающих толщах архея и протерозоя, образуя древнейший осадочный покров платформы. В то же время мы видим, что в сторону погружения платформы к Верхоянской складчатой зоне продолжительность предсинийского перерыва сокращается, так как здесь появляются более древние осадочные комплексы и весьма вероятно, что, например, дальневосточный учурский комплекс В.А. Ярмолюка [1956] является уже досинийским. На обширных пространствах

Сино-Корейской и Сычуанской (юго-западной) платформ Китая синий образует древнейший платформенный покров с резким перерывом и несогласием, загающий на породах фундамента, но, например, в северо-восточной части краевого прогиба Яньляо, в Южной Маньчжурии, предсинийский пробел в существенной мере заполняется мощными осадочными комплексами, близкими по возрасту к нижним железорудным рифейским сериям Урала. Эти комплексы мы уже не можем относить к позднему докембрию.

Основываясь на этих и аналогичных наблюдениях в других областях земного шара, нижняя граница позднего докембрия (=синия=инфракембрия) может быть определена как основание того древнейшего осадочного чехла досинийских платформ, которым начинается формирование осадочного покрова этих платформ вообще и который, как мы видели выше, обычно тесно связан с вышележащими отложениями нижнего палеозоя, образуя вместе с ним единый и совершенно самостоятельный по отношению к подстилающим формациям (как платформ, так и складчатых областей) структурный ярус.

Пока с достоверностью мы не знаем, какие перспективы сулит нам палеофитологический метод (изучение спор и строматолитов) для определения границы протерозоя и позднего докембрия, но можно вполне согласиться с П. Прюво [Pruvost, 1951] и еще раз повторить то, что нами уже высказывалось ранее, что физико-геологический критерий дает значительно больше для определения этой границы, чем палеонтологический. Основной геологический смысл этой границы состоит в том, что она соответствует началу превращения пенепленизированных и вновь расчленяемых древних континентальных массивов в области широкого и устойчивого платформенного осадконакопления в платформы в собственном смысле. Называть эти платформы докембрийскими можно лишь в силу привычки, так как в действительности их древнейший осадочный чехол образуют отложения не кембрия, а позднего докембрия (=синия=инфракембрия=виндия и т. д.) и в этом смысле все так называемые докембрийские платформы – Русская, Сибирская, Китайская, Индийская, Канадская, Сахарская и многие другие – должны называться досинийскими (или доинфракембрийскими).

По нашим представлениям, с этого момента начинается палеозойский цикл истории Земли, так как рассматриваемым древнейшим осадочным покровом платформ не завершается предшествующий протерозойский цикл, а начинается совершенно новый.

В качестве основного возражения против этого критерия определения границы палеозоя и протерозоя обычно выдвигается представление о том, что в развитии древнейшего платформенного осадочного покрова может быть значительная гетерохрония и что появление платформ может относиться к значительно более раннему периоду. По этому поводу необходимо заметить, что мы ни в коем случае не отрицаем возможности платформенного осадконакопления в заведомом протерозое, тем более что вряд ли подлежит сомнению тот факт, что стабилизация огромных впоследствии выравненных континентальных блоков архейд и карелид закончилась задолго до начала синия или инфракембрия (и в этом смысле идея существования “докембрийской панплатформы” кажется более правдоподобной, чем пангеосинклинали), подготовив благоприятные условия для платформенной седиментации. Если ютний действительно является доспарагмитовой формацией, то он может быть типичным примером такого осадконакопления в заведомо протерозое и можно привести примеры, вероятно, еще более древних платформенных формаций на Африканской платформе.

Однако весь накопленный фактический материал по геологии древних платформ показывает, что масштабы сохранившегося до настоящего времени заведомо досинийского и синийско-инфракембрийского осадочных покровов совершенно несоизмеримы. Можно утверждать, что только с синия установился режим плат-

форменного осадконакопления в таких масштабах, которые по своей широте и устойчивости не имели себе равных в предшествующей истории, ознаменовав начало существенно нового этапа в дальнейшем структурном развитии земной коры.

Что касается возможной разновозрастности базальных горизонтов позднедокембрийского осадочного покрова платформы, то она вполне вероятна, но лишь в том смысле, что эти горизонты могут быть в той или иной мере моложе базальных горизонтов таких серий краевых прогибов, как нижнеспарагмитовая, каратауская, голоустненская, чанчженская и другие. Кроме того, необходимо иметь в виду, что отложения синийской системы, как правило, хорошо подразделяются на два отдела, разделенные отчетливым перерывом, и что верхний синий (= верхний спарагмит = венд = чисьянь и т. д.) имеет еще более широкую площадь распространения, нередко трансгрессивно залегая прямо на породах фундамента.

Трансгрессия нижнего кембрия соответствует уже третьему циклу осадконакопления и впервые захватывает наиболее устойчивые площади древних щитов. Эта трансгрессия, таким образом, не была первой трансгрессией на континенты, как это следует из представлений многих геологов, она лишь надстроила ту древнейшую осадочную серию самой платформы, которая уже ранее сформировалась как платформенный покров.

Изучение вопроса о нижней границе позднего докембрия принесло наиболее плодотворные результаты лишь тогда, когда стали заниматься сравнительным рассмотрением докембрийских разрезов платформ и смежных складчатых областей. Оно показало при этом исключительное значение самих платформ и привело многих исследователей к выводу о необходимости значительного понижения нижней границы палеозойской группы. В конечном счете поставленная проблема из чисто региональной переросла в общую проблему определения границы палеозоя и протерозоя, т. е. крупнейших стратиграфических групп, в проблему критериев выделения геохронологических единиц первого порядка, в общую проблему принципов геологической периодизации.

Предложенное выше решение этой проблемы, с точки зрения формальных принципов стратиграфической классификации палеозоя, отнюдь не является безупречным. Оно основано не на применении палеозоологического критерия, как того требует само понятие “палеозой”, а на чисто физическом признаке – существенном изменении в направлении структурной эволюции земной коры. Ли Сыгуан [1939], рассматривая синийскую систему в составе протерозоя, так и говорит, что формально логические причины не позволяют включить ее в палеозойскую группу, хотя с точки зрения общего хода геологических событий она более тесно связана с палеозоем. Этой же позиции придерживается и Н.С. Шатский [1952а,б].

Между тем, как было показано выше, палеозойский тип развития земной коры начался задолго до появления так называемых “палеозойских организмов”, возникновение (или вторжение) которых должно было явиться следствием каких-то подготовительных событий и предварительных условий, обеспечивших более поздний расцвет животного мира в новых (или изменившихся) условиях существования.

Такой вывод кажется неизбежно вытекающим из всего анализа накопленных данных по геологии позднего докембрия Евразии и других континентов и логически подводит нас к необходимости пересмотра некоторых традиционных понятий. Становится все более очевидным, что в настоящее время стратиграфическая шкала в своих основных рубежах уже не может базироваться только на формальном использовании данных палеозоологии (принципе, который, после С. Сэдживика, 1838 и Дж. Филлипса, 1840, пытаются рассматривать незыблемым) и что естественно-исторический подход к рациональной разработке этой шкалы требует включения в состав палеозоя вполне самостоятельной докембрийской системы, палеонтологическое обоснование которой будет не вполне отвечать принятому стандарту.

Стратиграфический ранг системы для этой единицы, охватывающий осадочные образования позднего докембрия, кажется вполне естественным и уже достаточно хорошо обоснован во многих известных исследованиях. Что касается названия системы, то из многочисленных региональных терминов, употребляемых в Евразии, наибольшего внимания заслуживают термины “синий” и “инфракембрий”, хорошо обоснованные их авторами и последующими защитниками и одинаково предлагавшимися для обозначения древнейшей системы палеозойской группы. Кажется, что закон приоритета должен заставить нас сделать выбор в пользу термина Рихтгофена–Грабау (1882, 1922); стратотип синийской системы в Северном Китае вряд ли уступает в каком-либо отношении стратотипам других систем в Европе, он легко доступен и хорошо теперь изучен китайскими геологами.

Главные характерные признаки синийской системы, как единого и полноценного стратиграфического подразделения палеозойской группы, сводятся к следующему:

1. Синийская система – это комплекс отложений, заключенный между протерозоем и кембрием и ограниченный снизу поверхностью предсинийского несогласия. Это несогласие обычно очень четко разделяет пограничные образования (как в платформенных, так и складчатых областях) по степени метаморфизма, типам структур и тенденциям структурного развития, особенностям вулканизма, типам литологических формаций и характеру органической жизни. Верхняя граница синия определяется нижнекембрийской трансгрессией, заключающей древнейшую, но уже очень богатую фауну палеозоя (много сотен видов, принадлежащих всем основным типам беспозвоночных), ступень эволюционной дифференциации которой, несомненно, свидетельствует о ее длительной предшествующей истории.

2. Для определения продолжительности синийского периода в миллионах лет мы пока еще имеем мало данных. Однако известны данные о возрасте близких к синию формаций, кьюиноу в Канаде (530–575 млн лет), гардар в Южной Гренландии (600 млн лет), катанга в Бельгийском Конго (605–615 ± 20 млн лет) и некоторые другие. После дополнительных исследований А. Холмса (1948) и Д. Марбли (1951) теперь уже достаточно обоснована дата начала кембрийского периода (510–520 млн лет тому назад). Вышеприведенные данные позволяют определить продолжительность синийского периода приблизительно в 80–90 млн лет, т. е. она примерно равна кембрию. П. Прюво [Pruvost, 1951] оценивает продолжительность инфракембрия в 100 млн лет.

Интересные материалы для этих заключений дают недавние сводки и обзоры Г.В. Войткевича [1955], А.И. Тугаринова [1956], Т.Б. Пекарской [1957], М.П. Семеновенко [1957] и некоторых других. Эти данные позволяют отодвинуть нижнюю границу палеозойской эры до 600 млн лет или несколько больше. Эти же данные и данные других источников препятствуют пока включению в состав синийской системы иотния, так как радиогеологические исследования определяют его возраст значительно более древним*.

3. Синийская система Евразии отчетливо делится на два отдела (рис. 6): нижний (чанчженская серия) и верхний (чисянская серия) синий Китая; нижний (семрийская серия) и верхний (серии каймурская, ревахская и бандерская) виндий Индии; соответствующие серии Сибирской платформы; каратауская и, возможно, максютовская серия Урала; сердобская и вендская серии Русской платформы; нижние и верхние спарагмиты Скандинавии, верхние дотиллитовые и тиллитовые серии Гренландии и т. д. Нижний отдел, кроме характерных базальных терригенных образований (свит песчаников, кварцитов, конгломератов и пр.), по-

* См.: Труды третьей сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций. Москва, 1955.

всемерно характеризуется широким распространением карбонатных отложений (доломитов, известняков, доломитовых плитчатых мергелей, известковистых сланцев и т. д.) с многочисленным *Collenia*, *Conophyton* и другими строматолитами. Для верхнего отдела в одних областях характерен преимущественно терригенный состав (Русская платформа, вероятно, Урал, Скандинавия, Шпицберген, Гренландия), в других – терригенно-карбонатный (Сибирская платформа, Прибайкальская складчатая зона, Хинган, Южная Маньчжурия, Сино-Корейская платформа, Сычуанская платформа и т. д.), но везде в основании верхнего отдела существует четкий перерыв, и во многих областях нижние горизонты верхнего синия сопровождаются тиллитами и характерными ленточными осадками.

Стратиграфическое несогласие между нижним и верхним синием почти везде очень резкое, поэтому, как правило, нижний синий отделен от верхнего более четко, чем верхний синий от нижнего кембрия. Эти особенности принадлежат к числу характернейших признаков отделов синийской системы. Близость состава отложений, общность структуры и часто непрерывная седиментация от верхнего синия к нижнему кембрию уже не раз приводили геологов (обычно литологов) к ошибочным выводам о необходимости включения верхнего синия (= верхних спаргмитов = вендской серии = тиллитоносных серий Арктики) в состав кембрия и понижения нижней границы кембрийской системы до указанного несогласия.

4. Представление о том, что синийская система резко отличается от классических систем палеозойской группы крайней бедностью своей палеонтологической характеристики, является глубоко ошибочным. Это справедливо, и то лишь отчасти, в отношении палеозоологических остатков, но палеофитологическая характеристика синия является очень типичной и яркой. Палеонтологическая характеристика синийской системы преимущественно растительная и, по существу, это единственный пункт, по которому синий не удовлетворяет палеозоологическому стандарту палеозоя. Нам уже давно известны огромные скопления коллениевидных водорослей (строматолитов) синия: *Collenia*, *Conophyton*, *Gymnosolen*, *Osagia*, *Cryptozoon*; известны остатки таких характерных, вероятно, бурых водорослей, как *Laminarites antiquissimus* Eichw., *Planolites corrugatus* Walc., некоторых еще не описанных ветвистых форм из венда Белоруссии. Однако самым важным стало массовое открытие спор древних растений, сделанное С.Н. Наумовой [1949, 1951], Б.В. Тимофеевым [1954–1956] и рядом других исследователей как в СССР, так и за рубежом (например, в отложениях виндийской системы [Ghosh, Bose, 1954; Jacob et al., 1954; и др.]). Эти обильные остатки древнейшей спороносной растительности, связанной не только с водными и амфибиальными, но и, несомненно, наземными условиями существования, открывают совершенно новые перспективы палеонтологического обоснования и стратиграфической корреляции отложений синия.

Судя по данным Б.В. Тимофеева, наиболее раннее появление очень примитивных спор относится уже к протерозою, а в синийских отложениях Русской, Сибирской и Сино-Корейской платформ они уже составляют значительный комплекс видов таких родов, как *Trachyoligostriletes*, *Leioligostriletes*, *Ocridoligostriletes*, *Stenosonotriletes*, *Lopholigostriletes* и других, существенно отличных по составу от еще более обильного комплекса нижнего кембрия.

В самое последнее время Б.В. Тимофеевым установлен характерный верхнесинийский (вендский) комплекс спор в формации Визингсо с остатками *Chuarina wimani* Brotzen (Швеция), что окончательно решает вопрос о ее эокембрийском возрасте. Широко и успешно начавшиеся в СССР работы по изучению древних спор обещают значительно большие успехи для биостратиграфии синия, чем те, на которые можно было пока рассчитывать при изучении строматолитов, хотя работы В.П. Маслова [1937, 1939, 1945; и др.], А.Г. Вологодина [1937, 1944; и др.], В.Н. Рябинина [1941], П.С. Краснопеевой [1945], Г.И. Кириченко [1956], И.К. Королюк [1956] открывают широкие возможности и этого метода.

В настоящее время может быть выдвинуто по крайней мере два объяснения причин крайней редкости находок остатков животных организмов в отложениях синия: или эта фауна развивалась в областях, лежащих за пределами современных континентов (“океанические резервы” Термье, 1949) и вторглась вместе с кембрийской трансгрессией, или она прошла длительную эволюцию в местных эпиконтинентальных синийских бассейнах, но не сохранилась в силу чисто фоссилизационных причин – отсутствия твердых скелетных образований, формирование которых началось позднее. С первым предположением в некоторой мере согласуется то обстоятельство, что для самого источника нижекембрийской трансгрессии мы в ряде случаев вынуждены искать океанические области, лежащие за пределами известных синийских бассейнов, часто очень обособленных, как Московский или Бэлтский.

Второе предположение находит известное подтверждение в том, что на примере развития ряда групп беспозвоночных (в частности таких, как кишечнополостные, губки и другие) мы видим, что их скелетообразующие свойства возникли позднее их биологического обособления и, видимо, именно поэтому на известных рубежах геологической истории обнаруживается внезапное появление уже значительно разошедшихся филогенетических ветвей. Поскольку эта “внезапность”

Область байкальской складчатости, Прибайкалье		Складчатая область Юж. Маньчжури		Сино-Корейская платформа, прогиб Яньляо		Платформа Юго-Западного Китая		Индийская платформа		Группа
Байкальский комплекс	Ниж. кембрий	Мотская свита с <i>Sabellidites</i> Ушаковская свита	Ниж. кембрий	Свита Саньцзяо с <i>Obolella</i> и <i>Lingulella</i>	Ниж. кембрий	Св. Маньтоу с <i>Redlichidae</i> Пятнистые известняки	Ниж. кембрий	Сланцы Шиллой	Свита Цзяньлань с <i>R. chinensis</i> Свита Цзюньчжусу с <i>Wingaspis, Hyolithes, Salterella</i>	Палеозой
	?	Качергатская свита	Серия Сихэ	Св. Цзиньцзю Св. Сямалин	Св. Дэнин	Свита Доушаньтоу	Верхний синий	Бандерская серия		
	Улунтуйская свита Голоустенская свита	Синийская (фаньхэ) система	Серия Саньчацзы	Синийская система Верх. синий-S _{п2} Ниж. синий-S _{п1}	Отдел Чисянь	Свита Тиллит Наньтоу	Тиллит Чжэнцзян	Серия Рева Каймурская серия		
Протерозой	Протерозой	Система Нючжень (=Хуто)	Сист. Ляохэ	Сист. Утай	Протерозой	Протерозой	Гвалиорская система	Протерозой		

появления характеризует одновременно различные группы, нет сомнения, что одна из ведущих ее причин находится в изменении условий среды обитания.

Совершенно справедливо Т.Н. Спизарский [1956] еще раз обращает наше внимание на синийское оледенение как на фактор, оказавший, несомненно, значительное влияние на температуру вод, атмосферы и на их химический состав, а это в свою очередь не могло не сказаться и на жизнедеятельности организмов. В отношении вендского бассейна Русской платформы как холодноводного, высказанная нами [Соколов, 1953] гипотеза недавно нашла интересное подтверждение и с геохимической точки зрения [Петровская, 1954].

Вероятно, можно предполагать, что примитивные пелагические бесскелетные животные формы существовали еще в океанических морях протерозоя и были занесены в эпиконтинентальные бассейны синия. Эти бассейны в целом с их широкими литоралями, мелководностью, благоприятными условиями для хорошей прогреваемости и развития растительной жизни должны были сыграть выдающуюся положительную роль в эволюции водного животного мира, и, как мы знаем, они и сыграли эту роль, но особенности синийского климата оказали на первых порах известное тормозящее влияние.

В общем плане эволюционного прогресса и приспособления к подвижному литоральному и сублиторальному режиму существования исключительную роль в отборе должны были сыграть защитные приспособления – повышение прочности покровов, наружные секреторно-экскреционные образования, раковины. Надо было, чтобы эктодермальные клетки организмов стали продуцировать (элиминировать) задерживающийся на поверхности секрет – органический и с различными минеральными примесями (фосфатный, карбонатный и пр.), – а этот процесс в любом случае с наилучшим успехом мог идти при повышении температуры. Возможно, вместе с изменением физико-химических свойств вод (повышением ее солености, карбонатности и пр.) это и было основным толчком в прогрессе скелетостроющих организмов. Снайдер [Snyder, 1947] допускает, что период, в течение которого животные приобрели раковину, мог быть коротким.

Хронологически эпоха потепления совпадает с переходом от синия к кембрию, для которого, как замечает А.Н. Чураков [1945], мы не знаем уже ни одного случая обнаружения тиллитов, т. е. ледниковых образований. Кажется, что причины тектонические, физико- и биохимические и, наконец, просто адаптивно-экологические, скорее нам объяснят изменения в органическом мире, произошедшие на границе синия и кембрия, чем причины космические (периодическое усиление космических излучений), выдвигаемые для объяснения этого явления О. Шиндewolfом [Schindewolf, 1956].

5. Отложения синийской системы характеризуются рядом своеобразных и новых литологических формаций. Прежде всего для синия впервые можно говорить о широком распространении платформенных формаций, так как размеры докембрийских платформ как областей осадконакопления, по всей видимости, были очень ограниченными. Ряд исследователей [Страхов, 1947; Pruvost, 1951] находят возможным говорить о докембрийских бассейнах как озероподобных, что представляется справедливым для отдельных бассейнов Евразии и Северной Америки, но в целом широкое развитие морского эпиконтинентального и геосинклинального режимов в синие не вызывает сомнения.

Как известно, досинийские отложения характеризуются такими формациями, как джеспилитовые – железисто-кварцитовые и доломитовые; известную роль эти формации (особенно вторая) продолжают играть и в отложениях синийского периода, но масштабы их сокращаются, и среди карбонатных пород уже значительное место занимают нормальные известняки и мергели; особенно характерны карбонатные породы для геосинклинальных областей. Кроме того, в синие пер-

вые появляются отложения глауконитовой формации, ставшие теперь хорошо известными по инзерским глауконитовым песчаникам каратауской серии нижнего синия Урала, по глауконитовым песчаникам сердобской серии этого же возраста в Пачелмском прогибе, по глауконитовым сланцам в верхнем синие Китая, по глауконитовым песчаникам семрийской серии (нижний синий) виндийской системы Индии и многим другим.

Одной из интереснейших и наиболее характерных осадочных формаций синия являются ледниковые отложения – тиллиты и различные ленточные сланцы. Палеоклиматологическая интерпретация этих отложений довольно полно отражена в решениях известного “Симпозиума по палеоклиматам” на XVII сессии Международного геологического конгресса в Москве (1937, 1940) и в недавней интересной сводке М. Шварцбаха [Schwarzbach, 1950].

Докембрийские ледниковые отложения известны в ряде стран и из досинийских отложений – гуронское оледенение в Северной Америке, тиллиты и ленточные глины Чуос и Витватерсранд в Южной Африке, но совершенно исключительное значение имеют тиллиты и тиллитоподобные образования, сопровождаемые в ряде районов ленточными глинами и сланцами, в отложениях синийского периода. Одна из самых замечательных особенностей этих образований синия состоит в их приуроченности главным образом к основанию или к нижней половине верхнего отдела системы. При этом в большинстве случаев тиллиты с резким перерывом (а иногда и угловым несогласием) залегают на отложениях нижнего синия – преимущественно карбонатных – и знаменуют собою начало преобладающего терригенного осадконакопления.

Тиллиты в верхнем отделе эокембрия или спарагмитов уже давно известны в различных районах Скандинавии [см. Bailey, Høltedahl, 1938], вплоть до фиорда Варангер, откуда они были описаны и засняты Гертнером [Gaertner, 1943]. После интересных работ Поульсена [Poulsen, 1930, 1951], Шауба [Schaub, 1950], Френкля [Fränkl, 1953], Катца [Katz, 1954] и ряда других исследователей, позднедокембрийские тиллиты стали широко известными на островах Арктического бассейна и в особенности во многих районах Гренландии и Шпицбергена. При этом оказалось, что они с поразительной четкостью фиксируют нижнюю границу верхнего эокембрия (см. корреляционную схему [Katz, 1954; Полканов, 1956]).

В континентальной части Западной Европы субкембрийские (=синийские) ледниковые образования – тиллиты и ленточные варвиты были недавно открыты в герцинской зоне Вегманом [Wegmann, 1951] и чешскими геологами Фиала и Свобода [Fiala, Svoboda, 1956] в Железных Горах; Грэндо [Graindor, 1954] обнаружил следы субкембрийского оледенения в Армориканском массиве.

Нами [Соколов, 1952, 1953, 1956, 1957] уже обращалось внимание на холодноводность вендского бассейна Русской платформы, мариногляциальный тип ленточно-слоистых ламинаритовых глин и тиллитоподобные скопления совершенно не сортированного обломочного материала в отложениях вендской серии, особенно характерные для боровской свиты Сергиевского района Заволжья.

Типичный и мощный тиллит нам удалось наблюдать в синийских отложениях северных окраин Патомского нагорья в Восточной Сибири (см. рис. 3, 4). Близкие отложения отличаются и в других районах Восточной Сибири, Урала [Лунгерстгаузен, 1947], Центрального Казахстана [Боровиков, 1955], Западного Тянь-Шаня [Бокова, Попов, 1940], Восточного Тянь-Шаня – Куруг-тага [Норин, 1940] и других мест. Мы не касаемся здесь известных данных по Африке, Австралии, Бразилии [Ebert, 1957] и т. д.

Особенно характерны тиллиты для синийских отложений Китая; начиная с ранних исследований Ли Сы-гуана (1924) и до последнего времени они привлекали к себе самое пристальное внимание. Известная сводка данных была сделана Дж.С. Ли и И.И. Ли [1940], но прежде всего важны последние работы Ван Юэ-

Луны [1955b] и Ван Хун-чжена [1956], в которых доказывается исключительно широкое распространение тиллитов как в Южном (начиная с Юньнани), так и в Северном Китае (в девяти провинциях) и делается важный вывод об их большом корреляционном значении.

Однако в то время как первый автор на этом основании пытается определить нижнюю границу синийской системы, второй помещает тиллитоносные отложения в основание лишь верхнего отдела синия, и в этом отношении его точка зрения более всего согласуется с имеющимися данными по западной части Евразии, Арктики, Австралии и другим странам. Впрочем, может быть, что в некоторых районах ледниковые отложения имеют место и в нижнем отделе синия; это, возможно, относится к Северному Китаю, Сибири и частично другим областям.

6. Большой интерес представляет синийский вулканизм, но мы пока о нем мало знаем. А.А. Полканов (1956) обращает внимание на то, что граница между нижним и верхним отделами эокембрия сопровождается не только резким перерывом, но и проявлением вулканизма (Гренландия, Шпицберген). Примерно с этой же эпохой связано проявление довольно широкого основного эффузивного вулканизма на западе Русской платформы (Волынский эффузивно-осадочный комплекс, по Е.П. Брунс, – палеобазальты); имеются данные об основном вулканизме в Калужском районе и на востоке Русской платформы (диабазы и палеодолериты нижней бавлинской серии). Возможно, к этой же эпохе относятся постиотнийские диабазы Карелии.

С нижним синием в Северном Китае связаны базальтовые излияния; долериты указываются Э. Норингом в Куруг-таге (алтынгольская формация); особенно значительный основной вулканизм характеризует серию кьюиноу в Северной Америке, а также нижний отдел позднего докембрия Индийской и Южно-Африканской платформ.

Создается впечатление, что для многих районов вулканическая деятельность преимущественно была связана с эпохой нижнего синия или с границей нижнего и верхнего синия и что преобладал основной вулканизм; однако П. Прюво [Pruvost, 1951] указывает значительные излияния риолитов в Северной Африке, приуроченные к инфракембрию; риолиты, андезиты и базальты указываются для низов бриоверия Франции.

7. Тектонические процессы синия, помимо тех, которые связаны с уже рассматривавшимися взаимоотношениями основных осадочных серий в их стратиграфической последовательности, характеризуются проявлениями складчатости. Региональные наблюдения над складчатостью позднего докембрия уже привели к выделению таких фаз (обычно рассматриваемых как пограничные между поздним докембрием и кембрием), как байкальская [Шатский, 1932], скандинавская [Усов, 1936], ассинтская [Stille, 1944], рифейская [Шатский, 1945, 1952], телескольская [Борукаев, 1955], как чияньские движения Гао Чжэнь-си в Китае [Цяо Сю-фу, 1956; Сунь Юнь-чжу, 1957; и др.].

В советской литературе за этими движениями все более укрепляется термин “байкальская складчатость”, который получил наиболее четкое разъяснение в связи с составлением тектонической карты СССР и сопредельных стран [Шатский и др., 1957], Н.С. Шатский определяет байкальскую складчатость как складчатость конца протерозоя и начала кембрия и считает ее равноценной таким палеозойским складчатостям, как каледонская и герцинская. В то же время ряд других исследователей складчатые движения этого периода включают в состав каледонского этапа (например, Е.В. Павловский [1956] для Саяно-Байкальской области вышеуказанные и заключительные движения кембрия считает раннекаледонскими). Наконец, третьи между позднекембрийскими и собственно каледонскими движениями выделяют в качестве самостоятельного салаирский этап (например, Р.А. Борукаев, [1955]).

В настоящее время действительно представляется вполне целесообразным и важным обособление поздних докаледонских движений в особую группу, причем современные достижения в области изучения стратиграфии и формаций позднего докембрия и кембрия позволяют довольно ясно ограничить рамки байкальского этапа как самостоятельной эпохи складчатости. Как и всякий значительный этап тектогенеза, он не может иметь вполне универсальных границ, поскольку существуют чисто региональные закономерности, но в целом можно сказать, что байкальская складчатость является постиотнийской и доакадийской. В рамках этого этапа может быть намечено по крайней мере три регионально проявившиеся фазы (периода) движений: между нижним и верхним синием (“предтиллитовые” движения в Европе, Арктических районах и других областях, обусловившие резкий стратиграфический перерыв, значительное географическое и местами структурное несогласие), между верхним синием и кембрием и в конце нижнего кембрия.

Особый интерес представляют движения на границе позднего докембрия и кембрия. После исследований Вилера [Wheeler, 1947], П. Прюво [Pruvost, 1951], Н.С. Шатского [1952] и других, географическое несогласие между отложениями синия–инфракембрия и нижнего кембрия и трансгрессивный характер самого нижнекембрийского (георгийского) покрова уже не подлежит сомнению, но вместе с тем в ряде областей с этой границей связаны и типично складчатые движения, обусловившие соотношение позднего докембрия и нижнего кембрия с угловым несогласием. Такая картина отчетливо наблюдается в Прибайкалье (хотя, как отмечает М.М. Лавров [1956], далеко не повсеместно), вдоль западной окраины Сибирской платформы (Енисейский кряж, Туруханское поднятие), в ряде районов Центрального Казахстана, в некоторых районах области Норвежских каледонид, в некоторых ассинтских сооружениях Средней Европы, отчасти в Китае и т. д., но принадлежат ли к этому периоду Тиманиды (Канино-Тиманское поднятие), мы точно сказать не можем, так как не исключено их возникновение в более раннюю фазу, отвечающую границе нижнего и верхнего синия.

Вместе с тем как в самом Прибайкалье (северо-западная часть) и особенно по краевой части Патомской дуги, так и в ряде других районов Сибирской платформы, на всей территории Русской платформы, в большинстве случаев в Норвегии, в Гренландии, в пределах интереснейшей формации Хекла-Хук Свальбарда [Куллинг, 1940] и нередко даже в области горных сооружений юга Сибири [Леонтьев, 1956; и др.] и Средней Азии, а также в юго-западной части континента и во многих районах других континентальных массивов верхний синий непосредственно связан с кембрием, и отчетливые складчатые движения проявились лишь в послеолеонеллусовое (послебайкальское) время или еще позднее. Н.С. Шатский совершенно справедливо обращает внимание на значительную редукцию и нередко просто отсутствие средне- и верхнекембрийских отложений на Русской и Сибирской платформах как отражение той фазы общего поднятия платформ, которая была связана с байкальской складчатостью.

Представляется исключительно важным, что во всех этих случаях речь идет о движениях постгеоргийских (местами отдаляющихся до каменноугольного периода), т. е. безусловно внутривпалеозойских. Даже если и не связывать эти движения с салаирскими и собственно каледонскими, они по своему своему типу скорее, тяготеют к этим складчатостям, чем к протерозойским. Если справедлива наша точка зрения о том, что важнейшим геологическим событием на рубеже протерозоя и позднего докембрия было широкое “затопление” пенеппенизированных архейско-карельских континентов, т. е. резкое увеличение размеров платформ и, по существу, возникновение так называемых докембрийских, а точнее – досинийских (доинфракембрийских) платформ, то тектонические движения, вызвавшие эту важнейшую перестройку и наметившие совершенно новые тенденции в структурном развитии земной коры, и были началом байкальского тектонического этапа.

На протяжении этого этапа мы видим серьезные изменения в плане колебательных движений, устанавливаем зональное проявление новой байкальской складчатости, но мы не можем утверждать, что все эти посттиотнийские движения завершают протерозойский этап развития земной коры, что формируемые этими движениями и в этот период структуры являются протерозойскими.

Самая характерная особенность байкальского этапа состоит в возникновении и широком устойчивом развитии древних платформенных областей, в дальнейшем несколько разросшихся за счет байкальских складчатых припаев. При этом позднедокембрийские – синийские отложения нигде в пределах древних платформ не входят в состав нижнего структурного яруса – фундамента, но везде являются составным элементом покрова. Уже одно это заставляет коренным образом отличать их от досинийских отложений; по отношению к любому “докембрию” они являются элементом только верхнего структурного этажа. Все это, как нам представляется, приводит к выводу, что байкальские движения – это движения нового палеозойского этапа, они, естественно, объединяют поздний докембрий с нижним палеозоем и свидетельствуют скорее в пользу взглядов тех исследователей, которые видят нижнюю границу палеозоя в основании синийской–инфракембрийской системы.

В то же время мы не можем не замечать того обстоятельства, что присоединение синийской системы к палеозою сильно гипертрофирует и так уже очень большую палеозойскую группу. В связи с этим с еще большей остротой встает давно назревшая проблема общей ревизии стратиграфической классификации палеозоя и представляется, что рациональное отношение биостратиграфов к трем основным этапам палеозойского тектогенеза – байкальского, каледонского и герцинского – поможет скорее всего приблизить стратиграфическую классификацию к естественно-исторической системе подразделений.

Сейчас можно говорить о возможности разделения палеозойской группы на две самостоятельные группы: нижнюю – в объеме систем синийской, кембрийской (в широком смысле), ордовикской и силурийской и верхнюю – в объеме систем девонской (вероятно, начиная с кобленца), каменноугольной и пермской. Кажется, что такое деление было бы теперь более обоснованным, чем существующее или любое другое трехчленное, хотя нижний палеозой легко может быть разделен еще на две части. Вероятно, могут возникнуть и иные варианты, но в любом случае будет трудно избежать очевидной необходимости объединения синия и кембрия (или, по крайней мере, ленской системы Н.С. Шатского) в одном более крупном подразделении. Однако такое подразделение ни в коем случае нельзя будет рассматривать как промежуточное между протерозоем и палеозоем.

Рассмотренная здесь проблема принадлежит к числу основных проблем современной геологии; она непосредственно затрагивает общие вопросы геологической периодизации крупного порядка и, конечно, может обсуждаться в разных аспектах. В наших построениях значительное место уделено физико- и историко-геологическим принципам возможного решения проблемы нижней границы палеозоя и меньшее – палеонтологическим. Однако это отнюдь не означает отказа от ведущей роли палеонтологического принципа в стратиграфии; высказанные мысли целиком продиктованы спецификой начальной фазы исторического этапа геологического развития планеты и эволюции животного мира. Кажется вполне естественным, что изменения в составе органической жизни и появление морфологически новых групп фауны несколько запоздали в палеозое по сравнению с теми процессами, которые были связаны с возникновением древних платформ и новых обстановок седиментации, но именно поэтому и существует две точки зрения на стратиграфическое положение синийской системы (=инфракембрия–эокембрия), которая, с одной стороны, при ортодоксальном использовании палеонтологического принципа не может быть включена в состав палеозоя, так как лишена так называемых палеозой-

ских окаменелостей, а с другой – именно ею начинается та естественно-историческая группа отложений, которая носит название “палеозойской”. Мы отказались от формально логического постулата и защищали определяющую роль самого процесса.

Как известно, в СССР проблема позднего докембрия вызвала острую дискуссию, нашедшую отражение в геологической печати Англии [Tomkeieff, 1953], Германии [Teschke, 1954], Польши [Самсонович, 1955], Китая [Wang Hung-cheng, 1956] и других стран. Обсуждение проблемы сейчас приобретает международный характер и, надо надеяться, приблизит нас к ее решению.

Автору приятно отметить то положительное значение, которое имели для его работы содержательные беседы и обмен мнениями с профессорами Хуан Цзи-цинем, Йо Сын-сюном и Гао Чжэн-си (Китай), проф. Н.Н. Меньшиковым (Франция), проф. Я. Самсоновичем (Польша). Много полезного он извлек из бесед с акад. А.А. Полкановым, с многочисленными участниками дискуссии по проблеме позднего докембрия, состоявшейся в Межведомственном стратиграфическом комитете СССР летом 1956 г. (Ленинград), и со своими товарищами по Институту (ВНИГРИ). Он также считает своим прямым долгом принести искреннюю благодарность проф. Хуан Цзи-циню, Сунь Юнь-Чжу и В.Н. Дубатолу за возможность иметь самую новейшую информацию и литературу о синийских отложениях Китая, а молодых китайских специалистов Чжан Чжи-ши и Ли Ли за переводы некоторых работ с китайского языка на русский.

ЛИТЕРАТУРА

Белюсов В.В. Основные черты тектоники Центрального и Южного Китая // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1956. № 8. С. 3–28

Бокова Л.М., Попов А.И. О находке обломочных пород (тиллитоподобных) в метаморфической толще Киргизского хребта // Сов. геология. 1940. № 3.

Боровиков Л.И. Нижний палеозой Джезказган-Улутауского района западной части Центрального Казахстана // Труды ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1955. Т. 6. 251 с.

Борукаев Р.А. Допалеозой и нижний палеозой северо-востока Центрального Казахстана (Сары-Арка). М.: Госгеолтехиздат, 1955. 407 с.

Брунс Е.П. Стратиграфия и тектоника палеозойских отложений северо-западной окраины Днепровско-Донецкой впадины // Сов. геология. 1955. Сб. 45. С. 8–26.

Брунс Е.П. История развития Припятского прогиба в палеозое // Материалы ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1956. Вып. 14. С. 185–207.

Ван Юэ-лунь и др. Новые данные о слоях утайской системы Утайшаня. Коллективные исследования Утайского отряда (Итоги полевых наблюдений, июнь–сентябрь 1951 г.) // Дичжи сюэбао. 1953. 32. № 4. (На кит. яз.).

Владимирская Е.В. Додевонские отложения Колво-Вишерского края // Труды ВНИГРИ. Нов. сер. 1955. Вып. 90. С. 225–280.

Владимирская Е.В., Тимофеев Б.В., Чочиа Н.Г. Новые данные о возрасте “древних свит” Западного склона Урала // Докл. АН СССР. 1956. Т. 111, № 3. С. 667–669.

Войткевич Г.В. Опыт корреляции докембрийских отложений по радиологическим данным // Докл. АН СССР. 1955. Т. 103, № 5. С. 889–892

Вологдин А.Г. Археоциаты и водоросли южного склона Анабарского массива // Труды Аркт. ин-та. 1937. Т. 91. С. 9–66.

Вологдин А.Г. О древних известковых водорослях Тимана // Докл. АН СССР. 1944. Т. 45, № 5. С. 220

Вологдин А.Г. Взаимоотношение кембрийских и синийских отложений в пределах Сибирской платформы и ее окраины // Тез. докл. на Межвед. совещ. по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. Л.: Гостоптехиздат, 1956. С. 8.

Гарань М.И. О возрасте и условиях образования древних свит западного склона Южного Урала. М.; Л.: Госгеолиздат, 1946. 51 с.

Гейслер А.Н. Новые данные по стратиграфии и тектонике нижнего палеозоя северо-западной части Русской платформы // Материалы ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1956. Вып. 14. С. 174–194.

Гурари Ф.Г. К стратиграфии кембрия юго-востока Сибирской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1945. № 4. С. 38–62.

- Демокидов К.К.* Основные черты геологического строения Лено-Оленекского района // Труды НИИГА. 1956а. Т. 89, вып. 6. С. 22–37.
- Демокидов К.К.* Стратиграфия кембрия северной части Сибирской платформы // Тез. докл. на Межвед. совещ. по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. Л.: Гостоптехиздат, 1956б. С. 23–24.
- Дзевановский Ю.К.* Существует ли протерозой на востоке Алданской плиты // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1943. № 3. С. 38–51.
- Дзевановский Ю.К.* Геология восточной окраины Алданской плиты. Алдан, 1945. 126 с. (Материалы по геологии и полезным ископаемым Восточной Сибири. Вып. 19).
- Дзевановский Ю.Е.* Геологическое строение Южной Якутии в свете новых данных // Материалы ВСЕГЕИ. Общ. сер. 1946. № 7.
- Драгунов В.И.* О возрасте пограничных толщ кембрия и докембрия Сибирской платформы // Тез. докл. на Межвед. совещ. по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. Л.: Гостоптехиздат, 1956. С. 10–11.
- Завидонова А.Г.* Допалеозойские и палеозойские отложения Молдавской ССР // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1956. Т. XXXI, № 5. С. 31–50.
- Зоричева А.И.* К стратиграфии палеозойских отложений севера Русской платформы // Материалы ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1956. Вып. 14. С. 153–168.
- Кабаньков В.Я.* К вопросу о возрасте древних толщ северо-востока Сибирской платформы // Труды НИИГА. 1956. Т. 89, вып. 6. С. 38–41.
- Келлер Б.М.* Рифейские отложения краевых прогибов Русской платформы // Труды Ин-та геол. наук АН СССР. Сер. геол. 1952. Вып. 109. 63 с.
- Кириченко Г.И.* Верхний протерозой западной окраины Сибирской платформы // Материалы ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1955. Вып. 7. С. 5–28.
- Кириченко Г.И.* О тектонической структуре Енисейского кряжа и о положении ее в общей структуре региона // Информ. сб. ВСЕГЕИ. 1956. № 4. С. 45–52.
- Королюк И.К.* Значение строматолитов для стратиграфии кембрия и докембрия на примере юга Сибирской платформы // Тез. докл. на Межвед. совещ. по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. Л.: Гостоптехиздат, 1956. С. 18.
- Котлуков В.А., Митгарц Б.Б.* Структурно-тектонические особенности северной части Прибалтики в пределах листа 0–35. Опыт составления комплексных структурных карт масштаба 1:1 000 000. М.: Госгеолтехиздат, 1955. 54 с.
- Краснопеева П.С.* Палеонтологические данные для сопоставления некоторых свит докембрия Кузнецкого Алатау // Вопросы геологии Сибири. Т. I. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1945. С. 3–58.
- Кривоцов А.И.* К вопросу о стратиграфическом объеме синийской системы на северо-западе Русской платформы // Информ. сб. ВСЕГЕИ. 1955. № 1. С. 24–26.
- Кривоцов А.И.* О стратиграфической номенклатуре нижнего кембрия Прибалтики и прилегающих областей // Информ. сб. ВСЕГЕИ. 1956. № 3. С. 46–49
- Куллинг О.* О данных по докаменноугольным климатам Свальбарда (Медвежий остров, Шпицберген, Северо-Восточная Земля и близлежащие острова) // Труды XVII сессии Междунар. геол. конгресса. Т. 6. М., 1940. С. 137–142.
- Лавров М.М.* О нижней границе палеозоя в Сибири // Труды Иркутского горно-металлургического ин-та. Вып. 10. Сер. геол. 1956. С. 56–73.
- Леонтьев Л.Н.* Краткий геологический очерк Тувы // Труды Тувинск. комплексной экспедиции АН СССР. Вып. 4. 1956. 80 с.
- Лермонтова Е.В.* Нижнекембрийские трилобиты и брахиоподы Восточной Сибири. М.: Госгеолиздат, 1951. 222 с.
- Ли Дж.С., Ли И.И.* Синийское оледенение Китая // Труды XVII сессии Междунар. геол. конгресса. Т. 6. М., 1940. С. 35–44.
- Лу Янь-хао, Дун Нань-тин.* Новые наблюдения стандартных разрезов кембрийского периода в провинции Шаньдун // Дичжи сюэбао. 1953. 32, № 3. (На кит. яз.)
- Лунгерсгаузен Л.Г.* О фациальной природе и условиях отложения древних свит Башкирского Урала. (Липалийская система Южного Урала) // Сов. геология. 1947. Сб. 18. С. 35–74.
- Львов К.А.* О древних отложениях Урала, их возрасте и стратиграфии // Сов. геология. 1957. Сб. 55. С. 51–77.
- Лю Хун-юнь.* Палеогеографический атлас Китая. Пекин: Изд-во АН КНР, 1955. (На кит. яз.)
- Люткевич Е.М.* К вопросу о развитии древнейших отложений на Русской платформе // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5. С. 32–35.

- Люткевич Е.М., Пейсик М.И. Северо-запад Русской платформы // Очерки по геологии СССР. Л., 1957. Т. II. С. 89–140. (Тр. ВНИГРИ; Вып. 101).
- Ма Син-юань, Вэй Бао-хэн. Синийская система в районе Утайшаня и палеогеография северной части провинций Хэбэй и Шаньси // Acta Geol. Sinica. 1956. Vol. 36, N 3. (На кит. яз.).
- Мазарович А.Н. Об основных единицах геохронологии // Докл. АН СССР. 1947. Т. LVIII, № 3. С. 443–446.
- Мазарович А.Н. Основы региональной геологии материков. Ч. 1. М.: Изд-во МГУ, 1951. 347 с.
- Маслов В.П. О распространении карбонатных водорослей в Восточной Сибири // Проблемы палеонтологии. Т. II–III. М.: Изд-во МГУ, 1937. С. 327–348.
- Маслов В.П. Род *Collenia* // Проблемы палеонтологии. Т. V. М.: Изд-во МГУ, 1939. С. 297–304.
- Маслов В.П. К вопросу о значении строматолитов как указателей геологического возраста вмещающих формаций // Вопросы геологии Сибири. Т. 1. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1945. С. 59–64.
- Махнач А.С. Стратиграфическая схема древнего палеозоя Белоруссии // Докл. АН СССР. 1956. Т. 110, № 5. С. 831–834.
- Меньшиков Н.Н. основные черты геологического строения Сахары // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1956. Т. XXXI, № 6. С. 3–12.
- Наливкин Д.В. Краткий очерк геологии СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1957. 144 с.
- Наумова С.Н. Споры нижнего кембрия // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1949. № 4. С. 49–56.
- Наумова С.Н. Споры древних свит западного склона Южного Урала // Труды МОИП. Т. 1. Отд. геол. М., 1951. С. 183–187.
- Норин Э. Кембрийские и докембрийские осадки центрального Курук-тага, восточный Тянь-Шань // Труды XVII сессии Междунар. геол. конгресса. 1937. Т. 6. М., 1940. С. 31–34.
- Нужнов С.В. Разрез синийских отложений Учуро-Алгомского района (юго-восточная Якутия) // Вестн. МГУ. Сер. биол., почвовед., геол., геогр. 1956. № 2. С. 165–169.
- Обручев В.А. Геология Сибири. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1935. 370 с.
- Обручев В.А. Решение вопроса о границе между кембрием и докембрием в Прибайкалье // Изв. Иркут. гос. науч. музея. Т. II (VII). 1937.
- Обручев С.В. Тунгусский бассейн // Труды Всесоюз. геол.-развед. о-ва. 1932. Т. I, вып. 165; 1933. Т. II, вып. 172.
- Обручев С.В., Великославинский Д.А. Докембрий западного побережья Байкала // Труды Лабор. геол. докембрия АН СССР. 1953. Вып. 2. С. 102–150.
- Павловский Е.В. Геологическая история и геологическая структура Байкальской горной области. М.: Изд-во АН СССР, 1948. 176 с. (Труды ИГН АН СССР. Геол. сер.; Вып. 99).
- Павловский Е.В. Тектоника Саяно-Байкальского нагорья // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1956. № 10. С. 3–12.
- Пекарская Т.Б. Исправленные шкалы геологического времени по зарубежным данным и спорные вопросы возраста докембрия Канадского щита // Бюл. Комиссии по определению абсолютного возраста геол. формаций. М., 1957. Вып. II. С. 66–80.
- Петровская А.Н. К вопросу о литологическом составе и генезисе доживетских отложений Подмосковья // Труды ВНИГНИ. 1954. Вып. IV. С. 20–28.
- Писарчик Я.К. Новые данные по стратиграфии и литологии нижекембрийских отложений Иркутского амфитеатра // Инф. сб. ВСЕГЕИ. Л., 1955. № 1. С. 62–70.
- Покровская Н.В. Стратиграфия кембрийских отложений юга Сибирской платформы // Вопросы геологии Азии. Т. I. М.: Изд-во АН СССР, 1954.
- Полканов А.А. Геологический очерк Кольского полуострова // Труды Аркт. ин-та. 1936. Т. 53.
- Полканов А.А. Структурно-геологический метод стратиграфического расчленения древнейших формаций и нижняя граница палеозойской эры // Труды Лаборатории геол. докембрия АН СССР. 1953. Вып. 2. С. 11–23.
- Полканов А.А. Геология хогландия-иотния Балтийского щита // Труды Лаборатории геол. докембрия АН СССР. 1956. Вып. 6. 122 с.
- Постникова И.Е. Нижнепалеозойские отложения района Сердобска // Вопросы геологии и геохимии нефти и газа. М.; Л., 1953. С. 117–126.
- Постникова И.Е. Литология, стратиграфия, тектоника и возможная нефтеносность додевонских отложений Рязано-Пачелмского прогиба: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М.: Изд-во ВНИИгаза, 1955. 16 с.

- Рябинин В.Н. Органические остатки в карбонатных породах Карелии // *Материалы по геологии и полезным ископаемым Карело-Финской ССР, Ленинградской и Мурманской обл.* Сб. 4. Л.: Гостоптехиздат, 1941.
- Савицкий В.Е., Рабкин М.И., Марков Ф.Г. и др. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:1 000000. Лист R-48/49 (Оленек): Объясн. зап. М.: Госгеолтехиздат, 1957. 80с.
- Самсонович Я. О верхнем докембрии (рифее) в Польше // *Бюл. Польской Акад. наук.* Отд. III. 1955. Т. III, № 9.
- Семеновко Н.П. Питания геохронологии докембрию Африки // *Геол. журнал Укр. АН.* 1957. Т. XVII, Вып. 1.
- Синицын В.М. Строение и развитие Китайской платформы // *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1948. № 6. С. 97–104.
- Синицын В.М. Основные черты тектоники Китая // *Вопросы геологии Азии.* Т. II. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 81–101.
- Смирнов А.М. Основные вопросы геологии Маньчжурии // *Зап. Харбинского о-ва естествоиспыт. и этнографов.* Харбин, 1954. № 13.
- Соколов Б.С. О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы // *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1952. № 5. С. 21–31.
- Соколов Б.С. Стратиграфическая схема нижнепалеозойских (додевонских) отложений северо-запада Русской платформы // *Девон Русской платформы.* Л.; М.: Гостоптехиздат, 1953. С. 16–38.
- Соколов Б.С. Сравнительная характеристика доэйфельских отложений центральных и восточных районов Русской платформы // *Геологический сборник 2.* Л., 1956. С. 83–88. (Тр. ВНИГРИ; Вып. 95).
- Соколов Б.С., Александрова Е.П. Атлас литолого-фациальных карт Русской платформы. Ч. I. Палеозой, системы синийская, кембрийская, ордовикская и силурийская. Л.: Изд-во ВНИГРИ, 1952.
- Соколов Б.С., Дзевановский Ю.К. О стратиграфическом положении и возрасте осадочных толщ позднего докембрия // *Сов. геология.* 1957. Сб. 55. С. 31–50.
- Солонцов Л.Ф. К вопросу о стратиграфическом расчленении додевонских отложений Урало-Волжской области и смежных территорий // *Докл. АН СССР.* 1954. Т. ХСV, № 6. С. 1297–1299.
- Солонцов Л.Ф. Додевонские отложения Урало-Волжской области и смежных территорий // *Нефтегазоносность Урало-Волжской области.* М., 1956. С. 103–113.
- Спижарский Т.Н. О нижней границе палеозоя // *Инф. сб. ВСЕГЕИ.* Л., 1956. № 4. С. 10–15.
- Страхов Н.М. Железородные фации и их аналоги в истории Земли. М.: Изд-во АН СССР, 1947. 268 с. (Тр. ИГН АН СССР; Вып. 73 (22)).
- Суворова Н.П. Трилобиты кембрия востока Сибирской платформы. Вып. I: Протолениды. М., 1956. 195 с. (Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР; Т. 63).
- Сунь Юнь-чжу. К вопросу о нижней границе кембрия // *Дичжи чжиши.* 1957. № 4. (На кит. яз.).
- Тетяев М.М. К геологии Западного Прибайкалья // *Материалы по общей и прикладной геологии.* 1915. Вып. 2.
- Тимергазин К.Р., Чибрикова Е.В., Олли А.И. Сопоставление доживетских отложений восточной части Русской платформы с древними свитами западного склона Южного Урала // *Тез. докл. совещания по унификации стратиграфических схем Урала и соотношению древних свит Урала и Русской платформы, проводимых в г. Свердловске 13–18 февр. 1956 г.* Л., 1956. С. 59–60.
- Тимофеев Б.В. Древнепалеозойские отложения Молдавии // *Докл. АН СССР.* 1952. Т. LXXXVI, № 6. С. 1207–1209.
- Тимофеев Б.В. Стратиграфия и палеонтологическая характеристика терригенной толщи нижнего палеозоя северо-западной части Русской платформы: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Л.: ВНИГРИ, 1954. 14 с.
- Тимофеев Б.В. Находки спор в кембрийских и докембрийских отложениях Восточной Сибири // *Докл. АН СССР.* 1955. Т. 105, № 3. С. 547–550.
- Тимофеев Б.В. О возрасте острожских слоев на Волыни и их положении в разрезе палеозойских отложений // *Докл. АН СССР.* 1956. Т. 107, № 6. С. 871–874.
- Тугаринов А.И. Эпохи минералообразования в докембрии // *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1956. № 9. С. 3–26.

- Усов М.А. Фазы и циклы тектогенеза Западно-Сибирского края. Томск, 1936. 209 с.
- Фотиади Э.Э. Опыт составления схемы стратиграфических соотношений докембрийских пород Русской платформы и Урала // Докл. АН СССР. 1956. Т. 109, № 6. С. 1194–1196.
- Хаши В.Е. Геотектонические основы поисков нефти. Баку: Азнефтеиздат, 1954. 692 с.
- Харитонов Л.Я. Основные черты стратиграфии и тектоники восточной части Балтийского щита // Труды третьей сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 51–77.
- Хиндс Н.Э.А. Позднедокембрийские отложения Северной Америки // Труды XVII сессии Междунар. геол. конгресса. Т. 6. М., 1940.
- Цяо Сю-фу. Возраст сланцев Сямалина // Дичжи чжиши. 1956. № 5. (На кит. яз.).
- Чернышева Н.Е. Стратиграфия кембрийских отложений юго-восточной окраины Сибирской платформы // Материалы ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1955. Вып. 7. С. 29–40.
- Чернышева Н.Е. К вопросу о расчленении кембрийских отложений Сибирской платформы // Сов. геология. 1957. Сб. 55. С. 78–92.
- Чиркова-Залеская Е.Ф. Ископаемые растения терригенного девона Урало-Поволжья // Докл. АН СССР. 1954. Т. ХСIV, № 1. С. 129–132.
- Чихачев С.М. О дополнении палеозоя рифейской системой // Сов. геология. 1949. № 40. С. 86–90.
- Чочиа Н.Г. Геологическое строение Колво-Вишерского края // Труды ВНИГРИ. Нов. сер. Вып. 91. 1955. 409 с.
- Чу Сэн. Орогенические фазы Китая // Труды XVII сессии Междунар. геол. конгресса. Т. 2. М., 1939. С. 531–570.
- Чураков А.Н. Значение водорослей для определения возраста древних свит. Водоросль *Osagia* // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1945. № 3. С. 135–149.
- Шатский Н.С. Основные черты тектоники Сибирской платформы // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1932. Т. X, № 3–4. С. 476–509.
- Шатский Н.С. Черк тектоники Волго-Уральской нефтеносной области и смежных частей западного склона Южного Урала // Материалы к познанию геологического строения СССР. Нов. сер. Вып. 2 (6). М.: Изд-во МОИП, 1945.
- Шатский Н.С. О древнейших отложениях осадочного чехла Русской платформы и об ее структуре в древнем палеозое // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952а. № 1. С. 17–32.
- Шатский Н.С. О границе между палеозоем и протерозоем и о рифейских отложениях Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952б. № 5. С. 36–49.
- Шатский Н.С. при участии А.Х. Иванова, В.М. Синицына. Геологическая карта Евразии. М-б 1:6 000 000. М., 1954.
- Шатский Н.С. О происхождении Пачелмского прогиба. Сравнительная тектоника древних платформ. Ст. 5 // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1955. Т. XXX, вып. 5. С. 5–26.
- Шатский Н.С., Богданов А.А. и др. Тектоническая карта СССР и сопредельных стран в масштабе 1:5 000 000: Объясн. зап. М., 1957.
- Шейнман Ю.М. Сравнение позднего докембрия Прибайкалья и Северного Китая // Проблемы советской геологии. 1937. № 5–6. С. 429–434.
- Шульга П.Л. О палеозое западной Вольны и юго-западной части Брестской области БССР // Докл. АН СССР. 1951. Т. 80, № 1. С. 89–91.
- Шульга П.Л. Схема стратиграфии палеозоя юго-западной части окраины Русской платформы // Геол. журн. АН УССР. 1952. Т. XII, № 4. С. 22–40.
- Янишевский М.Э. Кембрийские отложения Ленинградской области // Уч. зап. Ленингр. ун-та. 1939. № 25.
- Янишевский М.Э. Древнейший трилобит из нижнекембрийской синей глины – *Gdowia assatkini* gen. et sp. nov. // Вопросы палеонтологии. Т. 1. Л., 1950. С. 32–40.
- Ярмолюк В.А. Схема стратиграфии докембрия и кембрия Учуро-Майского района // Тез. докл. совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Дальнего Востока (10–20 мая 1956 г.). Хабаровск, 1956. С. 9–13.
- Bailey E.B., Hottedahl O. Northwestern Europe. Caledonides // Palaeozoische Tafeln und Gebirge. Bd. 2. Abschn. II. Leipzig, 1938.
- Bubnoff S. Geologie von Europa. В. II, Т. I. Berlin, 1930. (рус. перевод в изд. ОНТИ, 1935).
- Bubnoff S. Fennosarmatia. Berlin, 1952. 450 s.
- Bubnoff S. Grundprobleme der Geologie. Berlin, 1954. 234 s.
- Bubnoff S. Einführung in die Erdgeschichte. Berlin, 1956. 807 s.
- Chang W.T. Some lower Cambrian Trilobites from Western Hupei // Acta Pal. Sinica. Vol. I, N 3. 1953 (полный текст на кит. яз.).

- Ebert H.* Beitrag zur Gliederung des Präcambräus in Minas Gerais // Geol. Rundsch. 1957. Bd. 45, H. 3.
- Emmons W.H.* Geology. Pt. 11. New York, 1842.
- Fiala F., Svoboda I.* Problém subcambria a subcambrického zalednení v Železných horách // Sb. Ústř. ust. geol. XXII, 1955. Praha, 1956.
- Fränkl E.* Geologische Untersuchungen in Ost-Andréas Land // Medd. om Grönland. 1953. Bd. 113, N 4.
- Gaertner H.R.* Bemerkungen über den Tillit von Bigganjarga am Varangerfjord // Geol. Rundschau. 1943. Bd. 34, H. 2–6.
- Ghosh A.K., Bose A.* Did Vascular Plants exist in Cambrian times? // Bull. Nat. Inst. Sci. India. N VII: Symposium on Organic Evolution. New Dehli, 1954.
- Grabau A.W.* The Sinian System // Bull. Geol. Soc. China. 1922. Vol. I, N 1–4.
- Grabau A.W.* Oscillation or pulsation // Proc. XVI Intern. Geol. Congr., USA 1933, 1936.
- Grabau A.W.* Palaeozoic formations in the light of the pulsation theory. Vol. 1: Taconian and Cambrian pulsation system. Peking, 1936.
- Graindor M.J.* Note préliminaire sur la glaciation infra-cambrienne dans le Massif armoricain // Bull. Soc. Géol. de France. 1954. Fasc. 1–3.
- Holtedahl O.* The Geology of Oslo region and the adjacent Sparagmite district // Proc. Geol. Ass. 1934. Vol. 45, pt. 3.
- Holtedahl O.* Norges geologi. Bd. 1 // Norg. Geol. Unders. N 164. Oslo, 1953.
- Huang T.K.* On major tectonic forms of China. Chungking, 1945 (рус. пер. в Изд-ве иностр. лит-ры. М., 1952).
- Jacob K., Jacob Ch., Shrivastava R.N.* Spores and Tracheids of Vascular Plants from the Vindhyan System, India: the Advent of Vascular Plants // Nature. 1953. Vol. 172, N 4369.
- Kao C.S., Hsing Y.H., Kao P.* Preliminary Notes on Sinian stratigraphy of North China // Bull. Geol. Soc. China. 1934. Vol. XIII, N 2.
- Katz H.R.* Einige Bemerkungen zur Lithologie und Stratigraphie der Tilletenprofile im Gebiet des Keiser Franc Josephs Fjord, Ostgrönland // Medd. om Grönland. 1954. Bd. 72, N 4.
- Kay M.* North American Geosynclines // Geol. Soc. Amer. Mem. 48. Baltimore, 1951 (рус. пер. в Изд-ве иностр. лит-ры. М., 1955).
- Kiaer J.* The lower cambrian Holmia fauna at Tomten in Norway // Videnskaps. Skrift. Bd. 10. Christiania, 1916–1917.
- King P.B.* The base of the Cambrian in the Southern Appalachians // Amer. J. Sci. 1949. 247. P. 513–530, 622–645.
- Krishnan M.S.* Geology of India and Burma. Madras, 1949 (рус. пер. в Изд-ве иностр. лит-ры. М., 1951).
- Lane A., Urry W.* Ages by the helium method: III. Pre-Ordovician // Geol. Soc. Amer. Prelim. list of titles and abstracts. 1936.
- Lawson A.* The Classification and Correlation of the Pre-Cambrian Rocks // Bull. Univ. of California. 1930. Vol. 19, N 11.
- Lee J.S.* The Geology of China. London, 1939 (рус. пер. в Изд-ве иностр. лит-ры. М., 1952).
- Leith C.K.* The Pre-Cambrian // Proc. Geol. Soc. Amer. (1933). 1934.
- Menchikoff N.* Quelques traits de l'histoire géologique du Sahara occidental. Livre jubilaire Ch. Jacob // Ann. Hébert et Haug. 1949. T. VII.
- Õpik A.* Studien über das Estnische Untercambrium (Estonium) // Publ. Geol. Inst. Univer. N 15. Tartu, 1929.
- Poulsen Chr.* Contributions to the Stratigraphy of the Cambro-Ordovician of East Greenland // Medd. om Grönland. 1930. Bd. 74, N 12.
- Poulsen Chr., Rasmussen H.W.* Geological Map (Scale 1:50 000) and description of Ella // Medd. om Grönland. 1951. Bd. 151, N 5.
- Pruvost P.* L'Infracambrien // Bull. Soc. Belge Géol. Pal. Hydr. 1951. T. XL, fasc. 1.
- Schaub H.P.* On the Pre-Cambrian and Cambrian Sedimentation in N-E. Greenland // Medd. om Grönland. 1950. Bd. 114, N 10.
- Schindewolf O.H.* Tektonische Triebkräfte der Lebensentwicklung? // Geol. Rundschau. 1956. Bd. 45, N 1. S. 1–16.
- Schwarzbach M.* Das Klima der Vozzeit. Stuttgart, 1950 (рус. пер. в Изд-ве иностр. лит-ры. М., 1955).
- Schmidt F.B.* Excursion durch Estland // Guide des excursions du VII Congr. Geol. Intern. St. Ptsb., 1897.
- Scupin H.* Ostbalticum (Teil I). Algonkium, Paläozoicum und Mesozoicum. Berlin, 1928.
- Sederholm I.I.* On the Geology of Fennoskandia // Bull. Com. Geol. Finl. 1932. N 98.

Simon W. Untersuchungen im Paläozoicum von Sevilla (Sierra Morena, Spanien) // Abhand. Senckenberg. Naturforsch. Gesellschaft, 485. Festschrift zum Sibzigsten geburstag von Rudolf Richter. Frankfurt am Main, 1951.

Snyder F.G. The Problem of the Lipalian-interval // J. Geol. 1947. Vol. LV, N 3. P. 146–152.

Stille H. Geotektonische Gliederung der Erdgeschichte // Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Mat.-Nat. Kl., 1943. I, 1944.

Termier H., Termier G. Les Gédiments antécambriens et leur pauvreté en fossiles // Revue Scientifique. 1949. N 3302.

Teschke H.I. Über die Stratigraphische Stellung der ältesten Sedimentdecke der Russischen. Tafel // Geologie. 1954. Jg. 3, H. I.

Tomkeieff S.I. The Riphaen System and the Structure of Russian Platform // Proc. Geol. Soc. London, Ses. 1952–1953. 1953. N 1491–1502.

Walcott C.D. Cambrian Geology of Palaeontology // Smiths. Inst. Miscell. Coll. 1914. Vol. LVII.

Wang Y.L. On the Stratigraphical divisions of the Pre-Cambrian sediments of China // Acta Geol. Sinica. 1955a. Vol. 35, N 4. (полн. текст на кит. яз.).

Wang Y.L. The Sinian Tillite and its stratigraphical significance // Acta Geol. Sinica. 1955b. Vol. 35, N 4. (полн. текст на кит. яз.).

Wang Hung-cheng. On the Sinian System of China and its equivalents in other parts of the World // Acta Geol. Sinica. 1956. Vol. 36, N 4. (полн. текст на кит. яз.).

Wegmann C.E. Subcambrische Tillite in der herzynischen Faltungszone // Geol. Rundsch. 1951. Bd. 39, H. 1. S. 221–233.

Wheeler H.E. Base of the Cambrian System // J. Geol. 1947. Vol. LV, N 3. P. 153–159.

К КЛАССИФИКАЦИИ И ТЕРМИНОЛОГИИ ОСНОВНЫХ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ, ЗАКЛЮЧЕННЫХ МЕЖДУ КЕМБРИЕМ И ДЕВОНОМ*

В статье кратко рассматривается история вопроса о стратиграфическом подразделении отложений, заключенных между кембрием и девоном, и излагаются современные представления советских стратиграфов. Обосновывается необходимость выделения между кембрием и девоном двух самостоятельных систем – ордовикской и силурийской, расчленение которых на стратиграфические отделы устанавливается в соответствии с последними решениями Постоянной стратиграфической комиссии по ордовику и силуру СССР.

ВВЕДЕНИЕ

В практике геологических исследований различных стран мира существуют две наиболее распространенные классификации отложений, заключенных между кембрийской и девонской системами. В соответствии с одной из них (более употребительной) выделяются две самостоятельные стратиграфические системы: нижняя – ордовикская, и верхняя – силурийская, или готландская. В соответствии с другой классификацией выделяется лишь одна силурийская система с двумя отделами: нижнесилурийским (ордовикским) и верхнесилурийским (готландским).

Две системы, хотя и не всегда с одинаковыми названиями, уже давно существуют в стратиграфических классификациях, принятых геологическими службами Англии, Канады, США, Скандинавских стран, Польши, Чехословакии, Китая, Японии, Австралии, Индии; они окончательно приняты в СССР и в ряде других стран. В то же время во Франции, в ряде стран Южной Европы (Испания, Португалия, Италия) и отчасти в Германии выделяется лишь одна система – силурийская в широком смысле.

В номенклатурном отношении единообразие существует только в тех странах, где между кембрием и девоном выделяется одна система, в других же странах верхняя система именуется то силурийской, то готландской, причем в Германии, Японии, Корею распространено преимущественно последнее название; оно употребляется также в Польше, отчасти в СССР и некоторых других странах.

До настоящего времени ни один из Международных геологических конгрессов не высказался сколько-нибудь определенно ни относительно количества систем (и их соотношения), заключенных между кембрием и девоном, ни относительно таксономического ранга и номенклатуры подразделений, выделяемых в этом интервале, хотя вопрос о расчленении силурийской системы *s. lato* был поднят еще в 1888 г. на IV (Лондонской) сессии МГК. Эта сессия, как известно, зафиксировала лишь различие точек зрения, что формально, как мы видели, отражает и современное положение вещей.

* Геология и геофизика. 1960. № 9. С. 3–11.

Однако, по существу, огромное большинство геологов различных стран мира практически уже сделали выбор в этом спорном вопросе и его постановка на XXI сессии Международного геологического конгресса (Копенгаген, 1960 г.) открывает возможность принять окончательное и вполне однозначное решение. Специально созданный Комитет по терминологии ордовика и силура (председатель профессор Л. Штермер, Норвегия) при Международной стратиграфической комиссии МГК делает попытку согласовать имеющиеся расхождения во взглядах и представить Конгрессу соответствующие предложения.

В СССР в этом отношении уже давно проводится значительная работа, которая осуществляется сейчас в рамках Межведомственного стратиграфического комитета и Постоянной стратиграфической комиссии по ордовика и силуру СССР. Накопленные за многие годы стратиграфо-палеонтологические материалы по ордовика и силуру огромной территории СССР и сделанные в последние годы обобщения [Абушик, 1956; Алихова, 1953, 1957, 1958, 1960; Иванов, Мягкова, 1950; Келлер, 1954; Наливкин, 1943, 1957; Никифорова, 1954, 1955, 1958, 1959; Обут, 1959, 1960; Рыымусокс, 1957; Соколов, 1952, 1953], а также доклады советских геологов и палеонтологов (Т.Н. Алиховой, Г.Г. Астровой, В.И. Бондарева, М.С. Жижинной, Е.И. Зубцова, Б.М. Келлера, Р.М. Мянниля, В.П. Нехорошева, О.И. Никифоровой и О.Н. Андреевой, А.М. Обути, К.К. Орвику, А.К. Рыымусокса, Б.С. Соколова), опубликованные в специальном сборнике [Стратиграфия..., 1960] к Международному геологическому конгрессу, показывают, что сейчас вполне может быть достигнуто убедительное решение всей проблемы.

К ИСТОРИИ ВОПРОСА

Самая ранняя попытка стратиграфического расчленения нижнепалеозойских отложений связана с геологическими исследованиями, проведенными профессором Д.И. Соколовым в окрестностях Петербурга еще в 1828 г. Д.И. Соколов выделил две самостоятельные формации: “нижнюю петербургскую” и “верхнюю петербургскую”, соответствующие, согласно современной классификации, кембрию и ордовика с границей по кровле диктионемовых сланцев. Он считал, что эти формации “могут служить образцом для всех других почв этого рода” [Соколов, 1831, 1839; Тимофеев, 1959].

В год публикации его работы (1831) аналогичные исследования были начаты в Англии Р.И. Мурчисоном [Murchison, 1835, 1839] и А. Сэджвиком [Sedgwick, Murchison, 1836], которые завершились установлением силурийской (Р.И. Мурчисон, 1835, 1839) и кембрийской (А. Сэджвик, 1836) систем. Как известно, вопрос о взаимоотношении этих систем вызвал многолетнюю и острую дискуссию, рассмотренную недавно В. Твенхофелом [Twenhofel, Chairman, 1954], радикальный конец которой положил Лэпворс [Lapworth, 1879], выделивший спорные отложения (верхний кембрий Сэджвика или нижний силур Мурчисона) в самостоятельную ордовикскую систему.

В дальнейшем широко обсуждались вопросы, касающиеся границ между этими системами, положения в разрезе отдельных ярусов, предлагались особые термины для ордовикских и силурийских отложений в Западной Европе (ярусы “Д” и “Е” И. Барранда [Barrande, 1846]; “арморик” и “богем” А. Лаппарана [Lapparan, 1885]) в Северной Америке (“чэмплен” и “онтарио” ряда американских геологов середины прошлого века и другие); однако в практический обиход в основном вошли две классификации: Мурчисона с некоторыми уточнениями (Лайелл [Lyell, 1871]; Хикс [Hicks, 1873]) и Лэпворса [Lapworth, 1879]. В первой принималась силурийская система в широком смысле с двумя отделами – нижним (от подошвы аренига, как это было принято со времени Солтера [Salther, 1866]) и верхним;

во второй – оба эти отдела рассматривались как самостоятельные ордовикская и собственно силурийская системы. Выдвигавшееся и получившее известное распространение предложение о замене названия “силур” на “готланд” (Мунье-Шальма и А. Лаппаран [Munier-Chalmas, Lapparent, 1894]) или “гутний” (Моберг [Moberg, 1908]), а также введение названия “ордогот” (Ф. Лотце [Lotze, 1956]) для отложений ордовика и силура не изменяют сути этих классификаций. Более принципиальный характер имели классификации нижнепалеозойских (додевонских) отложений, предлагавшиеся Шухертом [Schuchert, 1910] – 7 систем, Е.О. Ульрихом [Ulrich, 1911] – 5 систем и А. Грабау [Grabau, 1936, 1940] – 9 систем, от синия до силурона (захватывающего низы девона) включительно, но они не встретили большой поддержки.

В России на протяжении многих десятилетий наиболее широко использовалась схема Мурчисона–Лайелла, хотя уже в 1882 г. академик Ф.Б. Шмидт [Schmidt, 1882] впервые употребил для обозначения отложений нижнего силура название “ордовик”. Начиная с 30-х годов XX столетия, в СССР под влиянием главным образом исследований академика Д.В. Наливкина, А.Ф. Лесниковой и других представление о необходимости обособления ордовикской системы стало завоевывать все большее число сторонников, и с 1954 г. ордовик был официально введен в легенду государственных геологических карт СССР как самостоятельная система с индексом “О” и расчленением на три отдела. Название “силурийская система” было ограничено лишь верхним отделом силура в широком понимании, было предложено расчленение силура на два отдела: нижний в объеме ярусов лландовери и венлок и верхний в объеме лудловского яруса. Название “готланд” (“готландий”) для обозначения отложений этой системы, как уже отмечалось, употребляется в СССР значительно реже.

Как в СССР, так и в большинстве других стран мира самостоятельность ордовикской и силурийской систем является широко признанным фактом, поэтому представляется, что накопленный к настоящему времени опыт изучения отложений, заключенных между кембрием и девоном, многочисленные региональные исследования и сделанные в ряде стран обобщения по геологической истории и истории развития морских фаун этого значительного отрезка времени позволяют сейчас вернуться к вопросу об официальном признании ордовика и силура в качестве самостоятельных систем и связанной с этим вопросом терминологии.

ОРДОВИК И СИЛУР КАК САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Для обоснования самостоятельности стратиграфических систем представляется наиболее важным использовать следующие критерии: палеонтологический и биохронологический, историко-геологический и радиологический.

Для палеонтологической характеристики ордовика и силура наибольшее значение имеют граптолиты, трилобиты, брахиоподы, кишечнополостные, головоногие моллюски, иглокожие и некоторые другие группы животных. История развития водорослей и наземной флоры пока изучена слабо.

Зональная схема стратиграфического расчленения ордовикских и силурийских отложений, как известно, основана на граптолитах, история развития которых четко распадается на два этапа – ордовикский и силурийский. Первый в своем начале (ранний тремадок) еще связан с кембрийским (эволюция стереостолонат, по А.М. Обуту [1960]) этапом, но в основном это период широкого распространения настоящих *Graptoloides*, принадлежащих семействам *Dichoraptidae*, *Phyllograptidae*, *Didymograptidae*, *Dicranograptidae*, *Diplograptidae*, *Hallograptidae*, *Glossograptidae* и др. Силурийский этап резко отличается коренным обновлением граптолитов, расцветом аксонофорных семейств *Monograptidae*, *Cyrtograptidae*, *Retiolitidae*, *Dimorphograptidae* и т. д., которые целиком вымирают к концу периода.

В связи со сказанным трудно согласиться с теми исследователями (А.Н. Мазарович [1947], Г.Р. Гертнер [Gaertner, 1959] и др.), которые утверждают, что фауна граптолитов скорее свидетельствует в пользу объединения ордовика и готланда в единую силурийскую систему, чем обосновывает их различия. Такой вывод справедлив лишь постольку, поскольку граптолиты (класс *Graptozoidea*) действительно исключительно характерны для сланцевых фаций ордовика и силура, по существу не будучи известными ни в кембрии, ни в девоне. Но вместе с тем именно по граптолитовым фаунам, их специфическим семействам и отрядам различают ордовик и силур.

Столь же показательны ордовикский и силурийский этапы эволюции трилобитов. Прежде всего в ордовике трилобиты значительно больше распространены, чем в силуре. С ордовиком целиком связано развитие таких важнейших азафоидных семейств, как *Asaphidae*, *Nileidae* и *Cyclopygidae*, семейства *Remopleuridae*, семейств *Illaenidae*, *Stiginidae* и ряда других древних представителей *Scutellacea*, а также семейств *Pliomeridae*, *Pharostomidae*, *Shumardiidae*, *Trinucleidae*, *Endymionidae* и многих других. Ряд семейств, характерных для силура, начинает свою историю еще в ордовике, но почти все они переходят в девон. В этом отношении граница ордовика и силура более четко фиксируется вымиранием ордовикских семейств трилобитов, чем появлением их специфически силурийских семейств. Важнейшее значение в силуре имеют семейства *Scutellidae*, *Dalmanitidae*, *Phacopidae*, *Calymenidae*, *Encrinuridae* и др.

Очень характерен ордовик и в отношении распространения брахиопод. В ордовике начинают и заканчивают свою эволюцию большинство семейств *Orthacea*, *Syntrophiacea* и целиком все *Clitambonacea*. В силуре достигают расцвета многие семейства *Dalmanellacea*, впервые появляются такие семейства, как *Pentameridae*, *Stricklandiidae*, *Stropheodontidae*, начинают свою историю почти все главнейшие семейства телотрематных брахиопод. История развития силурийских брахиопод очень ярко свидетельствует о более тесной связи брахиоподовых фаун силура и девона, чем силура и ордовика.

В ордовике появляется ряд классов и подклассов кишечнополостных. Среди строматопоройд особенно характерны *Aulaceridae* и *Labechiidae*, которые в силуре сменяются исключительно разнообразными *Actinostromatidae*, *Clathrodictyidae*, *Stromatorporidae* и рядом других семейств, имеющих вместе с тем широкое распространение и в девоне. Среди табулят исключительно ордовикскими являются отряды *Lichenariida*, *Tetradiida*, *Sarcinulida*, на смену которым в силуре приходят чрезвычайно разнообразные фавозитиды, сиринопориды и новые группы хализитид, окончательно вымирающие к концу периода. Из гелиолитид для ордовика очень типичны семейства *Protaraeidae*, *Trochicolithidae*, *Cyrtophyllidae*, *Uroheliolitidae*, тогда как в силуре и девоне преобладают *Heliolitidae*, *Plasmoporidae* и *Proporidae*.

Существенно различаются ордовик и силур и по ругозам, первые представители которых известны из низов среднего ордовика. Основной тип коралловой фауны ордовика создают представители семейств *Favistellidae*, *Streptelasmataceae*, *Trypasmataceae*, которые значительно обновляются в силуре и пополняются рядом совершенно новых семейств: *Kodonophyllidae*, *Cyphophyllidae*, *Acerulariidae*, *Calostylidae*, *Chonophyllidae*, *Cystiphyllidae*, *Gomophyllidae* и многих других.

Очень разнообразны головоногие ордовика и силура, причем в ордовике распространен ряд таких семейств и отрядов *Nautiloidea*, которые окончательно вымирают к концу периода (*Endoceratida*, *Ellesmeroceratida*, *Bassleroceratida* и др.). Также резко различаются ордовик и силур и по фауне иглокожих, среди которых для ордовика особенно характерны разнообразные *Cystoidea*, *Blastoidea*, *Campoidea*, древние морские лилии и т. д.

Сравнительная характеристика животного мира ордовикского и силурийского периодов и прослеживание основных смен фаунистических комплексов на протяжении этой истории позволяют сделать по крайней мере два важных вывода: во-первых, фауны ордовика и силура резко отличаются между собой не только по родовому составу, но и по крупным таксономическим единицам – семействам, отрядам и даже классам и подклассам, и, во-вторых, силурийская фауна более тесно связана с девонской, чем с ордовикской, т. е. в палеонтологическом отношении граница между ордовиком и силуром является более резкой, чем между силуром и девоном – системами, самостоятельность которых давно всеми признана.

Своеобразие органического мира ордовикского и силурийского периодов и главнейшие хронологические рубежи в развитии основных групп их фауны находятся в прямой зависимости от ряда особенностей геологической истории, тектонических процессов, палеогеографии этих периодов. Прежде всего обращает на себя внимание давно установленный факт, что к границе ордовика и силура приурочена значительная фаза тектонических движений, получившая название таконийской. Перерыв между ордовиком и силуром, хотя и не является универсальным, однако очень хорошо выражен в Аппалачах, в области норвежских каледонид, в каледонидах Англии, в Тюрингии, в Баррандовой мульде, на Урале, в пределах Сибирской платформы, в Китае и многих других областях земного шара. Этот рубеж настолько важен в общей стратиграфической классификации палеозоя, что в СССР уже давно принято границу между нижним и средним палеозоем проводить по границе ордовика и силура.

Другая особенность ордовикского и силурийского периодов состоит в том, что они существенно различны по своей палео- и биогеографии. Для ордовика характерны значительная дифференциация палеогеографических условий, большое разнообразие провинций, в то время как силур в этом отношении очень однообразен. Именно здесь коренится причина того, что стратиграфическая корреляция ордовикских отложений встречает значительно бóльшие трудности, чем корреляция отложений силура. Исключения составляют главным образом граптолитовые фации.

Необходимо, наконец, учесть, что по современной шкале геологического времени продолжительность ордовикского периода определяется в 70–80 млн лет, а силурийского в 30–40 млн лет, т. е. первый более или менее равноценен только кембрийскому периоду, а второй соизмерим с пермским, триасовым и юрским периодами и несколько уступает девонскому и каменноугольному. Следовательно, радиологические данные решительным образом препятствуют объединению ордовикских и силурийских отложений, которые в таком случае оказались бы принадлежащими периоду продолжительностью до 120 млн лет, т. е. почти равному всему мезозою. Поэтому трудно согласиться с заключением Г.Р. Гертнера [Gaertner, 1959], что, с точки зрения времени, отложения, заключенные между подошвой кембрия и подошвой девона, могут с одинаковым основанием быть разделенными как на две (кембрий, силур), так и на три системы (кембрий, ордовик, готланд).

Таким образом, все критерии, примененные к оценке геологических событий, и весь ход эволюции морской фауны от конца кембрия до начала девона показывают, что мы имеем дело с двумя крупными и вполне самостоятельными этапами геологической истории, которые целиком укладываются в наши современные представления о геологических периодах. Этим периодам и соответствуют ордовикская и силурийская системы.

За последние пять лет названия этих систем, в их современном смысле, прочно вошли в советскую стратиграфию, хотя некоторые геологи еще употребляют название “готланд” (“готландий”). Более широко это название распространено в

зарубежной литературе, причем многие видные геологи настаивают на полном упразднении термина “силур” во избежание путаницы с такими определениями, как нижне- и верхнесилурийские отложения, приобретающими теперь совершенно иной смысл. Практический опыт геологических работ в СССР, Китае, Северной Америке, Англии и других странах показывает, что для таких опасений нет оснований и что употребление термина “силур” в узком смысле встретит не больше трудностей, чем любое другое традиционное название, относящееся к подразделению измененного стратиграфического объема. С этим обстоятельством мы постоянно сталкиваемся, и защитники силура в широком смысле хорошо знают, что и теперь название “силур” применяется к стратиграфическому подразделению, отнюдь не эквивалентному установленному Р. Мурчисоном в 1835 г.

Что касается названия “готланд” (“готландий”) для верхней системы, то автору [Соколов, 1951] уже приходилось отмечать, что оно совершенно не имеет приоритета перед силуром в узком смысле и, кроме того, на о. Готланд мы имеем весьма неполный разрез силурийских отложений. Поскольку в любом случае принимается английская ярусная номенклатура силура, у нас нет никаких оснований отказываться и от самого названия “силур”. Нерасчлененные отложения ордовика и силура будет вполне правильно называть ордо-силурийскими.

ОСНОВНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ОРДОВИКА И СИЛУРА

В течение последнего десятилетия проведен ряд исследований по общим вопросам стратиграфии ордовика и силура, обоснованию их границ, ярусному и зональному расчленению, расчленению на отделы. Выдвигавшиеся предложения о расчленении ордовика на три, а силура на два отдела одобрены Постоянной стратиграфической комиссией по ордовика и силуру СССР (1959).

В соответствии с решением последней нижняя граница ордовика проводится по подошве диктионемовых слоев с *Dictyonema* ex gr. *flabelliforme* и их стратиграфических аналогов, что, однако, в достаточной степени условно, поскольку речь идет о тремадоке, нижняя часть которого, безусловно, тяготеет к кембрию и нередко вообще отсутствует. Верхняя граница ордовика проводится по подошве акидограптовых слоев с *Akidograptus* и их аналогов, содержащих остатки брахиопод *Stricklandia*, *Holorhynchus* и *Virgiana*, и по массовому появлению фавозитид; в Прибайкалье эта граница совпадает с подошвой слоев поркуни, которые многие из исследователей Скандинавско-Балтийской области считают еще ордовикскими.

Вопрос о границе нижнего и среднего отделов ордовика вызывает некоторые разногласия. Принятое сейчас проведение этой границы по подошве зоны *Didymograptus bifidus* хорошо согласуется с уже высказывавшимися представлениями Л. Штермера [Störmer, 1953] и позволяет иметь одну и ту же границу для СССР, Северной Америки и Западной Европы. Однако некоторые исследователи (Т.Н. Алихова [1960] и др.) включают эту зону в состав аренига, что несколько меняет всю корреляцию. Граница среднего и верхнего отделов ордовика может теперь считаться вполне универсальной, хотя и проходит внутри карадока; она проводится по подошве зоны *Pleurograptus linearis*.

Граница ордовика и силура во многих областях СССР сопровождается четким выраженным перерывом, особенно характерным для древних платформ, где нередко отсутствуют не только верхние горизонты ордовика, но и нижние горизонты лландовери. В непрерывных разрезах спорным по возрасту остается сравнительно маломощный горизонт с характерными реликтами некоторых ордовикских родов (слои поркуни и их аналоги с *Plasmoporella* и *Agetolites*). Обычно же эта граница определяется подошвой акидограптовых сланцев или известняков со *Stricklandia*.

Таблица

Система	Отдел	Ярус
Силурийская (S)	Верхний	Верхний лудлов Нижний лудлов
	Нижний	Венлок Лландовери
Ордовикская (O)	Верхний	Ашгилл Верхний карадок
	Средний	Нижний карадок Лландейло Лланвири
	Нижний	Арениг Тремадок

Верхняя граница силура определяется подошвой слоев с характерным комплексом брахиопод – *Karpinskia konjugula* Tschern., *Sieberella sieberi* (Buch), *Cymostrophia stephani* (Barr.), *Gypidula acutolobata* Barr., *Carinatina arumaspis* Eichw., *Clorindina vijaica* Khod., безусловно, относящихся к нижнему девону. Граница между нижним и верхним отделами силура проводится по подошве лудловского яруса, т. е. по подошве зоны *Pristiograptus vulgaris*.

Намеченные границы отделов ордовика и силура создают единую основу для корреляции ордовикских и силурийских отложений СССР и, вероятно, могут быть приняты с небольшими уточнениями для всего земного шара (см. табл.).

ЛИТЕРАТУРА

- Абушик А.Ф. К вопросу о выделении ордовикской и силурийской систем // Вестн. ЛГУ. Сер. геол. 1956. № 6.
- Алихова Т.Н. Руководящая фауна брахиопод ордовикских отложений северо-западной части Русской платформы. Госгеолиздат, 1953.
- Алихова Т.Н. К вопросу о расчленении ордовикской системы // Сов. геол. 1957. № 55.
- Алихова Т.Н. и др. Ордовикская система // Геологическое строение СССР. Т. 1. Госгеолтехиздат, 1958.
- Алихова Т.Н. Стратиграфия ордовикских отложений Русской платформы. М.: Госгеолтехиздат, 1960.
- Иванов А.Н., Мягкова Е.И. Стратиграфия нижнего и среднего палеозоя западного склона Среднего Урала // Труды Горно-геол. ин-та Урал. фил. АН СССР. 1950. Вып. 17.
- Келлер Б.М. Типовые разрезы ордовика. Ордовик Казахстана I // Труды Ин-та геологических наук. 1954. Вып. 154.
- Мазарович А.Н. Об основных единицах геохронологии // Докл. АН СССР. 1947. Т. 58, № 3.
- Наливкин Д.В. Геологическая история Урала. Свердловск, 1943.
- Наливкин Д.В. Краткий очерк геологии СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1957.
- Никифорова О.И. Стратиграфия и брахиоподы силурийских отложений Подолии. Госгеолтехиздат, 1954.
- Никифорова О.И. Новые данные по стратиграфии и палеогеографии ордовика и силура Сибирской платформы // Материалы ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1955. Вып. 7.
- Никифорова О.И. и др. Силурийская система. Геологическое строение СССР. Т. 1. Госгеолтехиздат, 1958.
- Никифорова О.И., Обут А.М. Сопоставление силурийских отложений Европейской части СССР и Центральной Европы // Сов. геология. 1959. № 1.
- Обут А.М. Зональное расчленение силура в СССР по граптолитам // Сов. геология. 1959. № 2.
- Обут А.М. Граптолиты и их значение для стратиграфии ордовикских и силурийских отложений на территории СССР. Л., 1960.
- Рыльмусокс А.К. Биостратиграфическое расчленение ордовика Эстонской ССР // Труды Ин-та геологии АН ЭССР. 1957. Т. 1.
- Соколов Б.С. Табуляты палеозоя Европейской части СССР. Ч. 1. Ордовик Западного Урала и Прибалтики // Труды ВНИГРИ. Нов. сер. 1951. Вып. 48.
- Соколов Б.С. и др. Стратиграфия и фауна ордовика и силура запада Русской платформы. Предисловие // Труды ВНИГРИ. Нов. сер. 1953. Вып. 78.
- Соколов Б.С. Некоторые общие вопросы стратиграфии отложений позднего докембрия и раннего палеозоя СССР (синий, кембрий, ордовик, силур) // Геология и геофизика. 1960. № 4.

- Соколов Д.И.* Краткое начертание горных формаций по новейшему состоянию геогнозии // Горный журнал. 1831. Ч. IV, кн. V.
- Соколов Д.И.* Курс геогнозии. Ч. II. СПб., 1839.
- Стратиграфия* и корреляция ордовика и силура. Л.: Гостоптехиздат, 1960. (Докл. сов. геологов. Междунар. геол. конгресс, XXI сес.)
- Тимофеев Б.В.* Древнейшая флора Прибалтики и ее стратиграфическое значение // Труды ВНИГРИ. 1959. Вып. 129.
- Barrande J.* Notice preliminaire sur le systeme Silurien et les trilobites de Boheme. Leipzig, 1846.
- Gaertner H.R.* Zur Frage der Gliederung der Schichten zwischen des Basis des Devons und des Kambrius // Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1959. Vol. III.
- Grabau A.W.* Revised classification of the Palaeozoic Systems in the light of the pulsation theory // Bull. Geol. Soc. China. 1936. Vol. XV, N 1.
- Grabau A.W.* The rhythm of the ages. Peking, 1940.
- Hicks H.* On the Classification of the Cambrian and Silurian rocks // Proc. Geol. Assoc. 1873. Vol. 3.
- Lapparan A.* Traite de geologie. I edit. – 1883; 2 edit. 1885. Paris.
- Lapworth Ch.* On the tripartite classification of the Lower Palaeozoic rocks // Geol. Mag. dec. II. Vol. VI. London, 1879.
- Lotze F.* "Ordogot" statt "Silur". Ein Anregung // Neues Jahrb. Geol. Pal. 1956. H. 8.
- Lyell Ch.* Elements of Geology. London, 1871.
- Moberg J.C.* On nomenclaturen för vera paleozoiska bildningar // Geol. Fören. Förhandl. 1908. Vol. 30.
- Munier-Chalmas, Lapparent A.* Note sur la nomenclature des terrains sedimentaires // Bull. Geol. Soc. France. Ser. 3. 1894. Vol. XXI.
- Murchison R.I.* On the Silurian system of rocks // Phil. Mag. Ser. 3. Vol. VII. London, 1835.
- Murchison R.I.* The Silurian system. London, 1839.
- Salter J.W.* Report on further Researches in the Lingula Flags of South-Wales // Rep. Brit. Assoc. for 1865. 1866.
- Schmidt Fr.* On the Silurian (and Cambrian) Strata of the Baltic Provinces of Russia, as compared with those of Scandinavia and British Isles // Quart. J. Geol. Soc. London. 1882. N 152.
- Schuchert Ch.* Paleogeography of North America // Bull. Geol. Soc. Amer. 1910. Vol. 20.
- Sedgwick A, Murchison R.I.* On the Silurian and Cambrian systems, exhibiting the order in which the older Sedimentary strata succeed one another in England and Wales // Rep. Brit. Assoc. for 1835. London, 1836.
- Störmer L.* The Middle Ordovician of the Oslo Region, Norway. Introduction to Stratigraphy // Norsk Geol. Tidsskr. 1953. Bd. 31.
- Twenhofel W.H., Chairman.* Correlation of the Ordovician formations of North America // Bull. Geol. Soc. Amer. 1954. Vol. 65, N 3.
- Ulrich E.O.* Revision of the Paleozoic systems // Bull. Geol. Soc. Amer. 1911. Vol. 22.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ДОДЕВОНСКОЙ СТРАТИГРАФИИ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ*

Сибирская платформа принадлежит к числу крупнейших древних (досинийских) платформ и характеризуется очень полным стратиграфическим разрезом всего додевонского осадочного чехла. В строении последнего принимают участие мощные серии отложений позднего докембрия (сино-рифейский комплекс), а также отложения кембрия, ордовика и силура, которыми естественно завершается древний этап формирования чехла платформы. Рассматриваются основные вопросы стратиграфии этих отложений и намечаются главные задачи дальнейшего изучения.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В общей структуре континентов досинийские платформенные области занимают особое положение, так как характеризуются широким распространением в своем осадочном чехле древнейших отложений, обычно слабо нарушенных, лишенных проявлений метаморфизма, богато охарактеризованных остатками органической жизни и поэтому представляющих исключительный интерес для стратиграфических исследований.

В СССР такими областями являются Русская и Сибирская платформы. Выдающееся значение первой для разработки стратиграфии было выяснено уже к середине прошлого века и завершилось позднее целым рядом блестящих работ, начатых Д.И. Соколовым [1831, 1839] еще до исследований знаменитых английских основоположников стратиграфии раннего палеозоя. В изучении стратиграфии Сибирской платформы основные успехи были достигнуты лишь за последние 25 лет, но темп работ оказался настолько значительным, что мы уже сейчас располагаем многими сотнями публикаций, касающихся только древних отложений платформы.

Характерной особенностью распространения древних додевонских отложений на территории Русской платформы является известная асимметрия: наиболее широко в состав осадочного чехла входит верхний синий (эокембрий = венд), но, начиная с нижнего кембрия и кончая верхним силуром, площади распространения соответствующих отложений закономерно сокращаются, постепенно смещаясь к западному краю платформы, который к концу силура испытывает максимальное погружение. На средний и поздний кембрий приходится эпохи наиболее длительных перерывов.

В пределах Сибирской платформы наряду с отложениями верхнего синия широко распространен и кембрий, причем в отличие от Русской платформы он полностью представлен всеми своими отделами. Площадь распространения ордовика несколько сокращается, но он везде тесно связан с верхним кембрием. Четкие перерывы, характеризующие ордовикское осадконакопление, начиная с конца

* Геология и геофизика, 1961. № 10. С. 60–73.

раннеордовикской эпохи, вскрывают общую тенденцию сокращения бассейна в западном направлении, но наиболее отчетливо асимметрия в распространении додевонских отложений проявляется лишь с силура, точнее с венлока, причем здесь устойчивое погружение испытывает также западная–северо-западная окраина платформы. Замечательно, что преимущественно с западными румбами связано асимметричное додевонское погружение и Северо-Американской платформы. Эта асимметрия, видимо, выражает одну из закономерностей развития древних платформ лавразийского ряда.

Для Сибирской платформы характерна наиболее значительная полнота стратиграфического разреза додевонских и прежде всего доордовикских отложений. Они составляют главный элемент ее осадочной структуры, которой в той или иной мере подчинено распространение всех толщ более молодого возраста.

Основными подразделениями этого чехла являются синий, преимущественно верхний (в составе главным образом кимайской серии В.И. Драгунова [1958] и енекеканской серии А.Г. Вологодина [1956, 1957]), и нижний палеозой (в составе кембрия, ордовика и силура). Называя эти отложения нижнепалеозойскими, мы существенно отходим от сложившихся в СССР взглядов относительно общих подразделений палеозойской группы. Представляется, что в настоящее время двучленное деление палеозоя древних платформ более согласуется с фактическим состоянием наших знаний о региональной стратиграфии и палеогеографии, хотя рубежи на границе ордовика и силура и нижнего и среднего карбона, используемые для обоснования трехчленного деления палеозойской группы, несомненно, сохраняют свое значение.

Сравнительное изучение двух основных досинийских платформ СССР – Русской и Сибирской – показывает, что события, наиболее коренным образом изменившие географию и тип осадконакопления, произошли между силуром и девоном, т. е. совпали с завершением каледонского этапа. Поэтому отложения от верхнего синия до силура образуют, по крайней мере в этих областях, два основных крупных цикла, сложно построенных и распадающихся в свою очередь на циклы меньшего порядка.

Одним из важнейших рубежей внутри нижнего палеозоя на Сибирской платформе является граница нижнего и среднего–верхнего кембрия, совпадающая с завершением байкальского этапа складчатости. Эта граница значительно сближает нижний кембрий с верхним синием и, хотя между ними обычно и наблюдается более или менее значительный перерыв, нижний кембрий в палеогеографическом и в структурном отношении предстает как осадочный комплекс, завершающий цикл формаций исторически связанных с наиболее поздним докембрием чехла платформы [Репина, Хоментовский, 1959; Соколов, 1958; и др.].

Однако это обстоятельство не дает нам основания отделить нижний кембрий от палеозоя и причлнить его к позднему докембрию (т. е. синию или рифею), или наоборот, так как в палеозоологическом отношении нижний кембрий представляет собою классический пример крупной стратиграфической единицы палеозойского типа. Иное решение этого вопроса неизбежно повлекло бы за собой крушение основных принципов выделения стратиграфических групп на данных биохронологии и эволюции животного мира.

Вместе с тем самостоятельность нижнего кембрия с точки зрения палеонтологической истории органического мира, определяемой отрезком времени в 40–50 млн лет, заставляет считать вполне обоснованной постановку вопроса о выделении нижнего кембрия в самостоятельную систему. Выделение такой системы уже неоднократно предлагалось, и в литературу уже введено несколько, правда неудачных, названий (таконская, ленская, якутская системы). Территория Сибирской платформы представляет собою, вероятно, наиболее благоприятную в мире область для биостратиграфического обоснования этой системы.

Другой важнейший рубеж внутри нижнего палеозоя совпадает с границей ордовика и силура и также знаменует эпоху тектонических движений (таконийских). Эта граница на Сибирской платформе повсеместно является резкой (за исключением, возможно, Вилюйской синеклизы и северо-западной окраины платформы, переходной к миогеосинклинальной области) и сопровождается выпадением из разреза частично и даже полностью верхнего ордовика; лландовери обычно начинается лишь со среднего.

Таким образом, нижний палеозой Сибирской платформы характеризуется четкостью выделения ряда крупных этапов осадконакопления, которые прекрасно коррелируются на территории всей платформы и контролируют основную систему более дробных биостратиграфических подразделений, начиная с нижнего кембрия и кончая верхним силуром.

СИНО-РИФЕЙСКИЙ КОМПЛЕКС

Важнейшим результатом изучения стратиграфии додевонских отложений Сибирской платформы и ее непосредственного складчатого обрамления явилось установление (1956 г.) для этой огромной территории нового крупного стратиграфического подразделения, занявшего в стратиграфической шкале положение самого древнего ее члена и получившего общее название синийского комплекса (байкальского, или, по другим авторам, рифейского). Однако для этого комплекса, характеризующегося разнотипными разрезами платформенного и миогеосинклинального характера, не была официально принята ни общая схема корреляции, ни схема единого расчленения. Решение этих вопросов намечено лишь в нескольких позднейших работах, отражающих взгляды отдельных исследователей.

Поэтому первоочередной задачей дальнейшего изучения синийских отложений Сибирской платформы следует считать разработку региональной корреляционной схемы и выделение единых (унифицированных) для платформы крупных стратиграфических подразделений синия.

Трудность этой задачи заключается в том, что пока еще не существует общей терминологии и номенклатуры подразделений позднего (верхнего) докембрия, слабо разработаны общие принципы стратиграфической классификации этих отложений. Наиболее существенными теперь представляются следующие положения, характеризующие верхний докембрий Сибирской платформы: 1) огромная длительность его формирования (от 1200 и более млн лет до 500–600 млн лет), исключая возможность подчинения всего сино-рифейского комплекса палеозойской группе; 2) признание в качестве его верхней границы подошвы древнейших фаунистически охарактеризованных отложений алданского яруса, содержащих остатки игольчатых *Hiolites* (например, кесюсинская свита Оленекского поднятия, 550 млн лет), *Sabellidites* (например, мотская свита юга платформы), беззамковых *Lingulella* и примитивнейших гастропод (например, котуйский горизонт Анабарского поднятия) и других беспозвоночных, появляющихся ранее древнейших археоциат и трилобитов нижнеолленеллусовой подзоны; 3) полная эквивалентность старому понятию “протерозой” в условиях платформенного и миогеосинклинального распространения; более древний протерозой предполагается только в эвгеосинклинальных зонах; 4) несомненная разнотипность строения в условиях платформенного чехла и миогеосинклинальной зоны, или, по Ю.А. Косыгину [1961], зоны перикратонных опусканий.

Наиболее полные разрезы сохраняются в условиях последних (Байкало-Патомский, Учуро-Майский и Приенисейский прогибы), тогда как в состав докембрийского чехла платформы входят преимущественно верхние серии, причем позд-

нейшая из них теснейшим образом связана с нижним кембрием и, подобно вендской серии Русской платформы, скорее должна рассматриваться как начинающая новый палеозойский цикл развития, а не как завершающая протерозойский.

Структурные и палеогеографические особенности отмеченного поведения позднедокембрийских отложений довольно ясно определяют двучленность сино-рифейского разреза Сибирской платформы, аналогичную двучленности сино-рифейского разреза Урала–Русской платформы. К нижней части комплекса на Урале относятся бурзянская и юрматинская, а в перикратонных зонах Сибирской платформы – маймаканская и якутская (=майская) серии. К верхней части, наиболее типичной для платформ, следует причислить в европейской части СССР каратаускую серию и ее стратиграфические аналоги и вендскую серию (=волыно-валдайскую), а в Сибири – кимайскую (=уйскую) и кенелеканскую (в первоначальном толковании А.Г. Вологодина [1957], его “коленекан” соответствует верхам билляхской свиты южного склона Анабарского массива).

Эти подразделения намечают основу одного из наиболее приемлемых сейчас вариантов стратиграфической схемы сино-рифейских отложений Сибирской платформы. Более сложно обстоит вопрос с определением их места в общей стратиграфической шкале. Они могут рассматриваться либо как единое самостоятельное целое (синийский комплекс, рифейская группа), отвечающее особой стратиграфической единице первого порядка, либо целиком относиться к протерозою, либо расчленяться между протерозоем и палеозоем.

В последнем случае к палеозою с большим основанием может быть отнесена именно кенелеканская серия Сибирской платформы и ее наиболее вероятные аналоги – вендская серия Русской платформы, эокембрий Скандинавии (в новой трактовке Асклунда [Asklund, 1958], варяжская серия), эдиакарий в типичном разрезе паундских песчаников Австралии [48], получивших теперь хорошую палеонтологическую характеристику [Glaessner, Daily, 1989; и др.]. Важнейшим обстоятельством для корреляции этих отложений самого позднего докембрия является открытие общих видов в билляхской свите Оленекского поднятия Сибирской платформы и в песчаниках Паунд Австралии (формы, близкие к *Rangea*).

В последнее время у ряда исследователей [Келлер и др., 1960] складывается убеждение, что в стратотипическом разрезе пекинского синия нет эквивалента венда–эдиакария и разрез синия, венчающийся серией Цзинбейгоу (=каратауской серии Урала), является не докембрийским, а доэокембрийским, т. е. синий имеет меньший объем, чем до сих пор представлялось. Это положение, далеко еще не бесспорное для синия окрестностей Пекина, является неверным для других районов распространения синия в Китае. Оно совершенно не исключает возможность выделения в верхнем докембрии Китая отложений, соответствующих венду–эдиакарию (или кенелеканской серии Сибирской платформы), как возможно наиболее ранних отложений палеозоя (эопалеозой, или докембрийский палеозой ряда авторов).

Все эти важные вопросы могут получить углубленную разработку в процессе создания корреляционной и общей схемы расчленения сино-рифейских отложений Сибирской платформы.

Второй крупной и общей задачей изучения стратиграфии синия платформы является палеонтологическое обоснование его расчленения и корреляции. В настоящее время в синии открыты богатые комплексы спор древнейшей растительности [Наумова, 1960; Тимофеев, 1955, 1960], различной микропроблематики [Рейтлингер, 1959, 1960], давно известны также огромные скопления строматолитов типа *Collenia*, *Gummosolen*, *Osagia*, *Conophyton* и многих новых родов, изучением которых заняты И.К. Королук [1960], А.Г. Вологдин [1961], М.А. Семихатов [1961] и другие.

Современная корреляция синийских отложений, как справедливо заметил Н.С. Шатский [1960], почти целиком опирается на общие методы литолого-фациального и историко-геологического исследования и просто на выяснение места в разрезе соответствующих толщ синия. Эти методы, важные вообще, для синия с его устойчивыми и единообразными типами осадконакопления в различных районах, бесспорно, играют очень большую роль, однако они не могут заменить наиболее универсальный палеонтологический метод. Для применения последнего есть все основания, так как синийские отложения отнюдь не немые, как многие думают, а богато охарактеризованы палеофитологическими остатками и вместе с тем не лишены остатков животной жизни (простейших, губок, червей, примитивных членистоногих, трилобитоморфных организмов, гиолитид, беззамковых брахиопод и т. д.) и прежде всего следов жизнедеятельности организмов, которые очень часто наблюдаются и в отложениях синия Сибири. Поэтому постановка специальных исследований по палеоихнологии синия должна войти в основной комплекс биостратиграфических работ.

Третья важная общая задача состоит в расширении работ по определению абсолютного возраста синийских отложений всеми применимыми методами. Последние результаты [Полевая и др., 1960а,б] изучения древних глауконитов показали очень хорошую сохранность в этом минерале радиогенного аргона, что, несомненно, открывает исключительно интересные перспективы использования этого столь широко распространенного во всех формациях, начиная с синия, минерала для определения абсолютного возраста толщ позднего докембрия и Сибирской платформы. Некоторые из полученных по Сибирской платформе цифр уже сейчас можно с успехом использовать для определения главнейших стратиграфических рубежей (550 млн лет для кесюсинской свиты нижнего кембрия, 660 – для эокембрия, 925 – для свиты буровой и 1140 млн лет – для погорюйской свиты синия Приенисейской зоны).

Поскольку выделение синийских отложений не является проблемой чисто сибирской и, более того, было подготовлено успешными работами на территории Китая, Урала и Русской платформы, возникает четвертая задача установления стратиграфических взаимоотношений синийских отложений Сибирской платформы и, по крайней мере, Северного Китая (классическая область синия) и Урала. Особый интерес представляет сравнительное изучение стратиграфии синийских отложений перикратонных зон Сибирской платформы и аналогичной им по своему типу зоны развития рифейских отложений Урала.

Что касается сопоставления разрезов Восточной Сибири (прежде всего области Байкало-Патомского и Юдомо-Майского прогибов) и Северного Китая (прежде всего области прогиба Яньляо), то оно является совершенно необходимым для правильного использования стратиграфической схемы синия и применения терминологии, выработанной на типовых разрезах синия.

Наконец, пятая задача заключается в обосновании нижней границы синорифейского комплекса в перикратонных зонах Сибирской платформы и примыкающих геосинклинальных областях, поскольку становится все более очевидным, что трактуемый в таком широком объеме этот комплекс поглощает большую часть протерозоя. Эта проблема целиком связана с классификацией подразделений раннего неохрона и принципами геологической периодизации исторического этапа развития Земли.

Кроме того, возникают более специфические региональные задачи стратиграфии синия Сибирской платформы, важные вместе с тем для платформы в целом. Среди них следует назвать следующие.

1. Изучение стратиграфических взаимоотношений позднего докембрия и кембрия в зоне проявления байкальской складчатости, т. е. прежде всего по поясу

Приенисейских дислокаций (Туруханское и Енисейское поднятия) и в пределах всей зоны Байкало-Патомского прогиба. Это позволит рассмотреть разрезы с резко выраженным перерывом на границе синия и кембрия и с их совершенно согласным залеганием, а также даст возможность еще больше уточнить границу синийской и кембрийской систем.

2. Детальная стратиграфическая корреляция отложений позднего докембрия Южного Прибайкалья, северной зоны Байкало-Патомского прогиба и северного склона Алданского щита. Решение этой задачи, уже намеченное в ряде работ [Журавлева и др., 1959; Салоп, 1958, 1960], будет иметь важнейшее значение для стратиграфии в том отношении, что позволит увязать разрезы платформенной и миогеосинклинальной области, выявит их специфику и характер перехода, даст возможность правильнее оценить значение метаморфизма и наблюдаемых контактов – нередко визуально ярких, но не имеющих большого стратиграфического значения.

3. Окончательное выяснение природы и корреляционного значения тиллитоподобных образований, которым в ряде стран придается большое значение при сопоставлении отложений позднего докембрия (Скандинавия, Гренландия, Китай и др.). Проведение таких работ на северной окраине Патомского нагорья и в Енисейском кряже позволит выяснить происхождение этих своеобразных отложений (возможно, связанных с оледенениями альпийского типа или частью пролювиальных) и дать их более углубленную стратиграфическую оценку. Современные взгляды по этому вопросу пока существенно различны [Лунгерсгаузен, 1960; Семихатов, 1961; и др.].

4. Продолжение очень важных, начатых Ю.А. Притулой [1958], работ по картированию и детальному сопоставлению отложений верхних свит байкальского комплекса и нижнего кембрия в пределах Иркутского амфитеатра. Этими работами уже сейчас обнаружена большая самостоятельность голоустенской и карагасской свит и очень тесная связь отложений улунтуйской и качергатской свит; дальнейшее их проведение позволит глубже оценить роль фациальных изменений в разрезах синия и, в частности, выяснить причину резкой фациальной разнотипности контакта синия и кембрия на юге платформы и на остальной ее территории, где синий, как правило, заканчивается серией строматолитовых карбонатных отложений.

КЕМБРИЙСКАЯ СИСТЕМА

На Сибирской платформе имеется, вероятно, один из лучших в мире по своей полноте, ненарушенности и палеонтологической охарактеризованности разрезов кембрия. Поэтому вполне естественно, что исследования, начатые более четверти века тому назад Е.В. Лермонтовой [1951], увенчались сейчас созданием первой ярусной стратиграфической схемы кембрийских отложений, более или менее полностью разработанной для нижних двух отделов*. Есть все основания полагать, что эти ярусные подразделения кембрия, хорошо сейчас обоснованные работами Н.Е. Чернышевой [1957], Н.В. Покровской [1956, 1958], И.Т. Журавлевой [1960], Н.П. Суворовой [1956, 1960], Л.Н. Репиной и В.В. Хоментовского [1959], В.Е. Савицкого и др. [1959], получают признание и за пределами СССР.

Вместе с тем многие важные стратиграфические вопросы общего и регионального характера остаются еще недостаточно разработанными, требуется уточнение объема ряда основных стратиграфических подразделений, нуждаются в де-

* Решение МСК по стратиграфическим схемам Сибири // Бюл. МСК. 1958. № 1 (принято по материалам Межвед. совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири, 1956 г.).

тализации крупные подразделения обширных площадей платформы. Уже самые последние исследования на севере Сибирской платформы и в пределах Алданского щита показали необходимость внесения существенных дополнений и изменений в унифицированную схему кембрия, в частности, в трактовку объема алданского яруса и его зонального расчленения [Савицкий и др., 1959]. Вносятся изменения в существующие представления о соотношении типового разреза нижнего кембрия Алданского щита и Саяно-Алтайской складчатой области, в представлении о стратиграфическом содержании верхнего кембрия и т. д.; предложена более детальная схема среднего кембрия Якутии [Покровская, 1958].

Поэтому первоочередной задачей дальнейшего изучения кембрия Сибирской платформы является ее дальнейшее биостратиграфическое уточнение, расширение региональных границ новых подразделений до объединения в единой схеме Сибирской платформы и геосинклинальных областей Сибири, обоснование зональной стратиграфической схемы всех подразделений системы. С этой целью должны быть еще более усилены работы по монографическому изучению огромной фауны трилобитов, играющей определяющую роль в стратиграфии кембрия; в первую очередь это сейчас касается трилобитов алданского яруса и особенно верхнего кембрия. Необходимо продолжить сравнительное стратиграфическое изучение археоциат, которые после исследований И.Т. Журавлевой [1960] приобрели совершенно новое значение в стратиграфии кембрия, и пересмотреть истинное значение некоторых “археоциатовых горизонтов”, поскольку не все из них имеют реальный стратотипический смысл (например, “кенядинский горизонт”, который правильнее всего было бы изъять из употребления).

Для комплексной палеонтологической характеристики кембрия необходимо также развернуть работы по изучению гиолитид, гастропод, беззамковых брахиопод, дендроидей и водорослей – прежде всего нестроматолитового типа. Наконец, необходимо изучение разнообразных проблематических остатков, которые могут играть существенную роль при корреляции древнейших горизонтов кембрия, слабо или совсем не охарактеризованных фауной.

Вторая задача состоит в постановке специальных сравнительно-стратиграфических и палеонтологических исследований по нижнему кембрию, поскольку многие исследователи, подходящие с совершенно различных позиций, приходят к выводу о возможности или необходимости выделить нижний кембрий в самостоятельную систему [Журавлева, 1957, 1960; Покровская, Журавлева, 1960; Соколов, 1958; Шатский, 1952].

Эта проблема очень тесно связана с проблемой стратиграфического положения толщ, относимых к эокембрию (в данном случае кенелеканской серии и ее стратиграфических аналогов), и может быть рассмотрена на материалах Сибирской платформы с исчерпывающей полнотой. С установлением в последние два десятилетия огромной роли в истории Земли байкальских или ассинтских тектонических движений значение этой проблемы оказалось еще большим, чем предполагал А. Грабау [Grabau, 1936], впервые поставивший вопрос о необходимости отделения от собственно кембрия его нижнего отдела (такона).

Третья очень важная задача заключается в детализации стратиграфической схемы верхнего кембрия, обосновании его ярусного и зонального расчленения, приемлемого для всей платформы. Исследования, проведенные уже после 1956 г. в северных областях Сибирской платформы, открыли возможность использования для стратиграфии верхнего кембрия платформы трехчленной ярусной схемы верхнего кембрия Северной Америки [Демокидов, 1960; Савицкий и др., 1959; Савицкий, Лазаренко, 1958; и др.]. Углубление только что начатых исследований в этом направлении открывает интересные перспективы как для установления важной корреляции кембрийских отложений Сибири и Северной Америки, так и

для решения задачи стратиграфического расчленения верхнего кембрия самой платформы, которое в конечном счете, по всей вероятности, окажется отличным от северо-американского.

Нет сомнения, что при огромном количестве фауны и непрерывности разреза стратиграфическая схема верхнего кембрия Сибирской платформы будет иметь такое же значение, как и схемы нижнего и среднего отделов этой системы. Представляется, что верхнекембрийская схема Казахстана по своей полноте значительно уступит схеме Сибирской платформы.

На юге Сибирской платформы и в среднем течении Лены должны быть расширены специальные тематические работы по изучению стратиграфии верхоленской серии, относящейся к верхнему кембрию. Помимо дальнейшей разработки региональной схемы расчленения и корреляции ее (что сейчас осуществляется главным образом иркутскими геологами) очень важно увязать эту систему расчленения с намечающейся схемой для севера платформы. Другая важная практическая задача изучения верхоленской серии состоит в изучении региональных условий ее залегания, в изучении несогласия между нижним и верхним кембрием на юге платформы, которым значительно маскируется иной структурный план нижнекембрийского покрова.

Четвертая общая задача изучения стратиграфии и фауны кембрия Сибирской платформы состоит в том, чтобы дать наиболее полное биостратиграфическое и биогеографическое сопоставление кембрия Сибирской платформы с кембрием "классических" зоогеографических областей – Атлантической, Тихоокеанской и Южной. Накопленные материалы по изучению трилобитов и отчасти археоциат показывают необходимость ревизии сложившихся на этот счет представлений, а последние работы К. Локман-Болк и Вилсона [Lochman-Balk, Wilson, 1958] и советских стратиграфов открывают возможность совершенно иной биофациальной и зоогеографической типизации кембрийских фаун. Специальное изучение под этим углом зрения кембрийских фаун Сибирской платформы будет иметь значение, далеко выходящее за пределы Сибири; оно, несомненно, позволит в значительно большей степени согласовать биостратиграфические схемы Тихоокеанской и Атлантической провинций, чем это сделано сейчас американскими, английскими и скандинавскими исследователями.

ОРДОВИКСКАЯ СИСТЕМА

Основным итогом изучения стратиграфии ордовика Сибирской платформы явилось полное обоснование его как самостоятельной системы, расчленение на три отдела и создание первой ярусной схемы, предложенной О.И. Никифоровой [1955] и приложимой теперь ко всей территории платформы. Однако, как и схема кембрия, общая и корреляционная схемы ордовика Сибирской платформы нуждаются в дальнейшем усовершенствовании, так как не уточнено положение некоторых очень важных стратиграфических границ как в основании системы, так и между некоторыми ярусами, не обоснована корреляция и даже просто детальное расчленение ордовикских отложений в некоторых обширных областях, например, северо-восточного поля южного склона Анабарского щита, не детализирована в должной мере стратиграфия ордовика Вилюйской синеклизы, не решен вопрос о наддолборских отложениях верхнего ордовика, не закончена монографическая обработка ряда важнейших групп фауны.

Поэтому первоочередной задачей изучения стратиграфии ордовика Сибирской платформы является дальнейшая детализация и уточнение общей и корреляционной схемы ордовикских отложений и создание более дробной зональной схемы, которая могла бы служить надежной основой корреляции хотя бы основ-

ных фациальных областей севера, запада и юга платформы. В настоящее время эти работы уже начаты (выделение горизонтов, предложенное для ряда ярусов О.Н. Андреевой [1959]), но необходимо значительное усиление монографических исследований по палеонтологии. Богатейшая и разнообразная фауна ордовика сулит здесь такие же перспективы зональной стратиграфии, какие уже реализованы в кембрии. Наибольшее значение будут иметь результаты обработки брахиопод, кораллов, головоногих, граптолитов, мшанок, остракод, трилобитов, строматопороидей. Особенно важно усилить поиски граптолитов и закончить их обработку в первую очередь.

Особое значение приобретает вопрос о нижней границе ордовика. Непрерывность процесса осадконакопления в позднем кембрии и раннем ордовике, почти одинаково проявившаяся (хотя и в совершенно различных фациальных обстановках) на севере и на юге Сибирской платформы, вызывает большие, чисто региональные трудности в решении его. Эти трудности еще более усиливаются тем, что и в планетарном масштабе граница кембрия и ордовика не является точно фиксированной (проблема тремадока и его стратиграфических аналогов); К. Локман-Болк [Lochman-Balk, 1960] предложила, например, для определения этой границы в Северной Америке пять вариантов.

Решение этой задачи надо ставить как на примере соотношения верхоленской серии и усть-кутского яруса на юге платформы и в бассейне среднего течения Лены, так и на примере соотношения верхнего кембрия (возможного аналога яруса тремпило Северной Америки) и усть-кутского яруса (с многочисленными остатками *Finkelnburgia*, *Kuraspis* и т. д.) на севере Сибирской платформы. Нет сомнения, однако, что на успех можно рассчитывать именно в северных областях платформы, где имеется непрерывный полный разрез, хорошо охарактеризованный фауной. Весьма вероятно, что корреляцию этих отложений с отложениями тремпило и нижней частью канадского яруса Северной Америки приблизит нас к решению этого очень важного стратиграфического вопроса, что будет иметь значение и для самой Северной Америки, где стратиграфические аналоги нижнего тремадока, видимо, поглощаются ярусом тремпило.

Третья задача изучения ордовика Сибирской платформы состоит в выяснении истинного стратиграфического объема долборского яруса, являющегося в современной схеме ордовика единственным ярусом верхнего отдела. Характер фауны долборского яруса определенно свидетельствует о его принадлежности к нижней части отдела (по-видимому, эквивалентной верхнему карадоку), а поверхность долборского яруса почти повсеместно несет следы значительного размыва. Таким образом, возникает вполне естественное предположение, что в верхнем ордовике Сибирской платформы, как полноценном отделе системы, не хватает одного наиболее молодого стратиграфического подразделения, более или менее эквивалентного таким подразделениям, как цинциннатская серия Северной Америки, ашгилл Англии или верхняя половина верхнего ордовика прибалтийской схемы. Можно также утверждать, что здесь нет аналогов слоев поркуни Эстонии и "5b" Норвегии, которые в последнее время целым рядом исследователей относятся к самым верхам ордовикской системы.

Между тем в пределах Сибирской платформы есть по крайней мере два района, где переход от ордовика к нижнему силуру, возможно, является непрерывным, – это район среднего течения р. Лены (Лено-Вилуйская синеклиза), где макардовская свита без видимого несогласия сменяется меикской, и район северо-западного погружения платформы, где буровыми скважинами может быть вскрыт непрерывный разрез от ордовика к силуру, вероятно, в граптолитовой фации. Последний район представляет исключительный интерес для дальнейших

углубленных и детальных исследований, так как именно здесь мог бы быть выделен палеонтологически обоснованный недостающий член стратиграфической схемы верхнего ордовика.

Четвертая задача изучения ордовика заключается в необходимости установления соотношений региональной ярусной схемы Сибирской платформы с типовой схемой стратиграфии ордовика Англии. Весь успех этой корреляции будет зависеть от увязки стратиграфических подразделений ордовика платформы, выраженного преимущественно в карбонатной и отчасти терригенной фации, с ближайшими разрезами, характеризующимися появлением сланцевых толщ с граптолитами, так как только граптолиты, с их зональными видами, могут создать наиболее надежную базу для такой корреляции.

При решении этой очень важной задачи основное внимание необходимо сосредоточить также на северо-западном – Норильском районе, так как здесь уже появляются значительные граптолитовые пачки в разрезе ордовика, и в такой же мере (если не в большей) – на Таймыре, где сланцевые граптолитовые фации имеют очень широкое распространение и где возможна их корреляция с карбонатными отложениями, характеризующимися тем же типом бентонной фауны, что и на Сибирской платформе. Таким образом, ближайшая задача состоит в проведении сравнительно-стратиграфических исследований по ордовику Таймыра и Сибирской платформы. Весьма вероятно, что положительное решение этой задачи поможет решить еще один важный вопрос увязки стратиграфической схемы ордовика Северной Америки с эталонной схемой Англии; попытка такой увязки, предпринятая в 1954 г. американскими исследователями (под общим руководством Твенхофела), не увенчалась успехом.

СИЛУРИЙСКАЯ СИСТЕМА

Силурийская система является единственной из нижнепалеозойских систем Сибирской платформы, к которой удалось применить типовую схему единого расчленения. В пределах силура на всей этой территории были выделены ярусы ландоверийский, венлокский и лудловский. Новое заключается в том, что силурийская система в целом впервые была расчленена на два отдела, а лудловский ярус разделен на два самостоятельных яруса – ниже- и верхнелудловский. Обобщение новых данных по стратиграфии силурийских отложений Сибирской платформы, предложенное О.И. Никифоровой [1955] в виде общей корреляционной схемы, получило одобрение и в настоящее время широко используется.

Очередной задачей в области дальнейшего изучения стратиграфии силура Сибирской платформы является детализация и уточнение уже созданной схемы, решение ряда корреляционных вопросов, обоснование некоторых междуярусных границ. Особенно важным является переход к более детальному расчленению ярусов на зоны или горизонты, которые бы стали основой корреляции силурийских отложений в пределах всей платформы. Для успешного решения этой задачи необходимо прежде всего усилить монографические палеонтологические исследования и в первую очередь довести до публикации уже давно начатые работы по брахиоподам, кораллам, головоногим, граптолитам, трилобитам, строматопороидеям и некоторым другим группам, имеющим пока второстепенное значение; среди последних, вероятно, окажутся важными эвриптериды для ландоверийских отложений Виллюйской синеклизы и верхневенлокских–лудловских севера и запада платформы.

Вторая задача заключается в постановке специальных исследований по обоснованию границы ландоверийского и венлокского ярусов. Несмотря на обилие и разнообразие фауны в этих отложениях, граница, определяющая двухъярусное расчленение нижнего силура, во многих случаях не может быть принята в каче-

стве четко обоснованной. В этом отношении нужны очень серьезные комплексные биостратиграфические исследования с охватом всех групп фауны, которые позволили бы вскрыть переломные моменты в истории развития различных групп фауны. Необходимо тщательно согласовать эту границу с границей лландовери и венлока в типовой схеме Англии.

Третья, быть может, самая главная задача изучения силура Сибирской платформы состоит в решении проблемы лудловского яруса, стоящей сейчас в двух аспектах: в обосновании развития лудловских отложений в западной части платформы, поскольку слои с *Protathyris didyma* Dalm. могут лишь условно относиться к нижнелудловскому ярусу, а также в обосновании нижней границы лудлова вообще и расчленения его на два яруса в северных районах платформы. Особый интерес здесь должны привлечь мощные гипсоносная и пестроцветная свиты верхнего силура на севере платформы, очень скудно пока охарактеризованные фауной (преимущественно остракод). Необходима постановка очень тщательных поисков фауны в верхнем силуре и специальное изучение его границ на больших площадях.

В настоящее время можно с уверенностью сказать, что новая идея расчленения лудловского яруса на два самостоятельных яруса на материалах Сибирской платформы не получила большого подкрепляющего материала, хотя в других областях СССР она находит подтверждение. Этот вопрос имеет сейчас для Сибири принципиальное значение и должен решаться совместно с вопросом о границе силура и девона.

Четвертая задача заключается в сопоставлении биостратиграфической схемы силура Сибирской платформы с биостратиграфическими схемами Англии, прибалтийских стран и Северной Америки, но она может быть выполнена только на базе хорошо подготовленного монографического изучения всей фауны и в первую очередь на широком использовании для этих целей граптолитов и наутилоидей. Разработка этой проблемы должна наиболее полно выявить зоогеографическую специфику силурийской фауны Сибирской платформы и объяснить причины резких зоогеографических различий в условиях формирования соответствующих провинций в ордовике и в силуре.

Несомненно, одной из важнейших наиболее общих задач региональных исследований в области стратиграфии нижнего палеозоя Сибири является увязка биостратиграфических схем нижнего палеозоя Сибирской платформы с соответствующими схемами смежных складчатых областей Саяно-Алтайской зоны и всей Северо-Восточной Азии.

Опыт работы по биостратиграфии палеозоя Русской платформы показывает, что существенное значение при решении ряда общих и региональных стратиграфических вопросов имеют параллельные работы по составлению литолого-фациальных (и палеогеографических) карт по минимальным, но четко очерченным стратиграфическим срезам, которые характеризуют соответствующий стратиграфический горизонт как геологическое тело со всеми особенностями его фациальной и литологической характеристики. Нет сомнения, что, преследуя свои собственные цели, эти карты (и особенно работа над их составлением) окажутся исключительно ценными для решения многих вопросов стратиграфии нижнего палеозоя Сибирской платформы.

ЛИТЕРАТУРА

Андреева О.Н. Стратиграфия ордовика Ангаро-Окинского района // Материалы Всесоюз. науч.-иссл. геол. ин-та. Вып. 23. Л., 1959.

Вологдин А.Г. Взаимоотношение кембрийских и синийских отложений в пределах Сибирской платформы и ее окраин // Тез. докл. Межведом. совещ. по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. Л., 1956.

- Вологдин А.Г. Кембрий Советского Союза // Acta Paleont. Sinica. 1957. Vol. 5, N 2.
- Вологдин А.Г. Палеонтологическое обоснование выделения синия в пределах Восточной Сибири // Сов. геология. 1961. № 5.
- Демокидов К.К. Обиостратиграфическом расчленении верхнего отдела кембрийской системы в пределах Советской Арктики // Труды НИИГА. 1960. Т. 111.
- Драгунов В.И. К вопросу о выделении и расчленении синийских отложений на Сибирской платформе // Труды Междуведом. совещ. по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири (Докл. по стратиграфии докембрийских отложений). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958.
- Журавлева З.А., Комар В.А., Чумаков Н.М. Стратиграфические соотношения Патомского комплекса с осадочными отложениями западного и северного склонов Алданского шита // Докл. АН СССР. 1959. Т. 128, № 5.
- Журавлева И.Т. Археоциаты, их развитие и стратиграфическое значение // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1957. № 3.
- Журавлева И.Т. Археоциаты Сибирской платформы. М.: Изд-во АН СССР, 1960.
- Журавлева И.Т. Археоциаты Сибири и их значение для стратиграфии нижнего кембрия // XXI сессия МГК. Докл. сов. геологов. Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. М., 1960.
- Келлер Б.М., Казаков Г.А., Крылов И.Н. и др. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1960. № 12.
- Косыгин Ю.А. Типы основных структурных элементов земной коры в позднем докембрии // Геология и геофизика. 1961. № 1.
- Королюк И.К. Расчленение кембрия и докембрия Восточной Сибири по строматолитам // XXI сессия МГК. Докл. сов. геологов. Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. М., 1960.
- Лермонтова Е.В. Нижнекембрийские трилобиты и брахиоподы Восточной Сибири. М.: Госгеолиздат, 1951.
- Лунгерсгаузен Г.Ф. Следы оледенений в позднем докембрии Южной Сибири и Урала и их стратиграфическое значение // XXI сессия МГК. Докл. сов. геологов. Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. М., 1960.
- Наумова С.Н. Спорово-пыльцевые комплексы рифейских и нижнекембрийских отложений СССР // XXI сессия МГК. Докл. сов. геологов. Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. М., 1960.
- Никифорова О.И. Новые данные по стратиграфии и палеогеографии ордовика и силура Сибирской платформы // Материалы ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1955. Вып. 7.
- Никифорова О.И. Схема стратиграфического расчленения ордовика и силура Сибирской платформы // Тез. докл. Межвед. совещ. по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. Л., 1956.
- Покровская Н.В. Унифицированная схема стратиграфии кембрия Сибирской платформы // Тез. докл. Межведом. совещ. по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. Л., 1956.
- Покровская Н.В. Агностиды среднего кембрия Якутии. Ч. I // Труды Геол. ин-та АН СССР. 1958. Вып. 16.
- Покровская Н.В., Журавлева И.Т. О выделении нижнего кембрия в самостоятельную геологическую систему // XXI сессия МГК. Докл. сов. геологов. Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. М., 1960.
- Полевая Н.И. и др. Определение абсолютного возраста осадочных и вулканогенных формаций // XXI сессия МГК. Докл. сов. геологов. Определение абсолютного возраста дочетвертичных формаций. М.: Изд-во АН СССР, 1960а.
- Полевая Н.И., Мурина Г.А., Казаков Г.А. Определение абсолютного возраста осадочных пород по глауконитам // Сов. геология. 1960б. № 7.
- Притула Ю.А. Вопросы геологии и нефтегазоносности юга Сибирской платформы // Труды ВНИГРИ. 1958. Вып. 126.
- Рейтлингер Е.А. Атлас микроскопических органических остатков и проблематики древних толщ Сибири // Труды Геол. ин-та АН СССР. 1959. Вып. 25.
- Рейтлингер Е.А. Микроскопические органические остатки и проблематика древних толщ юга Сибирской платформы // XXI сессия МГК. Докл. сов. геологов. Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. М., 1960.
- Ретина Л.Н., Хоментовский В.В. К стратиграфии нижнего кембрия // Изв. вузов. Геология и разведка. 1959. № 10.

- Савицкий В.Е., Демочкидов К.К., Кабаньков В.Я. и др.* Стратиграфия синийских и кембрийских отложений северо-востока Сибирской платформы // Труды НИИГА. 1959. Т. 101.
- Савицкий В.Е., Лазаренко Н.П.* Новые данные к биостратиграфии верхнекембрийских отложений северо-восточной части Сибирской платформы (Сухонский и Котюндинский прогибы) // Сб. трудов по палеонтологии и биостратиграфии. Вып. 7. Л.: НИИГА, 1958.
- Салон Л.И.* Стратиграфия докембрия Байкальской горной области // Труды Междуведом. совещ. по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири (Докл. по стратиграфии докембрийских отложений). М.; Л., 1958.
- Салон Л.И.* История геологического развития докембрийской геосинклинальной системы байкалид // XXI сессия МГК. Докл. сов. геологов. Стратиграфия и корреляция докембрия. М.; Л., 1960.
- Семихатов М.А.* Стратиграфия рифейских и нижнекембрийских отложений Енисейского края и распределение в них столчатых строматолитов: Автореф. дис. ... М., 1961.
- Соколов Б.С.* Проблема нижней границы палеозоя и древнейшие отложения досинийских платформ Евразии // Труды ВНИГРИ. 1958. Вып. 126.
- Соколов Д.И.* Краткое начертание горных формаций по новейшему состоянию геологии // Горный журн. 1831. Ч. IV, кн. V.
- Соколов Д.И.* Курс геогнозии. Ч. II. СПб, 1839.
- Суворова Н.П.* Трилобиты кембрия востока Сибирской платформы. Вып. 1: Протолениды // Труды Палеонтол. ин-та АН СССР. 1956. Т. LXIII.
- Суворова Н.П.* Трилобиты кембрия востока Сибирской платформы. Вып. 2: Оленелиды – Грануляриды // Труды Палеонтол. ин-та АН СССР. 1960. Т. LXXXIV.
- Тимофеев Б.В.* Находки спор в кембрийских и докембрийских отложениях Восточной Сибири // Докл. АН СССР. 1955. Т. 105, № 3.
- Тимофеев Б.В.* Споры и фитопланктон протерозоя и раннего палеозоя Евразии // XXI сессия МГК. Докл. сов. геологов. Дочетвертичная микропалеонтология. М.: Госгеолтехиздат, 1960.
- Чернышева Н.Е.* К вопросу о расчленении кембрийских отложений Сибирской платформы // Сов. геология. Сб. 55. 1957.
- Шатский Н.С.* О границе между палеозоем и протерозоем и о рифейских отложениях Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5.
- Шатский Н.С.* Принципы стратиграфии позднего докембрия и объем рифейской группы // XXI сессия МГК. Докл. сов. геологов. Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. М., 1960.
- Asklund B.* Le probleme Cambrien–Eocambrien dans la partie centrale de Caledonides suédoises // Relat. entre précambrien et cambrien. Paris: CNRS, 76. 1958.
- Glaessner M.F., Daily B.* The Geology and Late Precambrian Fauna of the Ediacara Fossil Reserve // Rec. S. Austr. Mus. 1959. Vol. XIII, N 3.
- Grabau A.W.* Palaeozoic Formations in the Light of the Pulsation Theory. Vol. 1. Taconian and Cambrian Pulsation System. Peking, 1936.
- Lochman-Balk Chr.* Upper Cambrian-Lower Ordovician Boundary in Montana // USA Rep. of the Twenty First Session Int. Geol. Congr. Norden, 1960. Pt. VIII. Late Pre-Cambrian and Cambrian Stratigraphy. Copenhagen, 1960.
- Lochman-Balk Chr., Wilson J.L.* Cambrian Biostratigraphy in North America // J. Paleontol. 1958. Vol. 32, N 2.
- Termier H., Termier G.* L'ediacarien, premier étage paléontologique // Rev. gén. Sci. pures et appl. 1960. T. 67, N 3–4.
- Twenhofel W.H.* Chairm, Correlation of the Ordovician Formations of North America // Bull. Geol. Soc. Amer. 1954. Vol. 65, N 3.

ВЕНДСКИЙ КОМПЛЕКС (ВЕНД) И ПРОБЛЕМА ГРАНИЦЫ ДОКЕМБРИЯ И ПАЛЕОЗОЙСКОЙ ГРУППЫ*

Вендский комплекс отложений был установлен в 1950 г. как самое молодое региональное стратиграфическое подразделение верхнего докембрия Русской платформы [Соколов, 1952, 1956; Sokolov, 1958]. Он непосредственно предшествует нижнему кембрию (балтийский комплекс), тесно с ним связан и образует наиболее обширный по площади распространения докембрийский осадочный покров платформы, значительно превосходя в этом отношении площади распространения двух других более древних комплексов чехла – сердобского (каратауского, или верхнерифейского) и иотнийского (нижне-среднерифейского). Вендский комплекс вскрыт на Русской платформе многими сотнями глубоких скважин, и везде обнаружено его залегание непосредственно на породах кристаллического фундамента или на отложениях подстилающих комплексов верхнего докембрия. В основании повсеместно наблюдается четкий перерыв.

Пока мы не располагали достаточным количеством точных данных о изотопной датировке возраста неизмененных платформенных и миогеосинклинальных отложений верхнего докембрия, обычно именуемых в СССР синийскими, рифейскими или верхнепротерозойскими, казалось, что сердобский и вендский комплексы более или менее эквивалентны синию Китая и, по крайней мере, верхней половине рифея Урала [Шатский, 1952; Schatsky, 1958, 1960]. Работы по изотопной геохронологии последних лет и особенно широкое использование для этой цели глауконита [Полевая, Казаков, 1961; Полевая, 1963; Казаков, Полевая, 1958; Казаков, 1963] потребовали, однако, коренного пересмотра ранее сложившихся представлений о стратиграфии и корреляции верхнего докембрия СССР, Китая и других стран, основанных на использовании обычного метода сравнительного историко-геологического анализа.

Мы пока еще не уяснили истинного смысла возникших противоречий между привычными геологическими представлениями и новыми данными изотопных возрастов осадочных толщ верхнего докембрия (например, резкое несоответствие по сравнению с фанерозоем между сравнительно небольшими мощностями осадочных толщ верхнего докембрия и огромными отрезками геологического времени). Возможно, наше доверие к абсолютному значению полученных цифр несколько преувеличено. Но вместе с тем большое количество совпадений, устойчивость хронологической последовательности цифр в различных, нередко значительно удаленных районах и определенное соответствие между коррелируемыми датами и историко-геологическими событиями заставляют с величайшим вниманием отнестись к ядерному геохронологическому контролю.

* Геология докембрия. М., 1964. С. 135–150. (Междунар. геол. конгр. XXII сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 10).

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВЕНДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Европейская часть СССР

Стратотипическим районом развития вендского комплекса является северо-западная (прибалтийская) часть Русской платформы – от Белоруссии до Карельского перешейка. Вендский комплекс имеет здесь очень четкие нижнюю и верхнюю границы, отвечает совершенно самостоятельному этапу осадконакопления и превосходно коррелируется на всей площади Русской платформы. Особенно резко эти черты геологической самостоятельности вендского комплекса выявились при последних обобщениях по палеогеографии Русской платформы и ее геосинклинального обрамления [Атлас, 1960; Sokolov, 1962].

Комплекс имеет следующий состав (снизу вверх):

1. *Вольнская серия*. В стратотипическом разрезе на Волыни представлена горбашевской свитой (аркозовые песчаники и гравелиты) и берестовецкой свитой (туффиты, туфогенные песчаники, песчаники и алевролиты с синхронным развитием основных эффузивов и их туфов). Общая мощность до 230–330 м, местами до 500 м. Теперь установлено широкое распространение вольнской эффузивно-осадочной серии от Приднестровья и Волыни до Пачелмского прогиба. Эти отложения тесно связаны с гдовской свитой вышележащей валдайской серии, к которой они ранее относились. Вольнская серия повсеместно с резким перерывом залегает на кристаллическом фундаменте или на отложениях верхнего рифея (серии сердобская, полесская и др.). Представляется, что так называемая пачелмская серия Пачелмского прогиба [Клевцова, 1963; и др.] довольно близка по своему стратиграфическому положению вольно-валдайским отложениям; ее абсолютный возраст 690–650 млн лет (по глаукониту). Встречаются остатки растительной ткани и споры.

2. *Валдайская серия*. Основное, наиболее выдержанное и нередко единственное подразделение комплекса, поэтому ее название часто считается синонимом вендского комплекса. Отчетливо делится на две свиты: гдовскую, соответствующую нижневалдайскому циклу осадконакопления (от типичных гдовских аркозовых песчаников и гравелитов до тонкослоистых алевролитов и глин), и котлинскую, соответствующую верхневалдайскому циклу осадконакопления (от песчаников и алевролитов до типичных ламинаритовых глин, обычно зеленовато-серого цвета, с пачками ленточного строения). Мощность колеблется от нескольких десятков метров до 500–900 м.

Для ламинаритовых глин верхней части валдайской серии и их аналогов имеются многочисленные определения абсолютного возраста: 560, 590, 605 млн лет. Валдайская серия имеет богатейший и очень характерный комплекс спор, содержит остатки водных растений типа *Laminarites antiquissimus* Eichw. и более редко – остатки проблематичных пелагических организмов, медузоидных, трилобитоморфных, следы деятельности червей.

Таким образом, вендский комплекс в целом представлен совершенно нематаморфизованными породами, заключающими пачки грубообломочных и вместе с тем тонкослоистых пород, напоминающих ленточные глины; его общая мощность от 120–150 до 500–600 м, местами превышает 1000 м. Древнейшая фауна нижнего кембрия содержится только в верхах вышележащей балтийской серии, а в ее низах встречаются лишь многочисленные остатки *Sabellidites* и, несомненно, родственные им, но более крупные кольчатые червеобразные организмы с хитиновыми оболочками. Г. Скупин (1928 г.) уже для этих отложений допускал докембрийский возраст. Залегание вендского комплекса и кембрия является совершенно согласным.

Новые данные показали: 1) древнейшие слои осадочного чехла Русской платформы и Уральской миогеосинклинали имеют возраст почти на миллиард лет более древний, чем подошва кембрия; 2) рифей Урала, синий Китая и так называемый синий комплекс Сибири более или менее близки по своему возрасту и отвечают верхней части протерозоя (интервал $1550-550 \pm 50$ млн лет); 3) важнейшие рубежи сино-рифейской (верхнепротерозойской) истории определяются устойчивыми уровнями: 1600–1500 млн лет (граница фундамента и древнейших отложений чехла, т. е. двух основных структурных ярусов додино-рифейских платформ), около 1000 млн лет (нижняя граница каратауской серии Урала, сердобской серии Русской платформы, кильдинской серии гиперборейя Мурманской области, т. е. подошва верхнего рифея в его современном понимании), 650–600 млн лет (нижняя граница вендского комплекса и его стратиграфических аналогов, в большинстве случаев с резким перерывом в основании), около 550 млн лет (подошва кембрийской системы), около 540 млн лет для синих глин Прибалтики и около 550 млн лет для кессюсинской свиты Оленекского поднятия.

Полученные данные, если они не заключают в себе какого-то общего дефекта, позволяют сделать два очень важных вывода. Во-первых, ни синий, ни рифей при установленном для них возрастном объеме не могут быть отнесены к палеозойской группе; не может быть отнесена к палеозою и верхняя часть рифея, так как при всей близости к палеозою каратауской, сердобской, кильдинской серий и таких же аналогов, как нижний спарагмит Норвегии или, возможно, байкальская серия Восточной Сибири, мы не имеем оснований опускать нижнюю границу палеозоя до 1000 млн лет. Во-вторых, вендский комплекс может соответствовать только части синия или рифея как подразделений верхнего докембрия; венд – не эквивалент синия, и только при отсутствии данных об абсолютном возрасте того или другого можно было говорить об их близости и одинаковом тяготении к палеозою.

Венд – совершенно особое подразделение в стратиграфической шкале пограничных отложений верхнего докембрия и палеозоя, и он действительно в историко-геологическом отношении, скорее, является уже палеозойским образованием, чем еще протерозойским, хотя формально это подразделение докембрийское и, следовательно, верхнепротерозойское. Защищая на протяжении ряда лет принадлежность синия к палеозойской группе, автор прежде всего исходит из структурно-геологических особенностей венда Русской платформы, из палеозойского типа его седиментационных обстановок.

В настоящее время эквиваленты венда, часто под тем же названием, установлены во многих областях на территории СССР: на Урале, Сибирской платформе, в Саяно-Алтайской складчатой области, на юге Азиатской части СССР. Уже в первых наших работах с вендским комплексом сопоставляется верхний спарагмит Скандинавии, содержащий тиллиты.

Позднее именно эти отложения были выделены из состава спарагмитовой группы Б. Асклундом [Askund, 1958] под названием варяжской серии (Varegian), которую только и следует считать эокембрийской. Таким образом, венд точно соответствует эокембрию в его узком понимании, получившим распространение после работ У. Хольтедаля [Holtedah, 1958, 1961].

Проведенные в последние годы исследования на востоке СССР и в ряде других стран ясно показывают, что отложения, соответствующие вендскому комплексу Русской платформы, представляют собой одно из наиболее четких подразделений среди осадочных толщ позднего докембрия и что венд в палеогеографическом и палеонтологическом отношении характеризует вполне определенный и очень важный этап геологической истории.

Бесспорным стратиграфическим аналогом вендского комплекса на севере Русской платформы (зона п-ова Среднего, Рыбачьего и о-ва Кильдин) является верхняя часть гиперборья, к которой относятся волоковая серия Б.М. Келлера и Б.С. Соколова [1960], и, вероятно, отложения п-ова Рыбачьего (с явно докембрийскими показателями абсолютного возраста), в которых В.З. Негруца открыл недавно остатки гигантских медузоидных организмов.

На юго-западе Русской платформы (бассейн р. Днестр) с вендским комплексом уверенно сопоставляются каменная (аналог вольнской серии), могилевская и ущицкая свиты, соответствующие валдайской серии и характеризующиеся таким же комплексом спор, проблематических остатков организмов и такими же данными об абсолютном возрасте. На востоке платформы многие относят к венду верхнебаблинскую серию, а на Урале – ашинскую серию (575–600 млн лет), чурочную свиту (620–685 млн лет) и укскую свиту с органическими остатками юдомского типа (615–620 млн лет). Все они с резким перерывом залегают на подстилающих отложениях; ашинская серия включалась Н.С. Шатским в состав рифейской группы, Б.М. Келлер с соавт. [1960] считают ее особым подразделением, тяготеющим уже к палеозою.

Прошедшее в конце 1962 г. в Ленинграде Всесоюзное совещание по стратиграфии верхнего докембрия и палеозоя Русской платформы показало, что за истекшие 12 лет накопился огромный материал по отложениям венда и что венд прочно вошел в стратиграфическую шкалу как одно из наиболее широко распространенных и обоснованных стратиграфических подразделений самых верхов докембрия. По своему характеру это отложения эопалеозойские, а по объему, своеобразию геологических событий и продолжительности (около 100 млн лет минимум) они отвечают этапу, соизмеримому с геологическим периодом. Некоторые исследователи [Муратов и др., 1962; и др.] включают вендские отложения Русской платформы в состав кембрия. С таким заключением трудно согласиться, но оно подчеркивает палеозойские особенности венда.

Сибирь и Дальний Восток

Уже к 1956 г. для территории Сибири накопился столь обширный материал по отложениям верхнего докембрия, что возникла необходимость обособления почти не метаморфизованных или слабо метаморфизованных толщ верхнего докембрия чехла Сибирской платформы и Саяно-Алтайской складчатой области в самостоятельный комплекс, получивший название синийский по аналогии с синием Китая. В дальнейшем в результате многочисленных региональных работ, новых обобщений, изучения палеонтологического материала и данных по абсолютной геохронологии удалось в той или иной мере расчленить этот комплекс, построить его корреляционные схемы и определить возраст в границах от 1550 до 550 млн лет. Важнейшие научные выводы из результатов исследований были сделаны на совещании по стратиграфии отложений позднего докембрия Сибири и Дальнего Востока в 1962 г. в Новосибирске (В.И. Драгунов, К.К. Демочкидов, М.А. Жарков, З.А. Журавлева, Г.И. Кириченко, Вл.А. Комар, Ю.А. Косыгин, М.Л. Лавров, В.Д. Мац, А.А. Предтеченский, В.Е. Савицкий, Л.И. Салоп, М.А. Семихатов, А.М. Смирнов, Т.Н. Спичарский, Н.М. Чумаков, В.А. Ярмолюк и др.).

На основе проведенных работ удалось наметить вариант первой схемы единого расчленения отложений верхнего докембрия Сибири и Дальнего Востока. Здесь также могут быть выделены три комплекса, более или менее близкие трем основным комплексам рифея Урала [Келлер и др., 1960], и четвертый самый верхний комплекс, занимающий промежуточное положение и аналогичный, по мнению Б.М. Келлера и Б.С. Соколова [1962], вендскому комплексу Русской плат-

формы. Это название теперь уже многие применяют как единое для СССР, хотя некоторые исследователи предпочитают называть аналоги венда Сибири юдомским комплексом, салаирской серией или системой (эокембрийскими) в собственном смысле, помещая его в состав палеозоя (В.Д. Мац и др., 1962).

Вендские отложения Сибири на территории Сибирской платформы почти всеми исследователями относились ранее к кембрию, к его нижнему, алданскому ярусу или к так называемому докембрийскому палеозою, а в пределах складчатых сооружений – к верхнему докембрию или верхнему протерозою. Широкая трактовка объема алданского яруса, объединившего отложения, практически лишенные фауны (толбинский подъярус), и отложения с богатейшей фауной нижнего кембрия, уже давно создала определенный кризис в стратиграфии нижнего отдела кембрийской системы Сибири. Обособление промежуточных (вендских) отложений решает один из важнейших вопросов этого кризиса, позволяя в большинстве случаев однозначно на прочной палеонтологической основе определить нижнюю границу кембрия.

Вендские отложения Сибирской платформы в отличие от тех же отложений Русской платформы представлены более разнообразным комплексом пород. Здесь развиты различные терригенные толщи грауваккового типа (юг и юго-запад платформы и ее миогеосинклинальное обрамление), своеобразные тиллитоподобные толщи (Енисейский кряж), толщи различных карбонатных пород, покрывающих обширные площади древних щитов – Алданского и Анабарского. Они характеризуются широким распространением своеобразной ассоциации проблематических органических остатков (IV комплекс [Журавлева, 1961]), строматолитов, спор, первыми находками рангеид [Соколов, 1961]. Эти отложения залегают непосредственно под слоями, содержащими сабеллитиды балтийской серии Русской платформы, что еще более определенно ставит их на один стратиграфический уровень с вендом Европейской части СССР. Хорошо подтверждают такую корреляцию и новые определения возрастных отношений $^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$ в глауконитах осадочных толщ позднего докембрия.

На юге Сибирской платформы к самому молодому комплексу отложений позднего докембрия должны быть отнесены терригенная ушаковская свита и по крайней мере нижняя часть мотской. Мотская свита имеет трехчленное строение, характеризуется сложными взаимоотношениями с ушаковской свитой и содержит в своей верхней половине *Sabellidites* ex gr. *cambriensis* Yan. Эта ее часть, по-видимому, эквивалентная усть-тагульской свите Бирюсинского Присяянья, вне всякого сомнения должна быть сопоставлена с синими глинами Прибалтики и принадлежит древнейшим слоям нижнего кембрия. Открытие В.У. Петраковым многочисленных остатков *Sabellidites* ex gr. *cambriensis* Yan. в нижней части платоновской свиты позволяет уверенно фиксировать нижнюю границу кембрия и много севернее – в пределах Туруханского поднятия.

Вполне вероятная принадлежность нижней части мотской свиты к верхнему докембрию подкрепляется и определениями ее абсолютного возраста (609 млн лет). Нижние слои ушаковской свиты, везде трансгрессивно залегающей на байкальской серии или (внутренние районы Иркутского амфитеатра) непосредственно на фундаменте Сибирской платформы [Писарчик, 1963], должны иметь еще более древний возраст.

В пределах отрезка времени между эпохой формирования байкальской серии и появлением древнейших раннекембрийских сабеллитидовых фаун полностью укладывается комплекс таких отложений, как карагасская и оселковская свиты восточного Присяянья, чингасанская (тасеевская) серия зоны Енисейского поднятия, порохтахская (верхнетолбинская) свита северо-западного склона Алданского щита, юдомская свита восточного склона Алданского щита, старореченская

свита окраин Анабарского поднятия, вероятно, вся хорбусуонкская серия Оленекского поднятия, а также, в пределах складчатой зоны юга Сибири, основная часть енисейской серии Кузнецкого Алатау и Горной Шории, ангульская и анастасьинская свиты внутренней зоны Восточного Саяна и многие другие. Совершенно естественно, что объемы этих стратиграфических подразделений в той или иной мере различны, но все они, как нам представляется, принадлежат одному крупному и самому позднему этапу предкембрийского осадконакопления.

Корреляция карбонатных толщ этих разрезов хорошо контролируется данными палеоальгологии: свидетельством их позднекембрийского возраста служат, кроме сказанного, такие, например, данные, как возраст около 650 млн лет щелочной предъюдомской интрузии, находка *Charnia* эдиакарского типа в хорбусуонкской серии Оленекского поднятия, развитие тиллитоподобных образований (вороговская свита) в Енисейском кряже и ряд других. При всем разнообразии взглядов на возраст и корреляцию этих отложений обращает на себя внимание, что абсолютное большинство исследователей определяют их как эокембрийские, эопалеозойские, собственно синийские (т. е. надпротерозойские), как самые молодые отложения дооленеллусового возраста. Поэтому вполне естественно сопоставлять их с вендом Русской платформы и Урала.

Китай

Синийские отложения занимают в Китае такое же место, что и рифей в СССР. В их корреляции возможны некоторые расхождения, но общность положения осадочных серий синия и рифея в стратиграфической шкале, одинаковое участие в формировании древнейшего осадочного чехла платформы, однотипность их формаций в докембрийских миогеосинклинальных прогибах, последние данные изучения строматолитов и споровых комплексов и, наконец, имеющиеся сведения по абсолютному возрасту – все это свидетельствует о большой близости синия и рифея, объединяет их в рамках огромного, но единого геологического этапа. В последние годы синий Китая подвергся широкому и разностороннему изучению. Создана совершенно новая литература по его стратиграфии, палеогеографии, геологической истории. Более определенно решается вопрос о допалеозойском в целом характере синия, хотя и сейчас еще многие китайские исследователи вслед за А. Грабау [Grabau, 1922] рассматривают синий как первую систему палеозойской группы [Древнейшие породы..., 1962]. Дискуссионным остается вопрос о границе синия и кембрия даже в стратотипическом разрезе в районе Пекина [Чен Юй-чи, 1960].

После Всекитайской стратиграфической конференции (1959 г.) в Китае приняты две системы расчленения синия: трехчленное для Северного Китая (Sn_1 , Sn_2 , Sn_3 или Z_1 , Z_2 , Z_3)*, опирающееся на описанный Гао Чжень-си и другими [Као et al., 1934] стратотип Яньшанской миогеосинклинали (уезд Цзисянь, провинция Хэбэй), и двухчленное для Южного Китая (Sna , Snb или Za , Zb), опирающееся на платформенный разрез района ущелий Янцзы, хорошо известный со времени работ Ли Сы-гуана [Lee, 1924]. Эти системы подразделений точно между собой не сопоставлены, однако существует убедительное представление, что Sna и Snb Южного Китая соответствуют только верхнему синию Северного Китая – серии Цзиньбайкоу.

В районе ущелий Янцзы синийские отложения трансгрессивно залегают на породах фундамента и представлены двумя свитами (снизу вверх).

* Новый индекс Z происходит от китайского названия системы “Zhendan” (женьдань), эквивалентного санскритскому названию “синий”.

1. Свита Наньто: а) песчаники Наньто аркозового и кварцевого составов, мощность от 0 до 140 м; б) тиллиты Наньто, содержащие обломки кварцевых диоритов, прорывающих Хуанлинский комплекс фундамента; мощность – от 0 до 80 м.

2. Свита Дэнин: а) сланцы, песчаники и известняки Доушаньто темно-серого и коричневого цвета, мощность – 120 м; б) известняки Дэнин серого цвета, мощность – 560 м.

Выше согласно, но с незначительным перерывом залегают нижнекембрийские сланцы свиты Шипай, содержащие доредлихиевую фауну трилобитов, т. е. древнейшую фауну раннего кембрия. Это обстоятельство, а также то, что базальные горизонты свиты Наньто содержат обломки кварцевых диоритов с возрастом 800–700 млн лет, позволяют считать, что хорошо коррелируемый синий Южного Китая является очень молодым подразделением верхнего докембрия и значительно меньшим по своему объему, чем синий стратотипического района. По целому ряду структурных, формационных и возрастных особенностей он наиболее близок вендскому комплексу СССР и эокембрию Скандинавии.

В Яньшанской зоне, как и во всем Северном Китае, самым молодым подразделением синия является серия Цзиньбайкоу (верхний синий стратотипа в Цзи-сяне), с которой хорошо коррелируются все северные разрезы верхнесинийских отложений, подстилающие нижнекембрийские свиты Маньтоу и Хоуцзяньшань (с *Hyolithes* и обоидами). В состав серии Цзиньбайкоу входят две свиты (снизу вверх).

1. Свита Сямалин, представлена кремневой брекчией и кослоистыми кварцевыми песчаниками в основании, которые сменяются пестроцветными темными сланцами, напоминающими бумажные; залегает повсеместно с резким размывом на известняках свиты Телин с обильными строматолитами типа *Gymnosolen*; мощность – от 120 до 700 м.

2. Свита Цзинэрюй, представлена пестроцветными мергелями, массивными известняками и доломитизированными тонкослоистыми известняками; залегает согласно или местами с незначительным размывом; мощность – от 130 до 280 м.

Выше трансгрессивно залегают нижнекембрийские сланцы Маньтоу, местами с базальным конгломератом.

Основным препятствием для сопоставлений этой верхнесинийской серии Северного Китая с вендским комплексом СССР является полученная недавно в СССР цифра абсолютного возраста свиты Цзинэрюй – 900 ± 100 млн лет (по глаукониту), что вместе с тем препятствует сопоставлению верхнего синия Северного Китая и с синием Южного Китая (Sna и Snb), так как последний вряд ли древнее 700 млн лет в самых нижних своих горизонтах.

Установленному возрасту свиты Цзинэрюй придается сейчас большое значение [Келлер и др., 1960]. Только на этом основании считается, что в синийском разрезе Яньшанской зоны нет аналогов верхнего рифея и что этот разрез неполноценен как стратотип отложений верхнего докембрия для Азии. Такое заключение представляется, однако, преждевременным. Цифра 900 ± 100 млн лет для самой молодой свиты синийского разреза Китая находится в таком очевидном противоречии со всеми геологическими данными, что ее нельзя пока принимать для серьезных выводов. Принятие указанного возраста для кровли синия Северного Китая поставило бы нас перед проблемой объяснения грандиозного предкембрийского перерыва продолжительностью 400 млн лет, так как нижнекембрийская свита Маньтоу, непосредственно перекрывающая известняки Цзинэрюй, имеет возраст 500 ± 100 млн лет. Оно неизбежно привело бы к выводу о вероятном отсутствии аналогов синия стратотипического разреза на юге Китая и о коренном различии геологической истории Южного и Северного Китая в синийском этапе.

Вместе с тем мы не видим ни малейших следов различия в степени изменений пород свиты Цзинэрюй и свиты Маньтоу, несмотря на якобы существовавший между ними перерыв в сотни миллионов лет: эти породы являются одинаково свежими. Китайские исследователи неоднократно указывали на обнаружение ниже поверхности перерыва проблематических остатков фауны, а Б.В. Тимофеевым из серии Цзиньбайкоу в 1962 г. описан типично вендский комплекс спор. Дискуссия китайских стратиграфов сводится сейчас лишь к вопросу, где проводить границу между кембрием и синием: в основании свиты Маньтоу, в основании свиты Цзинэрюй или в основании свиты Сямалин, так как крупный перерыв, сопровождаемый местами угловым несогласием, располагается только на этом уровне. Именно поэтому серия Цзиньбайкоу понимается многими исследователями как переходная между кембрием и синием.

Такой характер имеет и вендский комплекс в СССР. Вероятная принадлежность серии Цзиньбайкоу к венду подкрепляется и тем, что нижележащие отложения так называемого среднего и нижнего синия представляются вполне эквивалентными основному разрезу рифея Уральской миогеосинклинали. Во всяком случае, верхняя половина серии Цзисянь, начинающаяся отложениями самой крупной на протяжении синия Умишаньской трансгрессии и венчающаяся известняками свиты Телин, удивительно близка к предвендской каратауской серии Урала и Русской платформы, также трансгрессивной и наиболее распространенной. Подкупает в этой аналогии и то, что абсолютный возраст древнейших отложений этих серий укладывается в один из самых устойчивых в позднем докембрии возрастных рядов – около 1000 млн лет (1040 млн лет для свиты Умишань). Необходимо также отметить большое корреляционное значение столбчатых строматолитов типа *Gymnosolen*, приуроченных к каратауской серии и ее стратиграфическим аналогам и типичных для известняков свиты Телин.

Таким образом, напрашивается вывод, что стратиграфическими аналогами венда в Китае являются Sna и Snb Южного Китая, характеризующиеся широким распространением тиллитов и тиллитоподобных образований, и верхний синий (серия Цзиньбайкоу) Северного Китая, который рассматривается многими китайскими стратиграфами как промежуточное образование между синием и кембрием. Ван Юэ-лунь (1936) считает, что “синий” Южного Китая расположен выше синия Северного Китая (“переходная свита”), и относит его к палеозою.

Скандинавия и Арктика

Классическим разрезом позднего докембрия Скандинавии является разрез спарагмитовой группы Южной Норвегии (равен гиперборю северных областей), многократно сопоставлявшийся с разрезами синия, рифея и инфракембрия и действительно занимающий четкое стратиграфическое положение между иотнием (или породами фундамента) и древнейшими отложениями нижнего кембрия [Holtedahl, 1958, 1961; Askund, 1958]. Спарагмитовые отложения резко делятся на два подразделения: нижнюю спарагмитовую серию (равна эсмарку Г. Розендалля [Rosendahl, 1945]) и верхнюю, или эокембрий в новом понимании норвежских геологов, равную варяжской серии Б. Асклунда [Askund, 1958]. Соответствие нижней серии каратауской серии европейской части СССР, а верхней – вендскому комплексу уже давно обосновывалось [Соколов, 1952; Sokolov, 1958].

В состав варяжской серии или собственно эокембрия входят: 1) красный спарагмит Мёльв, содержащий тиллиты – многочисленные конгломераты и красноцветные аркозовые песчаники – 350 м; 2) сланцы Экре, представленные тонкослоистыми зелеными и красными глинистыми сланцами и песчаниками – 50 м; 3) серый песчаник Вердаль (местами отсутствует) – 250 м; 4) кварцевые песчаники Рингзакер – 500 м. Последние залегают под песчаниками с *Discinella holsti*,

трансгрессивно перекрывают нижележащие отложения варяжской серии и, возможно, уже относятся к нижнему кембрию. По решению конгресса 1956 г. норвежские геологи рассматривают эокембрий как базальную часть кембрия.

Через Северную Норвегию (область Варангер-фьорда) и береговую зону Кольского полуострова отложения варяжской серии и верхнего гиперборея легко сопоставляются с вендом Русской платформы. Очень близка к венду по комплексу спор [Timofeev, 1960] и формация Визингсё, Швеция.

Аналогичное положение между гренландием (группа залива Эолеоноры), который соответствует рифею Урала, и древнейшими слоями нижнего кембрия занимают тиллитоносные отложения Гренландии. Они с несогласием залегают на гренландии и тесно связаны с нижним кембрием; их мощность достигает 500–1000 м [Katz, 1961; Haller, 1961; и др.]. Несомненно относятся к венду и отложения “ледникового периода” нижней части верхнего Хекла-Хук, о-в Шпицбергена (группа Полярисбрин); они сопоставляются с тиллитоносными отложениями Варангера и непосредственно покрываются отложениями нижнего кембрия [Harland, 1961].

Австралия и другие страны

Превосходное представление о стратиграфии верхнего докембрия (протерозоя) Австралии дает недавняя сводка М. Глесснера и Л. Паркина [Glaessner, Parkin, 1958]. Эти отложения известны здесь под названием системы Аделаиды, покоящейся на древнем фундаменте и совершенно согласно перекрытой нижнекембрийскими известняками с археоциатами, гиолитидами и другой фауной. Система Аделаиды расчленяется на три серии: 1) Торренс, 2) Стерт, трансгрессивно ее перекрывающую, с тиллитами в основании и 3) Марино, в основании которой также местами наблюдаются тиллиты, а в верхней части непосредственно под археоциатовыми известняками залегают кварцевые песчаники Паунд.

В этих песчаниках в районе старого рудника Эдиакара (к востоку от оз. Торренс) открыта одно из интереснейших фаун позднего докембрия, ставшая теперь хорошо известной благодаря исследованиям М. Глесснера [Glaessner, Daily, 1959; Glaessner, 1960, 1962]. Мощность песчаников колеблется от 600 до 3000 м. Паундское местонахождение медузоидных организмов, рангеид и аннелид близ Эдиакара дало основание Термье [Termier H., Termier G., 1960] выделить древнейший палеонтологический ярус – эдиакарский и рассматривать его как особое подразделение эокембрия.

Нет сомнения, что по своему стратиграфическому положению и взаимоотношению с кембрием песчаники Паунд (эдиакарий) вполне соответствуют венду СССР. Замечательно, что это сопоставление подтверждается теперь и находками в хорбусуонкской серии Оленекского поднятия руководящих для эдиакарского яруса рангеид рода *Charnia*. Возможно, что к венду должна быть отнесена вся серия Марино. Во всяком случае, о сравнительно молодом возрасте двух верхних серий системы Аделаиды позволяет судить определение абсолютного возраста предстертских ураноносных гранитов, показавших возраст 890–700 млн лет.

В Южной Африке положение, аналогичное венду и эдиакарию, занимает система Нама, образующая спокойно лежащий на фундаменте трансгрессивный комплекс песчаников, строматолитовых известняков, сланцев и тиллитов общей мощностью до 1500 м [Houghton, Martin, 1956]. Из нижней части этой системы (песчаники Куибис) уже давно известны рангеиды и другие остатки организмов позднего докембрия. В Северной Африке, в Марокко, близкое положение занимает серия Адуду [Choubert, 1958] – верхний инфракембрий. По крайней мере в верхней части, постепенно связывающей строматолитовые известняки серии Адуду с нижним кембрием, она отвечает венду. Эти отложения, несомненно, не древнее 630–600 млн лет (орогения Катанги).

Исключительный интерес для стратиграфии отложений позднего докембрия представляет виндийская система Индии. Из нее уже описан ряд находок остатков проблематических организмов, в частности, из нижней серии Семри (ферморииды, столбчатые строматолиты, водоросли). Это обстоятельство позволяет предполагать, что верхние серии виндия могут оказаться кембрийскими, а нижняя часть – вендом и верхним рифеем. Было бы очень важно использовать для определения абсолютного возраста нижнего виндия глауконит из песчаников, подстилающих ротасский горизонт с проблематикой, которая сейчас вызывает много толков [Mirsa, 1949; Howell, 1956; и др.].

Несомненны стратиграфические аналоги венда и в Северной Америке. Для примера можно указать серию Виндермир в миогеосинклинали Кордильер [King, 1959]. Она с несогласием залегает на Белте, имеющем возраст не моложе каратауской серии Урала (верхний рифей), и сменяется нижним кембрием (абсолютный возраст 531 млн лет). Кинг называет эпоху формирования этой серии эокембрийской. Она соответствует липалийскому интервалу (эозою). С серией Виндермир связывают абсолютный возраст – 620 млн лет.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕНДА

Приведенный обзор позволяет сделать несколько важных выводов общего характера. Прежде всего комплекс рассмотренных отложений занимает во всех стратиграфических разрезах совершенно определенное положение: он непосредственно подстилает древнейшие слои нижнего кембрия, охарактеризованные гиолитидами, примитивными гастроподами, беззамковыми брахиоподами, сабеллидитами, археоциатами и трилобитами. Эта фауна поражает неожиданностью своего появления и, как показывают данные по Сибири, Западной Европе, Австралии и Северной Африке, имеет довольно строгую последовательность.

Будучи безусловно “дооленеллусовыми”, эти отложения образуют один из наиболее устойчивых осадочных комплексов в верхнем докембрии, являясь самыми молодыми в таких крупных подразделениях, как синий, рифей, система Аделаиды, спарагмитовая группа, инфракембрий, протерозой в его широком смысле.

Самостоятельность этого комплекса очень полно характеризуют венд Русской платформы и Урала, чингасанская серия Енисейского края, ушаковская свита и нижняя часть мотской свиты Иркутского амфитеатра, хорбусуонкская серия Оленекского поднятия (и другие их эквиваленты на Сибирской платформе), свиты Наньто, Доушаньто и Дэнин (т. е. Sna–Snb) Южного Китая и, вероятно, верхний синий Северного Китая, варяжская серия или эокембрий Скандинавии и Арктики, эдиакарский ярус, а может быть и вся серия Марино Австралии, система Нама Южной Африки, верхний инфракембрий Северной Африки и многие другие. Необходимо приложить еще много усилий, чтобы уяснить истинные корреляционные отношения этих подразделений, но главное сейчас заключается в том, что в целом все они принадлежат единому геологическому этапу.

Замечательно, что физически наиболее отчетливо выражена нижняя граница этих отложений; почти во все случаях на древних платформах она знаменуется перерывом, резким географическим несогласием; в геосинклинальных условиях наблюдаются как угловое несогласие, так и непрерывные переходы. Вполне естественно, что такая резкость предвендской границы отражает трансгрессивный характер всего комплекса и вместе с тем свидетельствует о ее более или менее значительной асинхронности.

Вендские отложения образуют один из наиболее устойчивых и наиболее обширных по площади географического распространения элементов осадочного чехла древних платформ. Физически они скорее тяготеют к кембрию, чем к любым

подстилающим образованиям докембрия. Представляется, что вендом начинается новый этап геологической истории, а не завершается предшествующий. Отсутствие настоящей кембрийской фауны и в то же время тесная историко-геологическая связь с палеозоем, несомненно, явились основной причиной таких определений этих отложений, как эокембрий, эопалеозой, верхний инфракембрий, докембрийский палеозой и т. д.

Вендские отложения характеризуются весьма разнообразными типами осадочных толщ: аркозовыми песчаниками и конгломератами, граувакками, кварцевыми песчаниками, известняками, доломитами, различными глинистыми и карбонатными сланцами. Терригенный тип отложений преобладает и заметно отличает венд от более древних отложений верхнего докембрия с его мощными доломитовыми сериями, джеспилитами, кремнистыми сланцами.

Особое внимание обращают на себя так называемые тиллиты и тиллитоподобные образования, широко связанные с вендом или эокембрием (Скандинавия, Гренландия, Русская платформа, Урал, Енисейский кряж, Байкало-Патомское нагорье, Южный Китай, Южная Австралия, Южная Африка и др.). Несомненно, что хотя бы частично эти отложения имеют ледниковую природу. Весьма вероятным свидетельством вендской ледниковой эпохи являются также своеобразные толщи ленточных глин и сланцев типа ламинаритовых глин Русской платформы. Многие исследователи придают ледниковым образованиям эокембрия важное стратиграфическое значение [Лунгерсгаузен, 1960; Holtedahl, 1961].

По изотопной датировке возраста вендские отложения укладываются в довольно определенный отрезок времени. Судя по новым данным по Русской и Сибирской платформам и по Северной Америке, нижние горизонты кембрия имеют возраст 520, 530, 540, 550 млн лет. Поскольку этими датировками определяются слои, заключающие древнейшую руководящую фауну раннего кембрия, мы можем принять 550 млн лет за рубеж кембрия и позднего докембрия.

Расположенные ниже этого рубежа вендские (эокембрийские) отложения имеют на разных стратиграфических уровнях следующие определения, млн лет: 560, 590, 605 (ламинаритовые глины венда Русской платформы), 690–660 (пачелмская серия), 620 (укская серия Южного Урала), 685–570 (ашинская и чурочная свиты Урала), 609 (нижняя мотская свита Прибайкалья), 675 (туркутская свита Оленекского поднятия), 570–600 (нижний виндий Индии); они моложе 650 млн лет на Дальнем Востоке (юдомская свита), вероятно, не древнее 700 млн лет в Южном Китае и 650–620 млн лет в Африке. В некоторых случаях (например, в Северном Китае, на юге Сибири) имеются определения и более значительного возраста, но эти цифры редки, плохо согласуются с геологическими представлениями и нуждаются в проверке. Наиболее вероятный возрастной объем венда заключен в пределах 650–550 млн лет.

В палеонтологическом отношении венд резко отличается как от кембрия, так и от более древних протерозойских, рифейских и синийских отложений. С ним связан самый богатый и совершенно особый комплекс спор древних растений, получивший название вендского [Тимофеев, 1959] или эокембрийского [Наумова, 1960]. Его характеризуют своеобразные гладкие или шагреново-ячеистые крупные формы; гистрихосфериды приобретают значение только с кембрия. С.Н. Наумова считает этап развития спороносной растительности венда равноценным геологическому периоду.

С вендом, кроме того, связана оригинальная группа водных растений *Laminarites* и своеобразных “водорослей” с шишками, открытых на западе Русской платформы Е.П. Брунс.

Особое место занимают строматолиты, представленные родами *Stratifera*, *Paniscollenia*, *Colleniella*, *Irregularia* и др. [Королюк и др., 1962]. Для этого комплек-

са, отличного от строматолитов кембрия и верхнего рифея, характерно исчезновение обширной группы столбчатых строматолитов типа *Gymnosolen*. Важнейшим новым дополнением является также микропроблематика: катаграфии (*Vesicularites*, *Vermiculites* и др.) и онколиты (*Osagia minima* Zhur.), изучаемые З.А. Журавлевой [1961].

Животный мир венда значительно беднее, однако он очень специфичен и представлен главным образом пелагическими бесскелетными организмами. Из вендских отложений Русской платформы сейчас известны новые представители, вероятно, рангеид (*Vendia* Keller, gen. n.); своеобразная группа морщинистых сферических организмов, напоминающих *Charniodiscus* Ford.; многочисленные скопления мелких, судя по отпечаткам, очень эластичных, сфероидальных форм типа *Beltanella*; гигантские медузоиды, сабеллитоморфные организмы, следы жизнедеятельности червей и различные проблематические образования животного происхождения. Из венда Сибирской платформы известны хорошо сохранившиеся остатки *Charnia* Ford. (рангеиды), медузоидных организмов, аннелид, проблематичных археоциатоморфных *Suvorovellidae* [Вологдин, Маслов, 1960]. Своеобразные протоархеоциаты открыты К.В. Радугиным [1962] и в позднем докембрии Восточного Саяна.

За пределами СССР эти группы фауны известны теперь уже по многим местонахождениям в Австралии, Южной Африке, Англии и других странах. Особый интерес среди них представляют австралийская фауна Эдиакара, превосходно изученная М. Глесснером (1959–1962), и фауна системы Нама в бассейне р. Оранжевая, описанная Г. Гюрихом [Gürich, 1933]. А. и Ж. Термье [Termier H., Termier G., 1960] совершенно справедливо обращают внимание на руководящее значение в составе этой фауны рангеид, открытых теперь и в венде СССР.

Становится совершенно очевидным, что вендский комплекс Русской платформы имеет свои стратиграфические аналоги по всему земному шару и что в целом эти отложения должны быть обособлены в крупное самостоятельное стратиграфическое подразделение планетарного характера. Это подразделение можно было бы назвать эокембрием, если бы такое название автоматически не влекло за собой представления о его принадлежности к кембрийской системе (что и подтвердили норвежские геологи в 1956 г.) и если бы эокембрий не получил в литературе разнообразного толкования. По этой причине нельзя рекомендовать и название эопалеозой. Остается, таким образом, выбор только из региональных названий с учетом основных качеств стратотипических разрезов. Представляется, что название венд, используемое в СССР более десятилетия, могло бы оказаться в этом отношении наиболее приемлемым. Другое возможное название – эдиакарий, но это подразделение, установленное в 1960 г. как эокембрийский палеонтологический ярус, не получило достаточно ясного геологического обоснования нижней границы.

По причинам формального характера и в силу существующей традиции венд нельзя сейчас включить ни в состав кембрия, что заставило бы продлить кембрийский период до 150–160 млн лет и вызвало бы много других трудностей, ни в состав палеозоя, что потребовало бы ревизии принципов стратиграфической классификации палеозойской группы. Хотя, как уже отмечалось выше, именно с венда начинается новый этап геологического развития, и венд правильнее всего было бы считать древнейшим подразделением палеозоя, его особой системой.

Ранее в качестве такого дополнения палеозойской группы рекомендовалось введение синийской, рифейской или инфракембрийской системы. Однако успехи ядерной геохронологии показали, что тогда пришлось бы нижнюю границу палеозоя опустить до 1000 или 1500 млн лет, и на всех древних платформах и в миогеосинклиналях относить к палеозою весь протерозой, так как практически синорифейский чехол платформ и протерозой миогеосинклинальных зон являются

образованиями одного и того же возрастного этапа – раннего неохрона. Вполне очевидно, что такое заключение было бы ошибочным.

Венд с его достаточно четким хронологическим и историко-геологическим ограничением более всего теперь отвечает условиям выделения новой системы (индекс V). Положение на стыке двух важнейших рубежей геологической истории делает особенно интересным его дальнейшее изучение.

ЛИТЕРАТУРА

Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы и ее геосинклинального обрамления. Ч. 1.: Поздний докембрий и палеозой. М.; Л.: Госгеолтехиздат, 1960. 55 с.

Ван Юэ-лунь. К вопросу о границе синия с кембрием в Северном Китае // Acta Geol. Sinica. 1953. Vol. 43, N 2.

Вологдин А.Г., Маслов А.Б. О новой группе ископаемых организмов из низов юдомской свиты Сибирской платформы // Докл. АН СССР. 1960. Т. 134, № 3. С. 691–693.

Древнейшие породы Китая. Сб. статей / Под ред. Б.М. Келлера. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1962. 306 с.

Журавлева З.А. Онколиты и микропроблематика рифейских и нижнекембрийских отложений Якутии // Совещание по разработке стратиграфических схем ЯАССР. Л., 1961.

Казаков Г.А. Исследование пригодности глауконитов для определения абсолютного возраста осадочных пород. М.: ГЕОХИ АН СССР, 1963.

Казаков Г.А., Полевая Н.И. Некоторые предварительные данные по разработке после-докембрийской шкалы абсолютной геохронологии по глауконитам // Геохимия. 1958. № 4.

Келлер Б.М., Казаков Г.А., Крылов И.Н. и др. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1960. № 12. С. 26–41.

Келлер Б.М., Соколов Б.С. Поздний докембрий севера Мурманской области // Докл. АН СССР. 1960. Т. 133, № 5. С. 1154–1157.

Келлер Б.М., Соколов Б.С. Вендский комплекс – первое подразделение палеозойской группы // Совещание по стратиграфии отложений позднего докембрия. Новосибирск, 1962. С. 34–36.

Клевцова А.А. Поздний докембрий Пачелмского прогиба и других частей Русской платформы // Докл. АН СССР. 1963. Т. 150, № 3. С. 623–626.

Королюк И.К., Крылов И.Н. и др. Значение строматолитов для стратиграфии рифея // Совещание по стратиграфии отложений позднего докембрия Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1962.

Лунгерсгаузен Г.Ф. Следы оледенений в позднем докембрии Южной Сибири и Урала и их стратиграфическое значение // Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 97–108.

Муратов М.В., Микунов М.Ф., Чернова Е.С. Основные этапы тектонического развития Русской платформы // Изв. вузов. Геология и разведка. 1962. № 11.

Наумова С.Н. Спорово-пыльцевые комплексы рифейских и нижнекембрийских отложений СССР // Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 116–117.

Писарчик Я.К. Литология и фации ниже- и среднекембрийских отложений Иркутского амфитеатра (в связи с их нефтегазоносностью и соленосностью) // Труды ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1963. Т. 89. 346 с.

Полевая Н.И., Казаков Г.А. Возрастное расчленение и корреляция древних немых отложений по отношению $^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$ в глауконитах // Труды Лаборатория геол. докембрия АН СССР. Вып. 12. 1961. С. 103–122.

Полевая Н.И. Глауконит как индикатор геологического времени и шкала абсолютной геохронологии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1963.

Радугин К.В. О ранних формах археоциат // Материалы по геологии Западной Сибири. Вып. 63. Томск, 1962.

Совещание по стратиграфии отложений позднего докембрия Сибири и Дальнего Востока: Тез. докл. Новосибирск: Изд-во ИГиГ СО АН СССР, 1962.

Соколов Б.С. О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5. С. 21–31.

Соколов Б.С. Вендский комплекс или серия // Стратиграфический словарь СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1956а. С. 191. (Lexique stratigraphique international. Vol. II: USSR, fasc. 1. Paris, 1958).

- Соколов Б.С. Сравнительная характеристика доэйфельских отложений центральных и восточных районов Русской платформы // Геологический сборник. Л., 1956б. № 2. С. 36–77. (Труды ВНИГРИ; Вып. 95).
- Соколов Б.С. Основные вопросы додевонской стратиграфии Сибирской платформы // Геология и геофизика. 1961. № 10. С. 60–73.
- Тимофеев Б.В. Древнейшая флора Прибалтики и ее стратиграфическое значение. Л., 1959. 320 с. (Труды ВНИГРИ; Вып. 129).
- Чен Юй-чи. Стратиграфия докембрия Китая // Science Record. N. Ser. 1960. Vol. 4, N 4.
- Шатский Н.С. О древнейших отложениях осадочного чехла Русской платформы и об ее структуре в древнем палеозое // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 1. С. 17–32.
- Asklund B. Le probleme cambrien-eocambrien dans la partie centrale des Caledonides Suedoises // Relat. entre Precambrien et Cambrien. Paris: CNRS, 76. 1958.
- Choubert G. L'Adoudounien et le Precambrien III dans L'Anti-Atlas // Relat. entre Precambrien et Cambrien. Paris: CNRS, 76. 1958.
- Glaessner M.F. Precambrian fossils from South Australia // Rep. Twenty First Sess. Int. Geol. Congress. Pt. XXII. Copenhagen, 1960.
- Glaessner M.F. Pre-Cambrian Fossils // Biol. Rev. 1962. Vol. 37.
- Glaessner M.F., Parkin L.W. ed. The geology of South Australia (Adelaide, 1958) // J. Geol. Soc. Australia. Vol. 5. Pt. 2.
- Glaessner M.F., Baily B. The geology and late precambrian fauna of the Ediacara fossil reserve // Res. S. Aust. Mus. 1959. Vol. XIII, N 3.
- Grabau A.W. The Sinian System // Bull. Geol. Soc. China, 1922. Vol. 1, N 1–4.
- Gürich G. Die Kuibis-Fossilien der Nama Formation von Südwestafrika // Palaeont. Zeitschr. 1933. Bd. 15.
- Haller J. Account Caledonian orogeny in Greenland // Geol. of the Arctica / Ed. G.O. Raasch. Toronto, 1961. Vol. 1.
- Harland W.B. An outline structural history of Spitsbergen // Ibid.
- Holtedahl O. La sparagmite formation (Kjérulf) et l'eocambrien (Brögger) de la peninsule Skandinave // Relat. entre Precambrien et Cambrien. Paris: CNRS, 1958.
- Holtedahl O. The "Sparagmite formation" (Kjérulf) and "Eocambrian" (Brögger) of the Scandinavian peninsula // Кембрийская система, ее палеогеография и проблема нижней границы. Симпозиум XX МГК. Т. III. М., 1961.
- Houghton S.H., Martin H. The Nama System in South and South-West Africa // XX Congr. geol. int. El sistema Cambrico. Symposium. Mexico, 1956.
- Howell B.F. Evidence from fossils of the age of the Nivdhyan System // J. Paleont. Soc. India. Vol. 1. Lucknow, 1956.
- Kao C.S., Hsiung Y.H., Kao P. Preliminary notes of the Sinian Stratigraphy of North China // Bull. Geol. Soc. of China. 1934. Vol. XIII, N 2.
- Katz H.R. Late Precambrian to Cambrian stratigraphy in East Greenland // Geol. of the Arctica / Ed. G.O. Raasch. Toronto, 1961. Vol. 1.
- King Ph.B. The Evolution of North America. Princeton, 1959.
- Lee J.S. Geology of the Gorges District of the Yangtze from Yichang to Tsekuei with special reference to the Development of the Gorges // Bull. Geol. Soc. of China. 1924. Vol. III, N 3–4.
- Mirsa R.C. On organic remains from the Vindhyan (Pre-Cambrian) // Curr. Sci. 1949. N. 18.
- Rosendahl H. Precambrium-Eocambrium. Finmark. N. G. T. 25. 1945.
- Schatsky N.S. Les relations du cambrien avec le proterozoique et les plissements Baikalien // Relat. entre Precambrien et Cambrien. Paris: CNRS, 76. 1958.
- Schatsky N.S. Principles of Late Pre-Cambrian stratigraphy and the scope of the Riphean Group // Rep. Twenty-First Session Intern. Geol. Congress Pt. VIII: Late Pre-Cambrian and Cambrian Stratigraphy. Copenhagen, 1960.
- Sokolov B.S. Le problème de la limite inférieure du paléozoïque et les dépôts les plus anciens sur les plates-formes antésiniennes de L'Eurasie // Relat. entre Precambrien et Cambrien. Paris: CNRS, 76. Paris, 1958. P. 103–128.
- Sokolov B.S. The Pre-Devonian paleogeography of the Russian platform and some problems of stratigraphy // Symposiums-Band, 2. Intern. Arbeitstagung über die Silur/Devon-Grenze und die Stratigraphie von Silur und Devon. Bonn-Bruxelles, 1960. Stuttgart, 1962. P. 243.
- Termier H., Termier G. L'Ediacarien, premier etage paleontologique // Rev. gener. Scien. pur et appl. T. LXVII. Paris, 1960.
- Timofeev B.V. Sur la caracteristique micropaleontologie de la formation de Visingso // Géol. För. Förhandl. 1960. Bd. 82, H. 1. S. 28–42.

ГРАНИЦА СИЛУРИЙСКОЙ И ДЕВОНСКОЙ СИСТЕМ И ОБЪЕМ НИЖНЕГО ДЕВОНА*

Вопросы о границе силура и девона и об объеме нижнего девона, с его обеими границами, впервые стали предметом специального внимания Комиссии по стратиграфии МГК в 1960 г., когда на XXI сессии МГК в Копенгагене был создан Комитет по силуру-девонской границе и стратиграфии нижнего и среднего девона под председательством профессора Г.К. Эрбена (Н.К. Erben, ФРГ, Бонн). Однако хорошо известно, что проблема границы силура и девона и границы нижнего и среднего девона уже многие годы обсуждается в литературе, а с 1958 г. дважды становилась темой специальных международных симпозиумов. В сущности, именно эти симпозиумы и подготовили организацию названного комитета в составе Комиссии по стратиграфии МГК.

За прошедшие четыре года комитет проделал большую работу по привлечению более широкого внимания к стратиграфии пограничных отложений силура и девона. Он способствовал организации специальных коллоквиумов и исследований в ряде стран, публикации некоторых важных материалов. Вместе с тем еще далеко не все аспекты возникшей проблемы достаточно исследованы, и на прошедшей XXII сессии МГК в Нью-Дели комитет не мог предложить каких-либо определенных решений, кроме частных рекомендаций организационного характера.

Как и многие стратиграфические проблемы, проблема границы силурийской и девонской систем в значительной степени порождена региональной спецификой разреза стратотипической области. Эта специфика заключается в том, что в Южном Уэльсе (стратотипическая область силурийской системы) переход от силура к девону характеризуется резкой сменой фациальных обстановок и фаунистических комплексов, а в Девоншире, где была установлена девонская система, не вскрыто ее основание и не выяснены взаимоотношения девона с подстилающими отложениями. Кроме того, типовой областью ярусного расчленения девона оказалась не юго-западная часть Англии, а континентальная часть Европы, главным образом в пределах Арденн, где древнейший жединский ярус также не имеет контакта с силуром. Таким образом, Южный Уэльс *ipso facto* оказывается исходной областью всех наших рассуждений о границе силура и девона.

В самой стратотипической области проблема этой границы практически сводится к вопросу о положении даунтонского яруса и его объеме, иначе говоря, к вопросу о взаимоотношении лудловского и даунтонского ярусов. Как известно, Р. Мурчисон в 1835 г., устанавливая силурийскую систему и определяя ее границу с древними красноцветными породами, позднее отнесенными к девону, не указал этой границы с достаточной точностью. Только при выделении девонской системы А. Седжвиком и Р. Мурчисоном в 1839 г. рассматриваемая граница была определена по кровле пород, обычно именуемых (после работ Г. Эллиса и И. С-

* Проблемы геологии на XXII сессии Международного геологического конгресса. М.: Наука, 1966. С. 71–77.

лэтера [Elles, Slater, 1906]) “песчаниками Даунтонского замка”. Все отложения от кровли известняков Айместри до этих песчаников включительно Р. Мурчисон называл верхним лудлу. Однако именно они были в 1879 г. обособлены Лэпворсом в даунтонский ярус как самое молодое стратиграфическое подразделение силурийской системы.

Формальное следование приоритету должно было бы заставить нас снять всю проблему силурийско-девонской границы и стратиграфии пограничных отложений, так как сама граница, как мы видим, получила точное определение в стратотипе, а даунтонский ярус как эквивалент верхнего лудлу Р. Мурчисона был выделен определенно в составе силура. Но всякий стратотипический разрез, каким бы ни было его планетарное значение, вместе с тем является элементом региональной стратиграфии и может быть подвергнут соответствующей ревизии в связи с совершенствованием основ стратиграфического расчленения и корреляции. Поэтому мы не имеем права быть в претензии к английским геологам, которые в последующем отошли и от установленной Р. Мурчисоном границы силура и девона и от объема даунтонского яруса, принятого Лэпворсом. Предъявляя такую претензию исследователям стратотипической области, мы лишили бы и себя права разрабатывать региональную стратиграфию (а это первооснова всех стратиграфических исследований), опираясь на историко-геологический анализ. Именно последний привел современных английских геологов к выводу, что граница силура и девона должна быть проведена в подошве так называемой “костеносной брекчии лудлоу”, или “рыбного слоя” Р. Мурчисона [White, 1950; Holland et al., 1959; и др.], а даунтон соответственно сокращен за счет верхней его части до подошвы костеносных слоев.

Решающую роль в формировании этой новой концепции сыграли блестящие исследования Е. Уайта [White, 1950], посвященные изучению древнейших позвоночных “Old Red Sandstone” Уэльса, и совершенно прав В. Волмсли [Walmsley, 1962], утверждая, что доводы Е. Уайта пользуются сейчас всеобщей поддержкой. Вместе с тем нет сомнений, что четкость границы силура и девона, проведенной между верхними слоями Уайтклиф в современной трактовке К. Холланда, Дж. Лауссона и В. Волмсли [Holland et al., 1959] и костеносными слоями, нередко переходящими в фосфатизированный конгломерат, обусловлена резким изменением условий седиментации на этом рубеже (под влиянием процессов каледонского орогенеза) и вторжением совершенно новой фауны, связанной с континентальными водами. При рассмотрении сравнительно редкой морской фауны, заключенной в различных горизонтах даунтона, видно, что она имеет силурийское происхождение.

В недавней работе, характеризую стратотипический разрез даунтона Шропшира, С. Строу [Straw, 1962] дал его следующую палеонтологическую характеристику (сверху вниз):

Мощность, м

3. Красный даунтон – преимущественно пурпурные мергели с тонкими прослойками красного песчаника, содержащими остатки рыб 610

2. Серый даунтон, объединяющий:

б) тимсайдские сланцы – зеленые и пурпурные сланцы с прослойками песчаника и галечника, напоминающими базальную костеносную брекчию. Морская фауна: *Modiolopsis*, *Platyschisma*, крупные *Leperditia*, повсеместно встречаются *Lingula cornea*, эвриптериды и другие рыбы: *Hemicyclaspis* и *Thyestes*; а) песчаники Даунтонского замка – массивные, желтого цвета. Морская фауна: *Modiolopsis complanata*, *Platyschisma helicites*, *Lingula minima*, обильные остракоды из бейрихийд – *Kloedenia wilckensiana* и др. Здесь же встречаются костеносные слои и первые остатки наземных растений 12,2

1. Лудловские костеносные отложения – горизонт необычайно широкого горизонтального распространения, представленный массой мелких органических обломков, заключенных в песчаной породе. Морская фауна: *Chonetes striatellus*, *Dalmanella lunata*, различные виды *Lingula* и *Orbiculoidea*, *Fuchessella amigdalina*, *Platyschisma helicitis*, *Bellerophon trilobatus*, некоторые *Arthropoda*. Рыбы: *Thelodus*, *Cyathaspis*, *Sclerodus* 0,15–0,30

Различные остатки морских беспозвоночных широко характеризуют нижний даунтон и более южных районов Центрального и Южного Уэльса, поэтому С. Строу делает вполне естественный вывод, что, принимая костеносные отложения за основание девона в Уэльсе, придется признать, что “морская фауна беспозвоночных даунтона, хотя и ограниченная, скорее является силурийской, чем девонской” [Straw, 1962, p. 262].

Так обстоит дело с границей силура и девона и стратиграфией пограничных отложений этих систем в стратотипической области Уэльса. Но картина еще более осложняется, когда мы переходим к областям устойчивого морского режима на рубеже силура и девона, где не сказывалось существенного влияния каледонских движений и где морская лудловская фауна могла беспрепятственно развиваться. Здесь отложения, стратиграфически близкие даунтону Шропшира, характеризуются в еще большей степени типичной силурийской фауной беспозвоночных, и попытки проведения границы силура и девона в единой фациально и палеонтологически серии отложений многими исследователями воспринимаются как совершенно неоправданные.

Одной из типичных областей непрерывного морского осадконакопления в позднем силуре и раннем девоне является Баррандова мульда (Баррандиен чешских геологов). К этой области было привлечено специальное внимание в 1958 г., когда чешские стратиграфы организовали Первый международный симпозиум по стратиграфии силура и девона (труды его опубликованы в 1960 г.). На этом симпозиуме нашли широкое отражение довольно близкие взгляды советских и чешских стратиграфов о более высоком положении силурийско-девонской границы в морских разрезах, чем это принято в Англии, о необходимости деления силура на два отдела (советское предложение), о целесообразности двучленного деления морского верхнего силура и крайней затруднительности корреляции последнего с лудловским ярусом (серией) Шропшира.

В представлении многих советских стратиграфов, опиравшихся на изучение непрерывных морских отложений Подолии, Западного Урала, Средней Азии, Южной Сибири, двумя подразделениями верхнего силура являлись нижний и верхний лудлоу, связанные единым этапом развития морских беспозвоночных, но не эквивалентные лудловскому ярусу стратотипической области. Такая трактовка лудлоу была явным отклонением от статута стратотипа, но вполне понятной реакцией на казавшиеся непреодолимыми трудности корреляции разнофациальных отложений. Позднее, с прогрессом изучения граптолитов и других групп морской фауны, стало очевидным, что так называемый “нижний лудловский ярус” СССР более или менее близок к лудловской серии Шропшира в новой классификации К. Холланда, Дж. Лаусона и В. Волмсли [Holland et al., 1959], а “верхний лудловский ярус” должен быть выделен в особое подразделение, получившее название тиверского яруса (стратотип в бассейне р. Днестр, в объеме борщовского и чортковского горизонтов) [Никифорова, Обут, 1960].

Трудности корреляции со стратотипической областью заставили и чешских стратиграфов отказаться от использования названия “лудловский ярус” (sensu lato) применительно к баррандиену. Вместо него здесь непосредственно выше венлока были установлены буднянский и лохковский ярусы, а в составе нижнего девона – пражский и злиховский. Как в СССР, так и в Чехословакии при установлении

лохковского и тиверского ярусов (возможно, не вполне эквивалентных) как подразделений силура существенное значение придавалось тому обстоятельству, что морские бассейны континентальной Европы, Средней Азии и многих других областей земного шара в отличие от лудловского бассейна Англии характеризовались значительно более длительным существованием граптолитов – ведущей для зональной стратиграфии силура группы фауны. Руководящими для лохковского яруса являются *Monograptus uniformis*, *M. praehercynicus* и *M. hercynicus*, типичные и для тиверского яруса СССР. Их положение в стратиграфическом разрезе значительно более высокое, чем положение зоны *Monograptus leintwardinensis*, подстилающей слой Вайтклиф и являющейся самой молодой граптолитовой зоной в стратотипической области силура Англии.

Новые взгляды на положение силурийско-девонской границы и расчленение пограничных отложений, наиболее отчетливо сформулированные на Пражском симпозиуме в 1958 г. и развивавшиеся в последующие годы, встретили как сторонников, так и противников, особенно из числа лиц, защищавших принципиальную основу стратотипического канона. Поэтому уже через два года возникла необходимость организации нового Международного симпозиума по проблеме границы силура и девона и стратиграфии этих систем. Этот симпозиум состоялся в 1960 г. в Бонне и Брюсселе (труды его опубликованы в 1962 г.).

Уже ранее с достаточной определенностью было установлено, что жединский ярус Арденн (стратотип), обычно рассматриваемый как базальный ярус девонской системы, в нижней части эквивалентен лудловским слоям Вайтклиф [Lawson, 1962], а входящие в состав нижнего жедина сланцы Мондрепюи, содержащие первую морскую фауну, по ней и остаткам рыб хорошо коррелируются через серию промежуточных разрезов Па-де-Кале и юго-восточной окраины Англии с даунтонским ярусом Шропшира.

На Боннско-Брюссельском симпозиуме стало вполне очевидным, что с жединским ярусом хорошо коррелируется и лохковский ярус Средней Чехии [Walliser, 1962; и др.]. Находки *Monograptus hercynicus* в жедине и, возможно, нижнем зигене Западных Судет [Jaeger, 1964] и других областей еще более укрепили представление о существенной одновозрастности лохковского яруса и его аналогов, выраженных в чешском типе разреза, с жединским ярусом Арденн и Рейнских сланцевых гор. Такое резкое расширение корреляционного диапазона лохковского яруса и вообще отложений, содержащих остатки *Monograptus ex gr. hercynicus*, сближает их по стратиграфическому объему не только с даунтоном, но и с диттоном Уэльса, и с новых позиций подводит к давно оставленным в Англии взглядам Кинга [King, 1934] о необходимости повышения границы силура и девона до кровли диттона. Но этот вывод, по всей вероятности, не затрагивает тиверский ярус, поскольку чортковская ихтиофауна не выходит по возрасту за пределы нижнего жедина – нижнего диттона [Обручев, 1958].

Таким образом, опыт поисков рациональной границы между силуром и девоном в устойчивых морских фациях и использование для этой цели граптолитов не привели, как многие ожидали, к быстрому решению проблемы. Более того, возникли новые вопросы и разноречивые взгляды, а пути корреляции “морских” вариантов границы с принятой сейчас в стратотипической области фациальной границей по подошве лудловских костеносных слоев (Ludlow Bone Bed) не стали более ясными.

Поэтому на симпозиуме в Бонне и Брюсселе помимо принятой сейчас в Уэльсе границы, защищавшейся английскими стратиграфами как единственной отвечающей принципу историзма, обсуждались еще три варианта границы силура и девона: 1) по верхней границе зоны *Monograptus hercynicus* (основное предложение Пражского симпозиума); 2) по верхней границе зон *Monograptus ultimus* (что,

возможно, наиболее близко соответствует подошве лудловских костеносных слюев) и 3) по нижней или верхней границе зоны *Monograptus leintwardinensis* (самой верхней граптолитовой зоне стратотипического разреза).

Ни одному из этих вариантов не было отдано предпочтения, поэтому рекомендовано продолжить изучение проблемы с привлечением материала по земному шару. Также отмечено, что решение проблемы сильно усложняется тем, что до сих пор не существует признанных Международным геологическим конгрессом принципов проведения границ между различными системами. Надо сказать, что эти принципы не были приняты и на последней сессии МГК в Нью-Дели, хотя Комиссия по стратиграфии уже на XXI сессии МГК в Копенгагене (1961 г.) поставила перед Подкомиссией по стратиграфической терминологии задачу определения геологических систем. Проект по этому вопросу, подготовленный Хедбергом, опубликован в материалах Индийской сессии МГК [Hedberg, 1964].

На Пражском симпозиуме чешские геологи обосновали неприемлемость типовой рейнской схемы расчленения нижнего девона на жединский, зигенский и эмский (-кобленцкий) ярусы, так как в фациях Баррандиена (и аналогичных) возможно выделение только двух стратиграфических подразделений. Как уже упоминалось, в качестве этих двух подразделений выделены пражский и злиховский (примерно верхний эмс) ярусы. В связи с этим на Боннско-Брюссельском симпозиуме выявились разные подходы к вопросу о границе между нижним и средним девонem. Были рассмотрены три возможных варианта проведения этой границы: 1) по кровле злиховского известняка Средней Чехии (чешские и немецкие стратиграфы считают эту границу наиболее целесообразной); 2) по подошве злиховского известняка (хорошо выражена только в чешских и герцинских фациях) и 3) по подошве слоев Бюр Бельгии и их эквивалентов, т. е. зоны *Spirifer cultrijugatus* (граница принята бельгийскими и французскими геологами). Ни одной точке зрения также не было отдано предпочтения, и общим решением признана необходимость постановки коллективных исследований по корреляции бельгийских и немецких разрезов с удалением особого внимания кувену.

Результаты работы Боннско-Брюссельского симпозиума докладывались на XXI сессии МГК, и в соответствии с рекомендацией симпозиума в составе Стратиграфической комиссии МГК в 1960 г. был создан Комитет по силурийско-девонской границе и стратиграфии нижнего и среднего девона, в который от СССР вошли Д.В. Наливкин, О.И. Никифорова и Б.С. Соколов.

Как один из результатов деятельности этого комитета необходимо отметить организованный Стратиграфическим комитетом Франции Реннский коллоквиум по изучению нижнего девона и его границ (Ренн, 1964 г.). На коллоквиуме был отмечен значительный прогресс в области корреляции (на основе микро- и макрофауны) фациально однотипных отложений верхнего силура и нижнего девона Чехословакии, Польши и Северной Африки. Однако в сопоставлении этих отложений с арденнско-рейнскими фациями и прежде всего в сопоставлении лохковских и нижнежединских отложений прогресс менее значителен и требуются дополнительные исследования. Главной задачей было признано изучение типовой для нижнего девона области Арденн с постепенным выходом за ее пределы. Вопросу о границе нижнего и среднего девона внимания уделено было мало. В соответствии с рекомендацией Боннско-Брюссельского симпозиума эта тема успешно сейчас разрабатывается группой бельгийских геологов под руководством профессора М. Леконта. Ввиду большой важности исследований, проведенных в последние годы в Северной Африке, Реннский коллоквиум нашел необходимым просить доктора Олляра (Марокко), являющегося членом Комитета по силурийско-девонской границе, организовать аналогичное обсуждение в Марокко.

Как уже отмечалось, в Нью-Дели комитет не ставил перед собой задачи научного обсуждения проблемы границы силура и девона в стратиграфии пограничных отложений, но ему предстояло решить некоторые организационные вопросы, поставленные президентом Комиссии по стратиграфии МГК Л. Штермером и ее генеральным секретарем доктором Г. Хеннингсмуном в связи с вхождением этой комиссии в Международный союз геологических наук (МСГН – IUGS). В соответствии со статусом последнего комитету рекомендовано сократить число членов и разделиться на два самостоятельных комитета: один – по силуру, другой – по девону.

В результате выяснения мнений членов комитета* (Бельгия, Голландия, СССР, ФРГ, Чехословакия, Япония и др.) оказалось, что все они высказались против разделения комитета, по крайней мере до той поры, пока не будет решен вопрос о силурийско-девонской границе, ради установления которой и был образован комитет. Вместе с тем обсуждались предложения о выделении в составе комитета двух рабочих групп: силурийской и девонской, а также о создании трех самостоятельных комитетов: силурийского (председателем выдвигался доктор А. Мартинсон), девонского (председателем выдвигался профессор М. Леконт) и общего по силуродевонской границе (председатель профессор Г. Эрбен). Уже после сессии МГК профессор Г. Эрбен встретился в Осло с профессором Л. Штермером и доктором Г. Хеннингсмуном, которые согласились с сохранением единого комитета до решения основной его задачи и выделением в его составе двух рабочих групп под руководством доктора А. Мартинсона и профессора М. Леконта без увеличения количества членов (циркуляр комитета от 27 апреля 1965 г.).

Очередной Международный симпозиум по проблеме границы силура и девона и стратиграфии этих систем намечено провести в СССР в августе 1966 г. (Ленинград–Киев) с экскурсиями в Подолию и на Салаир. Значение этого симпозиума очень велико, тем более что он предшествует Международному симпозиуму по девонской системе, который организуется в сентябре 1967 г. в Канаде (Калгари).

ЛИТЕРАТУРА

Никифорова О.И., Обут А.М. К вопросу о границе силура и девона в СССР // Материалы к Совещанию по стратиграфии силура и девона (Бонн–Брюссель, 1960 г.): Докл. сов. геологов. Л., 1960.

Обручев Д.В. К биостратиграфии ихтиофаун нижнего и среднего палеозоя СССР // Сов. геология. 1958. № 11. С. 40–53.

Elles G.L., Slater I.L. The highest Silurian rocks of the Ludlow district // Quart. J. Geol. Soc. London, 1906. Vol. 62.

Hedberg H.D. Definition of geologic systems // Report of the XXII Session of Internat. Geol. Congr. Pt. 18. New Delhi, 1964. P. 5–26.

Holland C.H. The Ludlovian-Downtonian succession in Central Wales and Central Welsh Borderland // Symposium-Band der 2 Internat. Arbeitstagung über die Silur/Devon-Grenze und die Stratigraphie von Silur und Devon, Bonn–Bruxelles, 1960. Stuttgart, 1962.

Holland C.H., Lawson J.D., Walmsley V.G. A revised classification of the Ludlovian succession at Ludlow // Nature. 1959. V. 184. N 4692. P. 1037–1039.

Jaeger H. Symposium-Band der 2 Internat. Arbeitstagung über die Silur/Devon-Grenze und die Stratigraphie von Silur und Devon (Bonn–Bruxelles, 1960). Stuttgart, 1962.

Jaeger H. Monograptus hercynicus in den Westsudeten und das Alter der Westsudeten-Hauptfaltung // Geologie. 1964. Jg. 13. N. 3. S. 249–277.

* Из членов комитета на МГК приехали: проф. Г. Эрбен (Н.К. Erben, ФРГ), проф. Г. Гертнер (von Gaertner, ФРГ), проф. Т. Хамада (Т. Hamada, Япония), проф. М. Леконт (M. Lecompte, Бельгия), проф. Б.С. Соколов (СССР), доктор Хеннингсмуон (G. Henningsmoen, Норвегия), доктор Н. Спьялнэс (N. Spjeldnaes, Норвегия) и доктор А. Мартинсон (A.V. Martinsson, Швеция), но половина из них не могла принять участия в заседании комитета 19 декабря 1964 г.

King W. The Downtonian and Dittonian strata of Great Britain and North-Western Europe // Quart. J. Geol. Soc. London, 1934. Vol. 90, N 360. P. 462–525.

Lawson J.D. Stratigraphical boundaries // Sympoium-Band der 2 Internat. Arbeitstagung über die Silur/Devon-Grenze und die Stratigraphie von Silur und Devon (Bonn–Bruxelles, 1960). Stuttgart, 1962.

Lexique stratigraphique international. Vol. I: Europe. Fasc. 3a-V: Silurien, fasc. 3a-VI: Devonien. Paris, 1959–1961.

Prager Arbeitstagung über die Stratigraphie des Silurs und des Devons (1958). Leiter des Autorenkollektiv Dr. Josef Svoboda. Praha, 1960.

Straw S.H. The Silurian-Devonian boundary in England and Wales // Symposium-Band der 2 Internat. Arbeitstagung über die Silur/Devon-Grenze und die Stratigraphie von Silur und Devon (Bonn–Bruxelles, 1960). Stuttgart, 1962.

Symposium-Band der 2 Internat. Arbeitstagung über die Silur/Devon-Grenze und die Stratigraphie von Silur und Devon (Bonn–Bruxelles, 1960). H.K. Erben (Hrsg.). Stuttgart, 1962.

Walliser O.H. Conodontenchronologie des Silurs (-Gotlandiums) und des tieferen Devons mit besonderer Berücksichtigung der Formationengrenze // Symposium-Band der 2 Internat. Arbeitstagung über die Silur/Devon-Grenze und die Stratigraphie von Silur und Devon (Bonn–Bruxelles, 1960). Stuttgart, 1962.

Walmsley V.G. Upper Silurian-Devonian contacts in the Welsh Borderland and South Wales // Symposium-Band der 2 Internat. Arbeitstagung über die Silur/Devon-Grenze und die Stratigraphie von Silur und Devon (Bonn–Bruxelles, 1960). Stuttgart, 1962.

White E.I. The vertebrate faunas of the Lower Old red sandstone of the Welsh Borders // Bull. Brit. Mus. Natur. Hist., Geol. 1950. 1, N 3.

ПОЗДНИЙ ДОКЕМБРИЙ И ПАЛЕОЗОЙ СИБИРИ* (некоторые общие вопросы стратиграфии)

Палеонтологическая методика стратиграфии (био-стратиграфии) положена в основу всякого геологического картирования и тем самым определяет все развитие как региональной, так и общей геологии.

Н.С. Шатский

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Территория Сибири представляет исключительный интерес для решения важнейших вопросов современной стратиграфии, и многие из них уже получили ответы. Эта ее роль определяется структурным положением в пределах Евразийского материка (огромный Сибирский кратон и окаймляющие его области байкальской и более молодых складчатостей), разнообразием фациальных обстановок и режимов, характеризовавших формирование осадочных толщ и среду жизни геологического прошлого, и переплетением сложных биогеографических влияний, в условиях которых складывался органический мир древних бассейнов и континентальных пространств Сибири и развивался его своеобразный эндемизм.

Ниже будут затронуты только наиболее общие вопросы и положения, характеризующие роль Сибири в разработке биостратиграфических проблем докембрия и палеозоя и знаменующие наиболее важный итог деятельности многочисленных научных коллективов и сотен исследователей. Само собой разумеется, что этот обзор не претендует на полноту, и в нем не следует искать специального рассмотрения многих, даже значительных, исследований.

Как хорошо известно, современная общая хроностратиграфическая шкала, принятая как международный стратиграфический стандарт, разработана еще в прошлом веке главным образом на примере северо-запада континентальной части Европы и Великобритании. Она отражает многие специфические особенности хода геосинклинального развития этой сравнительно небольшой, но очень сложной территории и опирается на эволюцию органического мира Атлантической биогеографической области. На крайнюю узость этой базы для различных геологических синтезов уже обращал внимание С.Н. Бубнов, причислявший Западную Европу даже к числу патологически развитых областей. В этом, вероятно, есть преувеличение, но несомненно, что многие западно-европейские эталоны стратиграфических систем действительно оказались и неполноценными, и очень узкими по своему региональному значению.

* Геология и геофизика. 1967. № 10. С. 36–49.

Обратим внимание хотя бы на то, что резко разнотипные формации на границе кембрия и докембрия в Уэльсе длительное время служили причиной ошибочного представления о существовании загадочного предкембрийского (“липалийского”, как его назвал Ч. Волкотт) перерыва на всех альгонкских континентах; что стратотипический регион кембрийской системы оказался настолько трудным для стратиграфической детализации, что кембрийская система до сих пор расчленена лишь на отделы, и только разрезы Скандинавского кембрия, совершенно иные в фациальном отношении, позволяют избежать многих трудностей стратиграфической корреляции; что ордовикская система в Уэльсе и Уэльш Бордерленде (стратотипические регионы Англии), наоборот, расчленена только на ярусы (официально без тремадока) и зоны, удовлетворительно распознаваемые лишь в фациях граптолитовых сланцев, и не имеет единого деления на отделы; что стратотипические регионы силурийской и девонской систем географически разобщены (Уэльс и Девоншир), и их единственная граница в Шропшире сопровождается резкой сменой морских фаций на лагунно-континентальные, а стандартное ярусное расчленение разработано совсем в другой области Рейнско-Арденнского массива, где нет границы с силуром; что карбон лишь для своей нижней части имеет нормальный морской эталон (Динанская мульда), а верхняя часть его (в СССР, в отличие от Западной Европы, включающая два отдела) представлена силезскими континентальными фациями; недостатки стратиграфического стандарта пермской системы в Приуралье нам известны еще лучше.

Если к этому добавить, что не определено с достаточной точностью и само понятие стратиграфической системы, поскольку системы устанавливались исходя из ограниченного опыта региональной стратиграфической практики, а не на основе каких-либо общих теоретических предпосылок, то трудности стратиграфической корреляции, особенно межрегиональной и межконтинентальной, станут еще более очевидными. Тем не менее у нас нет оснований для каких-либо радикальных изменений в структуре крупных категорий общей стратиграфической шкалы – в целом она оказалась удивительно верной. Однако и эта шкала, бесспорно, нуждается в совершенствовании, доработке и менее эмпирическом подходе к определению стратиграфических границ всех рангов.

Огромный опыт работы стратиграфов во всем мире позволяет сейчас более определенно сформулировать те требования к стратиграфическим эталонам, которые могли бы обеспечить их большую стабильность, а исследователям большую уверенность в правильности использования этих эталонов. Прежде всего, типовыми должны быть разрезы, представленные целиком нормальными морскими фациями, и границы между стратиграфическими подразделениями должны избираться в пределах непрерывных серий морских отложений. Только в таких разрезах может быть сведена до минимума или практически исключена “потеря времени” на перерывы, фациальную перестройку, экологическую и биогеографическую смены типов фауны, а именно, последняя дает нам самое главное – представление об относительном времени в геологии, биологическом по своей сути. Из этой связи времени и жизни с неизбежностью следует вывод, что первоосновой общей шкалы является физическая стратиграфия, а не объективно текущее время, поскольку мы его познаем лишь через физические феномены – остатки органической жизни, зафиксированные в последовательности пород. И как это на первый взгляд ни парадоксально, из сказанного вполне очевидно, что чем резче проявляются стратиграфические границы в стратотипах (например, граница силура и девона, определяемая в Шропшире подошвой лудловского костеносного слоя), тем они хуже для распознавания за пределами стратотипических регионов.

Второе обстоятельство. Мы должны признать исключительную важность региональных стратиграфических исследований, направленных на создание таких схем, которые, сохраняя свою ценность для максимального пространства (региона, провинции), отражали бы в своих подразделениях естественный историко-геологический и историко-биологический ход событий в пределах рассматриваемых регионов и провинций. В этом заключается основной смысл региональных работ в области стратиграфии и их прямое назначение для целей геологического картирования и связанных с ним обобщений, опирающихся на региональные стратиграфические схемы. И нам нет оснований забывать, что так называемая общая (международная) стратиграфическая шкала любой системы и ее подразделений в соответствующем месте представляет собою обычную региональную стратиграфическую схему со всеми ее достоинствами и недостатками и законным стремлением исследователей совершенствовать ее именно в этом качестве.

Однако у этих схем есть и другая особенность: в силу причин чисто исторических они стали эталонами международных стратиграфических шкал и важнейшим инструментом геохронологической стандартизации. Вот тут-то и обнаруживаются все недостатки (если они есть) исходных стратиграфических эталонов, о которых шла речь выше. Вероятно, сейчас мы вправе выдвинуть, по крайней мере, два условия, которые обеспечивали бы номенклатурную стабильность стратиграфических эталонов и самих стратиграфических систем. Надо признать, что закон приоритета распространяется только на стратиграфические названия, а не на первоначальную авторскую трактовку той или иной стратиграфической границы (мудрость этого принципа самым убедительным образом раскрыта историей изучения силурийской системы Р. Мурчисона). Во-вторых, стратотипы стратиграфических систем в тех случаях, когда это необходимо, могут быть составными: они должны состоять из морских стратотипов ярусов с безусловно четкими нижними границами и иметь в качестве нижней границы системы нижнюю границу древнейшего яруса, совпадающую в непрерывном разрезе с кровлей верхнего яруса подстилающей системы. Выявление эталонов границ смежных систем в пределах непрерывных морских разрезов имеет первостепенное значение.

Такой подход к определению объема и содержания стратиграфической системы резко повысит общее значение стратиграфических исследований в “некласических”, но в ряде случаев принципиально более важных регионах для создания эталонных ярусных и зональных схем. Полноценный международный стратиграфический стандарт может быть создан только на основе подобных региональных исследований и соответствующего отбора, осуществляемого под руководством международных стратиграфических организаций. Расширяющиеся международные исследовательские геологические программы все настоятельнее требуют создания единого и точного языка в стратиграфии. Особенно это относится к таким хроностратиграфическим понятиям, как отдел, ярус и зона.

Третий круг вопросов связан с обоснованием возраста стратиграфических подразделений. Палеонтологический метод давно занял ведущее положение в этой области и в последние годы особенно расширил сферы своего влияния как хронологические, так и региональные, в связи с успехами микропалеонтологии, исследованиями палеобиогеографического характера (в том числе новых областей) и задачами межпровинциальной стратиграфической корреляции. Палеонтология, подобно геохимии и геофизике, коренным образом связана с геологией. Из наук, занимающих пограничное положение (в данном случае между биологией и геологией), она раньше других оказала свое огромное влияние на развитие геологии и вместе с успехами изотопной геохимии продолжает играть все возрастающую роль в решении геохронологических проблем. Перед ней стоят две главные цели: восстановление истории развития органического мира Земли в сложном ходе гео-

логических процессов (теперь продолжительность этого этапа оценивается в 2,7 млрд лет) и создание научной базы определения относительной хронологии самих геологических процессов и стратиграфии, включая прежде всего биохронологическую корреляцию отложений.

Корреляционные возможности палеонтологического метода должны быть особенно подчеркнуты, так как изотопная геохимия практически не решает этой основной задачи стратиграфии в силу того, что источники материала этих методов пока даже несопоставимы по своим масштабам. В то же время радиологически измеренный возраст горных пород представляет исключительную ценность для стратиграфии и биохронологии, позволяя насыщать опорными возрастными данными общую геохронологическую шкалу и подходить с количественной оценкой к таким явлениям, как темпы эволюции, расселение фауны и т. д.

Особенно важным было бы точное определение возраста границ стратиграфических систем (по их стратотипам и стратотипам пограничных ярусов в первую очередь), так как это позволило бы знать истинную продолжительность каждого периода и дало бы возможность приближенно рассчитать возрастную объем стратиграфических зон. Несущая такую информацию зональная стратиграфическая шкала могла бы оказаться по своей точности более совершенной, чем любая другая расчетная радиологическая возрастная шкала, не опирающаяся на палеонтологические данные (например, средняя продолжительность зональной фазы силурийского периода, определяемая этим путем, около 1 млн лет). Значение подобных эталонов в хроностратиграфии всего фанерозоя трудно переоценить, и задача их организованной разработки должна быть поставлена уже сейчас.

Как следует из сказанного, существующие стратиграфические шкалы типовых регионов Западной Европы далеко не удовлетворяют этим требованиям (а здесь названы лишь некоторые), и не весь комплекс необходимых характеристик стратотипов может быть получен в дальнейшем на примере их изучения. Тем не менее эти шкалы остаются основой международной стратиграфической практики и вместе с тем являются важнейшим объектом совершенствования на основе этой практики. Поэтому роль таких крупных и сложных материковых областей, как Сибирь, в процессе этого совершенствования особенно велика.

ПОЗДНИЙ ДОКЕМБРИЙ

Едва ли не первостепенное внимание в этом отношении привлекает верхний (поздний) докембрий Сибири, приравняемый к верхнему протерозою, синий-скому комплексу или рифею. Особый интерес представляют отложения верхнего докембрия Сибирской платформы, прежде всего зоны перикратонных опусканий – Приенисейской, Байкало-Патомской и Учуро-Майской, а также складчатых областей – Алтае-Саянской и Таймырской. Во многих случаях, даже за пределами платформы, породы верхнего докембрия характеризуются здесь слабой измененностью, а в пределах платформенного чехла они столь тесно связаны с кембрием стратиграфически и так близки к нему по типу отложений, что в недавнем прошлом просто включались в состав кембрийской системы (например, мукунская и билляхская свиты до 1954 г., толбинский подъярус в самой популярной схеме 1956 г.).

Как известно, типовым разрезом рифея в СССР является разрез древних свит Горной Башкирии, но ни Н.С. Шатский, ни последующие исследователи не могли обосновать его верхней границы контактом с кембрием. Очевиден стратиграфический пробел и между синием Китая (в стратотипе окрестностей Пекина) и перекрывающими кембрийскими известняками свиты Маньтоу. В пределах Сибири установлены разрезы, где таких пробелов нет (склоны Алданского щита, Иркутский амфитеатр и др.) и граница между верхним докембрием и кембрием фиксиру-

ется в достаточно однотипных сериях морских отложений. Новая стратиграфическая интерпретация этих разрезов принадлежит к достижениям последнего десятилетия, и нет сомнения, что развиваемые сейчас идеи и разрабатываемые для верхнего докембрия стратиграфические эталоны приобретают планетарное значение. Главнейшие итоги проведенных исследований заключаются в следующем.

1. На огромной площади Сибирской платформы и ее окраин выявлен, обособлен и расчленен древнейший комплекс осадочного чехла, образующий крупнейшее стратиграфическое подразделение докембрия. Принадлежность этих отложений к нормальным платформенным и миогеосинклинальным формациям протерозоя позволяет использовать для их номенклатурного обозначения название рифей или синий (это, безусловно, стратиграфические эквиваленты!) и соответствующим образом определять их возраст. Историко-геологический смысл этого важнейшего открытия, впервые понятый в начале 50-х годов в связи со сравнительным изучением Русской, Сибирской и других древних платформ Евразии (Н.С. Шатский, Б.С. Соколов и др.), состоит в том, что таким путем было доказано, что платформы этого типа по своему возрасту являются досинийскими или дорифейскими, а не докембрийскими, как обычно считалось ранее (для наиболее изученной Русской платформы допускался, как известно, даже каледонский фундамент). И равноценное параллельное следствие этого открытия – установление в основании сино-рифейского комплекса хроностратиграфического рубежа фундаментального значения: именно этот рубеж, столь четко выявленный в истории формирования осадочного покрова Сибирской платформы, является началом исторического этапа в развитии Земли, который, следуя А.Н. Мазаровичу, можно назвать неохроном, подразделяя на ранний (рифей, синий) и поздний (фанерозой, вероятно, включая венд) неохроны.

2. Как объекту хроностратиграфического изучения сино-рифейскому комплексу Сибири посвящено в последнее десятилетие множество работ и несколько специальных научных обсуждений и симпозиумов (главным образом в СО АН СССР, Новосибирск, 1962, 1964, 1965; МСК, Ленинград, 1956, 1963 и др.). В ходе очень плодотворных исследований решен главный вопрос: о месте этого подразделения в общей геосторической шкале. Оказались отвергнутыми как традиционные попытки включить этот комплекс в состав кембрийской системы, так и обособить его в качестве новой докембрийской системы палеозоя или какого-либо переходного к последнему комплекса. Последовательно и убедительно была доказана полная независимость сино-рифейских отложений от палеозойской группы. Очевидность этого заключения стала особенно ясной, когда были установлены новые корреляционные критерии, позволившие увязать в общей схеме древнейшие отложения просто построенного чехла платформы и зоны перикратонных опусканий (в понимании Ю.А. Косыгина и И.В. Лучицкого) с верхним протерозоем складчатых геосинклинальных систем Сибири – Алтае-Саянской и Таймырской. Достаточно определенное положение во всех этих зонах древнейших отложений нижнего кембрия придало окончательную форму выводу о стратиграфическом положении и возрасте сибирского сино-рифейя.

3. Радиологические исследования в наибольшей степени способствовали укреплению наших представлений о допалеозойском этапе формирования древних осадочных толщ и об огромной длительности этого этапа, измеряемого примерно миллиардом лет. Однако определенный радиологическими методами возраст пород, даже безукоризненный по геохимическим критериям, требует очень придирчивой и осторожной геологической оценки, и пока лишь немногие измеренные возраста могут быть приняты как опорные в хроностратиграфической шкале. Безусловно, привлекают к себе внимание устойчивые цифры, получаемые разными методами при повторных определениях, и цифры, хорошо согласующиеся с данны-

ми, полученными другими методами (биостратиграфическим, литолого-формационным, геофизическим, историко-геологическим), используемыми при расчленении и корреляции осадочных и осадочно-вулканических толщ. Вероятно, рифейские толщи Сибири, Урала и толщи, слагающие серию Кивино Канады, характеризуются сейчас наибольшей насыщенностью радиологическими данными, представляющими ценность для планетарной корреляции верхнего докембрия. В Сибири одним из важнейших опорных разрезов является разрез Учуро-Майского района.

Уянская серия Сибирской платформы принадлежит, несомненно, к типу самых древних вулканогенно-осадочных толщ дорифейских платформ, сохраняющихся (как пока известно) только в узких зонах авлакогенного характера (в данном случае в Улканской впадине на юго-восточной окраине платформы). Возраст кварцевых порфиров этой серии около 1600 млн лет, и эта цифра близка к возрасту подошвы серии Кино, или хеликия, современной схемы Канадского щита (по К. Стоквеллу) (1700 млн лет). Даты, полученные для вышележащей, более широко распространенной учурской серии соответствуют 1550–1500 млн лет (глаукоциты гонамской свиты) и 1400 млн лет (глаукоциты омахтинской свиты). Эти цифры очень близки к полученным для бурзянской серии Южного Урала и последним определениям (по тому же методу) возраста нижнекалтасинских пород востока Русской платформы (1460–1515 млн лет) и мукунских пород Сибирской платформы (1540 млн лет). В целом же приведенные данные дают основание говорить, что уже в пределах раннего рифея началось формирование осадочного чехла таких древних платформ, как Сибирская, Русская и Северо-Американская. Колебание цифр в пределах раннерифейского этапа вряд ли может умалить значение устанавливаемого таким путем рубежа в геологической истории дорифейских платформ. Обе упомянутые серии нижнего рифея Сибирской платформы объединяются в самостоятельный маймаканский комплекс.

Майская серия юго-востока Сибирской платформы и ее близкие стратиграфические аналоги (например, сухопитская и тунгусикская серии восточной части Енисейского кряжа, значительная часть сололийской серии Оленекского поднятия и многие другие), объединяемые иногда названием “якутский комплекс”, характеризуются серией определений возраста, соответствующих среднему рифею (юрматинский комплекс) Южного Урала (интервал 1350 ± 50 – 950 – 1000 ± 50 млн лет). Соответственно уйская серия Юдомо-Майского прогиба, прорываемая щелочными интрузиями с возрастом 650–680 млн лет (по нескольким методам определения), и ее аналоги, объединяемые под общим названием “кимайский комплекс” (по В.И. Драгунову), представляют собой верхний рифей, стратотип которого – каратауская серия Южного Урала – ограничивается возрастными датами (950 ± 50)–(650–670) млн лет. Вполне вероятно, что к верхнему рифею должен быть отнесен и широко известный байкальский комплекс с сопоставляемыми с ним толщами в пределах Байкало-Патомской зоны.

4. Исключительно важную роль в обосновании трехчленной схемы деления сино-рифейских отложений, в особенности в их корреляции и определении возраста соответствующих толщ в ранее не исследованных областях (прежде всего Азии), сыграли планомерно организованные палеонтологические работы научных учреждений АН СССР. Стратиграфические разрезы Сибири оказались чрезвычайно благоприятной базой для изучения древнейших остатков синезеленых водорослей и продуктов их жизнедеятельности (строматолитов и микрофитолитов), а также многочисленных остатков своеобразного микрофитопланктона и различных акритарх, принимавшихся одно время преимущественно за споры наземных растений. Результаты исследований (сейчас работает несколько десятков специалистов) получили широкую известность далеко за пределами СССР, так как лег-

ли в основу впервые успешно примененного для изучения древних осадочных комплексов биостратиграфического метода. Все это позволило расширить рамки прямого и широкого использования палеонтологических данных для целей стратиграфии почти до 2 млрд лет.

Методика этих исследований, несомненно, нуждается в совершенствовании, а стратиграфическая корреляция пока может вестись лишь в рамках очень крупных подразделений верхнего докембрия, но и эти достижения имеют выдающееся значение для всех континентов, так как открывают новые перспективы в области детализации стратиграфических сопоставлений докембрия удаленных областей.

В качестве примера может быть приведена следующая палеоальгологическая характеристика трех названных подразделений позднего докембрия: для раннего рифея – *Kussiella*, *Omachtenia*, *Colonnella laminata* Kom., *Conophyton garganicus* Kor., *Osagia pulla* Z. Zhur., *O. libidinosa* Z. Zhur. и др.; для среднего рифея – обычно *Baikalia*, *Anabaria*, *Colonnella cormosa* Kom., *Conophyton cylindricus* Masl., *Osagia tenulamellata* Reitl., *O. composita* Z. Zhur. и др.; для верхнего рифея – *Gymnosolen*, *Kotuikania*, *Inseria tyomusi* Krgl., *Boxonia lissa* Kom., *Osagia aculeata* Z. Zhur. и др. Общий список установленных форм водорослевого происхождения насчитывает многие десятки названий, но примечательно то, что нет ни одной достоверной находки остатков животных.

5. Особое место в составе отложений, относящихся к позднему докембрию, занимает самый молодой стратиграфический комплекс, чаще всего называемый юдомским. Это четвертое подразделение общей стратиграфической схемы верхнего докембрия Сибирской платформы, имеющее аналоги и в схеме докембрия складчатого обрамления платформы. Юдомский комплекс и его стратиграфические эквиваленты, несомненно, принадлежат венду и очень часто описываются именно под этим названием, хотя прямых доказательств точного возрастного соответствия нижней границы юдомского комплекса и основания венда европейской части СССР нет. Наиболее древняя датировка для последнего получена по базальтоидам волынской серии Русской платформы (640–660 млн лет) и по глауконитам укской свиты Урала (612–665 млн лет). Возраст юдомской свиты в стратотипе должен быть несколько моложе 650–680 млн лет (возраст интрузий, прорывающих подстилающий комплекс верхнего рифея). Для принимаемой за одновозрастную старореченской свиты Анабарского массива получены цифры 624–673 млн лет, а для хорбусуонкской серии Оленекского поднятия 675 млн лет. Датировка границы венда и кембрия одна и та же на Русской платформе и в Сибири (в пределах 550–575 млн лет), и эта граница принадлежит к числу наиболее точно датированных в мире. Таким образом, продолжительность вендского этапа около 100 млн лет.

В пределах Сибирской платформы к венду могут быть отнесены юдомская свита Учуро-Майского района, порохтакская свита Олекминского района, старореченская свита Анабарского массива, хорбусуонкская серия Оленекского поднятия, вероятно, нижняя часть платоновской и большая часть сухарихинской свит на северо-западе платформы, возможно, ушаковская и, по-видимому, вся мотская свита, а также жербинская и тинновская свиты Байкало-Патомской зоны и ряд других. Как и на Русской платформе, здесь намечается двухчленное строение отложений, относимых к венду, причем наиболее уверенно коррелируются стратиграфические подразделения верхнего венда, особенно тесно связанные с низами кембрия (В.В. Хоментовский называет эту часть разреза в Байкало-Патомской зоне мотским комплексом). Для основания верхнего венда имеется несколько определений возраста по глауконитам; они не превышают 620 млн лет.

В стратиграфической шкале венд занимает спорное положение. Формально он принадлежит к докембрию и может даже рассматриваться как верхнее подразделение рифея; методика расчленения по палеоальгологическим данным здесь одна и та же. В историко-геологическом смысле он явно тяготеет к палеозою, и именно поэтому многие исследователи включают в том или ином качестве отложения юдомского комплекса (как и все аналогичные) в состав палеозоя и даже кембрия, нередко именуя их эокембрием или эопалеозоем. Но решающее значение, конечно, принадлежит общей палеонтологической аргументации, поскольку речь идет о подразделении, у границ которого вступают в свои права классические методы палеозоологической (фанерозойской) стратиграфии.

Характернейшей чертой венда Сибири, Русской платформы и его бесспорных аналогов за пределами СССР, прежде всего эдиакария Южной Австралии, системы Нама Южной Америки и т. д. (сравнения Ю.С. Соколова, В.В. Меннера, М.А. Глесснера и др.), является наличие в этих отложениях древнейших, вполне достоверных остатков животной жизни. Остатки принадлежат нескольким уже резко разошедшимся типам беспозвоночных, но представлены они в большинстве случаев бесскелетными или слабо скелетизированными формами. Выдающееся значение имеет открытие в хорбусуонкской серии Оленекского поднятия представителей руководящей для венда-эдиакария группы *Rangeida*, остатков медузоидных и своеобразных *Sovorovellida* в юдомской свите, древнейших погонофор (род *Paleolina*) в мотской свите и, по крайней мере, частично в близких к ней платоновской и сухарихинской свитах на северо-западе Сибирской платформы. Имеются указания и на другие палеозоологические находки. Карбонатные фации венда Сибири содержат широко теперь известный "IV комплекс микрофитолитов" З.А. Журавлевой и новые формы строматолитов: *Patomia*, *Voxonia* и др.

Таким образом, в палеонтологической характеристике венда четко устанавливаются принципиально новые особенности и уже поэтому было правильно отделить венд от рифея ("Стратиграфия СССР", ред. Б.М. Келлер). Однако залегание венда непосредственно под древнейшими палеонтологически охарактеризованными отложениями нижнего кембрия в пределах Сибирской и Русской платформ и данные изотопной хронометрии совершенно исключают возможность включения венда в состав кембрийской системы. Поэтому венд, скорее всего, следует рассматривать как особое крупное (в ранге системы) хроностратиграфическое подразделение, которым начинается фанерозойский цикл групп, но которое не может быть признано членом палеозоя без общего пересмотра принципов классификации последнего. С изучением венда связаны важнейшие современные историко-геологические и историко-биологические проблемы, и Сибирь является исключительно благоприятным полем деятельности в этом направлении.

ПАЛЕЗОЙ

Кембрийская система едва ли не единственная во всем фанерозое, ярусная шкала которой не получила даже частичного международного статуса, хотя в ряде стран (СССР, Китай, Швеция, США, Марокко и др.) разработаны для всех или некоторых отделов ее хорошие региональные ярусные схемы. Нет сомнения, что территория Сибирской платформы и Алтае-Саянской складчатой области, как это уже давно показали Е.В. Лермонтова и А.Г. Вологдин, включает разрезы кембрия – одни из лучших в мире по полноте своей палеонтологической характеристики и важности для решения узловых проблем стратиграфической корреляции кембрийских отложений, принадлежащих к разным биогеографическим провинциям и областям. Об этом свидетельствуют хорошо теперь обоснованные выводы о взаимосвязи раннекембрийских фаун Сибири, Китая, Австралии, Северной

Африки, среднекембрийских фаун Сибири, Скандинавии, Северной Америки и некоторых тихоокеанских провинций, позднего кембрия – Сибири, Скандинавии, Северной Америки, Китая и других стран.

Многочисленные палеонтологические (трилобиты, археоциаты, моллюски, водоросли и др.), биостратиграфические и региональные исследования по кембрию Сибири позволили детально изучить этот важнейший комплекс нижнепалеозойских отложений. Впервые в СССР они привели к созданию полной ярусной схемы этой системы, выдающееся значение которой для межпровинциальной и межконтинентальной стратиграфической корреляции теперь всем хорошо известно. Эта схема может стать важнейшим международным эталоном, и в настоящее время идет подготовка к ее обсуждению в рамках Международной стратиграфической комиссии (Н.В. Покровская и др.).

В 1956 г. была принята первая ярусная схема нижнего (алданский и ленский ярусы) и среднего (амгинский и майский ярусы) кембрия Сибири, которая в “Стратиграфии СССР” (ред. Н.Е. Чернышева) была использована уже как единая шкала для всей территории Союза. Дальнейшее совершенствование этой схемы привело к выводам о необходимости ее большей детализации и дополнении новыми подразделениями ярусного ранга (ботомский ярус в средней части нижнего кембрия и чайский ярус в средней части среднего кембрия). Наибольшее внимание в последнее время привлекла схема нижнего кембрия стратотипического региона Сибири в бассейне среднего течения р. Лены (работы В.В. Хоментовского и Л.Н. Репиной, И.Т. Журавлевой, А.Ю. Розанова и др.) чтобы увязать разрезы различных фациальных типов и в связи с корреляцией с нижним кембрием северных районов платформы и Алтае-Саянской области. Усилиями огромного количества специалистов в этом сложном вопросе достигнуты значительные успехи (выявлены опорные корреляционные горизонты типа санаштыкгольского), хотя многие практические задачи еще остаются не решенными.

Всеобщий интерес сейчас привлекла проблема нижней границы кембрия и, следовательно, палеозоя. На этом уровне было установлено массовое распространение скелетообразующих организмов, в том числе ранее не известных групп (моноплакофор, гастропод, хиолитид, сабеллитид и др.), широкое появление *Chitinozoa* и новых групп акритарх, выявлена истинная биохронология в распространении археоциат и трилобитов, сделан вывод о необходимости обособления дотрилобитовых слоев (практически до появления древнейшего оленеллидного рода *Fallotaspis*) в особый ярус или подъярус, который легко распознается в таком ранге на всех континентах. Это подразделение было названо балтийским (Б.С. Соколов), томмотским (А.Ю. Розанов) или алданским *s. stricto* (К.Н. Конюшков) ярусом. Нижняя граница кембрийской системы определяется теперь подошвой суннагинского, усольского, устькундатского горизонтов и эквивалентных им подразделений.

Появление агностид, парадоксидин, таких родов, как *Oryctocephalops* и других (амгинский ярус), хорошо определяет нижнюю границу среднего кембрия. По зоне *Agnostus pisiformis* (Wahl.) устанавливается основание верхнего кембрия. Для последнего только сейчас в СССР предлагается ярусная схема, основанная на изучении разрезов Сибири и Казахстана (туорский и шидертинский ярусы, по Н.К. Ившину и Н.В. Покровской). Ранее для Сибирской платформы делалась попытка применить американскую схему, но значительный эндемизм фауны трилобитов заставил пойти по пути разработки независимой детальной региональной схемы (А.В. Розова). Нет сомнения, однако, в том, что своеобразная, исключительно богатая верхнекембрийская фауна северных районов Сибирской платформы и непрерывные морские разрезы станут основой для создания лучшего стратиграфического эталона ярусной схемы верхнего кембрия.

Ордовикская система стала основным объектом исследования главным образом в пределах Сибирской платформы и складчатых зон Алтае-Саянской области, Таймыра и Северо-Востока СССР. Ее отложения представлены двумя крупными фаціальными типами – геосинклинальными толщами граптолитовых сланцев, местами расслоенных пачками карбонатных пород (преимущественно Таймыр и Северо-Восток СССР), а также и карбонатными и карбонатно-терригенными отложениями Сибирской платформы и соответствующих миогеосинклинальных зон складчатых областей. В биогеографическом отношении Сибирь вырисовывается как крупная провинция, связанная с Северо-Восточной Азией, Арктикой и Канадой контурами единой области (Аркто-Пацифической) и распадающаяся на своеобразные биогеографические подпровинции – Средне-Сибирскую, Таймырскую, Колымскую и в позднем ордовике – Алтае-Саянскую.

Успехи стратиграфического изучения ордовика Сибири связаны с деятельностью очень многих исследователей и в первую очередь палеонтологов, занимающихся изучением брахиопод, кораллов, граптолитов, моллюсков, мшанок, трилобитов, остракод, криноидей, конодонтов и некоторых других групп фауны. Многие годы главное внимание уделялось интереснейшим разрезам Сибирской платформы, значительный эндемизм фауны которой и отсутствие граптолитов привели к необходимости выработать для Средней Сибири провинциальную ярусную схему стратиграфического расчленения (О.И. Никифорова). При существующем в СССР разделении ордовика на три отдела (международная шкала не содержит такого общепринятого деления) к нижнему ордовику относятся устькутский и чуньский ярусы, к среднему – криволукский и мангазейский, к верхнему – долборский и кетский. Обоснование последнего принадлежит Ю.И. Тесакову, Х.С. Розман и Ю.М. Фомину.

Эта схема имеет важное значение для фаций, охарактеризованных преимущественно бентосной фауной (раковинные фации), но нуждается в более глубоком изучении своих стратотипических эталонов и увязке с типовой зональной шкалой системы, ограниченное значение которой для граптолитовых фаций в ордовике особенно очевидно. Несомненно важные новые выводы общего значения сулит изучение пограничных отложений кембрия и ордовика и устькутского яруса вообще. Последний обычно сопоставляется с тремадоком, превосходно изученным сейчас в Алтае-Саянской области (З.Е. Петрунина), однако в таком сопоставлении нет полной уверенности, так же как и в том, что нижний тремадок и ярус темпело, относимый в Северной Америке к верхнему кембрию, – это не эквивалентные подразделения. Объем чуньского яруса также, по всей вероятности, выходит за рамки нижнего ордовика, так как, судя по изучению конодонтов (Т.А. Москаленко), его верхняя часть (с *Angarella* и *Cryptolichenaria*) содержит формы, общие со среднеордовикскими Северной Америки. Если это так, то размер послечуньского перерыва резко сократится, и может быть достигнута более полная стратиграфическая увязка пограничных отложений нижнего и среднего ордовика Сибирской платформы, Таймыра и Северо-Востока.

Очень важными оказались оба подразделения верхнего ордовика. Долборский ярус с его богатейшей фауной, особенно коралловой, сыграл большую роль в корреляции верхнеордовикских отложений Сибирской платформы и всех складчатых областей, а кетский ярус, уже давно намечавшийся в виде так называемого “наддолбора” с ашгиллско-ричмондскими элементами в составе фауны, позволил окончательно завершить разработку общей схемы платформы и показал ее значительно бóльшую полноту, чем до сих пор предполагалось. Вместе с тем надо сказать, что в долборе присутствуют элементы фауны американского трентона (обнаруживающиеся вплоть до Прибалтики), и поэтому нельзя с уверенностью считать, что граница долборского яруса совпадает с нижней границей верхнего

ордовика, установленной в СССР и в ряде других стран по подошве зоны *Pleurograptus linearis*. Весьма вероятно, что эта граница пройдет ниже, но тогда тем более важной может оказаться роль мангазейско-долборского рубежа (непрерывный морской разрез) при решении общей проблемы деления ордовикской системы на отделы.

Сложный для территории СССР и особенно для северных районов Сибири вопрос о верхней границе ордовика нашел убедительное решение на Северо-Востоке. В бассейне р. Ясачная установлено (А.А. Николаев, Б.В. Преображенский), что отложения с *Conchidium münsteri* Kiaer и другой разнообразной фауной, сопоставлявшиеся со слоями "5b" Норвегии и слоями поркуни Эстонии, перекрываются древнейшими лландоверийскими отложениями зоны *Akidograptus acuminatus*.

В области зонального и типового ярусного расчленения ордовика наибольшие результаты достигнуты на Таймыре и Северо-Востоке СССР (А.М. Обут, Р.Ф. Соболевская). Здесь произведена значительная детализация стратиграфических схем, особенно важная для карбонатно-терригенных фаций, так как разрезы, содержащие остатки граптолитов, впервые открывают перспективы увязки провинциальной ярусной схемы ордовика Сибири (и более частных региональных схем) с международной стратиграфической шкалой. Эти же исследования заставили ввести очень серьезные коррективы в метод использования типовой зональной шкалы Великобритании, так как была выяснена большая специфика в поведении зональных видовых комплексов граптолитов в бассейнах Северо-Восточной Азии. Сделанные выводы имеют аналогичное значение и для корреляции ордовика Сибири и Северной Америки.

Силурийская система изучалась в Сибири в тесной связи с ордовикской тем же обширным кругом палеонтологов-биостратиграфов и специалистов по региональной геологии. Однако общие основы стратиграфического расчленения и корреляции силурийских отложений как в пределах Сибирской платформы, так и в складчатых областях этой части Азии оказались более простыми и устойчивыми. Объясняется это тем, что к началу силурийского периода процесс биогеографической интеграции привел к установлению широких фаунистических связей, облегчивших обмен не только пелагическими фаунами, но и разнообразным бентосом. Кроме того, еще более значительное распространение получили граптолиты в перемежающихся карбонатно-терригенных фациях многочисленных морей и окраин эпиконтинентальных бассейнов. Именно эти особенности устанавливаются и в Сибири.

Разделение силурийской системы на отделы также не имеет международно-го статуса. В СССР с начала 50-х годов принято двухчленное деление с включением в нижний силур лландоверийского и венлокского ярусов, а в верхний – лудловского. Эти ярусы выделяются и в Сибири, хотя в карбонатных фациях граница между лландовери и венлоком (даже в пределах лучше всего изученной Сибирской платформы) остается более или менее условной, а лудловский ярус во многих случаях значительно преувеличен по объему в сравнении с английским стратотипом.

Крупным достижением является установление зонального расчленения нижнесилурийских отложений Таймыра, Северо-Востока, Норильского района, некоторых районов запада Алтае-Саянской области (А.М. Обут и др.). Совершенно новые результаты получены по детальной стратиграфии лландоверийских отложений северо-западной окраины Сибирской платформы. Замечательно, что в пределах последней во многих местах в качестве древнейшей устанавливается зона *Diplograptus modestus sibiricus*, несомненно, занимающая более высокое положение, чем зона *Akidograptus acuminatus*, и таким образом точно обосновывающая выпадение по крайней мере нижних двух зон из разреза лландовери. В карбонат-

ных фациях слои с *Virgiana barrandei* (Bill.) также отвечают не самому основанию яруса. Этот раннелландоверийский перерыв устанавливается в Саяно-Алтайской области, в Канаде и во многих других областях мира, но, по-видимому, он везде был очень непродолжительным, так как силурийская трансгрессия развивалась очень быстро.

Почти с начала лудловского века на Сибирской платформе и на юге Таймырской складчатой области нормальное морское осадконакопление сменилось своеобразным лагунным, поэтому лишь геосинклинальные области представляют интерес для изучения морских фаций верхнего силура. В них устанавливаются полные аналоги лудловского яруса Англии и, возможно, более высокие слои, близкие по положению к скальскому горизонту Подолии (например, известняки с бейрихидами Горного Алтая – черноануйская свита Н.П. Кулькова). Эти отложения, несомненно, принадлежат силуру, но есть некоторые основания предполагать, что они могут оказаться в той или иной мере морскими эквивалентами даунтона (в современном понимании). В Алтае-Саянской области верхнесилурийские отложения представлены лишь фрагментами большого разреза, и, вероятно, более перспективно их стратиграфическое изучение на Северо-Востоке.

Девонская система занимает очень важное положение в палеозойской группе. Строго говоря, именно с нее начинается верхнее подразделение палеозоя – этой двоякой группы, по выражению Н.С. Шатского. В пределах Сибирской платформы девон развит ограниченно и всем характером своих фаций и фауны принадлежит уже новому геологическому этапу. Успехи стратиграфического изучения девона связаны прежде всего с Кузнецким бассейном и Алтаем (В.И. Яворский, Л.Л. Халфин, М.А. Ржонсницкая, Р.Т. Грацианова, В.Н. Дубатов, А.Е. Ёлкин и др.), а также с Таймыром, Северо-Востоком и восточной частью Монголо-Охотской геосинклинальной системы. Одним из наиболее фундаментальных достижений является разработка самой детальной в азиатской части СССР стратиграфической схемы девонских отложений Северо-Восточного Салаира и Горного Алтая, получившей значение опорной для всей Сибири и ставшей базой важных теоретических исследований. Эта схема имеет самое полное комплексное палеонтологическое обоснование.

Особенно большое внимание исследователей в последние годы привлекла проблема нижней границы девонской системы и ярусного расчленения нижнего девона. Существовавшее длительное время в СССР представление о преувеличенном объеме лудловского яруса, а позднее выделение в составе верхнего силура тиверского яруса привели к тому, что ряд исследователей поиски силурийско-девонской границы в Сибири сосредоточили на уровне, существенно отличном от истинной границы нижнего девона, а сам нижний девон расчленялся на совершенно условные подразделения “жедин” и “кобленц” или на три яруса Рейнско-Арденнского региона; для Салаира предлагалась также местная ярусная схема.

После длительных дискуссий и очень важных последних монографических исследований (Н.В. Миронова, Е.А. Ёлкин, Е.Н. Поленова, Р.Т. Грацианова и др.) стало очевидным, что граница нижнего девона на Салаире должна быть помещена в основание томьчумышского горизонта, а в Горном Алтае – в основание ремневских слоев и тем более нижедевонским является знаменитый “соловьишинский известняк” (Н.П. Кульков). Значение этого хорошо аргументированного палеонтологическими данными вывода очень велико для всей азиатской части СССР (от Южного Тянь-Шаня до Таймыра и Северо-Востока), так как речь идет о разрезе большого эталонного значения. Не менее важно подчеркнуть, что и в историко-геологическом отношении рубеж, эквивалентный основанию томьчумышского горизонта, в Сибири весьма знаменателен: он совпадает либо с существенными изменениями в последовательности фаций (например, на Северо-Вос-

токе), либо с началом трансгрессии, принесшей фауну широкого распространения. Эта граница, как теперь представляется, соответствует основаниям жедина Рейнско-Арденнского массива, тиверского яруса Подолии и лохковского яруса Баррандовой мульды.

Сейчас приводятся очень веские аргументы в защиту двухчленного (подотделы или ярусы) деления нижнего девона Южной Сибири, Таймыра и Северо-Востока. Можно сказать, что такой тип деления применим и для Тянь-Шаня, Баррандиена, Карнийских Альп и других геосинклинальных областей Евразии. Вместе с тем для иных фациальных зон более приемлема типовая трехчленная схема (жедин, зиген, эмс). Включение теперь в СССР тиверского (= жединского) яруса в состав девонской системы, вероятно, заставит очень серьезно считаться с этой схемой Рейнско-Арденнской области и избегать третьего пути в предстоящей ревизии ярусного расчленения нижнего девона и его границ.

Каменноугольная и пермская системы могут быть здесь затронуты лишь в самых общих чертах. Позднепалеозойские движения очень ярко сказались на дифференциации типов областей осадконакопления в карбоне и перми на территории всей Сибири и способствовали формированию новых своеобразных биогеографических обстановок как в огромных внутренних бассейнах постепенно разраставшейся Ангариды, так и в окаймлявших ее зонах геосинклинальных морей. Еще в раннем карбоне (до времени образования острогской свиты Кузнецкого бассейна) вырисовывалась достаточно тесная связь морей Сибири, но она постепенно распалась и в конечном счете это привело к резкому обособлению Арктического (Евро-Сибирского, по А.Д. Миклухо-Маклаю) бассейна и морей восточной ветви Тетиса, распространившихся лишь на тихоокеанскую окраину территории СССР. Вполне естественно, что сложная палеогеографическая история Сибири в позднем палеозое отразилась и на стратиграфии каменноугольных и пермских отложений.

В силу причин экономического характера длительное время основное внимание привлекали континентальные толщи Кузнецкого, Горловского и Минусинского бассейнов, огромной Тунгусской синеклизы, прилегающих к югу Сибири, внутренних впадин Казахстана. Характеризующая эти области флора Тунгусской ботанико-географической области послужила превосходной основой для расчленения верхнепалеозойских отложений и их корреляции (М.Ф. Нейбург, Г.П. Радченко и др.), включая очень тонкую ботанико-экологическую корреляцию в пределах промышленных площадей. Аналогичную роль сыграло изучение исключительно своеобразной фауны неморских пелеципод (Л.А. Рагозин, Л.Л. Халфин, Е.М. Люткевич и др.), позволившее дать зональное расчленение разреза от среднего карбона до перми включительно и провести корреляцию соответствующих отложений Тунгусской и Вестфальской биогеографических областей (О.А. Бетехтина).

В изучении морских каменноугольных отложений важным результатом стала последняя детализация стратиграфии нижнего карбона Кузнецкого бассейна (Т.Г. Сарычева и др.), низовьев р. Лены и Верхоянья. Но наибольшее значение имеет широкое выявление на Северо-Востоке СССР (Б.С. Абрамов, О.И. Богущ, О.В. Юфев и др.) и в Забайкалье (Г.В. Котляр) отложений среднего и верхнего карбона, что коренным образом меняет наши представления о геологической истории этой части Азии в карбоне и, в частности, показывает непрерывность каменноугольного осадконакопления в разрезе верхоянского комплекса. Эти же исследования показали, что из подразделений международной шкалы здесь могут быть успешно использованы только турнейский и визейский ярусы (последний, включая эквиваленты намюра А), из чего следует естественный вывод о более предпочтительном разделении каменноугольной системы лишь на два отдела. С об-

ших позиций этот вывод недавно аргументировали А.Д. Миклухо-Маклай и В.Е. Руженцев, и, конечно, двухчленное деление карбона было бы более удобным для планетарной корреляции, включая и Северную Америку.

Все возрастающее внимание привлекают сейчас морские отложения перми всей Арктической зоны и Дальнего Востока, принадлежащие к резко различным биогеографическим областям, границы которых непосредственно подходят к узкой Охотско-Камчатской преграде. В 50-е годы были предприняты первые попытки дать ярусное расчленение пермских отложений северных и северо-восточных районов Сибири (А.С. Каширцев, Д.Л. Степанов, В.М. Заводовский, В.И. Устрицкий, Н.А. Шведов и др.), и сейчас эта работа в известной степени завершена в сводке по стратиграфии СССР (Б.К. Лихарев). Однако единства взглядов в этом вопросе пока не достигнуто, хотя нет сомнения, что Северо-Восточная Азия является важнейшей областью изучения стратиграфии пермских отложений, а в пределах Верхоянья и Колымо-Омолонского массива будут выработаны стратиграфические эталоны первостепенного значения. Главнейшая задача в настоящее время заключается в завершении начатых и постановке новых монографических работ по всему комплексу богатейшей фауны азиатской перми.

ГРАНИЦА СИЛУРА И ДЕВОНА*

В науке нельзя было бы поддерживать ни одну гипотезу, если бы невозможно было признавать положение вещей, при котором она доказывалась бы, и положение вещей, при котором она опровергалась бы.

Д. Льюис

I

Вероятно, многие, вслед за Хедбергом [Hedberg, 1964] будут считать тщетными наши споры о принадлежности тех или иных слоев к силуру или девону, поскольку не существует единого понятия о том, что такое силур и девон. Основания для такого скептицизма, несомненно, имеются, и главное из них, на первый взгляд, отсутствие каких-либо строго разработанных принципов определения стратиграфических систем вообще. Представления об объеме и границах стратиграфических систем, используемые в нашей практической деятельности, формировались чисто эмпирически. Силой истории нам дана вся современная стратиграфическая шкала. Однако практический опыт был столь значительным, а эволюционная биохронологическая основа стратиграфии столь фундаментальной, что выработанная система подразделений и последовательности эпох относительно геологического времени оказалась по существу своему верной и удивительно устойчивой. Через почти полтора столетия со времени установления первой системы мы не испытываем желания перестроить возведенное здание или воспользоваться для его характеристики новой терминологией и новой номенклатурой.

Однако из последующего опыта мы вынесли по крайней мере два убеждения: во-первых, на земном шаре существуют области, во многих отношениях более благоприятные, чем стратотипические районы Великобритании и запада континентальной Европы, для выработки типовых стратиграфических стандартов, и, во-вторых, мы все-таки нуждаемся в теоретических принципах уточнения стратиграфических границ (систем, отделов, ярусов, зон) и их межрегиональной корреляции в условиях разнофациальных разрезов. Короче говоря, здание стратиграфической шкалы может и должно совершенствоваться, и нам предстоит найти такие пути для его совершенствования, которые бы, сохранив преемственные связи новых концепций с историческим опытом, максимально облегчили бы международную стратиграфическую практику.

Проблема границы силура и девона, как и многие аналогичные проблемы, также порождена историей стратиграфии. Вот некоторые обстоятельства этой истории. Стратотипическим районом силурийской системы, установленной в 1835 г., явилась пограничная зона Уэлса (Welsh Borderland), а девонская система была установлена в 1839 г. в Девоншире, где отсутствует основание системы, и

* Биостратиграфия пограничных отложений силура и девона. М.: Наука, 1968. С. 3–24. Соавт.: Е.Н. Поленова.

соотношение с подстилающими отложениями не были выяснены. Формально типовым районом для установления границы силура и девона может служить только Уэлш Бордерлэнд, но здесь эта граница характеризуется резкой сменой фациальных обстановок от геосинклинального морского силура к континентальным фациям Old Red Sandstone. Ярусное расчленение морского девона разработано совсем в другом регионе – во франко-бельгийской зоне Арденнско-Рейнских сланцевых гор, но стратотип древнейшего жединского яруса не имеет здесь контакта с силуром. Таким образом, ни в одном из трех стратотипических районов нет нормального перехода от морского силура к морскому девону, а о резкой литологической границе в Уэлш Бордерлэнде можно сказать вслед за Лаусоном [Lawson, 1962], что чем отчетливее такие границы в исходном разрезе, тем они хуже для разграничения единиц времени образования пород.

Тем не менее только этот район является стратотипическим для границы силура и девона, и пока только здесь могут иметь законную силу всякие уточнения наших представлений о положении этой границы и, соответственно, об объеме силура и девона. За пределами Англо-Уэллсской области могут создаваться более совершенные схемы, но они прежде всего должны согласовываться со стратотипическим разрезом, если и поскольку в этих схемах используется номенклатура стратотипа. В противном случае мы рискуем утратить общность языка, т. е. то главное, к чему постоянно стремимся.

Из этого положения естественно вытекают определенные требования к стабильности стратиграфического стандарта типовых разрезов, включая положение стратиграфических границ и номенклатуру подразделений. По широкому признанию, сохранению стабильности лучше всего способствовало бы следование правилу приоритета или по крайней мере сложившейся в типовом районе практике. В отношении границы силура и девона это означало бы желательность сохранения границы, установленной Мурчисоном и Саджвиком [Murchison, 1835; Sedgwick, Murchison, 1839] и поддержанной Лэпворсом [Lapworth, 1879–1880]. Однако в действительности так не получилось. Английские исследователи многократно пересматривали положение этой границы и как будто бы вновь готовы его пересмотреть. Работы Эллис и Слэтер [Elles, Slater, 1906], Стэмпа [Stamp, 1923], Кинга [King, 1934], Уайта [White, 1950], Аллуна и Тарло [Allen, Tarlo, 1963], Холланда [Holland, 1962, 1965] и других хорошо иллюстрируют этот процесс. Но, вероятно, меняющиеся представления английских исследователей должны будут стабилизироваться, так как международная стратиграфическая практика не может постоянно приспосабливаться к таким колебаниям “стратиграфического курса” в Англии. Кажется, что предпосылки для такой стабилизации уже сложились и основную роль в их формировании, как и следовало ожидать, сыграли новейшие исследования в областях развития непрерывных морских разрезов силура и девона и углубленные исследования по стратиграфической корреляции пограничных отложений силура и девона в разных странах. Эти исследования особенно усилились в связи с работой Международных симпозиумов (Прага, 1958, Бонн–Брюссель, 1960) и Международного комитета по границе и стратиграфии силура и девона, созданного на XXI сессии МГК в Копенгагене под председательством профессора Г.К. Эрбена.

II

Каково же взаимоотношение пограничных отложений силура и девона в Англо-Уэллсской области и какое положение сейчас занимает граница между ними? Прежде всего необходимо сказать, что разрез этой области не имеет сколько-нибудь существенных пробелов в последовательности напластований и предположение об отсутствии здесь какой-то части надлудовских отложений [Никифоро-

ва, Обут, 1960, 1961] не подтверждается, хотя, как показали Поттер и Прайс [Potter, Price, 1965], в округе Лландовери-Лландейло нижний даунтон (слои Лонг-Куэрри с морской фауной) с угловым несогласием залегает на разных горизонтах морской лудловской серии.

Самое решительное влияние на принятие Геологической службой Великобритании современной границы силура и девона по подошве лудловского костяного слоя (Ludlow Bone Bed) оказали исследования Уайта [White, 1950] по ихтиофауне нижнего “олд-реда”. Эта граница пользуется очень широкой поддержкой, так как ее повсеместная литологическая и палеонтологическая четкость делает границу в практическом отношении весьма удобной. Соответственно, вся последовательность отложений от кровли морских лудловских плитняков Уайт-клифф, т. е. от основания даунтонской серии до диттонской и бреконской серий включительно относится к нижнему девону.

Как следует из работы Уайта, установленная граница проходит примерно на 4,5 м ниже оригинальной границы Мурчисона. Последняя, так же как и первоначальный объем даунтонского яруса Лэпворса [Lapworth, 1879], т. е. верхнего лудлова, по Мурчисону, в настоящее время поддерживаются лишь А.Б. Ивановским [1966], который считает недопустимым отход от статуса стратотипа, понимаемого им в строгом соответствии с авторским приоритетом.

Однако вся стратиграфическая практика показала неэффективность такого понимания приоритета, и мы вполне разделяли точку зрения Г.К. Эрбена [Symposium-Band, Bonn, 1962], заметившего, что правило приоритета охраняет только названия, но не проведение границ и объем охарактеризованных этими названиями таксонов. Именно поэтому мы не имеем оснований отказать английским исследователям в праве совершенствовать региональную Англо-Уэлсскую схему расчленения пограничных отложений силура и девона, хотя и заинтересованы в ее стабильности, поскольку в силу исторических обстоятельств речь идет о районе стратотипической границы двух систем. Вместе с тем совершенно бесспорно, что всякие существенные изменения и пересмотр в трактовке разреза типового района не должны производиться без международного обсуждения.

Необходимость такого пересмотра стратотипического разреза назрела уже сейчас. Она связана, во-первых, с тем, что принятая в Великобритании граница силура и девона в нормальных морских разрезах других стран очень плохо распознается, так как проходит внутри отложений, характеризующихся достаточно устойчивой фауной силурийского типа, что крайне затрудняет использование понятий “силур” и “девон”. Во-вторых, вся практика исследований морских девонских отложений оказалась связанной с номенклатурой нижнего девона Арденн и Рейнских сланцевых гор, поэтому и необходимо установить более строгую корреляцию франко-бельгийских подразделений с англо-уэллскими подразделениями. В-третьих, – и это, возможно, главное, – мы определенно утратили казавшуюся незыблемой уверенность в соответствии оснований даунтона Шропшира и жединского яруса Арденн. Многие факты подтверждают более высокое стратиграфическое положение нижней границы жедина, а следовательно, в природе реально существуют отложения постлудловские, но прежединские: они должны найти свое место в эталоне международной (общей) стратиграфической шкалы и быть обозначены или как силурийские, или как девонские. Эта проблема сейчас главная в стратиграфии пограничных отложений силура и девона, и она прежде всего затрагивает даунтонскую и диттонскую серии Великобритании. Стратиграфический объем этих серий и их расчленение мы принимаем в дальнейшем по последней работе Аллена и Тарло [Allen, Tarlo, 1963], так как вводимые ими уточнения в схему Уайта [White, 1950], несомненно, облегчают корреляционную задачу.

Непрерывная последовательность морских отложений верхов силура и нижней части девона хорошо прослежена во многих странах Центральной Европы (Чехословакия, Польша, ГДР, ФРГ), СССР (Подолія, Урал, Центральный Казахстан, Южный Тянь-Шань, запад Алтае-Саянской складчатой области, Северо-Восточная Азия), Марокко, Австралии, Северной Америки. Для их характеристики широко используются как различные группы бентоса, так и граптолиты, причем последним принадлежит особенно важная роль при зональной корреляции. Значение опорной при переходе от Англо-Уэллского разреза к другим разрезам Евразии принадлежит зоне *Saetograptus leintwardinensis* – самой верхней граптолитовой зоне лудловской серии (слои Лейнтвордайн), выше которой лежат уже безграптолитовые, но еще морские лудловские слои Уайтклифф, венчающие разрез серии.

Твердо установленная принадлежность слоев Уайтклифф к силурийской системе заставляла многих палеонтологов предполагать, что надлейнтвардинензисовые граптолиты вплоть до зоны *Monograptus hercynicus* (например, в Средней Чехии, Таджикистане) должны принадлежать силуру и соответствовать слоям Уайтклифф [Bouček, 1960; Hognu, 1960] или последним и предположительно отсутствующим в Великобритании преддаунтонским отложениям (тиверский ярус), но также еще силурийским [Никифоров, Обут, 1960, 1961, 1965]. Связь монографтид только с силуром представлялась до такой степени стратиграфической аксиомой, что до самого недавнего времени казалось более допустимым относить даже заведомый жедин и большую часть зигена с *M. hercynicus* скорее к силуру [Bouček, 1963; Jaeger, 1964в], чем примириться с мыслью о продолжении развития монографтид в девонском периоде. Сомнение, высказанное по этому поводу Д.В. Навликиным еще в 1958 г. [Prager Arbeitstagung, 1960], лишь сейчас нашло большое количество сторонников, и только теперь традиционное представление подвергается быстрому и коренному пересмотру.

Чешскими исследователями в Баррандовой мульде установлена наиболее полная последовательность надлейнтвардинензисовых граптолитовых зон: *Saetogr. fritschi linearis*, *Pristiogr. fragmentalis*, *P. fecundus* (верхняя часть копанинских слоев), *P. ultimus*, *P. lochkovensis*, *Monogr. bouceki*, *M. perneri*, *P. transgrediens*, *M. angustidens* (пржидольские слои), *M. uniformis*, *M. praehercynicus*, *M. hercynicus* (лохковские слои) и *M. atopus* (дворецко-прокопские известняки пражского яруса [Bouček, 1966]). Открытие последнего вида не оставляет сомнения, что монографтиды продолжали существовать до конца раннего девона, и было бы совершенно неразумно повышать границу силура и девона вслед за каждой новой находкой граптолитов.

В серии очень содержательных работ Томчика [Tomczyk, 1962, 1964] и Теллера [Teller, 1964] также устанавливается очень близкая к чешской последовательность надлейнтвардинензисовых граптолитовых зон в Свентокшиских горах и в Польской низменности (Русская платформа), где глубокими скважинами вскрыт замечательный разрез. К седлецким слоям, соответствующим верхней части копанинских слоев Чехии, здесь приурочены *Pristiogr. bohemicus* и исключительно важный в корреляционном отношении *Monogr. formosus*. Выше лежащие отложения, которые Томчик объединяет под названием подлясского яруса, характеризуются последовательностью видов: *P. ultimus*, *P. bigensis*, *P. chelmiensis*, *M. bouceki*, *M. perneri*, *P. transgrediens*, *M. angustidens*. Еще выше Теллер указывает *M. uniformis*.

Егер [Jaeger, 1964а,в, 1965] показал, что с последовательностью граптолитов в Чехии легко коррелируются непосредственно выше зоны *Saetogr. leintwardinensis* более молодые зоны, начиная с *S. fritschi linearis* до *M. hercynicus*, в Тюрингии и частично в ряде других районов (Келлервальд, Марбург и др.). Опираясь на эти и другие данные, и в первую очередь на материалы Бонн-Брюссельского симпозиу-

ма, опубликованные в 1962 г., Егер сделал превосходное обобщение [Jaeger, 1965] по корреляции пограничных отложений силура и девона Западной Европы, которое мы использовали в предлагаемом обзоре. Здесь четко вскрыты те новые положения корреляции разрезов Европейского континента и Великобритании, которые приобретают сейчас основное значение.

Ценность достигнутой корреляции отложений верхнего силура и девона в пределах Западной Европы и тесно с нею связанной северо-западной части Африки (прежде всего Марокко [Hollard, 1965; и др.]) заключается не только в широком использовании надлейтвардинензисовых граптолитов, но и ряда важных бентоносных групп фауны (брахиопод, трилобитов, остракод, конодонтов, криноидей), что позволило перейти к решению самого трудного вопроса – сопоставлению разнофациальных разрезов рейнского и герцинского типов, а далее и фаций типа “олд-ред”. Особенно важными оказались недавние работы Буко [Boucot, 1960] и Буко и Панкивского [Boucot, Pankiwskyj, 1962] по брахиоподам жедина и его аналогов и корреляции, Альберти [Alberti, 1963, 1964] по нижнедевонским трилобитам Рейнских гор Валлизера [Walliser, 1962, 1966] по конодонтам и сопоставлению рейнских и герцинских фаций Томчиковой [Tomczykowa, 1962] по био-стратиграфии бостовских слоев Свентокшиских гор Мартинссона [Martinsson, 1963, 1964; и др.] по позднелудловским–даунтонским остракодам Прибалтики, био-стратиграфические исследования по пограничным отложениям силура и девона Средней Чехии [Horný, 1962; Bouček, Horný, 1964; Bouček et al., 1966], затрагивающие общие вопросы всей проблемы.

Как известно, на Бонн-Брюссельском симпозиуме (1960) было предложено несколько возможных вариантов границы силура и девона в разрезах морского типа: 1) по кровле зоны *M. hercynicus* (основное предложение Пражского симпозиума, 1958), т. е. по кровле лохковского яруса Средней Чехии; 2) по кровле зоны *P. ultimus*, что многими исследователями воспринималось как положение, близкое к принятому Геологической службой Великобритании (примерно основание или кровля лудловского костеносного слоя); 3) по кровле или подошве зоны *S. leintwardinensis*. Только последнее предложение позволяет опираться на прямую корреляцию с разрезом стратотипического района, но, как было отмечено выше и как следует из более ранних работ Струу [Straw, 1962], Холланда с соавторами [Holland et al., 1959, 1963] и других, вслед за лейтвардинензисовым временем не происходит решительно никаких изменений в основном составе морских беспозвоночных лудлова, и такая граница силурийской и девонской систем приобрела бы еще более символический характер.

Значительные сомнения вызывают и первые два предложения, прежде всего определение границы силура и девона по исчезновению монографтид. Корреляционная схема Егера и более поздние работы ясно характеризуют это положение и приводят к следующим выводам.

1. При всей неудовлетворительности внешних признаков своей нижней границы жединский ярус Арденн обладает рядом важных палеонтологических и био-стратиграфических характеристик, позволяющих коррелировать с ним многие разрезы Западной Европы (включая и Англо-Уэлсскую область). Прежде всего по остаткам ихтиофауны (зоны *Pteraspis rostrata* и *P. crouchi*) верхний жедин Арденн уверенно коррелируется со средним диттоном Уэлса (по схеме Уайта [White, 1950]), а с другой стороны – с верхним жедином Артуа, пестрыми сланцами Эббе Рейнских гор и, по всей видимости, с верхней подптерасписовой частью бостовских слоев Польши. Весьма устойчивая верхнедиттонская–нижнезигенская зона *Althaspis leachi* хорошо определяет своей подошвой кровлю жединского яруса.

2. Соответственно этому нижний жедин Арденн (прежде всего сланцы Мондрепюи) стратиграфически оказывается на уровне “псаммостеусовых” слоев Уэлш

Бордерлэнд – нижней части диттонской серии. Сопоставлять его с еще более древними слоями даунтонской серии (в понимании авторов) крайне затруднительно, хотя в литературе и укоренилось представление о соответствии тимсайдских слоев и сланцев Мондрепюи. В действительности тимсайдские слои, входящие в более древнюю зону *Hemicyclaspis*, характеризуются редкой и безразличной для стратиграфии морской фауной (*Lingula*, *Modiolopsis*, *Platyschisma*, *Leperditia*), остатки которой известны начиная от слоев Уайтклифф до нижнего девона, как, например, *Modiolopsis complanata* (Sow.), и эта фауна совершенно не дает основания считать ее обязательно эквивалентной фауне сланцев Мондрепюи.

В пределах материковой части Западной Европы стратиграфические эквиваленты нижнего жедина еще более определены: это псаммиты Льевен и тентакулитовые сланцы Мерикур Артуа (Северная Франция) с *Howellevella mercuri* (Goss.); слои Хюингхейзер Рейнских гор с *Warburgella rugulosa rugulosa* (Alth.), *Acastella tiro* R. et E. Richt. и *A. heberti heberti* (Goss.); нижняя часть лохковских слоев Баррандовой мульды с *W. rugulosa rugosa* (Bouč.), *Monogr. uniformis* Přib. и конодонтами, общими с конодонтами жедина Арденн; нижняя часть бостовских слоев Свентокшиских гор с уже упомянутым комплексом трилобитов нижнего жедина; несомненно, борщовские слои Подолии с *M. uniformis* Přib., *Warburgella rugulosa rugosa* (Bouč.) и другой разнообразной фауной. Аналогичное положение занимают слои с *W. rugulosa* Alth., *Howellevella mercuri* (Goss.) и *M. uniformis* в Сахаре (Алжир, Марокко).

3. Одинаковое положение нижней границы жединского яруса Арденн, лохковского яруса Чехословакии, бостовского яруса Польши и тиверского яруса Подолии, устанавливаемое на основании комплексного использования при корреляции трилобитов, граптолитов, конодонтов, брахиопод и некоторых других групп фауны, очень ярко подтверждается удивительной выдержанностью подстилающих слоев с *Scyphocrinites elegans* W. et J. Сцифокринитовые слои известны почти во всех упомянутых разрезах. В Баррандовой мульде они принадлежат к верхней части буднянского яруса чешской схемы (пржидольские слои) и чаще всего приурочены к таким граптолитовым зонам, как *M. angustidens*. Известное отклонение наблюдается в Подолии, где в самых низах борщовских слоев еще наблюдается совместное нахождение *S. elegans* и *M. ex gr. uniformis* и в присахарской части Марокко, где, как отмечает Оллар [Hollard, 1965], *M. uniformis* появляется несколько раньше *Warburgella rugulosa*, но отложения с этим видом нормально подстилаются слоями с *Scyphocrinites elegans*.

4. Но даже при этих небольших отклонениях зона *M. uniformis* приобретает исключительное значение для корреляции и оказывается теснейшим образом связанной с отложениями, соответствующими нижнему жедину Рейнских гор – Арденн. Эта зона привлекла к себе внимание уже после Бонн-Брюссельского симпозиума в работах Бучека [Bouček, 1965], Егера [Jaeger, 1965], Холланда [Holland, 1965], Валлизера [Walliser, 1966], Б.С. Соколова [1967] первоначально как очень важная в корреляционном отношении, а затем – как наиболее приемлемая в качестве границы силура и девона в непрерывных морских разрезах. Наиболее основательно, с этой точки зрения, она рассмотрена в содержательной статье Холланда. Признавая необходимость международного стратиграфического стандарта границы силура и девона в морских отложениях и считая, что выбор такой границы неизбежно связан с компромиссом, Холланд рекомендует основание зоны *M. uniformis* в качестве такой границы исходя из того, что она легко устанавливается как граница буднянского и лохковского ярусов Чехословакии и совпадает с кровлей скальского горизонта в Подолии. В Великобритании эта граница будет распознаваться даже более точно, чем граница в основании лудловского костеносного слоя, так как она отвечает очень важной границе даунтонской и диттон-

ской серий, т. е. определяется подошвой “псаммостеусовых” слоев. При таком проведении границы сохранится традиционное положение жединского и зигенского ярусов в их полном объеме в составе нижнего девона, на что обращает внимание Валлизер [Walliser, 1966].

Опасение Холланда за то, что обсуждаемый вариант границы силура и девона вызовет трудности в Чехословакии, поскольку лохковские отложения придется считать девонскими, теперь отпало: Боучек с соавт. [Bouček, 1966] также помещают на один стратиграфический уровень основания жедина, лохкова, диттона и бостовского яруса. Стабильность нарушается, таким образом, только в Великобритании, и, судя по всему, английским геологам придется еще раз пойти на изменение привычной точки зрения, быть может, в ущерб чисто региональным стратиграфическим интересам. Наличие сохранившейся в даунтонской серии морской фауны совершенно не будет противоречить такому шагу. В этом нас убеждают работы Уолмсли [Walmsley, 1962], Строу [Straw, 1962] и др.

5. Сделанный вывод о положении зоны *M. uniformis* и ее стратиграфических аналогах (теперь уже весьма многочисленных) неизбежно приводит к заключению о том, что нижележащие отложения везде должны считаться, строго говоря, дожединскими, но вместе с тем и не лудловскими, если только мы не хотим отойти от стратотипа лудловской серии в Шропшире. Очевидно, что без крайней необходимости не следует менять стратиграфический стандарт и после недавней ревизии Холланда с соавт. [Holland, 1963] для этого нет никаких оснований.

Отложения, о которых идет речь, уже истолковывались Боучеком [Bouček, 1963] как постлудлов (верхний буднян). В полном соответствии с чешским разрезом они так же были названы в Северной Африке [Massa et al., 1965]. Томчик их называет постлудловскими–прежединскими и выделяет в особый подлясский ярус.

Хотя Ширли [Shirley, 1938] уже 30 лет тому назад высказался за подлудловский возраст пород Льевена (Артуа), подстилающих сланцы Мерикур нижнего жедина, представление об их лудловском и даже среднелудловском возрасте оставалось общепринятым, вслед за Р. и Э. Рихтерами [R. und E. Richter, 1954]; они распространяли этот вывод и на слои Кёббингхейзер Рейнских сланцевых гор. На основании изучения трилобитов и ихтиофауны безусловно постлудловским они признавали только жедин. Уже упоминавшиеся исследования Буко и Панкивского [Boucot, Pankivskyj, 1962] и обсуждение, возникшее на Бонн-Брюссельском симпозиуме (1960), заставили вновь вернуться к построениям Ширли и с полной несомненностью показали наличие особого интервала времени между лудловом и жедином, который в представлениях Буко оказался тесно связанным с породами Льевена, слоями Кёббингхейзер и скальским горизонтом (Skaliam, по Буко).

Очень подробно рассмотрел этот вопрос Егер [Jaeger, 1965], и надо признать, что последние работы польских, чешских и немецких исследователей только укрепляют позиции этой новой и довольно неожиданной идеи. Неожиданной потому, что чисто психологически оказалось невозможным говорить о каком-то интервале времени между лудловом и жедином, тем более что с последним отождествлялся даунтон.

Вероятнее всего, из надлейнтвардинензисовых зон могут рассматриваться еще как лудловские (на уровне слоев Уайтклифф) только зоны *S. fritschi linearis*, *P. fragmentalis* и *M. formosus*. Эта точка зрения является общей для большинства специалистов по граптолитам, занимающихся вопросами стратиграфической корреляции. Она очень логична, хотя и не опирается на прямые доказательства, поскольку отсутствие граптолитов в слоях Уайтклифф пока остается фактом.

В соответствии с этим типичную последовательность граптолитовых зон в пределах “переходных” отложений в непрерывных морских разрезах отражают прежде всего пржидольские слои (верхний буднян) Чехословакии и жепиньские –

подляские слои (подляский ярус) Польши. Сцифокринитовые породы в верхах этих слоев, их кровля, определяемая подошвой зоны *M. uniformis*, и подошва, определяемая кровлей зоны *M. formosus*, придают рассматриваемому подразделению совершенно ясный стратиграфический смысл и заставляют считать синхроничными с ними такие подразделения, как слои Кёббингхейзер Рейнских гор, охристый известняк Тюрингии, скальный горизонт Подолии и даунтон Великобритании, как его теперь понимают Аллен и Тарло [Allen, Tarlo, 1963]. Корреляция с последним достигается лишь косвенно.

В этот стратиграфический интервал попадают и дожединские отложения Артуа, названные Л.Л. Халфиным [1964] “инфражедином”. Как следует из соображений Л.Л. Халфина и недавно опубликованных данных Мэтью [Mathieu, 1965], в состав “переходных” слоев, вероятно, не следует включать собственно известняки Льевен, подстилаемые типично лудловскими отложениями с *Monogr. colonus* (Varr.). Присутствие в этих известняках *Dayia navicula* говорит только об их силурийском возрасте.

Таковы главнейшие выводы и следствия, которые вытекают из рассмотрения новейших данных по биостратиграфии пограничных отложений силура и девона Западной Европы. Самое кардинальное значение, несомненно, имеет вывод о том, что верхняя граница лудлова и нижняя граница жедина, понимаемая как граница слоев кёббингхейзер и хюингхейзер Рейнских сланцевых гор (что соответствует основанию жедина в стратотипе Арденн), существенным образом не совпадают и что между ними реально существует промежуточный комплекс отложений, который, используя стратиграфическую номенклатуру Подолии [Kozłowski, 1929], Буко и Панкивский обозначили как Skalian. Какое же стратиграфическое положение должен занять этот промежуточный комплекс, каков его возраст? По этому поводу высказано пять точек зрения.

1. Наиболее ранняя точка зрения была сформулирована при изучении соответствующих отложений Артуа и Рейнских сланцевых гор. Барруа с соавт. [Barrois et al., 1922] считали эти отложения силурийскими и относили к лудлову. Их лудловский (как непосредственно преджединский) возраст обосновывался также Р. и Э. Рихтерами [Richter R., Richter E., 1954] и рядом других исследователей. Эти взгляды получили широкое отражение в русской и польской [Teller, 1964] литературе. Фактически они означают расширение объема лудловского яруса по сравнению со стратотипом вплоть до включения даунтона и его аналогов.

2. Новая точка зрения была высказана Ширли [Shirley, 1938], впервые признавшего в промежуточных отложениях Арденнско-Рейнского массива постлудловские образования, но отнесшего их к жедину в связи с установлением в составе фауны уже девонских элементов – *Fascicostella gervillei* (Oehlert) и др. По его мнению, это само собой разумеющийся жедин. Такой же вывод был сделан Вэстоллом [Westoll, 1951], но уже в связи с изучением ихтиофауны. Этот же вывод поддерживает и Л.Л. Халфин [1964]. Наиболее принципиально рассматриваемую точку зрения формулирует Егер [Jaeger, 1965]. Соглашаясь с Буко и Панкивским о существовании постлудловских отложений, он считает, тем не менее, введение понятия “Skalian” ненужным, поскольку жедин было бы целесообразно определять “как ярус между лудловом и зигеном”. Таким образом, во всех рассматриваемых случаях предполагается расширение объема жединского яруса по сравнению со стратотипическим разрезом.

3. Буко и Панкивский [Boucot, Pankiowskyj, 1962] в конечном счете также отнесли Skalian к девонской системе, но выделили его в качестве самостоятельного дожединского подразделения, сохранив жедин в полном соответствии со стратотипом и его прямым рейнским аналогом. Эта точка зрения совершенно не имеет сторонников в СССР, хотя она и более последовательна в отношении сохранения стабильности существующих подразделений девона.

4. Чешские геологи [Bouček et al., 1966], отказываясь от употребления в Чехословакии английской стратиграфической номенклатуры ввиду трудности корреляции надлейнтвардинензисовых отложений, включают промежуточный комплекс (их пржидольские слои) в состав буднянского яруса (верхняя часть в объеме шести граптолитовых зон), который они сопоставляют с лудловскими и даунтонскими отложениями Великобритании в целом. Пржидольские слои, слои Кёббингхейзер, жепиньские слои Польши и даунтон ставятся на один стратиграфический уровень; копанинские слои отвечают собственно лудлову в его современном понимании. Таким образом, речь идет о неразрывной связи постлудловских промежуточных отложений с подстилающими в пределах единого регионального стратиграфического подразделения силурийской системы. Общее обозначение для чешского постлудлова – верхний буднян [Bouček, 1965].

В целом же буднянский ярус оказывается эквивалентным лудловскому в его тривиальной трактовке, столь распространенной во многих странах всего континента. Буднянский ярус и, например, лудловский ярус, в понимании Теллера [Teller, 1964], куда он включает всю последовательность граптолитовых зон от кровли *M. formosus* до кровли *M. angustidens* (так называемый верхний лудлов), это одно и то же.

5. Основываясь на изучении хорошо охарактеризованных граптолитами разрезов Свентокшиских гор и Польской низменности (буровые скважины), Томчик [Tomczyk, 1964] также признает постлудловские-прежединские отложения как принадлежащие силурийской системе, но считает нужным ввести для них особое название. Хорошо коррелируемые подляские и жепиньские слои он выделяет в самостоятельный подляский ярус, с которым очень точно сопоставляются и пржидольские слои (верхний буднян) Чехословакии.

Решение проблемы постлудловского промежуточного комплекса не только в корреляционном, возрастном, но и в номенклатурном плане представляется совершенно необходимым; с этой точки зрения действия Томчика заслуживают полной поддержки. Однако нам представляется, что в номенклатурном отношении этот вопрос практически уже решен, так как именно для отложений рассматриваемого стратиграфического уровня (между лудловом и жедином) Буко и Панкивский [Boucot, Pankiwszyj, 1962] предложили воспользоваться названием Козловского [Kosłowski, 1929] “скальный ярус” (“*etage de Skala*”). То обстоятельство, что скальский горизонт Подолии охватывает карбонатные отложения, охарактеризованные преимущественно бентосными группами фауны, а подляские слои – отложения преимущественно с граптолитами, не имеет существенного значения, поскольку в обоих случаях это заведомо морские образования, к тому же хорошо коррелируемые через разрез Баррандовой мульды, где известна разнообразная смешанная фауна. Вряд ли имеет значение и возражение Тарло [Tarlo, 1964] против употребления названия “скальский ярус” в современном понимании, чему якобы мешает приоритет Козловского, использовавшего это название применительно к отложениям несколько иного объема. Приоритет, как уже говорилось выше, не следует истолковывать таким образом, и, кроме того, мы абсолютно согласны с Холландом [Holland, 1965], что возникнет гораздо больше путаницы, если морские эквиваленты даунтона будут продолжать называться лудловским ярусом, а эта тенденция – одна из самых устойчивых. Но существенным остается вопрос об объеме *Skalian*.

III

Поскольку мы непосредственно подошли к трактовке Подольского разреза, следует несколько подробнее остановиться на проблеме границы силура и девона в СССР. До сих пор главное место в ней занимал вопрос о тиверском ярусе. Однако, как теперь становится ясным, морские эквиваленты даунтона вряд ли в суще-

ственной степени охватываются понятием “тиверский ярус”, и следовательно, первоочередного внимания заслуживают отложения, непосредственно подстилающие тивер: скальский горизонт и его стратиграфические аналоги. Проблема самого тиверского яруса с этим вопросом тесно связана.

Как хорошо известно, в СССР длительное время существовало далеко не адекватное английскому представлению об объеме лудловского яруса и верхнего силура вообще [Никифорова, Обут, 1965; Соколов, 1966; и др.]. Естественно, это сказалось и на представлениях, касающихся нижнего девона, его границ и ярусных подразделений. Критическое рассмотрение этого вопроса сделано Л.Л. Халфиным [1964].

В верхнем силуре СССР было принято выделять два яруса: нижний лудловский и верхний лудловский, или тиверский. Первый вполне эквивалентен лудловской серии Шропшира (Ludlovian), второй выделялся как не имеющий морского аналога в стратотипическом районе силурийской системы, но содержащий фауну еще лудловского типа. Уже отмечалось, что предположение о развитии в пределах Англо-Уэлсской области преддаунтонского перерыва, которому мог бы соответствовать тиверский ярус, оказалось ошибочным. Более того, как показано выше, тиверский ярус не только не может быть древнее даунтона, но, вероятнее всего, окажется моложе его полностью или в значительной части.

Вторая ошибка в использовании понятия “тиверский ярус” заключалась в том, что за пределами стратотипического района Подолии тиверскими стали называться в СССР все верхнелудловские отложения, включая и стратиграфические аналоги скальского горизонта. Это вполне логично следовало из теоретического определения тиверского яруса как отложений, заключенных между лудловом и нижним девонем, однако этой идее не отвечал сам стратотип, поскольку он принимался лишь в объеме борщевского и чортковского горизонтов.

Таким образом, совершенно очевидно, что верхняя граница лудловского яруса одинаково понимаемая как в СССР, так и в Великобритании, и нижняя граница тиверского яруса в стратотипе совпадают лишь в теоретической схеме, в действительности же между ними обнаруживается “зияние”. Следовательно, и в СССР возникает та же проблема постлудлова–прежедина, что и в Западной Европе, и она так же, как и там, приводит нас к скальскому горизонту и его стратиграфическим аналогам, как действительно недостающему хроостратиграфическому подразделению в общей (международной) стратиграфической шкале.

Установление зоны *Monogr. uniformis* в нижней части борщовского горизонта (т. е. тивера) и зоны *Scyrhocrinites elegans* на границе скальского и борщовского горизонтов вполне определенно решает вопрос о дожединском, или додйттонском (близком к даунтону), возрасте скальского горизонта. Эта же важнейшая в корреляционном отношении опорная стратиграфическая граница определяет, как мы видели, дожединский возраст пржидольских слоев Средней Чехии и подляских – жепиньских слоев Польши, охарактеризованных четкой серией постлудловских граптолитовых зон. К сожалению, мы не располагаем пока прямыми указаниями на присутствие граптолитов в скальском горизонте Приднестровья (они обнаружены лишь в Раве-Русской), но бентосная фауна и положение в общем разрезе скальского горизонта не оставляют сомнения в очень близком соответствии скальского горизонта и пржидольских слоев. Такой вывод позволяет сделать, в частности, новая интерпретация разреза, вскрытого глубокой скважиной в Раве-Русской [Гуревич, 1963]. К этому же выводу неукоснительно приводят и последние данные о лудловском возрасте подстилающего малиновецкого горизонта.

О.И. Никифорова [1948] в своих ранних работах сопоставляла верхнюю часть малиновецкого горизонта с нижним лудловом и лишь позднее [1954] отошла от этой схемы. Целиком как нижнелудловский рассматривала малиновецкий гори-

зонт Г.Г. Астрова [1962], как лудловский – Буко и Панкивский [Boucot, Pankiwskyj, 1962], как отвечающий средней части лудлова – К.Я. Гуревич [1963]; лудловским его считают В.А. Сытова [1966], И.Н. Сеницына [1966] и ряд других исследователей. К такому же заключению приводит непосредственное сопоставление силурийских разрезов Подолии и Прибалтики [Кальо, Сарв, 1966]. Нами уже давно обращено внимание на копанинский комплекс кораллов в верхней части малиновецкого горизонта. Здесь полностью исчезают последние хализитиды (род *Cystihalysites*), широко распространен род *Barrandeolites*, типичны лудловские фавозитиды. Малиновецкий горизонт и лудловский горизонт паадла Прибалтики хорошо связывают такой характерный вид, как *Laceripora cribrosa* Eichw. Нестор Х.Э. [1964] объединяет их общей зоной *Parallelostroma typicum*. Общими для разреза малиновецкого горизонта и копанинских слоев Баррандовой мульды являются остракоды *Microcheilinella kolednikensis* Bouč. et Přib. и др. [Гуревич, 1963]. О лудловском возрасте малиновецких мшанок брахиопод, пелеципод и ругоз уже писали упомянутые выше исследователи.

Существенным образом укрепляют наши представления о лудловском возрасте малиновецкого горизонта последние исследования по стратиграфической корреляции лудловских отложений Швеции (Готланд и Сконе), Эстонии и Южной Прибалтики [Кальо, Сарв, 1966], на которые большое влияние оказали результаты изучения остракод [Martinsson, 1962–1964, 1966; Гайлите, 1965, 1966; Кальо, Сарв, 1966]. В частности, очень важным для корреляции оказался комплекс бейрихийд пагегайского горизонта Литвы, нижней части горизонта каугатума Эстонии и слоев Эке-Сундре Готланда (*Neobeyrichia ctenophora* Mart., *N. lanensis* Mart. и др.).

Необходимо, однако, отметить, что вопрос о возрасте самой нижней части малиновецкого горизонта, так же как и устьевского, нуждается еще в дополнительном изучении. Ю.И. Тесаков считает, что в низах малиновецкого горизонта содержатся табуляты, близкие к известным из горизонта яагараху о. Сааремаа (верхи венлока), но вместе с тем стратиграфическая позиция подстилающего устьевского горизонта (Подолия) и горизонта каарма (Эстония) кажется очень близкой. Горизонт каарма, как известно, хорошо сопоставляется со слоями Клинтеберг Готланда и всегда относился к нижнему лудлову. Необходимо обратить внимание и на то, что эти отложения обычно рассматриваются как эквивалентные зоне *Pristiogr. vulgaris* (синоним *P. ludensis* (Murch.)), но последняя, судя по недавней заметке Уоррена с соавт. [Warren et al., 1966], скорее принадлежит венлоку. Следует вообще заметить, что граница венлока и лудлова за пределами Англо-Уэлсской области далеко не такая четкая, как привыкли считать.

Все сказанное дает основание считать, что положение верхней границы малиновецкого горизонта, во всяком случае, приближается к кровле копанинских слоев Чехословакии, лудловской серии Готланда, пагегайского горизонта Латвии и к средней–верхней частям каугатума Эстонии. Тем самым она приближается и к границе лудловской и даунтонской серий Англо-Уэлсской области.

После превосходных исследований Мартинссона [Martinsson, 1962–1966] по “бейрихиевому известняку” Балтики и его стратиграфическим аналогам, установления даунтонских видов остракод в серии Овед-Рамзоса (Сконе), изучения последовательности остракод в разрезе подляских отложений, вскрытых еще до войны глубокой скважиной в Леба (Северная Польша) и прослеживания этих остракодовых комплексов в таких стратиграфических горизонтах Советской Прибалтики, как минияский и юраский горизонты Литвы и горизонт охесааре с верхней частью каугатума Эстонии, стало очевидным, что рассматриваемые отложения фактически уже оказываются надлудловскими и в этом смысле приближаются к скальскому горизонту (или ярусу) Подолии.

Скальский ярус Козловский [Kozłowski, 1929] выделил в составе четырех подразделений: 1) доломиты Исаковцев (исаковский подгоризонт), 2) известняки Скалы (строматопоровые известняки, теперь рашковский подгоризонт), 3) мергели Дзвинограда (дзвинигородский подгоризонт) и 4) слои Тайна. Их общая палеонтологическая характеристика теперь хорошо известна. О.И. Никифорова [1948, 1954] исключила слои Тайна из этого яруса, и вслед за ней скальский горизонт многими понимается теперь в объеме трех его основных подразделений, тесно связанных между собой. Буко и Панкивский [Boucot, Pankiwskyj, 1962] следовали тем же путем, устанавливая Skallian как особое преждединское стратиграфическое подразделение нижнего девона.

Последние данные биостратиграфических работ О.И. Никифоровой и находки *M. ex gr. uniformis angustidens* позволяют считать слои Тайна, возможно, эквивалентными низам борцовского горизонта. Об этом отчасти свидетельствуют совершенно особого типа фавозитиды, изучаемые сейчас Ю.И. Тесаковым (*Squameofavosites*, *Pachyfavosites* Sok. и др.). Однако нельзя забывать, что поле развития слоев Тайна является изолированным, и необходимы новые стратиграфические исследования для установления бесспорной корреляции этих слоев с типовым разрезом на Днестре.

В скальских отложениях впервые встречаются род *Amphipora*, род *Riphaeolites*, *Daya navicula* Sow. Многие виды являются общими для них и верхней части слоев каугатума и слоев охесааре Прибалтики: *Multisolenia reliqua* Sok., *Squameofavosites eichwaldi* (Sok.), *Favosites similis* Sok., ряд видов строматопороедей, остракод, пеллеципод (например, *Grammusia obliqua* (Mc Coy)) и т. д. На Урале аналогичное скальскому горизонту положение занимают нижняя часть петропавловской свиты с характерным комплексом кораллов, брахиопод и других групп фауны и гребенской горизонт Приполярного Урала [Чехович, 1965].

Очень близок по стратиграфическому положению айнасуийский горизонт Центрального Казахстана с *Plicatomurus bogimbaensis* Chang, *Palaeofavosites moribundus* Sok., *Atrypa reticularis dzwinogrodensis* Kozł. и другими многочисленными видами кораллов и брахиопод [Четверикова и др., 1966; Ушатинская, Келлер, 1966].

Этот горизонт с большим основанием параллелизуется с исфаринским горизонтом Средней Азии. Фауна последнего исключительно обильна и разнообразна и также содержит ряд важных общих элементов со скальским горизонтом Подолии. Особенно важно, что с исфаринским горизонтом теперь уверенно связывается комплекс граптолитовых зон: *Pristiogr. ultimus*, *P. Bugensis*, *P. Chelmiensis*, *Monogr. bouceki*, *M. perneri*, позволяющий вместе с тем проводить сопоставление этого горизонта с верхним будняном Чехословакии и подляским ярусом Польши. Вероятно, только самая нижняя часть исфаринского горизонта соответствует зоне *M. formosus*.

До сих пор исфаринский горизонт вместе с кунжакским относился к тиверскому ярусу. Теперь приходится считать, что он занимает более низкое стратиграфическое положение и в основном принадлежит постлудлову–прежедину, т. е. уровню скальского яруса, как он понимается здесь.

Большое значение для выработки современных представлений о стратиграфическом положении дальянского, исфаринского и кунжакского горизонтов Средней Азии (обычно считавшихся классическим верхним силуром этой области) имели последние работы узбекских, таджикских и киргизских биостратиграфов (А.И. Кима, Н.М. Ларина, А.И. Лесовой, А.Н. Голикова, З.М. Абдуазимовой, Г.Н. Менаковой, А.И. Лаврусевича, В.Л. Лелешуса, Т.В. Шевченко, Р.Е. Риненберг, А.А. Малыгиной и др.), рассмотренные на сессии Постоянной комиссии по стратиграфии ордовикских и силурийских отложений СССР (см. [Путеводитель экспедиции... по Средней Азии, 1966]).

Нет сомнения, что Средняя Азия приобретает сейчас выдающееся значение для дальнейшего изучения проблемы стратиграфии пограничных отложений силура и девона и встает в один ряд с такими разрезами, как Баррандиен.

Еще более определенно промежуточное между лудловом и тивером–жедином стратиграфическое положение скальских и аналогичных отложений подтверждается корреляцией осадочных толщ, соответствующих тиверскому ярусу в его стратотипе. Тиверский ярус был выделен в объеме борщовского и чортковского горизонтов (ярусов, по схеме Козловского [Kozlowski, 1929]). В состав последнего Козловский включал и слои Ивани Шайнохи [Szajnoch, 1889], понимая под чортковским ярусом весь комплекс отложений, содержащий еще морскую фауну – прежде всего брахиоподы *Mutationella podolica* Kozl., *Chonetes mediocostalis* Kozl., тентакулитиды и остракоды. Следуя этим же соображениям и опираясь на изучение остракод, В.С. Крандиевский [1963] обосновал сохранение пестроцветных иваневских слоев (он их называет горизонтом) в составе тиверского яруса и, так же как и П.П. Балабай [1961], определил эти отложения как верхнесилурийские, т. е. верхнелудловские в традиционном представлении многих советских и польских стратиграфов.

О.И. Никифорова и А.М. Обут [1960–1965], наоборот, склоняются к исключению иваневских слоев из тивера, считая их уже определенно девонскими. Вероятно, позиция Козловского относительно объема чортковского яруса была более последовательной. Необходимо также отметить, что смешанная палеонтологическая характеристика иваневских слоев (морские брахиоподы, тентакулитиды, остракоды, пеллециподы и лагунно-континентальная ихтиофауна) очень важна для стратиграфической корреляции борщовско-чортковской серии отложений в целом.

О возрасте стратиграфических подразделений, объединенных названием тиверский ярус, существуют весьма противоречивые представления. Одни исследователи их целиком относят к силуру, чаще всего допуская при этом, что силурийский возраст имеет и англо-уэллский даунтон (к сожалению, не всегда разъясняя смысл этого запутанного понятия). Другие считают эти отложения девонскими, от самого основания борщовского горизонта, опять-таки полагая в большинстве случаев, что девон начинается с даунтона и что даунтон и жедин – понятия эквивалентные. Третьи (и их довольно много) относят к силуру только борщовский горизонт, видя в нем аналог надлейнтвардинензисовых отложений лудловской серии Шропшира (слои Уайтклифф) или аналог даунтонского яруса Лэнворса, как А.Б. Ивановский [1966], и сопоставляют с основанием сланцев Мондрепюи жединского яруса только основание чортковского горизонта. Наконец, четвертые считают несилурийскими только иваневские слои.

Выше мы попытались рассмотреть эту проблему, основываясь на современных данных по стратиграфической корреляции пограничных отложений силура и девона Западной Европы. Думается, что такое рассмотрение дает основание считать ошибочными, по сути, все перечисленные точки зрения. Источник корреляционных ошибок – это прежде всего запутанная трактовка морских аналогов даунтонской серии (Downtonian) и недостаточное внимание к тому, что между лудловом и жедином действительно имеется какое-то стратиграфическое подразделение, нуждающееся в четком обособлении, а не в насильственных попытках приспособить его к привычной номенклатуре смежных подразделений силура или девона. Как это часто бывает, плохое определение значения слов порождает проблему в большей мере, чем самое существо вопроса. Что касается источника ошибок в оценке возраста рассматриваемых отложений, то он также был связан до самого последнего времени с догматическим положением, что монографитиды не выходят за пределы силура.

Подосва зоны *Monogr. uniformis* и связанные с ней бентосные группы трилобитов (*Warburgella rugulosa rugosa* Bouč. и др.), брахиопод (*Clorinda pseudolinguifera* Kozl., *Septatrypa secreta* Kozl., *Camarotoechia carens* Barr.,

Lanceomyonia tarda (Barr.) и др.), кораллов (*Pachyfavosites kozłowskii* Sok., *Pleurodictyum*), мшанок (*Eostenopora incrustans* (Ulr. et Bas.) и др.), пеллеципод (*Pteria migrans* (Barr.), *Daulina comitans* Barr. и др.), многочисленных остракод и т. д. совершенно четко свидетельствуют о хроностратиграфической близости основания борщовского горизонта с основанием лохковского яруса Чехословакии, жединского яруса Арденнско-Рейнского массива, бостовского яруса Свентокшиских гор. О возможном соответствии этой границы подошве “псаммостеусовых” слоев Великобритании или основанию диттонской серии (Dittonian) в ее современном понимании уже говорилось выше.

Таким образом, можно определенно сказать, что подошва борщовского горизонта вряд ли располагается существенно ниже основания жедина–диттона, но в какой мере тивер соответствует жедину, диттону и лохкову – вопрос еще не окончательно решенный. Как минимум, тивер может быть сопоставлен с нижним жедином, и в отношении чортковского горизонта и “переходных” иваневских слоев эта точка зрения уже давно сформулирована Д.В. Обручевым [1958] на основании изучения их ихтиофауны. Фактически этому существенно не противоречат и выводы П.П. Балабая [1961], показавшего только, что основные виды бесчелюстных – *Pteraspis podolica* Alth. и *P. kneri* Lank. – являются общими для чортковского горизонта и иваневских слоев, но понимавшего их стратиграфическое положение так же, как Шайноха [Szajnocha, 1889], Козловский [1929] и первоначально О.И. Никифорова [1948], на уровне даунтона в старом смысле.

Однако вполне вероятно, что чортковско-иваневская ихтиофауна может занять и более высокое стратиграфическое положение. Тарло [1964] указывает в ее составе диттонский вид *Corvaspis kingi* Woodw., а в перекрывающих слоях днестровской серии Д.В. Обручев, К.Я. Гуревич и др. [1963] указывают виды, свойственные верхнему диттону Великобритании, т. е. зоне *Althaspis leachi* (*Podolaspis lerichi* (Zuch) и др.). Представляется, что в южной части Прибалтики совершенно аналогичное тиверским отложениям место занимают тильжеский и стонишкяйский горизонты, охарактеризованные ниже- и верхнежединской ихтиофауной. Морская фауна борщовского и чортковского горизонтов, как теперь свидетельствуют многие исследователи, вполне соответствует жединскому ярусу Арденн, Артуа, Рейнских сланцевых гор и бостовскому ярусу Свентокшиских гор.

Поскольку соответствие борщовского и чортковского горизонтов (с иваневскими слоями) жединскому ярусу представляется наиболее вероятным, вполне очевидно, что диттонская серия, заканчивающаяся зоной *Althaspis leachi*, будет несколько превышать тивер по своему объему. Бесспорно, еще больший объем имеет лохковский ярус Чехословакии. Об этом убедительно свидетельствуют находки *Monogr. hercynicus* в сопровождении таких типично средне-верхнезигенских брахиопод, как *Hysterolites hystericus* (Schloth.) [Solle, 1963], и многие другие данные по Тюрингии, Чехии, Средней Азии, Марокко и Аляске.

С тиверским ярусом Подолии может быть сопоставлена средняя часть петропавловской свиты восточного склона Северного и Среднего Урала и соответствующая ей сарайная свита, хорошо сейчас изученные А.Н. Ходаевичем, М.Г. Брейвель (брахиоподы), Ф.Е. Янет (табуляты), Г.Г. Зенковой (остракоды), О.В. Богоявленской (строматопоридеи) и другими специалистами. Для этих отложений характерны *Pachyfavosites kozłowskii* Sok., *Squameofavosites sokolovi* Chekh., *Plectatrypa marginalis* Dalm.), многочисленные остракоды *Healdianella clara* Pol., *Clavofabellina abunda minor* Pol. и многие другие виды разнообразной фауны. На Приполярном Урале это вайгачский горизонт с *Fav. socialis* Sok. et Tes. Такое же стратиграфическое положение занимает надайнасуйский горизонт в Центральном Казахстане с *Pachyfavosites kozłowskii* Sok., очень типичный для жедина, и широко распространенной *Howellella mercuri* (Goss.) и другой фауной, недавно описанной в большой работе Н.П. Четвериковой с соавт. [1966].

Как показывают последние работы по Средней Азии и, в частности, изучение табулят (В.Д. Чехович, А.И. Ким, В.Л. Лелешус), брахиопод (О.И. Никифорова, Н.М. Ларин), граптолитов (А.М. Обут и др.), конодонтов (Т.А. Москаленко), криноидей (Т.В. Шевченко), остракод (Е.П. Поленова), тентакулитид и т. д., кунжакский горизонт и, вероятно, близкий к нему шишкатский горизонт Т.В. Шевченко [1966, 1967] в целом соответствуют лохковскому ярусу Чехословакии и, таким образом, несколько превышают по своему объему тиверский ярус Подолии. Для кунжакского горизонта характерны: *Pachyfavosites kozlowskii* Sok., *Favosites fidelis* Barr., *Lanceomyonia tarda* (Barr.), *Septatrypa megaera* Barr., *Paranowakia* ex gr. *intermedia* (Barr.), *Ollulocrinus quinquelobus* (Bather), в самой верхней части – *Monograptus hercynicus* Perner и вместе с остатками этого зонального вида – характерный новый комплекс конодонтов определенно раннедевонского типа [Москаленко, 1966].

Уже давно поднимался вопрос о раннедевонском возрасте важнейшего для Сибири томь-чумышского горизонта (Л.Л. Халфин, Н.В. Миронова и др.), но лишь после новых монографических исследований по табулятам [Миронова, 1961; Чудинова, 1964; и др.], трилобитам [Ёлкин, 1964, 1966], остракодам [Поленова, 1968] и брахиоподам эта точка зрения получила почти всеобщее признание. М.А. Ржонсницкая [1960] прямо сопоставила томь-чумышские отложения с борщовским и чортковским горизонтами Подолии по брахиоподам, но и те и другие считала принадлежащими еще верхнему лудлову. В том же духе была проведена корреляция соответствующих отложений Кузнецкого бассейна и Средней Азии В.Н. Дубатовым и В.Д. Чехович [1964]. В настоящее время жединский (тиверский) возраст томь-чумышского горизонта подтверждается многочисленными палеонтологическими данными как прямо, так и путем уверенной корреляции через промежуточные разрезы.

Очень богатый остракодовый комплекс томь-чумышского горизонта лучше всего сопоставляется с комплексом сарайной свиты Восточного Урала. Он, несомненно, имеет жединский состав, характеризуясь значительным обновлением по сравнению со скальско-подляским “бейрихиевым” комплексом. Установление последнего впервые сейчас намечается в более древних отложениях Горного Алтая. С тивером томь-чумышский горизонт связывают такие виды, как *Pachyfavosites kozlowskii* Sok., *Howellella angustiplicata* (Kozl.), *Protathyrus praecursor* Kozl., и имеется довольно много общих элементов с фауной кунжакского горизонта Средней Азии и его аналогов. На Северо-Востоке СССР близкое положение занимает широко известная нелюдимская свита с зоной *Favosites socialis* Sok. et Tes. [Соколов, Тесаков, 1963].

Необходимо отметить, что, хотя стратиграфические аналоги тиверского яруса сравнительно легко начинают распознаваться во многих районах СССР как близко соответствующие жединскому ярусу международной стратиграфической шкалы, тем не менее для Тянь-Шаня и Алтае-Саянской складчатой области, так же как для Баррандовой мульды, Тюрингии и, по-видимому, Алжиро-Марокканской области, представляет определенные практические удобства выделение в нижнем девоне двух основных подразделений, примерно соответствующих лохковскому и пражскому ярусам чешской схемы. Пражский ярус включает и самую молодую граптолитовую зону Monogr. atopus Vouii. В Средней Азии этим двум подразделениям нижнего девона соответствуют кунжакский горизонт и кштутский + панджрутский. В Алтае-Саянской области им отвечают два подотдела нижнего девона, выделяемые Е.А. Ёлкиным [1966]. Аналогами лохковского яруса можно считать томь-чумышский и нижнекрековский горизонты, пражского яруса – верхнекрековский и малобачатский. Вопрос о границе нижнего и среднего девона пока остается дискуссионным.

IV

Новый взгляд на стратиграфическую корреляцию пограничных отложений силура и девона позволяет сформулировать некоторые общие выводы. В предварительном виде они были изложены в “Лудловском бюллетене” под ред. В. Уолсли и в недавнем обзоре стратиграфии ордовикских и силурийских отложений Средней Сибири [Соколов, 1967].

1. Лудловский ярус со стратотипом лудловской серии в Шропшире представляет собою совершенно четкое стратиграфическое подразделение международной шкалы. Его расчленение на четыре горизонта – Холланд с соавт. [Holland et al., 1963] называют их ярусами – и современный уровень палеонтологической характеристики дают прочное основание для распознавания аналогов лудловского яруса в морских отложениях силура всего земного шара. Необходимо, вероятно, будет принять новое уточнение нижней границы лудлова по подошве зоны *Monogr. nilsoni* в связи с тем, что зона *M. ludensis* (= *M. vulgaris*) оказывается еще венлокской.

В отношении верхней границы могла бы идти речь о присоединении к лудлову “Лудловского костеносного слоя”, поскольку Валлизер [Walliser, 1966] устанавливает общую конодонтовую зону для самых верхних слоев верхнего Уайтклиффа и костеносного слоя (*Ludlow Bone Bed*). Но вместе с тем эти же конодонты свидетельствуют об их близости к конодонтам верхнего будняна Чехии, что, скорее, говорит в пользу сохранения “Лудловского костеносного слоя” в составе даунтонской серии (верхний буднян или пржидольские слои – наиболее вероятный ее морской стратиграфический аналог). Кроме того, “Лудловский костеносный слой” превосходно маркирует региональную границу лудловской и даунтонской серий и не может быть из нее исключен.

Известный недостаток стратотипического разреза лудлова состоит в том, что в слоях Уайтклиффа непосредственно выше зоны *M. leintwardinensis* нет граптолитов, однако распространенное мнение специалистов по зональной стратиграфии силура состоит в том, что слои Уайтклиффа не могут существенно выходить за пределы зоны *M. formosus*. Фактически это же положение фиксирует и Краатц [Kraatz, 1967] в своем предложении о дополнительной зональной граптолитовой классификации отложений от зоны 36 – *M. leintwardinensis* до зоны 47 – *M. hercynicus* на основе разреза Баррандовой мульды. Копанинские слои (очевидный аналог лудловской серии) венчаются зонами *M. fritschi linearis* и *M. fecundus*. Это вполне совпадает с принятым сейчас в СССР проведением верхней границы лудловского яруса по кровле зоны *M. formosus*.

2. Между лудловским и жединским ярусами, понимаемыми в строгом соответствии с их стратотипами, существует, по-видимому, особое промежуточное стратиграфическое подразделение, по своему таксономическому рангу, вероятно, эквивалентное ярусу. Устанавливается по крайней мере три фациальных типа этого подразделения: 1) нормальный морской карбонатный, характеризующийся преимущественно бентосной фауной (скальский ярус Подолии), 2) нормальный морской, охарактеризованный вместе с тем и граптолитами (верхний буднян или пржидольские слои Чехии и подляский ярус Польши с 6–8 граптолитовыми зонами), и 3) лагунно-континентальный, типа “олд-ред” (даунтонская серия Шропшира в понимании Аллена и Тарло [Allen, Tarlo, 1963]).

Появление именно на этом хроностратиграфическом уровне фаций типа “олд-ред” и к тому же в стратотипическом районе стало первоисточником затруднений в поисках их морских стратиграфических аналогов, но представляется, что теперь эта проблема получила свое принципиальное решение. Дальнейшее уточнение корреляции разнофациальных постлудловских–прежединских отложений не должно изменить сущности сделанного вывода.

В международной стратиграфической шкале пока этого подразделения нет, но оно может быть введено на основе выбора стратотипа в одной из трех фациальных областей. Золотое правило стратиграфов выбирать стратотипы подразделений и их границ в непрерывных морских разрезах заставляет обратиться прежде всего к скальскому горизонту Подолии, хотя объем Skalian как яруса, возможно, уже этого горизонта. Приоритет Козловского [Kozlowski, 1929] и Буко и Панкивского [Boucot, Pankiwski, 1962] в отношении названия яруса вне сомнения, хотя полноценность содержания самого понятия немислима без учета палеонтологической характеристики эквивалентного верхнего будняна (пржидольских слоев) и подлясского яруса Польши с их безукоризненной зональной граптолитовой последовательностью.

Представляется, что рассмотренный в настоящей работе фактический материал решительным образом противоречит заключению Буко и Панкивского о введении Skalian в состав девонской системы в качестве дожединского яруса. Скальско-подлясская морская фауна всей историей своего развития связана с лудловским веком, и именно поэтому столь упорно соответствующие отложения именовались верхнелудловскими.

Таким образом, скальский ярус должен дополнить силурийскую систему, и, соответственно, в стратотипическом районе Уэлш Бордерлэнда становится необходимым пересмотр существующего стандарта границы силура и девона. Вероятно, при этом мог бы быть поднят (и уже поднимается) вопрос о введении вновь в состав силура даунтонского яруса, но не с оригинальным стратотипом, предложенным Лэпворсом [Lapworth, 1879]: слои Уайтклифф, “Лудловский костеносный слой” и песчаники Даунтонского замка (частично), а со стратотипом всей даунтонской серии в современной трактовке Аллена и Тарло [Allen, Tarlo, 1963]. Вопрос этот может обсуждаться, но осммотрительнее было бы остановить наш выбор на нормальном морском разрезе.

3. Весь опыт исследований по корреляции пограничных отложений силура и девона и проведенных дискуссий приводит к выводу, что наиболее приемлемой границей силура и девона в непрерывной морской последовательности может быть подошва зоны *Mopogr. uniformis*. Ее принятие полностью бы сохранило рейнско-арденнскую типовую схему нижнего девона с расчленением на жединский, зигенский и эмсский ярусы, равно как и чешскую схему с расчленением на лохковский и пражский ярусы. Интересы максимального сохранения стабильности стратиграфии заставляют сейчас многих исследователей придерживаться этой точки зрения. Наиболее четко ее сформулировал Холланд [Holland, 1965] как компромиссный вариант, показав, что в Англо-Уэлсской области эта граница совпадает с даунтоном и диттоном в их современном понимании.

Принятие такой точки зрения в СССР означает, что граница силура и девона пройдет в основании борщовского горизонта, тильжеского горизонта Южной Прибалтики, средней части петропавловской свиты Восточного Урала, вайгачского горизонта Приполярного Урала и европейского сектора Арктики, надайнасуйского и караэспинского горизонтов Центрального Казахстана, кунжакского горизонта Средней Азии, томь-чумышского горизонта Салаира, нелюдимского горизонта Северо-Востока СССР. Корреляция этого уровня может быть несколько уточнена, но принципиально положение границы этого вряд ли изменится.

4. Положение тиверского яруса в стратиграфической шкале в соответствии с его подольским стратотипом (включая, как нам кажется, и иваневские слои) оказывается очень близким или эквивалентным жединскому ярусу Арденнско-Рейнского массива. Основание того и другого в свете изложенных материалов, по-видимому, однотипно фиксирует подошву девонской системы. Работы, проведенные Козловским [1929], а в последние годы большим коллективом исследователей под руководством О.И. Никифоровой, не оставляют сомнения, что по полноте

палеонтологической характеристики и ясности стратиграфических границ эталон тиверского яруса в Подолии является уникальным и во всех отношениях превосходит эталон жединского яруса в Арденнах. Это крупное и очень целостное стратиграфическое подразделение, сыгравшее, несомненно, большую роль в разработке стратиграфии СССР. Оно имеет все основания быть сохраненным пока в шкале, используемой в СССР, как более совершенный эквивалент жединского яруса (или нижнего жедина) и нижней части лохковского яруса; в последнем случае было бы более правильным именовать его тиверским подъярусом.

Следует ли включать тивер–жедин в состав силурийской системы – вопрос дискуссионный и совсем не простой, если вспомнить о тех идеях А. Грабау [Grabau, 1940] и А. и Ж. Термье [Termier H., Termier G., 1964], которые связаны с обособлением силурона. Об этом же свидетельствует и поучительная эволюция взглядов чешских исследователей, лишь недавно защищавших границу силура и девона на уровне среднего зигена.

Думается, однако, что в настоящее время принятая система стратиграфического расчленения нижнего девона может сохраниться в своих основных региональных типах без существенного пересмотра нижней границы в стратотипической области ярусного деления девона, но с возможным изменением стандарта границы в Великобритании.

Мы полностью отдаем себе отчет в том, что изложенные соображения во многом обусловлены принятием новой стратиграфической идеи, но кажется, что сейчас с нею более согласуется фактическое положение вещей. Опровержением этих взглядов было бы открытие всех пржидольских зональных граптолитов в слоях Уайтклифф или установление зоны *M. uniformis* в основании даунтонской серии.

ЛИТЕРАТУРА

- Астрова Г.Г.* К вопросу о возрасте силурийских отложений Подолии // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1962. Т. 37, вып. 2. С. 124–133.
- Астрова Г.Г.* Мшанки борщовского и чортковского горизонтов Подолии // Труды Палеонтол. ин-та АН СССР. 1964. Т. 98. 52 с.
- Балабай П.П.* До питання про межу між силуром і девонам на Поділлі // Допов. АН УРСР. 1961. № 9. С. 1212–1214.
- Гайлите Л.К.* Стратиграфическая приуроченность остракод семейства *Beugichidae* в силурийских отложениях Латвии // Изв. АН ЛатвССР. 1965. № 2. С. 68–74.
- Гайлите Л.К.* Стратиграфия и остракоды силура Средней Прибалтики: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Таллин, 1966.
- Гуревич К.Я.* Новые данные о стратиграфии силура Волыно-Подольской окраины Русской платформы // Труды УкрНИГРИ. 1963. Вып. 3. С. 178–192.
- Гуревич К.Я., Завьялова Е.А., Помяновская Г.М., Хижняков А.В.* К характеристике девонских отложений Волыно-Подольской окраины Русской платформы // Труды УкрНИГРИ. 1963. Вып. 3. С. 137–168.
- Дубатов В.Н., Чехович В.Д.* К вопросу о границе силура и девона в юго-западной части Кузнецкого бассейна и Средней Азии // Силурийские и девонские кораллы Азиатской части СССР. М.: Наука, 1964. С. 3–33.
- Ёлкин Е.А.* Типовые разрезы нижнего и среднего девона северо-восточного склона Салаира и их палеонтологическая характеристика. Новосибирск, 1964. 139 с.
- Ёлкин Е.А.* Дехенеллиды (трилобиты) и стратиграфия нижнего и среднего девона юга Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, 1966. 16 с.
- Ивановский А.Б.* О границе силура и девона // Докл. АН СССР. 1966. Т. 166, № 1. С. 171–174.
- Кальо Д., Сарв Л.* К корреляции верхнесилурийских отложений Прибалтики // Изв. АН ЭССР. Сер. физ.-мат. и техн. наук. 1966. Т. 15, № 2. С. 277–288.
- Крандієвський В.С.* Фауна остракод силурийських відкладів Поділля. Киев: АН УССР. 1963. 150 с.
- Миронова Н.В.* Табуляты и гелиолитиды томь-чумышских (остракодовых) слоев Салаира // Труды СНИИГиМС. Вып. 15. Новосибирск, 1961. С. 148–175.

- Москаленко Т.А. Первая находка позднесилурийских конодонтов в Зеравшанском хребте // Палеонтол. журн. 1966. № 2. С. 81–92.
- Нестор Х.Э. Строматопороидеи ордовика и силура Эстонии: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Таллин, 1964. 23 с.
- Никифорова О.И. Схема стратиграфии верхнего силура Подолии // Материалы ВСЕГЕИ. Общ. серия. 1948. Сб. 8.
- Никифорова О.И. Стратиграфия и брахиоподы силурийских отложений Подолии. М.: Госгеолтехиздат, 1954. 218 с.
- Никифорова О.И., Обут А.М. К вопросу о границе силура и девона в СССР // Материалы к совещ. по стратиграфии силура и девона (Бонн–Брюссель, 1960): Докл. сов. геол. Л.: Изд-во ВНИГРИ, 1960. С. 3–23.
- Никифорова О.И., Обут А.М. К вопросу о границе силура и девона в СССР // Сов. геология. 1961. № 2. С. 86–91.
- Никифорова О.И., Обут А.М. (Ред.) Стратиграфия СССР. Силурийская система. М.: Недра, 1965. 531 с.
- Обручев Д.В. К биостратиграфии ихтиофаун нижнего и среднего палеозоя СССР // Сов. геология. 1958. № 11. С. 40–53.
- Поленова Е.Н. Остракоды нижнего девона Салаира. (Томь-чумышский горизонт) М.: Наука, 1968. 154 с.
- Путеводитель экскурсии по типовым разрезам ордовика, силура и девона Средней Азии. Ташкент: Изд-во Мингео УзССР, 1966.
- Ржонсницкая М.А. Корреляция карбонатных отложений нижнего и среднего девона СССР и Западной Европы // Информ. сб. ВСЕГЕИ. 1960. № 24. С. 5–15.
- Синицына И.Н. Двустворчатые моллюски силура Подолии в связи с уточнением стратиграфии: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Л., 1966.
- Соколов Б.С. Граница силурийской и девонской систем и объем нижнего девона // Проблемы геологии на XXII сессии Междунар. геол. конгр. М.: Наука, 1966. С. 71–77.
- Соколов Б.С. Основные вопросы стратиграфии ордовикских и силурийских отложений Средней Сибири // Стратиграфия палеозоя Средней Сибири. Новосибирск, 1967. С. 19–43.
- Соколов Б.С., Тесаков Ю.И. Табуляты палеозоя Сибири. II. Табуляты ордовика и силура Восточной части Сибири. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 188 с.
- Сытова В.А. Биогермы малиновешского горизонта (силур) Подолии // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1966. Т. 41, вып. 6. С. 130–131.
- Томчик Г. Новейшие результаты исследований в области стратиграфии и тектоники ордовика и силура Польши // Геология и геофизика. 1965. № 12. С. 80–86.
- Ушатинская Г.Т. К вопросу о выделении в верхнем отделе силурийской системы тиверского яруса // Вестн. МГУ. Геология. 1966. № 5. С. 61–65.
- Ушатинская Г.Т., Келлер Н.Б. Айнасуйский горизонт Северо-Восточного Прибалхашья // Вестн. МГУ. Геология. 1966. № 1. С. 49–57.
- Халфин Л.Л. О необходимых уточнениях общей стратиграфической схемы девонских отложений СССР. I. О жединском ярусе и границе силур–девон // Труды СНИИГГиМС. Вып. 29. Новосибирск, 1964. С. 5–19.
- Четверикова Н.П., Сытова В.А., Ушатинская Г.Т. и др. Стратиграфия и фауна силурийских и нижнедевонских отложений Нурина синклинория. М.: Изд-во МГУ, 1966. 352 с.
- Чехович В.Д. Биостратиграфическое расчленение силура Приполярного Урала по табулятам // Табулятоморфные кораллы ордовика и силура СССР. М.: Наука, 1965. С. 59–86.
- Чудинова И.И. Табуляты нижнего и среднего девона Кузнецкого бассейна // Труды Палеонтол. ин-та АН СССР. 1964. № 101. 82 с.
- Шевченко Т.В. Морские лилии из верхнесилурийских и нижнедевонских отложений Юго-Западного Тянь-Шаня и их стратиграфическое значение // Палеонтология и стратиграфия. Вып. 2. Душанбе, 1966. С. 123–190.
- Шевченко Т.В. Среднепалеозойские морские лилии Юго-Западного Тянь-Шаня и их стратиграфическое значение: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, 1967.
- Alberti G. Zur Kenntnis rheinisch-herzynischer Mischfaunen (Trilobiten) im Unterdevon // Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg. 1963. 32. S. 148–159.
- Alberti G. Unterdevonische Trilobiten aus dem Frankenwald und Rheinischen Schiefergebirge // Geol. Jahrb. 81. Hannover, 1964. S. 135–156.
- Allen J.R.L., Tarlo L.B. The Downtonian and Dittonian facies of the Welsh Borderland // Geol. Mag. 1963. Vol. 100, N 2. P. 129–155.

- Barrois Ch., Pruvost P., Dubois G.* Description de la faune siluro-dévonienne de Liévin // Mém. Soc. Géol. Nord. 1922. 6. Pt. 2, fasc. 2 (1920).
- Bouček B.* Einige Bemerkungen zur Entwicklung der Graptolithenfaunen in Mitteldeutschland und Böhmen // Geologie. 1960. Bd. 9. H. 5. S. 556–564.
- Bouček B.* Einige Bemerkungen zu der Fauna und Beziehungen der Übergangsschichten zwischen Silur und Devon in Mitteleuropa und zu der Frage der Grenze zwischen Silur und Devon // Ann. Mus. geol. Bologna. 1963. Vol. 31, N 1.
- Bouček B.* Quelques remarques sur le problème de la limite silurien-dévonien en Europe centrale // Mém. Bur. rech. géol. et miner. 1965. N 33.
- Bouček B.* Eine neue und bisher jüngste Graptoliten-Fauna aus dem böhmischen Devon // Neues Jahrb. Geol. und Paläontol. Abhandl. 1966. H. 3.
- Bouček B., Horný R.* Bemerkungen zu einer neuen Interpretation der Beziehungen zwischen dem böhmischen, polnischen und deutschen höheren Silur // Geologie. 1964. Vol. 13, N 5. S. 543–555.
- Bouček B., Horný R., Chlupač I.* Silurian versus Devonian. The present state of the Siluro-Devonian boundary. Problematics and proposal of its solution // Sbor. Národn. musea Praze. 1966. Vol. 22, B, N 2.
- Boucot A.J.* Lower Gedinnian brachiopods of Belgium // Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain. 1960. 21.
- Boucot A.J., Pankiwskyj K.* Llandoveryian to Gedinnian stratigraphy of Podolia and adjacent Moldavia // Symposiums-Band 2 Internal. Arbeitstagung Silur/Devon Bonn-Bruxelles (1960). Stuttgart, 1962.
- Elles G.L., Slater I.L.* The highest Silurian rocks of the Ludlow district // Quart. J. Geol. Soc. London. 1906. 62.
- Grabau A.W.* The Rhythm of the Ages. Peking, 1940.
- Hedberg H.D.* (Ed.). Definition of Geologic Systems // Intern. Geol. Congress. Rep. of the Twenty-Second session. Pt. XVIII. New Delhi, 1964. P. 5–26.
- Holland C.H.* The Ludlovian-Downtonian succession in Central Wales and Central Welsh Borderland // Symposiums-Band Bonn-Bruxelles (1960). Stuttgart, 1962.
- Holland C.H.* The Siluro-Devonian boundary // Geol. Mag. 1965. Vol. 102, N 3. P. 213–221.
- Holland C.H., Lawson J.D., Walmsley V.G.* A revised classification of the Ludlovian succession at Ludlow // Nature. 1959. Vol. 184, N 4692. P. 1037–1038.
- Holland C.H., Lawson J.D., Walmsley V.G.* The Silurian rocks of the Ludlow district, Shropshire // Bull. Brit. Museum (Nat. History). Geol. 1963. Vol. 8, N 3.
- Hollard H.* Précisions sur la stratigraphie et la répartition de quelques espèces importantes du Silurien supérieur et de L'Eodevonien du Maroc presaharien // Notes et mém. serv. géol. Maroc. 1965. Vol. 24, N 183.
- Horný R.* Notes on the correlation of the Bohemian and British Silurian // Vestn. Ustřed. ústavu geol. 1960. 25.
- Horný R.* Das mittelböhmische Silur // Geologie. 1962. Jg. 11, H. 8. S. 873–916.
- Jaeger H.* *Monograptus hercynicus* in den Westsudeten und das Alter der Westsudeten-Hauptfaltung // Geologie. 1964a. Jg. 13. H. 3–4. S. 249–277.
- Jaeger H.* Der gegenwärtige Stand der stratigraphischen Erforschung des Thüringer Silurs // Abhandl. Dtsch. Akad. Wiss. Berlin. Kl. Bergbau, Hüttenwesen und Montangeol. 1964b. N 2.
- Jaeger H.* Referate: Symposium-Band der 2. Internationalen Arbeitstagung über die Silur/Devon-Grenze und die Stratigraphie von Silur und Devon. Bonn-Bruxelles, 1960, Stuttgart, 1962 // Geologie. 1965. Jg. 14, H. 3. S. 348–349.
- King W.W.* The Downtonian and Dittonian strata of Great Britain and North-Western Europe // Quart. J. Geol. London, 1934. Vol. 90, N 360. P. 526–566.
- Kozłowski R.* Les Brachiopodes Gothlandiens de la Podolie Polonaise // Palaeontol. Polon. 1929. T. 1.
- Kraatz R.* // Ludlow Research Group. Bull. 1967. N 14. Swansea.
- Lapworth C.* Table showing the Classification and Correlation of the graptolite-bearing rocks of Europe and America // Ann. Mag. Natur. History. 1879–1880. Vol. 5, N 3.
- Lawson J.D.* Stratigraphical boundaries // Symposium-Band Bonn-Bruxelles (1960). Stuttgart, 1962.
- Martinsson A.* Ostracodes of the family Beyrichiidae from the Silurian of Gotland // Publ. Palaeontol. Inst. Univ. Uppsala. 1962. N 41.
- Martinsson A.* The concealed Silurian of the Baltic area // Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 1963. 84.

- Martinsson A.* Palaeocope ostracodes from the well Leba I in Pomerania // Publ. Palaeontol. Inst. Univ. Uppsala. 1964. N 50.
- Martinsson A.* Beyrichiacean ostracodes associated with the earliest Silurian vertebrates from Gotland // Publ. Palaeontol. Inst. Univ. Uppsala. 1966. N 68.
- Massa D., Combaz A., Manderschedl G.* Observations sur les séries siluro-dévonniennes des confins algéro-marocains du Sud (1954–19550 // Notes et mém. Serv. géol. Maroc. 1965. N 8.
- Mathieu G.* Le siluro-dévonien de Beaumont-en-Artois, ses faciés detritiques intraformationnels à la limite entre le silurien et le dévonien // Mém. Bur. rech. géol. et mon. 1965. N 33.
- Murchison R.I.* On the Silurian system of rocks // Lond. and Edinb. Philos. Mag. 1835. 7.
- Nalivokin D.W.* Verschiedene Arten der Silur/Devon-Grenze im westlichen teil der UdSSR. // Prager Arbeitstagung (1958), 1960.
- Potter J.F., Price J.H.* Comparative sections through rocks of Ludlovian-Downtonian age in the Llandovery and Llandeilo districts // Proc. Geologists' Assoc. 1965. Vol. 76, N 4.
- Prager Arbeitstagung über die Stratigraphie des Silurs und des Devons (1958)* (Leiter des Autorenkollektiv Dr. Josef Svoboda). Praha, 1960.
- Richter R., Richter E.* Die Trilobiten des Ebbe-Sattels und zu vergleichende Arten // Abhandl. Senckenber. naturforsch. Ges. 1954. 488. S
- Sedgwick A., Murchison R.I.* On the classification of the older rocks of Devon and Cornwall // Proc. Geol. Soc. London, 1839. 3.
- Shirley J.* Some aspects of the Siluro-Devonian boundary problem // Geol. Mag. 1938. 75.
- Sokolov B.S.* Silurian/Devonian boundary deposits of the USSR // Ludlow Research Group. Bull. N 14. Swansea, 1967.
- Solle G.* Hysterolites hystericus (Schlotheim) (Brachioloda; Unterdevon), die Einstufung der oberen Graptolithen-Schiefer in Thüringen und die stratigraphische Stellung der Zone des Monograptus hercynicus // Geol. Jahrb. 1963. Bd. 81.
- Stamp L.D.* The base of the Devonian, with especial reference to the Welsh Borderland // Geol. Mag. 1923. Vol. 60.
- Straw S.H.* The Silurian-Devonian boundary in England und Wales // Symposium-Band Bonn-Bruxelles (1960). Stuttgart, 1962.
- Symposium-Band. 2.* Internationale Arbeitstagung über die Silur/Devon-Grenze und die Stratigraphie von Silur und Devon (Bonn-Bruxelles, 1960) (Herausgegeben von H.K. Erben). Stuttgart, 1962.
- Szajnocha W.* O stratygrafji pokladow sylurskich galicyjskiego Podola // Spraw. Kom. Fizjiogr., A.U. 1889. 23.
- Tarlo L.B.* Psammosteiformes (Agnatha). A review with descriptions of new material from the Lower Devonian of Poland // Palaeontol. Polon. 1964. Vol. 13.
- Teller L.* On the stratigraphy of beds younger than Ludlowian and the Silurian-Devonian boundary on Poland and Europe // Acta Geol. Polon. 1964. Vol. 14, N 2. S. 330–320.
- Termier H., Termier G.* Les temps fossilifères. I: Paléozoïque inferieur. Paris, 1964.
- Tomczyk H.* Problem stratigraphii ordowiku i syluru w Polsce w świetle ostatnich badań // Inst. geol. prace. 1962. Vol. 35.
- Tomczyk H.* Stratigrafia syluru w północno-wschodniej Polsce // Kwart. Geol. 1964. T. 8, z. 3. S. 506–520.
- Tomczykowa E.* Warstwy bostowskie i ich odpowiedniki facialno-stratigraficzne // Przegl. geol. 1962. Vol. 10, N 10.
- Walliser O.H.* Conodontenchronologie des Silurs (=Gotlandiums) und des tieferen Devons mit besonderer Berücksichtigung der Formationengrenze // Symposium-Band Bonn-Bruxelles (1960). Stuttgart, 1962.
- Walliser O.H.* Die Silur/Devon-Grenze. Ein Beispiel biostratigraphischer Methodik // Neues Jahrb. Geol. und Paläontol. Abhandl. 1966. Vol. 125, N 1–3. S. 235–246.
- Walmsley V.G.* Upper Silurian-Devonian contacts in the Welsh Borderland and South Wales // Symposium-Band Bonn-Bruxelles (1960). Stuttgart, 1962.
- Warren P.T., Rickards R.B., Holland C.H.* Pristiograptus ludensis (Murchison, 1839) – its synonymy and allied species – and the position of the Wenlock/Ludlow boundary in the Silurian graptolite sequence // Geol. Mag. 1966. Vol. 103, N 5. P. 466–467.
- Westoll T.S.* The vertebrate-bearing Strata of Scotland // Rep. XVIIIth Internat. Geol. Congr., Pt. 11. London, 1951. P. 5–20.
- White E.I.* The vertebrate faunas of the Lower Old Red Sandstone of the Welsh Borders // Bull. Brit. Museum (Nat. History), Geol. 1950. Vol. 1, N 2. 126 p.

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ НИЖНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ СИСТЕМ*

Являясь крупнейшим хроностратиграфическим подразделением, палеозойская группа (эратема) обычно делится на две или три части. В СССР более широко принято трехчленное деление. При этом к нижнему палеозою относят кембрийскую и ордовикскую системы, к среднему – силурийскую, девонскую и нижнюю часть каменноугольной системы (включая намюр А + В) и к верхнему палеозою – верхнюю часть карбона (от основания башкирского яруса) и пермскую систему. Следовательно, граница среднего и верхнего палеозоя не совпадает с границей миссисипской и пенсильванской систем по схемам американских геологов.

Во многих случаях это деление имеет важный региональный историко-геологический смысл (например, для Урала), но возможно, что большее значение принадлежит рубежу между силуром и девоном как времени завершения каледонского (раннепалеозойского) этапа геологической истории. Именно в этом смысле кембрий, ордовик и силур рассматриваются в настоящей работе в качестве систем нижнего палеозоя. Несомненно, что обе схемы деления палеозоя в достаточной степени условны, и их использование основывается, скорее, на традиционной практике, чем на строго разработанных научных принципах.

С тех пор как успехи радиологической геохимии позволили нам ввести в обиход хроностратиграфии совершенно новые представления о масштабе геологического времени, все возрастающее значение приобретает понятие фанерозой. Оно соответствует (теперь измеренному в годах) тому главнейшему этапу органической эволюции, с пониманием необратимого хода которой связаны самые фундаментальные обобщения биохронологии и биостратиграфии, сделавшие геологию наукой исторической. Вместе с тем у нас все меньше остается уверенности в том, что фанерозой как зон явной животной жизни и классический палеозой, в их современном понимании, имеют общее начало. Возникает, таким образом, сложный вопрос: могут ли быть сведены к единой границе основание фанерозоя, основание палеозоя и основание кембрия. Это и есть главный вопрос о нижней границе нижнего палеозоя.

Вопрос о внутренних границах нижнепалеозойских систем вряд ли бы встал, если бы эти системы, их подразделения и их границы имели безупречные стратотипы в так называемых типовых регионах (Уэлс и его пограничная область). Однако, как хорошо известно, это не так: нарушенность последовательности, резкие фациальные смены и переход к неморским отложениям в конце раннего палеозоя снижают достоинства этих разрезов. Стратиграфическая практика прошлого опиралась на ограниченный опыт, а в настоящее время история и приоритет воздвигают вполне естественные препятствия перед нашим желанием что-то изменить в давно сложившихся, но не всегда удовлетворительных стандартах стратиграфии.

* Стратиграфия нижнего палеозоя Центральной Европы. М., С. 5–15. (Международ. геол. конгр. XXIII сес. 1968. Докл. сов. геологов. Пробл. 9).

ческой шкалы, в силу той же истории ставшей международным эталоном. Тем не менее мы должны искать пути улучшения стратиграфической шкалы, используя для этого как современные результаты исследований в типовых регионах, так и богатейший опыт стратиграфических работ в других странах мира. Здесь делается попытка рассмотреть лишь некоторые общие вопросы стратиграфии нижнего палеозоя (см. таблицу), опираясь главным образом на материалы новейших исследований в СССР.

Одним из существенных результатов изучения пограничных отложений докембрия и кембрия СССР стало обособление нового крупного стратиграфического подразделения, непосредственно предшествующего кембрию. Это подразделение получило в европейской части СССР название венда, или вендского комплекса [Соколов, 1952, 1964; Sokolov, 1958]; под тем же или другим названием одновозрастные отложения установлены теперь на всей территории СССР [Верхний докембрий, 1963]. Положение венда и его аналогов в стратиграфической шкале вызывает споры. Одни его связывают с кембрийской системой: это кембрий I (эокембрий, эдиакарий), по А. и Ж. Термье [Termier H., Termier G., 1964], другие рассматривают как особо древнейшее подразделение палеозоя, третьи безоговорочно относят к докембрию, включая в состав рифея или синия (верхнего протерозоя) или отделяя от него.

В соответствии со стратотипической местностью венд рассматривается в объеме волынской и валдайской серий западной части Русской платформы. Здесь он имеет совершенно четкие стратиграфические границы с подстилающими комплексами осадочного протерозойского чехла или фундамента и с перекрывающей балтийской серией нижнего кембрия. Венд и балтийская серия в историко-геологическом отношении очень тесно связаны между собою, они имеют вполне определенную палеонтологическую характеристику, и к ним относятся наиболее многочисленные и самые важные в настоящее время данные по радиологической

Границы важнейших подразделений нижнего палеозоя

Фанерозой	PZ ₂	Девон	D ₁	Тиверский ярус (жедин), зона <i>M. uniformis</i>	405 ± 10 млн лет
	Нижний палеозой PZ ₁	Силур	S ₂	? Скальский ярус	440 ± 10 млн лет
			S ₁	Лудловский ярус, зона <i>M. nilssoni</i> Лландоверийский ярус, обычно зона <i>A. acuminatus</i>	
		Ордовик	O ₃	Слой с <i>Holorhynchus giganteus</i> и их аналоги Зона <i>Pleurograptus linearis</i>	500 ± 10 млн лет
			O ₂	Зона <i>Didymograptus bifidus</i> (подошва или кровля)	
			O ₁	Тремадокский ярус, возможно, верхний тремадок	
		Кембрий	Єm ₃	Зона <i>Agnostus pisiformis</i>	570 ± 10 млн лет
			Єm ₂	Амгинский ярус; появление парадоксидид, агностид	
			Єm ₁	Балтийский ярус (томмотский) – дотрилобитовые слои; массовое появление скелетных форм	
		Венд (эдиакарий, эокембрий s. str.)			Период распространения древнейших бесскелетных или слабо скелетизированных беспозвоночных, принадлежащих уже к резко обособленным типам

характеристике возраста пограничных отложений докембрия и кембрия. Основание последнего наиболее достоверно определяется цифрой около 550–570 млн лет и соответствует подошве надляминаритовых песчаников, залегающих на ляминаритовых глинах (котлинская свита) венда. Нет сомнения, что эта граница принадлежит к числу стратиграфических эталонов планетарного значения, что было справедливо недавно подчеркнуто М. Глесснером [Glaessner, 1963].

Стратиграфическими эквивалентами венда Русской платформы являются ашинская серия Урала, юдомский комплекс и его аналоги Сибирской платформы, варяжская серия (эокембрий в современном смысле) Скандинавии, чарнийская система Англии, эдиакарий Южной Австралии, система Нама Южной Африки и многие другие. Обычно тесная структурная связь осадочных комплексов этих стратиграфических подразделений с нижним кембрием и их непосредственное залегание под самыми древними, палеонтологически охарактеризованными кембрийскими отложениями делают венд-эдиакарские отложения и дотрилобитовые (субхолмиевые) слои нижнего кембрия исключительно привлекательными для изучения животной жизни на раннем этапе ее развития и для решения проблемы границы докембрия и кембрия (или венда и кембрия), что в конечном счете, сводится к проблеме нижней границы палеозоя и фанерозоя вообще.

Если говорить о палеоальгологической характеристике докембрия, то она охватывает, как теперь установлено, грандиозный отрезок в истории Земли – более 2 млрд лет (ранний протерозой и весь рифей). В развитии растительной жизни (толлофиты) намечается ряд важных этапов, и в их ряду позднейший – вендский – этап имеет свои характерные черты как в развитии различных групп синезеленых, зеленых и бурых водорослей, так и в своеобразии эволюции микрофитопланктона, – вероятно, в будущем одной из основных групп для биостратиграфии рифея и венда.

Достоверные данные палеозоологического характера связаны со значительно более молодыми отложениями докембрия, но именно они имеют решающее значение при определении границы криптозоя и фанерозойского цикла эр. В данном случае вендский (эдиакарский) этап выступает как наиболее ранний в истории распознаваемой животной жизни, так как все указания на палеозоологические находки древнее примерно 680 млн лет требуют самой тщательной проверки.

С венд-эдиакарским этапом развития животного мира [Glaessner, 1963; Glaessner, Wade, 1966; Соколов, 1964, 1965] связано появление простейших (Radiolaria) и губок (свободные спикулы), безусловно, кишечнополостных (медузоидные – *Beltanella*, *Beltanelloides*, *Cyclomedusa*, *Spriggia*, *Pseudorhizostomites* и др.), своеобразных рангеид (*Rangea*, *Charnia*, *Pteridinium*, *Arborea* и др.), артикулят (*Spriggina*, возможно, *Dickinsonia*, *Vendia*, “черви” аннелидного типа), зиглокожих (*Tribrachidium*), ?погонофор (*Paleolina*), множества проблематик (например, *Suvorovellida*, *Parvancorina* и др.) и следов жизнедеятельности беспозвоночных, включая копролиты. Четыре важнейшие особенности характеризуют эту фауну: 1) резкое преобладание мягкотелых (прежде всего пелагических) или слабо скелетизированных форм; 2) принадлежность к типам, в основном хорошо известным с кембрия; 3) внезапно высокий уровень дивергенции – таксоны в ранге типов; 4) редкость находок.

Типично кембрийской обычно принято считать фауну “биозоны Olenellus”. Однако появлению трилобитов и эпохе их широчайшего распространения предшествует совершенно особый поствендский этап в эволюции беспозвоночных, характеризующийся необычайно быстрым распространением скелетообразующих организмов, принадлежащих как к ранее появившимся типам, так и к таким новым группам, как сабеллидитиды (*Rogonophora*), моноплакофоры, гастроподы, хиолитиды, хиолителлиды, беззамковые брахиоподы и особенно археоциаты.

Отложения, соответствующие этому времени, хорошо известны на всех континентах, и нет основания сомневаться в том, что устанавливаемая однотипность региональных фаунистических сукцессий отражает планетарную закономерность в эволюции и расселении морских беспозвоночных, исключительно важную для стратиграфии. Эти дотрилобитовые (субхолмиевые, по номенклатуре польских геологов) отложения нельзя исключать из нижнего кембрия, но они, безусловно, образуют в его составе наиболее древнее и вполне самостоятельное стратиграфическое подразделение. На Русской платформе (включая и ее зарубежную часть) их было предложено [Соколов, 1965] выделить под названием балтийского яруса (надляминаритовые песчаники и “синие глины” до подошвы зофитоновых песчаников, т. е. до основания зоны *Volborthella*, где встречены самые древние представители *Holmia*). На Сибирской платформе, по-видимому, полным стратиграфическим эквивалентом является томмотский ярус, по А.Ю. Розанову [1966], или алданский ярус в новой трактовке К.Н. Конюшкова [1966]; суннагинский и кенядинский горизонты, охватывающие зоны *Ajascyathus sunnaginicus*, *Dokidocyathus regularis* и *D. lenaicus* до появления древнейших оленеллид (*Fallotaspis* и др.). Это карбонатный тип разреза. Весьма вероятно, что аналогичное положение занимает и ассадаский подъярус в Марокко [Нурé, 1960].

Представляется, что выделение венда и балтийского яруса в одной и той же стратотипической местности по своему значению далеко выходит за рамки Русской платформы, поскольку исключительно четкая граница этих подразделений имеет все основания трактоваться как граница докембрия и кембрия, а пограничные отложения других областей легко коррелируются с этим разрезом, несмотря на своеобразие его палеонтологической характеристики.

Венд, таким образом, вполне самостоятельное и наиболее четкое стратиграфическое подразделение верхнего докембрия (верхнего протерозоя), существенно отличное в биостратиграфическом отношении как от собственно рифея, так и от кембрия. В историко-геологическом смысле вендский период тяготеет к палеозою [Соколов, 1952; Sokolov, 1958], однако без коренного пересмотра существующих представлений о геологической периодизации у нас нет сейчас оснований ни для включения венда (и его аналогов) в состав палеозоя в качестве особой системы, ни – тем более! – для его включения в состав огромной кембрийской системы. Вместе с тем достаточно дифференцированный животный мир венда-эдиакария имеет уже фанерозойский тип, и, возможно, было бы правильно в биохронологическом смысле рассматривать венд как древнейший фанерозой. Возрастной объем венда, по данным Г.А. Казакова и К.Г. Кнорре [1967], 570 ± 10 – 675 ± 10 млн лет.

В соответствии со сказанным нижняя граница кембрийской системы четко определяется массовым появлением разнообразных скелетообразующих беспозвоночных. Этот субхолмиевый комплекс окаменелостей отмечается и в типовом разрезе Уэлса, но последний не очень ясен в своей базальной части [Stubblefield, 1956]. Только непрерывные пограничные серии неизмененных пород, такие как наблюдаемые на Русской (от венда к балтийскому ярусу) или Сибирской платформах (от юдомского комплекса к томмотскому ярусу), позволяют убедиться в реальности и исключительной важности происходящей на этом рубеже смены типов фауны и связывать с ним естественную границу докембрия и кембрия.

Кембрийская система со времени А. Седжвика делится на три отдела, однако стратотипические разрезы Великобритании не получили ярусного расчленения и ни одна из других региональных ярусных схем (СССР, Китай, Швеция, Марокко, США) не приобрела официального значения международного стандарта. Выработка ярусного эталона системы – первоочередная задача Международной подкомиссии по стратиграфии кембрия. В СССР важнейшей областью изучения кембрия стала Сибирь, характеризующаяся уникальными по богатству

палеонтологической характеристики разрезами [Кембрийская система, 1965]. Особенно интересен в биостратиграфическом отношении нижний кембрий, заключающий хорошо известные два яруса – алданский и ленский, объем которых сейчас пересматривается в связи с новейшими данными изучения трилобитов, археоциат и других групп беспозвоночных, оказавшихся исключительно важными для познания дотрилобитовых слоев нижнего кембрия. В среднем кембрии устанавливаются два-три яруса. Древнейшим из них является амгинский, с которым связано появление первых агностид, *Paradoxides oelandicus* и таких родов, как *Oryctocephalops* и многие другие. Для верхнего кембрия только сейчас предлагается новая двухчленная ярусная схема, хотя уже ранее делались интересные попытки детального расчленения превосходных разрезов севера Сибирской платформы и использования американской ярусной схемы. Однако применение этой схемы оказалось затруднительным из-за очень большого эндемизма сибирской фауны. Зона *Agnostus pisiiformis* обычно рассматривается как основание верхнего кембрия.

Граница кембрия и ордовика не принадлежит к числу легко устанавливаемых, и, строго говоря, ситуация обоснования этой границы, рассмотренная восемь лет тому назад К. Локман-Болк [Lochman-Balk, 1960] для Северной Америки (Монтана), остается типичной для многих областей мира. Значительная зависимость в смене комплексов фауны и прежде всего трилобитов, граптолитов и брахиопод от литолого-фациальных условий в пограничной зоне кембрий–ордовик оставляет большой простор для биостратиграфических интерпретаций. Не способствовало стабильности представлений о границе кембрия и ордовика и широко известное мнение части английских геологов о принадлежности всего тремадокского яруса к верхнему кембрию.

В СССР наибольший интерес для изучения границы кембрийских и ордовикских отложений представляют Прибалтика, северные районы Сибирской платформы, западная часть Алтае-Саянской области и Восточный Казахстан. Древнейшей зоной ордовика здесь принято считать зону (или зоны) *Dictyonema flabelliforme* и близких к ней видов, характеризующих нижний тремадок. Пакепортский горизонт Балтийского бассейна, как его теперь понимает Р.М. Мянниль [1966], лучше всего, вероятно, выражает содержание этого подъяруса. Несомненно, зона *D. ex gr. flabelliforme* – хороший корреляционный уровень для соответствующих фаций раннего тремадока даже очень удаленных областей.

Вместе с тем род *Dictyonema*, как и многие стереостолонатные граптолиты, появляется уже в кембрии, и в целом тремадокские граптолиты весьма обособлены (например, *Anisograptidae*) от семейств, начинающих свою историю с аренига. Трилобиты также в тремадокском веке переживают ряд фаз обновления, причем изменения на уровне основания тремадока (вообще бедного фауной) не более значительны, чем во время раннего тремадока или, особенно, на границе раннего и позднего тремадока, когда появляются такие типично ордовикские роды, как *Ceratopyge*, *Apatokephalus*, *Symphysurus*, *Orometopus*, *Dikelokephalina* и др. Развитие трилобитов тремадока очень подробно в последнее время рассмотрено З.Е. Петруниной [1966] на примере добринского горизонта северо-запада Кузнецкого Алатау (нижний тремадок) и алгаинского горизонта Горной Шории (верхний тремадок).

До сих пор остается затруднительной корреляция наиболее молодых отложений верхнего кембрия Атлантической и Тихоокеанской провинций, и кажется, что положение нижней границы тремадока, одинаковое в Великобритании и Скандо-Балтийской области, является иным в Северной Америке. Во всяком случае, как еще раз показал Г. Виттингтон [Whittington, 1966], фауна зоны *Saukia-Hungaia*, типичная для верхнекембрийского яруса тремпело, по своему стратиграфическому положению оказывается на уровне нижнего тремадока Атлантической провинции, поскольку непосредственно более молодые комплексы граптолитов и три-

лобитов, которые принято считать древнейшими раннеордовикскими (зоны А–F), скорее всего, соответствуют уже верхнему тремадоку. Сходные трудности при определении границы кембрия и ордовика возникают и на Сибирской платформе. Массовое появление представителей рода *Finkelburgia* в усть-кутском ярусе лишь условно определяет эту границу, и, возможно, большее значение имеет уровень широкого распространения новых родов трилобитов (*Apatokephalus* и др.). В этом случае можно было бы говорить о близком положении нижней границы ордовика в Сибири и в Северной Америке, но это не соответствовало бы основанию британско-скандинавского тремадока.

В отличие от кембрия ордовик имеет типовую ярусную и зональную граптолитовую шкалы. Обе эти шкалы все еще характеризуются известной автономией в пределах Великобритании и более или менее успешно используются лишь в областях развития граптолитового фациального типа ордовикских отложений. Там, где ордовик охарактеризован преимущественно бентосными (раковинными) группами фауны (главным образом карбонатные отложения), очень часто более предпочтительными оказываются провинциальные стратиграфические шкалы: бассейны Прибалтики, Сибирской платформы, Центральной Азии, Северной Америки. В силу значительной биогеографической дифференциации ордовикских морей корреляция таких шкал вызывает много затруднений. Удачному решению этого важнейшего вопроса способствуют промежуточные разрезы, содержащие фауну двух типов (например, зона геосинклиналиного обрамления Сибирской платформы).

В этих условиях для целей межрегиональной и межконтинентальной корреляции было бы очень важно иметь единое расчленение ордовикской системы на отделы. В стратотипическом регионе подразделениям этого ранга никогда не придавалось значения, и английские геологи ими практически не пользуются. Как известно, Ч. Лэпворс в конце концов говорил о двух подразделениях ордовика, граница между которыми в наше время определяется по подошве карадока или зоны *Nemagraptus gracilis* [Whittington, Williams, 1964]. Но у В. Виттарда [Whittard, 1960] мы находим трехчленную схему с границами между нижним и средним ордовиком по подошве лландейло (зона *Glyptograptus teretiusculus*) и между средним и верхним ордовиком – внутри карадоковой серии (зона *Pleurograptus linearis*).

Ввиду огромной длительности ордовикского периода трехчленное деление кажется более необходимым; оно принято и в СССР. Во всех странах, где применяется трехчленная схема, граница между средним и верхним ордовиком понимается более или менее одинаково. Граница же между нижним и средним ордовиком чаще всего определяется либо по подошве зоны *Didymograptus bifidus* (подошва лланвирна), либо по ее кровле. При втором варианте три региональные серии ордовика Балтийского бассейна (серии эланд, виру и харью) могли бы быть хорошим эталоном трехчленного деления ордовика, представленного раковинными фациями. Однако первый вариант, вероятно, имел бы большее значение, если бы окончательно подтвердилось соответствие зоны *D. bifidus* основанию среднего ордовика Северной Америки (основание чеши, ярус уайтрок).

Граница ордовика и силура в разрезах с ясной последовательностью граптолитовых зон определяется подошвой зоны *Glyptograptus persculptus*. Это – стратотипическая граница основания лландоверийской серии. В СССР более определенно в основании лландовери устанавливаются отложения, соответствующие зоне *Akidograptus acuminatus*. Хорошо коррелируемые между собою слои поркуни Эстонии (аналог “5b” Норвегии), слои с *Holorhynchus giganteus* и *Agetolites* Средней Азии и Казахстана, слои с *Conchidium* ex gr. *münsteri* Арктической области и Северо-Восточной Сибири залегают непосредственно ниже этой зоны и теперь достаточно единодушно включаются в состав ашгиллия. Но зональные виды граптолитов в этих отложениях не обнаружены, и возникает вопрос: не соответствуют

ли они в той или иной степени зоне *G. persculptus*? Впрочем, на уровень последней может падать предсилурийский перерыв, столь характерный для многих областей Евразии и Северной Америки. Четкость нижней границы силура в значительной степени обусловлена этим перерывом, а потому она, несомненно, нуждается в самом тщательном изучении в непрерывных разрезах.

Силурийская система в Уэльсе и Уэльш Бордерленде расчленяется на три серии (лландоверийскую, венлокскую, лудловскую), из которых только верхняя не имеет полностью зонального эквивалента, так как самая верхняя граптолитовая зона *Saetograptus leintwardinensis* достигает лишь основания слоев Уайтклифф. По своему содержанию эти три серии отвечают, скорее, ярусам и именно в этом стратиграфическом ранге используются в СССР. В качестве отделов [Соколов, 1953] в СССР приняты два подразделения: нижний силур (лландовери и венлок) и верхний силур (лудлов, первоначально в его традиционном для СССР понимании) с границей, определяемой теперь обычно по подошве зоны *Neodiversograptus nilssoni*. Широкое распространение осадочных толщ, охарактеризованных граптолитами (запад Русской платформы, Урал, Средняя Азия, Восточный Казахстан, складчатые области Сибири), позволило дать очень полную сводку по стратиграфии силура СССР [Никифорова, Обут, 1965].

Граница силура и девона уже около десяти лет обсуждается как одна из наиболее волнующих проблем стратиграфии палеозоя. Эта проблема, как и многие аналогичные, порождена прежде всего дефектами исходных стратотипических стандартов: систем (разобщенные регионы Уэльса и Девоншира), их границ (резкая смена фациальных обстановок в Шропшире) и ярусного расчленения (для девона стратотипы ярусов оказались избранными в совершенно другой области Рейнско-Арденнского массива, где нет границы с силуром). История этого вопроса, как и те усилия, которые сейчас предприняты для его решения, хорошо известны.

Вполне естественно, что сейчас основное внимание привлекли области непрерывного морского развития силурийско-девонских отложений. В СССР таковыми являются Подолия, Восточный Урал, Южный Тянь-Шань, Центральный Казахстан, Салаир, Северо-Восточная Сибирь. В центре внимания оказались те отложения, которые обычно назывались "верхним лудловским" ярусом или тиверским, после того как О.И. Никифорова и А.М. Обут [Nikiforova, Obut, 1962] выделили последний в составе борщовского и чортковского горизонтов Подолии (стратотип).

В СССР, так же как и за его пределами (Чехословакия, Польша, ГДР, Марокко и др.), исключительную роль сыграло изучение последовательности граптолитовых зон, располагающихся непосредственно выше самой молодой зоны английского стандартного разреза. Этими исследованиями было выявлено два крупных комплекса надлудловских (точнее, надлейнтвардинензисовых) граптолитовых зон, следуя разрезу Баррандиена, можно было бы назвать долохковским и лохковско-пражским. Углубленное изучение этой позднейшей фауны граптолитов за пределами Великобритании имело два важнейших следствия: оно позволило более уверенно и широко коррелировать разнофациальные морские надлейнтвардинензисовые отложения и показало, что граптолиты вовсе не ограничиваются в своем распространении силуром, а сохраняются практически до конца раннего девона [Bouček, 1966].

В решении корреляционных задач наиболее значительную роль сыграла зона *Monograptus uniformis* и связанные с нею группы фауны: трилобиты (*Warburgella rugulosa* и др.), брахиоподы, конодонты, позволившие доказать, что жединский ярус Рейнско-Арденнского массива, лохковский ярус Баррандиена, бостовский ярус Свентокшиских гор и их аналоги имеют одинаковую по своему возрасту нижнюю границу. Открытие в нижней половине борщовского горизонта обильных остатков *M. uniformis* поставило в этот же ряд и тиверский ярус Подолии со всеми его

региональными эквивалентами в СССР [Соколов, 1967], вплоть до кунжакского горизонта Средней Азии, заключающего как тиверскую фауну, так и *Monograptus hercynicus*. Стало, таким образом, очевидным, что основание зоны *M. uniformis* может быть принято в качестве наиболее удовлетворительной границы силура и девона и тивер является древнейшим стратиграфическим членом девона в СССР.

Ряд исследователей [Holland, 1955; Bouček et al., 1966; и др.], разделяющих эту точку зрения, считают, что в стратотипическом регионе Великобритании рассматриваемая граница примерно совпадает с границей даунтонской и диттонской серий в понимании Ж. Аллена и Л. Тарло [Alden, Tarlo, 1963] – подошва зоны *Traquairgaspis rososki*. Если это действительно так, то вся последовательность граптолитовых зон от кровли *S. leintwardinensis* до кровли *Monograptus angustidens* пришлась бы на время, соответствующее формированию лудловских слоев Уайтклифф и даунтонской серии в ее новом понимании. В этом случае стало бы вполне оправданным выделение в составе верхнего силура, но не девона(!), как полагали А. Буко и К. Панкивский [Boucot, Pankiwskyj, 1962], особого постлудловского яруса с морским стратотипом. Скальский ярус, выделенный Р. Козловским [Kozłowski, 1929], с современными коррективами, хорошо сопоставляемый с пржидольскими слоями Чехословакии и подляским ярусом Польши [Tomczyk, 1964], вероятно, наиболее полно удовлетворял бы такой необходимости.

Однако это построение, возможно, целиком потеряло бы смысл, если бы оказалось, что все надлейнтвардинензисовые зоны граптолитов до *M. angustidens* включительно соответствуют лишь слоям Уайтклифф. Полное отсутствие граптолитов в последних и выше, вероятно, навсегда останется непреодолимым препятствием для прямого решения этого вопроса. Но заключение О. Валлизера [Walliser, 1966] о принадлежности к единой конодонтовой зоне (“*eosteinhornensis-Zone*”) по крайней мере самой верхней части слоев Уайтклифф и лудловского костеносного слоя, с одной стороны, и верхней части пржидольских слоев (верхний буднян), с другой, подводит именно к такому решению. В то же время мы пока не знаем, как высоко в пределах даунтонской серии могла бы распространяться “*eosteinhornensis-Zone*”, и пока остается фактом отсутствие в этой серии конодонтов “*woschmidti-Zone*” (зона *M. uniformis*).

Таким образом, признавая зону *M. uniformis* за подошву нижнего девона в областях устойчивого морского режима, мы не можем с полной уверенностью сказать, пройдет ли она в стратотипическом регионе Великобритании в непосредственной близости к лудловской костеносной брекчии или значительно выше. Однако только от решения этого вопроса зависит судьба так называемого постлудлова – прежедина. В защиту его реальности существует много логических аргументов, но мы хорошо знаем, что решающее слово принадлежит фактам.

ЛИТЕРАТУРА

- Верхний докембрий* / Ред. Б.М. Келлер. М.: Госгеолтехиздат, 1963.
- Казаков Г.А., Кнорре К.Г. Абсолютный возраст и геохронология пограничных слоев кембрия и докембрия // Всесоюзное совещание по стратиграфии пограничных отложений докембрия и кембрия (Тез. докл.). Уфа, 1967.
- Стратиграфия СССР. Кембрийская система* / Ред. Н.Е. Чернышева. М.: Недра, 1965. 596 с.
- Конюшков К.Н. Стратиграфия нижнего кембрия Западного Саяна и ее палеонтологическое обоснование (по археоциатам): Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Л., 1966.
- Мяньиль Р.М. История развития Балтийского бассейна в ордовике. Таллин: Валгус, 1966. 200 с.
- Никифорова О.И., Обут А.М. Силурийская система // Стратиграфия СССР. М.: Недра, 1965. 531 с.

- Петрунина З.Е.* Трилобиты и биостратиграфия тремадока западной части Саяно-Алтайской горной области: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Алма-Ата, 1966.
- Розанов А.Ю.* Проблема нижней границы кембрия // Итоги науки. Общая геология и стратиграфия. М.: Изд-во АН СССР, 1966. С. 92–111.
- Соколов Б.С.* О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5. С. 21–31.
- Соколов Б.С.* Стратиграфия и фауна ордовика и силура запада Русской платформы. Предисловие // Труды Всесоюз. нефт. науч.-исслед. геол.-развед. ин-та. Нов. сер. 1953. Вып. 78. С. 3–11.
- Соколов Б.С.* Вендский комплекс (венд) и проблема границы докембрия и палеозойской группы // Геология докембрия. М.: Недра, 1964. С. 135–150.
- Соколов Б.С.* Древнейшие отложения раннего кембрия и сабеллитидиты // Всесоюз. симпоз. по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 25–30 окт., 1965 г.: Тез. докл. Новосибирск, 1965. С. 78–91.
- Соколов Б.С.* Основные вопросы стратиграфии ордовикских и силурийских отложений Средней Сибири // Стратиграфия палеозоя Средней Сибири. Новосибирск, 1967. С. 19–43.
- Allen J.R.L., Tarlo L.B.* The Downtonian and Dittonian facies of the Welsh Borderland // Geol. Mag. 1963. Vol. 100, N 2. P. 129–155.
- Bouček B.* Eine neue und bisher jüngste Graptoliten-Fauna aus dem böhmischen Devon // Neues Jahr. Geol. und Paläontol. Abhandl. 1966. 3.
- Bouček B., Horný R., Chlupač I.* Silurian versus Devonian // Sbor. Narodn. mus. Praze, 1966. 22 B, N 2.
- Boucot A.J., Pankiwskij K.* Llandoveryan to Gedinnian stratigraphy of Podolia and adjacent Moldavia // Symposiums-Band 2. Internat. Arbeitstagung Silur/Devon-Granze... (Bonn–Bruxelles, 1960). Stuttgart, 1962.
- Glaessner M.F.* The base of the Cambrian // J. Geol. Soc. Australia. 1963. Vol. 10, pt. 1. P. 223–241.
- Glaessner M.F., Wade M.* The Late Precambrian fossils from Ediacara, South Australia // Palaeontology. 1966. Vol. 9, pt. 4.
- Holland C.H.* The Siluro-Devonian boundary // Geol. Mag. 1955. Vol. 102, N 3. P. 213–221.
- Hupé P.R.* Sur le Cambrien inférieur du Maroc // Report 21 Session Internat. Geol. Congr. Norden. Pt. 8. Copenhagen, 1960. P. 75–85.
- Kozłowski R.* Les brachiopodes Gothlandiens de la Podolie. Polonaise // Palaentologica polonica. T. 1. Warszawa, 1929.
- Lochman-Balk C.* Upper Cambrian-Lower Ordovician boundary in Montana, USA // Report 21 Session of Intern. Geol. Congr. Norden. Pt. 8. Copenhagen, 1960.
- Nikiforova O.I., Obut O.M.* Zur Frage der Silur/Devon-Grenze in der USSR // Symposiums-Band 2. Internat. Arbeitstagung Silur/Devon-Granze... (Bonn–Bruxelles, 1960). Stuttgart, 1962.
- Sokolov B.S.* Le problème de la limite inférieure du paléozoïque et les dépôts les plus anciens sur plates-formes ahtésiniennes de l'Eurasie // Dans "Relation entre Précambrien et Cambrien. Centre national de la recherche scientifique". T. 76. Paris, 1958. P. 103–128.
- Stubblefield C.J.* Cambrian palaeogeography in Britain // El sistema Cambrico... Pt. 1. Mexico, 1956.
- Termier H., Termier G.* Les temps fossilifères. I. Paléozoïque inférieur. Paris, 1964.
- Tomczyk H.* Stratigrafia syluru w północno-wschodniej Polsce // Kwart. geol. 1964. T. 8, N 3. S. 506–521.
- Walliser O.H.* Die Silur-Devon-Grenze // Neues Jahr. Geol. und Paläontol. Abhandl. 1966. Bd. 4. S. 235–246.
- Whittard W.F.* Ordovician system // Dans "Lexique stratigraphique international. Vol. 1. Europe. Fasc. 3a-IV. Ordovicien". Paris, 1960.
- Whittington H.B.* Phylogeny and distribution of Ordovician trilobites // J. Paleontol. 1966. Vol. 40, N 3. P. 696–737.
- Whittington H.B., Williams A.* The Ordovician period // Quart. J. Geol. Soc. London, 1964. 120.

БИОХРОНОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ*

...лишь беглый блеск на вечном море лет!

В. Брюсов

ВВЕДЕНИЕ

В связи с известными высказываниями Джона Десмонда Бернала по поводу уровня наших современных знаний (но отнюдь не по его вине) существует снисходительное отношение к наукам с окончанием “графия”. Между тем первоначальное стремление показать описательный смысл процедур тех или иных наук совершенно не отражает современного состояния их теоретической и методической базы. Иногда прогресс в методах и обобщениях приводил к логическим замещениям (или параллельному возникновению) в наименовании наук: например, петрография – петрология. Однако очень часто по сложившейся традиции или смысловым неудобствам такие замещения абсолютно неприемлемы, и специалисты отлично понимают, что содержание такой-то ...графии начала XIX в. и последней трети XX в. коренным образом различно.

Именно так обстоит дело со стратиграфией, остающейся и по сей день основой всей научной геологии [Шатский, 1965], но не нуждающейся в переименовании, например, в стратиномию или стратилегию, хотя ядром ее является биохронология, прочно покоящаяся на палеонтологической истории органического мира и, следовательно, самой фундаментальной биологической теории – теории естественного отбора, позиции которой в естествознании еще более укрепились достижениями современной генетики.

Со стратиграфией в геологии связано представление об относительном историческом времени, причем наиболее ярким носителем этого представления всегда были окаменелости. Пятьсот лет тому назад, еще до Леонардо да Винчи, они впервые у азиатских натуралистов получили правильную интерпретацию своей природы [Kobayashi, 1944]. Натуралисты XVII и XVIII вв. (Н. Стенов, Ж. Сулави, В. Смит и др.) уже открыли их принципиально важные свойства для стратиграфии. В начале XIX в. появилось само понятие стратиграфии, основанной на окаменелостях. Великое стратиграфическое двадцатилетие 1822–1841 гг. хотя и не выдвинуло палеонтологический метод при обосновании геологических систем на первое место, однако с полной очевидностью показало неповторимое разнообразие окаменелостей различных формаций. Но подлинный триумф палеонтологическому методу в стратиграфии принесли исследования А. Аппеля [Oppel, 1856–1858] по юрской формации. От этой работы и почти одновременно [1859] появившегося теоретического синтеза Ч. Дарвина о происхождении видов идет современная научная биостратиграфия, хотя сам термин возник лишь в 1909 г. [Dollo, 1909].

* Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1971. С. 155–178.

Стратиграфии как важнейшей геологической дисциплине всегда уделялось огромное внимание; она всегда имела неисчерпаемую эмпирическую базу и действительно она более всего в геологии способствовала систематизации представлений о пространстве и времени на исторической основе. Возможность установить повторение сходных событий в различные времена и в различных местах оказалась равносильной “доказательству закономерности в развитии структур на генетической основе, т. е. равносильной тому, что в других отраслях науки достигается экспериментальным путем” [Бубнов, 1960].

Однако все это не сделало стратиграфию наукой логически строгой, не свело ее исходные положения к устойчивой системе аксиом, и даже общие принципы науки не перестали передвигаться исследователями с одного места на другое в зависимости от разного понимания их роли, взаимоотношений и масштабности; далеко еще не устоялись представления и об основах стратиграфической классификации. Сравнение многих известных работ последнего десятилетия иллюстрирует это положение сейчас столь же ярко, как и в прошлом [Халфин, 1960; Меннер, 1962; Ротай, 1962; Крымгольц, 1964; Леонов и др., 1965; Гурари, Халфин, 1966; Наливкин, 1967; Степанов, 1967; Тихомиров, 1968; Жамойда и др., 1969; Садыков, 1969; Стратиграфическая классификация..., 1965; Проблемы стратиграфии, 1969; Schindewolf, 1960; Weller, 1960; Schenck, 1961; Holland, 1964; Shaw, 1964; Hedberg, 1965; Störmer, 1966; Code of Stratigraphic..., 1961; и др.]. Иногда даже кажется, что только к “закону последовательности напластования” сохраняется непоколебимое доверие.

И тем не менее среди всех геологических дисциплин именно стратиграфия оказалась насыщенной наиболее плодотворным региональным и межрегиональным опытом, позволившим приступить к материковым и планетарным геологическим обобщениям (геологические и тектонические карты континентов и мира, палеогеографические, литолого-фациальные и палеотектонические карты материков и т. д.) и заняла сейчас центральное место в первой многолетней международной программе по геологической корреляции (IGCP), начавшейся в 1969 г. под эгидой ЮНЕСКО и Международного союза геологических наук.

Если обратиться к основной проблематике современной стратиграфической литературы, то мы заметим, что, как и прежде, главное место в ней занимает вопрос о стратиграфических подразделениях: их обосновании, типах, пространственном значении, отношении к хронологии и историческим процессам в развитии абиотической и биотической среды, методах их корреляции, множественности их классификаций или возможном единстве в рамках универсальной шкалы. Такое внимание к стратиграфическим подразделениям вполне понятно: с их выделения началась стратиграфия, их мы должны классифицировать, в них с наибольшей полнотой зарегистрированы история осадочного процесса и органическая эволюция на Земле.

Однако не меньшее значение имеет вопрос о стратиграфических границах, о разделах, классифицирующих подразделения, независимо от их ранга, географической протяженности и времени, к которому они относятся. Казалось бы, этот вопрос совершенно неотделим от вопроса о самих стратиграфических подразделениях, но он решен, несмотря на то что без определения границ невозможно никакое геологическое картирование, а геологическая съемка – это один из основных видов деятельности геологов. Но это не так. Пожалуй, ни одна из проблем стратиграфии не встает сейчас с такой остротой, как проблема стратиграфических границ, и до тех пор, пока она не будет решена в общеметодическом плане и конкретно в рамках общих подразделений каждой системы, мы не можем надеяться на установление удовлетворительной стабильности в стратиграфической классификации и даже номенклатуре.

На протяжении последних пяти лет я многократно касался этой темы в различных выступлениях в Ленинграде, Москве, Новосибирске, Таллине, Алма-Ате, но лишь очень кратко затронул ее в печати [Соколов, 1967а,б, 1968, 1970; Соколов, Поленова, 1968]. Наиболее существенным для ряда общих выводов я считаю современный опыт многолетних работ по проблеме границы силура и девона (Международный комитет по силурийско-девонской границе и стратиграфии), границы юры и мела, границы кембрия и докембрия, по зональной шкале, по четвертичной стратиграфии.

НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Разнообразие и противоречивость представлений стратиграфов по поводу одних и тех же общих положений науки, ее идей, истолкования самих стратиграфических феноменов, смысловые противоречия в отношении терминологии, наконец, недостаточная свобода каждого из нас от предрассудков (которые мы очень часто называем традицией) заставляют прежде всего разъяснить свое отношение ко многим из этих общих вопросов. Я не сомневаюсь, что это облегчит поиски корней моих возможных ошибок для тех, кто не согласится с развиваемыми здесь взглядами на проблему стратиграфических границ.

1. Систематика времени играет в геологии выдающуюся роль; к объективному ходу времени привязаны все наши геологические синтезы. Однако неверно утверждение, “что любое подразделение времени в истории Земли может быть распознано в любой точке земной поверхности, всюду оно оставило свой след” [Крымголец, 1964]. Отражением времени в геологии являются материальные документы ее истории: сменяющиеся толщи горных пород, остатки органической жизни, тектонические структуры и т. д. Их изучение позволяет понять процессы геологического прошлого, из чего с несомненностью следует, что на Земле в целом никогда не прекращалось развитие ее материальных систем, и в то же время мы не можем с уверенностью указать ни одной точки на Земле, где бы это развитие было отражено непрерывно. Более того, любая точка и даже крупный сегмент стратисферы в пределах современных материков обнаруживают невосполнимые, измеряемые нередко сотнями миллионов лет, пробелы в “региональном течении времени”.

Непрерывность геологического времени мы можем только конструировать, и только из позитивных документов региональной истории Земли. Цельная геосторическая шкала, таким образом, является составной. Геолог прежде всего должен произвести “сборку” шкалы из реальных коррелируемых стратиграфических подразделений (на основе их стратотипов) и только от полноты этой “сборки” зависит полнота наших представлений о времени. Никакие другие операции в “хроностратиграфическом поле”, если пользоваться этим выражением Ю.А. Косыгина [1969, с. 66], не могут нас приблизить быстрее к достижению этой цели. Следовательно, примат в стратиграфии в силу специфики конструирования геологического времени принадлежит материальным носителям этого времени – стратиграфическим подразделениям и заключенной в них информации, хотя мы отлично знаем, что движение материи, время и пространство неотделимы, что время непрерывно, необратимо, универсально и имеет строгую направленность. Ни одно из этих свойств времени не может быть обнаружено помимо физических документов геологии, помимо развития материальной субстанции.

2. Стратиграфия как геологическая дисциплина могла бы быть определена как историческая интерпретация нормально пластующихся толщ горных пород, независимо от их состава, условий образования, залегания и пространственного распространения. Такие толщи геология изучает методами литологии и петрографии, геохимии, фациального и формационного анализа, палеогеографии, геофи-

зики и палеогеофизики, тектоники и т. д. Но только стратиграфия, с помощью привлекаемых ею самой методов, интерпретирует их с точки зрения возраста (моложе–древнее) и длительности процесса формирования (времени), ставя своей целью, с одной стороны, создание *региональных схем стратиграфических подразделений*, отражающих в конкретных стратиграфических единицах региональную историко-геологическую последовательность событий, а с другой – разработку *общей*, универсальной абстрагированной от региональных схем, стратиграфической шкалы, которая бы адекватно отвечала непрерывному геологическому времени и не содержала бы пробелов, свойственных любой региональной схеме.

Поскольку геологическая жизнь земной коры дифференцирована в пространстве и во времени (трангрессии и регрессии, волновые движения, скольжение тектонических напряжений в пределах геосинклинальных поясов и т. д.), региональная работа в стратиграфии имеет первостепенное значение как естественная основа летописи всех региональных геологических событий. Региональная стратисфера – это стратиграфия, выраженная в физических стратиграфических единицах (подразделениях) различной пространственной устойчивости. Конкретно это свиты и их совокупности (региональные стратиграфические серии), горизонты (с их возможными производными: надгоризонтами, слоями) и региональные биостратиграфические зоны. Полный скоррелированный свод этих подразделений любого региона образует его стратиграфическую схему – своеобразную модель, отражающую положение стратиграфических тел в исследуемом пространстве и почти всегда содержащую важнейшую информацию о региональной неполноте стратиграфической летописи и перерывах. На долю последних, нередко даже в рамках отдельных периодов и эпох, приходится большая часть “регионального геологического времени”. Региональные стратиграфические подразделения – основной объект геологического картирования.

Понятие “региональное стратиграфическое подразделение” должно включать любые реальные стратиграфические подразделения от узколокальных, местных, до подразделений целых бассейнов, и я не уверен, что в эту категорию не входят подразделения, называемые многими исследователями “провинциальными”. В самом деле, как мы можем противопоставить друг другу геологический регион и палеогеографическую провинцию при решении стратиграфической задачи! Почему долборский горизонт (“ярус”) является провинциальным подразделением ордовика Сибирской платформы, а веневский горизонт – региональным подразделением нижнего карбона Русской платформы? Ответить на этот вопрос можно только с помощью хитроумных рассуждений. Думается, что единственным критерием регионального стратиграфического подразделения, независимо от его ранга и способа обоснования, является практическая возможность его распознавания как конкретного стратиграфического тела (свиты) или синтетического (корреляционного) латерально устойчивого одновозрастного подразделения седиментационного бассейна в целом, которому в геологической картографии мы придаем такое же значение (унифицированные подразделения региональных схем: горизонты, региональные биостратиграфические зоны). Таким образом, можно совершенно обоснованно говорить как о региональной литостратиграфии, так и о региональной биостратиграфии. Очевидно, между ними нет резкой грани; в любом случае это конкретная региональная стратиграфия.

Из всего сказанного следует, что региональные стратиграфические подразделения (даже если за таковые принимать только серии, свиты, подсвиты и горизонты) – это совершенно самостоятельные и вечные категории стратиграфических подразделений, статус которых должен быть совершенно недвусмысленно освобожден от таких определений, как “вспомогательные”, “временные”, “неполного обоснования”. Критика, которой уже подверглись очень распространенные у

нас взгляды на вспомогательную и временную роль региональных стратиграфических подразделений [Стратиграфическая классификация..., 1960; Меннер, 1962; Стерлин и др., 1969; и др.], хорошо известна.

Любые региональные стратиграфические подразделения проявляют себя двояко; с одной стороны, они являются конкретными физическими элементами региональной слоистой структуры земной коры, отражающими специфику региональной геологической истории, а с другой – они всегда служат какой-то частью общей системы хроностратиграфических подразделений Земли, через которую как единый стандарт только и может быть определен их возраст. Кажется, что к этой их особенности было справедливо привлечено внимание в прошлом [Никитин, Чернышев, 1889] и в наши дни [Халфин, 1960; Проблемы стратиграфии, 1969]. Не знаю, следует ли здесь видеть проявление своеобразного стратиграфического дуализма и можно ли считать, что региональная и общая (=универсальная=международная) системы стратиграфических подразделений различны по своей природе. Вероятно, возникшая сейчас острота постановки этого вопроса излишня. Ведь обе системы подразделений возникли на основе конкретных региональных стратиграфических схем, любое стратиграфическое подразделение, например системы, и по сей день где-то является обычным региональным стратиграфическим подразделением, и стабильность обеих систем немислима без конкретных региональных стратотипов. Эти системы подразделений можно было бы противопоставлять друг другу, если бы одна из них – региональная – была основана на физических документах (последовательность напластований, палеонтологических сукцессий и пр.), а другая – общая – на объективном течении абстрактного времени. Но ведь и та и другая одинаково нуждаются в применении категории времени, и это время во всех аспектах исторической геологии и исторической биологии выражается только в материальных документах исторического процесса. Специфика общей шкалы заключается только в том, что она отражает **непрерывность стратиграфической последовательности** (как следствие чисто регионального синтеза) и в силу этого принята за международный хроностратиграфический стандарт или эталон. Вполне естественно, что, будучи абстрагированной от конкретных региональных разрезов, она действует прежде всего как хронологический инструмент.

Не думаю, однако, что из этой очевидной связи региональной стратиграфии с общей системой хроностратиграфических подразделений был сделан правильный вывод о существовании только единой стратиграфической шкалы. Впрочем, одни это единство понимают в чисто философском плане, другие видят в слове “единая” синоним “общая”, для третьих это определенно связано с представлением о грядущем поглощении региональной системы стратиграфических подразделений единой шкалой. Последнее заключение, конечно, ошибочно, и сколь это опасно для геологии, мы убедились на многочисленных примерах подмены естественных региональных стратиграфических подразделений (Средняя Азия, Западная Сибирь, Сибирская платформа и др.) подразделениями общей шкалы. Результатом такого взгляда на вещи явились: искусственное стремление совместить региональные стратиграфические границы с границами общих хроностратиграфических подразделений; необоснованное приписывание определенного возраста региональным стратиграфическим подразделениям, нередко надолго парализовавшее их серьезное стратиграфическое изучение; смазывание важнейших особенностей региональной стратиграфии; дискредитация палеонтологического метода в стратиграфии и т. д. Хорошо разработанные региональные стратиграфические схемы с их собственной номенклатурой могли бы избавить многих геологов от чисто психологических травм: ведь значительно легче освоиться с переопределением возраста хорошо известной свиты, чем примириться с тем, что толща, всегда называвшаяся в районе “лудловским ярусом”, стала нижним девоном или вместо

сеномана – туроном. Полезно помнить, что наиболее временной очень часто оказывается наша хронологическая интерпретация региональных подразделений.

Любое региональное стратиграфическое подразделение только тогда имеет реальную практическую ценность, когда оно достаточно ясно ограничено и может картироваться. Неверно, что дробность регионального стратиграфического расчленения всегда и целиком зависит от заданного масштаба съемки. Поэтому такое расчленение является условным, подвижным и временным. Региональная стратиграфическая схема отражает реальный историко-геологический процесс в рамках данного бассейна седиментации, и естественных региональных подразделений может быть ни больше ни меньше, чем есть. Другое дело, что цели и масштаб картирования, а также размер снимаемой площади и производственные стратиграфические требования могут заставить либо произвести известную генерализацию подразделений, либо обратиться к поискам критериев более дробного расчленения внешне однородных толщ. Для локальных целей (например, промысловые площади нефтеносных и угленосных районов) эта задача почти всегда разрешима, но детализация такого расчленения отнюдь не означает, что при этом теряют значение региональные стратиграфические границы самого детализируемого подразделения.

3. Биостратиграфия является частью стратиграфии главным образом в том смысле, что стратиграфия *s. lato* использует для расчленения и корреляции не только палеонтологический метод, биохронологию, историю развития органического мира, но и физические методы как относительной (литологические, биостратиграфические, геофизические и др.), так и абсолютной (радиогеохронологический метод) геохронологии. Но физические методы относительной геохронологии пригодны лишь для решения узкорегиональных стратиграфических задач и ни один из них – для построения стратиграфической шкалы, для определения возраста горных пород. Радиогеохронологический метод пригоден для определения возраста пород, но лишь в тех сравнительно редких случаях, когда породы содержат радиоактивные минералы, причем корреляционное значение его очень ограничено и используется фактически только для докембрия. Что же касается стратиграфической шкалы, то она не может быть построена автономно на базе одних изотопных датировок, так как последние всякий раз нуждаются в геологической интерпретации на основе относительной хроностратиграфической шкалы. Однако общее значение изотопной радиометрии заключается в том, что только она позволила путем экстраполяции опорных региональных датировок на общую стратиграфическую шкалу рассчитать продолжительность геологических эр и периодов в годах. Значение этих, даже приблизительных, данных для геологии и палеобиологии огромно, но они мало что дают для оперативных стратиграфических нужд, постоянно требующих колоссального объема хронологической информации.

Требованию такой информации до сих пор удовлетворяет только метод относительной биохронологии, на котором основана вся общая фанерозойская шкала и который в последние годы стремительно распространяется и на докембрий. Хотя в расчленении последнего основную роль играют радиометрические схемы, легко предвидеть, что в недалеком будущем, по крайней мере для рифея и венда, радиометрия, как и в фанерозое, станет играть роль лишь в уточнении и детализации общего хронологического каркаса и что практической основой стратиграфии верхнего докембрия станет также палеонтологический метод.

Хронология биологического развития, опирающаяся на достоверные палеонтологические документы, охватывает теперь более трех миллиардов лет земной истории, но распространение методов биостратиграфии на изучение столь древних толщ вряд ли что-либо изменит в принципах биостратиграфии, выработанных на огромном опыте работы в рамках фанерозоя и на основе теории эволюции орга-

нического мира и геологических процессов, чему так много внимания уделяет в своих последних работах А.Л. Яншин. Приобретенный опыт и его чрезвычайно успешное приложение к изучению различных областей земли и теперь уже не только континентов, но и многосотметровых толщ, слагающих океаническое ложе (я имею в виду материалы выдающейся программы работ на корабле “Гломар Челленджер”), позволяет с полным основанием считать, что подлинно научной и наиболее универсальной стратиграфией остается биостратиграфия. Было бы заблуждением при стратиграфических работах ставить ее методы на один уровень со всеми другими, как это делают очень многие американские исследователи.

Очень остро и, по-моему, совершенно справедливо сформулировал эту мысль О. Шиндевольф [Schindewolf, 1960, с. 10]: “Если бы в нашем распоряжении не было окаменелостей, то не существовало бы никакой заслуживающей упоминания точной стратиграфии, и все стратиграфические комиссии могли бы прекратить свою деятельность”. Всякий непредвзято настроенный геолог поймет эти слова правильно. Речь идет не об отрицании всего комплекса литостратиграфических методов, не об игнорировании хронологической ценности несомненно важнейших в истории Земли ритмических явлений (независимо от того, связаны они со структурной эволюцией самой земной коры или климатической ритмикой различных уровней), не о недоверии к стратиграфическим аспектам геофизических методов (в том числе и палеомагнетизму) и т. д. Современные успехи всех этих методов и подходов к решению различных задач региональной стратиграфии, стратиграфической корреляции (вплоть до установления маркирующих уровней межконтинентального значения) или выявления определенной историко-геологической этапности бесспорны. Дело в том, что ни один из физических методов даже не приближается сколько-нибудь существенно к биохронологии по полноте взаимной информационной связи любых региональных схем стратиграфических подразделений фанерозоя (и даже позднего докембрия) с общей хроностратиграфической шкалой Земли, между тем только хроностратиграфическая шкала позволяет определять возраст отложений и строится и совершенствуется как универсальный инструмент в первую очередь на биостратиграфической основе, дополняемой радиометрическими данными.

По этому вопросу существует и другая точка зрения, чаще всего защищаемая не стратиграфами, но имеющая сторонников и среди последних. В интересной и во многом очень верной статье В.А. Зубаков [Проблемы стратиграфии, 1969, с. 61] пишет, что “как ни дороги нам (и особенно палеонтологам!) доставшиеся по наследству от XIX века привычные “биохронологические часы”, все же трезвый расчет заставляет предпочесть им новые, более точные, “ритмохронологические”. К сожалению, это предпочтение мы не можем осуществить – таких часов пока просто нет, а их плейстоценовый климатостратиграфический прообраз [Зубаков, 1968] вряд ли является подходящей моделью для фанерозоя, где совершенно бездействует самый точный радиометрический метод – по изотопу ^{14}C – и где более тонко механизм связи геологической периодичности и этапности с палеоклиматическими явлениями скорее будет вскрыт на той же палеобиологической основе. Вера в “ритмохронологические часы” целиком основана на предполагаемых успехах радиогеохронологии, вполне вероятно очень значительных, но, по моему убеждению, способных только улучшить ход “биохронологических часов”, но не заменить их.

Важнейшая задача радиогеохронологии – насыщение максимально точными данными максимального числа общих хроностратиграфических подразделений пятого порядка (хронозон). Сейчас этих особенно важных для общей стратиграфии данных парадоксально мало по сравнению с общим потоком радиоизотопных определений возраста горных пород. На этом пути стратиграфией будут достигнуты бесспорные успехи, но они кажутся очень сомнительными и неопределенными,

если перед радиогеохронологией будет поставлена задача разработки автономной геохронологической шкалы со своей собственной иерархической структурой, опирающейся на ритмы или этапы седиментационного содержания.

Если верно, что радиогеохронология делает огромные успехи, значит то же самое можно сказать и о биохронологии, обо всем комплексе наук, охватывающих историю биосферы Земли. Благодаря успехам микропалеонтологии (а теперь это 50 % всей науки о древней жизни), палеоальгологии, электронной микроскопии, новых методов извлечения остатков организмов из любых типов осадочных пород и любого возраста и т. д., сейчас практически исчезло понятие “немые свиты”. Совершенно прав А. Шоу [Shaw, 1964, гл. 18], что более чем столетний опыт палеонтологических исследований устранил и известное дарвиновское представление о неполноте (неадекватности) летописи ископаемых – этом “professional interiorify complex” палеонтологов.

Возможности биохронологического метода в общей стратиграфии неизмеримо возросли с тех пор, как он стал фундаментом этой науки, и пока нет ни одного другого метода, который мог бы столь же эффективно поддерживать этот универсальный инструмент геологической хронологии и корреляции.

Подразделения общей стратиграфической шкалы на западе после публикации работ Г. Шенка и С. Мюллера [Schenck, Muller, 1941], а у нас Д.Л. Степанова [1958] очень часто именуется *хроностратиграфическими*. Как общие подразделения, они независимы от фациальных и литологических особенностей пород или от их палеонтологической характеристики, но границы их определяются биохронологически и в идеале считаются изохронными, что, впрочем, не совсем точно, хотя эффект гомотаксальности был Томасом Гексли, несомненно, преувеличен [Schindewolf, 1950; Teichert, 1958; и др.]. Поскольку радиогеохронологические данные не могут определить эти границы более точно, то, по существу, хроностратиграфические подразделения являются биостратиграфическими (в этом я совершенно согласен с Ю.А. Елецким [Jeletsky, 1956]), а геологическое время – биологическим, по способу своего определения.

Строго говоря, любое стратиграфическое подразделение является хроностратиграфическим, так как любое из них отвечает соответствующему отрезку времени (даже в условиях скользящих границ). Поэтому О. Шиндевольф [Schindewolf, 1960, с. 22–26] формально прав, считая это понятие излишним (так как не существует самостоятельного хроностратиграфического метода) и называя его плеоназмом. Но в данном случае может быть важнее подчиниться устоявшемуся теперь взгляду на хроностратиграфические подразделения как подразделения общей шкалы, используемой для определения возраста отложений и их наиболее универсальной корреляции, чем проявлять несвойственный нашей профессии пуризм.

4. Эмпиризм в полуторавековой региональной стратиграфической практике, различный во многом подход к выделению стратиграфических подразделений в разных странах, стихийное стремление многих исследователей к ревизии общего стратиграфического стандарта Западной Европы, действительно данного нам только силой истории, создали ощутимую угрозу стратиграфической стабильности, ее номенклатуре. Ревизионный дух современного поколения геологов вполне закономерен, но очевидно также и то, что утрата стабильности в стратиграфии могла бы привести к большим потерям в геологической практике, в научном геологическом синтезе, к потере языка, бедламу. В связи с этим трудно переоценить значение такого дисциплинирующего понятия, как *стратотип стратиграфического подразделения*. Только на базе этого понятия, наиболее полно раскрытого в советской стратиграфии [Либрович, Овечкин, 1963; и др.], возможны совершенствование основ региональной стратиграфии мира и общей шкалы и согласован-

ный плодотворный переход к поискам лучших эталонов. Этот процесс, безусловно, необходим, он императивно возникает из грандиозного стратиграфического опыта внеевропейских стран, но уже не может быть стихийным.

Сейчас уже ни одно стратиграфическое подразделение региональных схем или общей шкалы не может быть выделено без указания стратотипа и его надлежащей характеристики. Но история оставила нам огромное количество нетипизированных подразделений, регламентация которых совершенно невозможна без точного определения стратиграфических границ. Это тяжелое наследие охватывает основные подразделения и всю их иерархию, вплоть до систем, что прекрасно видно из недавнего обзора Х. Хадберга [Hedberg, 1964]. Поэтому возникла необходимость введения еще одного понятия – *стратотип стратиграфической границы*. Вполне естественно, что логика требует совмещения этих понятий: стратиграфическое подразделение не может быть определено точно, если не фиксированы его границы. Однако требование этого совмещения в едином типовом разрезе не соблюдалось в прошлом, а очень часто и вообще не может быть соблюдено в силу невосполнимой неполноты обнаженности, резкости фациальных контактов, стратиграфических и структурных несогласий. Стратотип стратиграфической границы оказывается в таких случаях неизбежно расположенным за пределами стратотипической местности. Следовательно, оба понятия имеют право на свое независимое существование.

Таким образом, речь должна идти о *стратотипической системе* стратиграфического подразделения. Очевидно, она тем сложнее, чем выше ранг подразделения. Для девонской системы, например, она меньше всего связана с типовой местностью Девоншира: стандарт нижней границы девона, вероятнее всего, будет принят в Баррандиене, стандартные границы ярусов – в различных районах Рейнско-Арденнского массива, стратотипические границы граптолитовых и гониатитовых зон девона также должны окончательно определиться не в Великобритании, а в Центральной Европе. Пример с девонской системой – не исключение, а характерный случай для всей стратиграфической шкалы. Поэтому нельзя думать, как это делают некоторые малоискусшенные геологи, что проще всего отбросить и построить заново логически строгую шкалу. Это невозможно, так как в природе нет идеальных во всех отношениях разрезов. Существует только один путь – разработка научных принципов совершенствования сложной стратотипической системы, а не ее ломка. Надежда, что идеальной может стать метрическая шкала, по меньшей мере, наивна.

В связи с тем, что разновозрастные отложения Земли могут быть выражены различными литолого-фациальными типами разрезов, естественно, с различными палеобиогеоценоотическими характеристиками, нередко высказывается мысль о необходимости иметь несколько разновозрастных стратотипов подразделений для различных типов седиментационных бассейнов и палеобиогеографических провинций или областей. Это предложение также не может быть принято, так как оно резко повышает возможность закрепления ошибок в корреляции разнофациальных отложений и лишает хроностратиграфическую шкалу ее самого ценного качества – единства и универсальности. Нет сомнения, что исследователи, отстаивающие необходимость параллельных стратотипов подразделений общей шкалы, забывают о специфике региональной стратиграфии, в рамках которой на законном основании могут быть выделены свои стратиграфические подразделения, со своими стратотипами. Значительно важнее стремиться к точности определения возраста различных стратиграфических подразделений геологических регионов, чем к такой опасной трансмиссии хроностратиграфических функций исходного типового разреза.

Требование *монотипичности стратиграфического стандарта* должно быть жестким, иначе стратиграфия земного шара неизбежно распадется, по крайней мере, на две независимые стратиграфии – морских и континентальных отложений. Наша задача диаметрально противоположна: мы хотим видеть разнообразие в единой системе измерения, и эта система уже существует, хотя и нуждается в дальнейшем совершенствовании. Сопоставление континентальных отложений с морскими – задача совсем непростая, но вполне разрешимая. Недавно это было показано в интересной работе В.В. Меннера [1962], где он пытался обосновать даже единую этапность в развитии органического мира моря и континентов. Последнее кажется некоторым преувеличением; гетерохрония в развитии растительного и животного мира, особенно, если рассматривать процесс эволюции в рамках всего криптофита–фанерфита и значительно смещенного к современности криптозоа–фанерозоя [Соколов, 1969], остается реальностью. Однако это совершенно не делает корреляционную задачу невыполнимой и не вызывает необходимости в двух параллельных шкалах стратиграфии, что определено следует из работ Г.П. Радченко [1969], В.А. Вахрамеева и др. [1970].

Остается однако один вопрос, положение с которым многим представляется менее определенным. Я имею в виду так называемые поясные ярусы [Юферев, 1969] и вообще морские стратиграфические подразделения, устанавливаемые на основе климатической зональности Земли в геологическом прошлом. Климатическая зональность определяет главные черты биогеографического процесса и неизбежно отражается в картине палеобιοгеографической дифференциации, хотя это и далеко не единственный фактор формирования последней. Не влечет ли этот процесс и климатостратиграфическую дифференциацию Земли? А если так, то не возникает ли необходимость создания независимой поясной стратиграфической номенклатуры и поясной системы стратотипов? На первый взгляд кажется, что именно об этом говорят упомянутые выше поясные ярусы (например, позднего карбона Сибирского пояса) или более ранние предположения А.Д. Миклухо-Маклая [1963] о типовых ярусах перми Кавказско-Синийской биогеографической области, а также некоторые рассуждения В.И. Устрицкого [1970] в связи с зоогеографией позднепалеозойских морей Сибири и Арктики.

Однако и в данном случае никакого распада общей стратиграфической шкалы не происходит. Все равно для решения вопросов корреляции и определения возраста самих поясных стратиграфических подразделений остается строго необходимым один и только один хроностратиграфический эталон со своими стратотипами. Несмотря на любые трудности, возникающие на пути использования этого эталона, он должен быть сохранен, и должны быть найдены пути его применения везде, независимо от климатических поясов, биогеографической структуры Мирового океана и литолого-фациальных особенностей бассейнов седиментации. В противном случае распадается само геологическое время и станут невозможными планетарные историко-геологические синтезы.

Многочисленные и очень разные по своему направлению исследования последних лет Т. Кобаяси [Kobayashi, 1967] по кембрию, Р.М. Мянниля [1966] по ордовики, А. Буко с соавт. [Boucot et al., 1968] по силуру и нижнему девону, В.И. Устрицкого [1970] по верхнему палеозою и т. д. очень ярко свидетельствуют о том, что наибольшая специфика заключена в стратиграфии и параллелизации шельфовых фаций. Они, как и современные шельфовые фации, очень разнообразны по составу органического мира и одинаково подвержены сильному влиянию как климатических, так и историко-тектонических факторов. Именно в шельфовых фациях с их разнообразным бентосом возникает эффект резких стратиграфических границ, наблюдается быстрая смена фаунистических сообществ (точнее, па-

леоценозов) и кажется очень важным для фиксации стратиграфических рубежей привлечение комплекса признаков, знаменующих этапность геологической и биологической жизни бассейна. Все это типичные черты региональных стратиграфических разрезов.

Прямая корреляция шельфовых фаций различных климатических поясов и биогеографических провинций действительно трудна (достаточно сравнить соответствующие разрезы ордовика Русской и Сибирской платформ, Восточной Австралии и т. д.), но привлечение для этих целей пелагических групп фауны (граптолиты, аммоноидеи, планктонные микроорганизмы и др.) и выявление подлинно непрерывных морских разрезов (а они всегда монотонны) могут коренным образом изменить решение всей корреляционной проблемы. Поэтому нет никаких оснований для существования в общей (универсальной) стратиграфической шкале одновременно планетарных стратиграфических единиц (таких как ярусы и хронозоны) и поясных или провинциальных, как бы прерывающих единую историческую систему подразделений на определенных уровнях, например, в некоторые эпохи преимущественного развития геократического режима (поздний карбон, ранний триас и др.). Какая-то одна из биогеографических систем подразделений неизбежно должна быть избрана в качестве стандартной со всеми прерогативами своих стратотипов. Критерий этого выбора только один – максимальное удобство для международной стратиграфической практики.

Понятие планетарности вообще несколько условно. Ведь даже те ярусы, которые мы безоговорочно считаем планетарными (ллановейский, франкий, визейский, туронский и т. д.), не прослеживаются с легкостью по всем континентам, а биполярность [Штрейс, 1964] в развитии структур земной коры привела к тому, что стратиграфия гондванских континентов часто вообще несопоставима со стратиграфией Лавразии, которую мы только в силу нордической привычки называем планетарной. И нет нужды говорить, как много еще скрыто от нашего взора под водами Мирового океана. Поэтому мне казалось бы более правильным подразделения общей шкалы не столько считать планетарными, сколько видеть в них средство для планетарной корреляции; покоясь на строгой и непрерывной последовательности своих стратотипов, они несут эту функцию как важнейшую в любых областях Земли.

Значительно более важным представляется вопрос об *опорных разрезах стратиграфической корреляции* (межрегиональной и межконтинентальной). В СССР работы по изучению опорных разрезов уже успешно начались, и надо полагать, что аналогичные исследования займут центральное место в предстоящей международной программе по геологической корреляции. Судя по двенадцатилетнему опыту работы Международного комитета по силурийско-девонской границе, важнейшей частью намечаемых проектов должно быть установление не только соответствующего стратотипа границы на биостратиграфической основе, но и создание региональной системы эквивалентов стратотипа, которые могли бы быть опорными точками (уровнями) для стратиграфической корреляции в отдаленных регионах разных континентов. При этом я рискнул бы сказать, что при выборе новых стратотипов границ и подразделений старых систем (а это, как видим, приходится делать!) нам не следует уходить без острой необходимости за пределы Европы – “стратотипического континента”. Большая дисперсия стратиграфических эталонов общей стратиграфической шкалы только бы затруднила международную стратиграфическую практику, а погоня за лучшими стандартами не должна быть бесконечной.

Эквиваленты стратотипа за пределами стратотипической местности и даже на других континентах нередко называются (не без моей вины) **парастратотипами** [Lenz, 1969; и др.]. Этимологически этот термин верен и в таком толковании,

но, строго говоря, нет уверенности в том, что опорные стратиграфические разрезы подразделений и опорные стратиграфические границы, устанавливаемые в разных областях мира, следует называть парастратотипами или плезиогипостратотипами и т. д., так как эти термины возникли по аналогии с типами в биологической таксономии и в таком же смысле употребляются в современной стратиграфической литературе СССР, Франции и других стран. Речь идет о специфических региональных типах в стратиграфии, для которых, возможно, нужен особый термин.

Большим успехом Комитета по силурийско-девонской границе, одобренным Международной комиссией по стратиграфии в Праге в 1968 г., было принятие **биологического принципа определения границ стратиграфических систем**. Как известно, в отношении силура и девона такая граница была принята по подошве зоны *Monograptus uniformis*. Этот принцип мне представляется единственно верным, хотя в геологической литературе и даже в некоторых стратиграфических кодексах говорится о необходимости комплексного определения таких границ с учетом важных геологических событий на рубеже соответствующих периодов. Дискуссионным оказался вопрос о том, необходимо ли иметь стратотип границы при биологическом принципе ее определения. Так, О. Валлизер считает, что зональное биохронологическое определение границы освобождает нас от обязательного указания района и точки в стратиграфическом разрезе, где бы фиксировался типовой стандарт биостратиграфической границы.

Большинство стратиграфов СССР и других стран придерживаются противоположного убеждения. Мы действительно практически не можем обойтись без таких стандартных эталонов ни в отношении самих стратиграфических подразделений, ни в отношении их границ. Со стратотипом зональной границы связана ведь и другая важнейшая биостратиграфическая информация, использование которой резко усиливает корреляционное значение зоны. Кроме того, только материальный стратотип, с которым можно постоянно сверяться, может регламентировать сложный процесс стратиграфической корреляции, и только в самом факте существования стратотипа заключается перспектива возможного совершенствования и самого представления о стратиграфической границе.

5. Наконец, несколько слов о правиле приоритета и его применении в стратиграфической практике. Должно быть очень строго определено, что правило приоритета распространяется только на охрану названия (номенклатуру) и совершенно не затрагивает стратиграфического содержания обозначаемого подразделения. Не должно существовать никаких официальных указаний, что изменение объема стратиграфического подразделения, например, на одну треть или на какую-то часть яруса обязательно влечет за собой изменение названия. Наша номенклатура и так переживает "инфляцию", и мы поступим более мудро, если станем рекомендовать сохранение максимальной стабильности в названиях, даже при заметном изменении объема стратиграфических подразделений (это особенно относится к региональной стратиграфии), при условии, что это изменение разъяснено и одобрено авторитетной комиссией МСК СССР или его региональными подразделениями. Нашей стратиграфией утрачено множество превосходных стратиграфических названий только потому, что в перипетиях стратиграфической борьбы содержание многих номенклатурных понятий было окончательно запутано. Примером для нас всегда должна быть история названия силурийской системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Арсенал методов стратиграфии в широком смысле никогда не был так обременен, как в настоящее время. Для расчленения стратиграфических разрезов, их корреляции и определения относительного и абсолютного возрастов различных стратиграфических подразделений оказалось возможным привлечь целый комп-

лекс методов биологии, геологии, геохимии, геофизики и других наук о Земле, позволяющих вести оценку многочисленных историко-геологических и историко-биологических документов под одним углом зрения. Разнообразный подход к решению одних вопросов выработало вполне естественное представление о том, что стратиграфические подразделения должны иметь комплексное обоснование и что их корреляция требует привлечения всех доступных средств. Все это, безусловно, верно, и комплексная методика со все возрастающим успехом используется в региональной стратиграфической практике: в разработке очень детальных стратиграфических схем районов промышленного освоения, в разработке схем для крупномасштабного геологического картирования, унифицированных региональных стратиграфических схем, приложимых к древним седиментационным бассейнам различного географического ранга.

Однако, как мы видели из очень большого числа методов, часть которых достаточно детально разработана (корреляция по терригенным компонентам, ритмичность осадконакопления, климатическая сезонность, тектоноденудационные уровни, остаточная намагниченность пород, различные виды каротажа, палеоэкологические наблюдения и др.), для межрегиональной и межконтинентальной корреляции, создания универсальной хроностратиграфической шкалы и определения возраста отложений в системе относительных или абсолютных единиц, но в их непрерывной последовательности, пригодны только два метода – биохронологический и радиогеохронологический (ядерный). Данные по палеомагнетизму, палеовулканологии или палеоклиматологической синхронизации имеют значение дополнительных средств к двум основным методам построения шкалы и планетарной корреляции.

Но и последние два метода не являются конкурирующими, как многие ошибочно думают. Радиоактивный распад, хотя и протекает с постоянной скоростью и измеряется с помощью такой соблазнительной единицы времени, как год, неразрывно связан с радиоактивными породами и минералами, условия распространения которых в земной коре совершенно исключают непрерывность и равномерность получения хронологических данных. Долгоживущие радиоактивные изотопы химических элементов имеют неоценимое значение для конкретных датировок возраста горных пород и получения так называемых опорных дат (число их, как мы видели, и по сей день ничтожно мало) для общей хронологической шкалы истории Земли. Однако стратиграфическое и пространственное распространение источников радиоактивности таково, что оно не может обеспечить построения сколько-нибудь детальной временной шкалы, например, эквивалентной зональной шкале в биостратиграфии, и – самое главное! – стать основой корреляции с дробностью такого же уровня.

Положение могло бы измениться только в том случае, если бы пригодные для определения возраста радиоактивные минералы встречались в природе так же часто, как палеонтологические окаменелости, а стоимость определения, например, радиогенного аргона не превышала бы стоимости определения *Dictyonema flabelliforme*. Но возможно ли это?! Пока нет. И нет никаких реальных перспектив получить минимум опорных дат непосредственно с границ стратиграфических систем и их подразделений и охарактеризовать этими данными стратотипы общих подразделений шкалы. Между тем только такое сведение хроностратиграфической и радиогеохронологической шкал могло бы уравнивать их значение, но даже и в идеальном случае ни одна из шкал не отпала бы – слишком велико собственное научное и практическое значение каждой из них.

Таким образом, ведущее положение биохронологического метода в стратиграфии пока остается фактом. Более того, объектом биостратиграфии наряду с традиционным фанерозоем становится теперь и докембрий. Роль биостратигра-

фии одинаково велика как в региональной стратиграфии, так и в планетарной, где понятие биостратиграфической шкалы фактически сливается с понятием хроностратиграфической шкалы. Пока нельзя хроностратиграфическую шкалу наделять какими-либо специфическими или более универсальными качествами, помимо тех, которые ей прочно передала палеонтологическая методика в стратиграфии. Именно это побудило Н.С. Шатского [1965, с. 8] сказать так решительно, что биостратиграфия “определяет все развитие как региональной, так и общей геологии”.

Вопрос о *стратиграфических границах* – важнейший в стратиграфии и, следовательно, в биостратиграфии. Положение последней, кратко рассмотренное выше, позволяет считать решение проблемы стратиграфических границ прямо вытекающим из биохронологической методики определения и систематики геологического времени.

В региональной стратиграфии вопрос о границах сравнительно прост; чаще всего дело сводится к поискам хорошо картируемых наиболее четких стратиграфических разделов (смена в составе пород, фациальные изменения, тектонодундационные перерывы, резкие изменения фаунистических или флористических комплексов и т. д.). Таковы границы основного подразделения в региональной стратиграфии СССР – свиты и аналогичного подразделения в американской стратиграфии – стратиграфической формации. Сравнение этих двух понятий не входит здесь в мою задачу, но хотелось бы сказать, что между ними нет той непреодолимо принципиальной разницы, о которой так много пишут и говорят. В этом отношении я вполне согласен с давно высказанными взглядами А.Н. Криштофовича [1945] и Б.М. Келлера [1950]. Более или менее заметное скольжение границ одинаково характерно как для свиты, так и для стратиграфической формации, и трудно представить, что основной природный объект геологического картирования советские и американские геологи видят в принципиально разных региональных стратиграфических подразделениях.

Однако, когда речь идет о стратиграфических горизонтах, охватывающих большие площади древних бассейнов и опирающихся уже не столько на литостратиграфические, сколько на биостратиграфические критерии корреляционного обоснования, возникает значительно большая (иногда чисто психологически) уверенность в относительной устойчивости их границ. В такой же мере (или в еще большей) это относится и к региональным биостратиграфическим зонам, которые не очень удачно называются у нас местными зонами.

Свиты, горизонты и т. д. – чисто региональные объекты стратиграфии, естественно отражающие определенную последовательность историко-геологических процессов, происходивших в регионе. Нередко они с большими временными интервалами следуют друг за другом, занимая лишь отдельные уровни общего хронологического каркаса. Именно эта особенность определяет специфичность скачка в свойствах – фациальных, литологических, палеонтологических – на многих границах региональных стратиграфических подразделений. И именно этим порождено стратиграфическое язычество: вера чуть ли не в планетарную выдержанность резких стратиграфических границ. В действительности же чем резче стратиграфическая граница, тем она хуже как эталон хроностратиграфической границы. Такая граница просто не может претендовать на эту роль, так как почти всегда несет явный или включает потенциальный хронологический пробел. Непонимание этого стратиграфического парадокса породило многие заблуждения в геологии вообще.

Биохронологические границы, значительно менее яркие, но не заключающие в себе такого риска “потери времени”, представляют главный интерес для всех хроностратиграфических подразделений от зоны до эратемы (группы). Вопрос об их установлении как границ подразделений общей шкалы широко связан с представлением об этапности органической эволюции и о различном уровне ее выра-

жения на границах разного ранга. Вероятно, в современной литературе наиболее полно вопрос об этапности развития органических форм и о его отношении к определению стратиграфических подразделений рассмотрен В.В. Меннером [1962]. В его обзоре содержится весь наиболее интересный материал, накопленный главным образом нашими исследователями. В.В. Меннер выступает как убежденный защитник определяющей роли этапности развития жизни на Земле для характеристики подразделений общей шкалы, но он лишь отчасти касается наиболее острой проблемы современной стратиграфии – конкретного обоснования самих стратиграфических границ на базе этой этапности. Он справедливо говорит о чрезвычайной скудости полноценных фактических материалов для таких суждений и больше уделяет внимания общей картине этапности органической эволюции, ее связи с эволюцией абиотической среды, обоснованию синхронности этой этапности в континентальной и морской обстановках.

Из его рассуждений следуют два вывода. 1. Наиболее отчетливо этапность развития органического мира выступает в полузамкнутых и замкнутых бассейнах, где особенно ярко проявляется колебание физико-географических условий жизни бассейнов; классические исследования Н.И. Андрусова [1918] и других хорошо это иллюстрируют. Слабее этапность прослеживается в развитии открытых, почти нормальных эпиконтинентальных бассейнов. Наиболее трудно она выявляется в океанических бассейнах, где замедлен процесс эволюции и где “можно выделить только гораздо более крупные этапы развития, выраженные значительно слабее” [Меннер, 1962, с. 298]. 2. Принимая этапность в развитии органических форм как планетарное явление, мы должны иметь в виду, что в одних местах этапность проявляется в изменении органических форм на уровне крупных биологических таксонов, а в других выражается всего лишь в смене видов и даже их разновидностей.

В первом из этих выводов содержится признание несомненной ценности этапности для региональной стратиграфии, из чего, в сущности, и следовали главные достижения выдающихся работ Н.И. Андрусова [1918], В.П. Колесникова [1948], Б.П. Жижченко [1958] и многих других. Однако второй вывод отнюдь не позволяет развить региональный стратиграфический успех до планетарного, так как критерий этапности в применении к Мировому океану геологического прошлого, так же как и к основным континентальным блокам, утрачивает значение отчетливого критерия синхронности. Значение этапности в такой трактовке для определения планетарных границ выглядит как мираж.

Вместе с тем несомненно одно – для определения основных границ хроностратиграфических подразделений представляют интерес только *непрерывные морские монофациальные разрезы*, где не наблюдается резких рубежей в смене экосистем, где сам ход эволюционного процесса отражается без гипнотизирующих стратиграфов сальтаций. Возможно, и в этих условиях удастся вскрыть какие-то общие, хотя и очень неявные, закономерности эволюционного ритма (может быть, на основе климатокосмических влияний, как полагает В.М. Познер), но современные способы биохронологического анализа не позволяют интерпретировать такие рубежи как выражение планетарной этапности в развитии органического мира. Более естественным пока представляется чисто практический взгляд биостратиграфов на морские монофациальные разрезы как лучшие объекты применения биологического принципа для определения границ хронозон, устанавливаемых по пелагическим группам организмов.

Необратимая этапность в развитии земной коры с чертами повторяемости, периодичности представляет собою едва ли не самую яркую особенность в развитии геологических процессов на Земле. В этой периодичности мы всегда видим восхождение, и каждый геологический период, эпоха ли, век ли неповторимо от-

личен от предшествующего или последующего. Очевидность этой развивающейся картины геологического прошлого столь велика, что мы невольно хотим видеть всеземную четкость и самих границ между этапами – действительно реальными и разными по своему значению. Но дело обстоит совсем не так просто, как только мы эту задачу пытаемся перевести из идеальной постановки в плоскость конкретного стратиграфического решения и обязательно однозначного, так как ни цели геологической хронометрии, ни цели геологического картирования не позволяют иметь даже двух вариантов границы.

Хорошо всем известные поиски рациональных стратиграфических границ не один раз приводили геологов к мысли о необходимости выделять спорные промежуточные стратиграфические комплексы (переходные толщи) в самостоятельные подразделения, например, такой последовательности: кембрий–тремадок–ордовик–верхний ашгилл–силур–даунтон (или еще шире: силурон)–девон и т. д. В известной мере это представление отражено в интересной книге А. и Ж. Термье [Termier H., Termier G., 1964]. Кажется, однако, что “буферная стратиграфия” совершенно не снимает проблемы стратиграфических границ, а только их множит: ведь проблема границы тремадока и аренига или даунтона (пржидола) и жедина и т. д. все равно остается. Очевидно, исследовательская и практическая мысль стратиграфов должна быть направлена на обоснование критериев только монотипических границ между хроностратиграфическими подразделениями.

В двенадцатилетнюю работу по проблеме границы силура и девона были вовлечены многие десятки лучших специалистов из 22 стран мира и всех континентов, и эта работа шла направленно, комплексно и организовано. В международных программах стратиграфических исследований мы не знаем другого примера столь тщательного подхода к решению одного, но в методическом отношении фундаментально важного вопроса. Как известно, эти усилия завершились принятием границы силурийской и девонской систем по границе двух смежных граптолитовых зон: *Monograptus transgrediens*/*Monograptus uniformis*. Решение проблемы свелось, таким образом, к наиболее удобному выбору, максимально облегчающему международную стратиграфическую практику. И только! Но это отнюдь не означает, что этапность в развитии органического мира в силурийском и девонском периодах была отброшена как иллюзия.

Этапность развития органического мира – прочно установленный факт. Она подтверждена превосходными исследованиями как на примере развития различных филумов (фораминифер, кораллов, аммоноидей, брахиопод, трилобитов и т. д.), так и на примере истории формирования биогеоценологических систем различных геологических периодов. Но формирование биологического своеобразия каждой геологической эпохи – есть процесс, и как бы ни сближались на определенных уровнях времени более или менее ярко выраженные переломные моменты в истории отдельных филумов и экосистем, они никогда не совпадут в условиях устойчивой среды. Мы же стремимся найти только один раздел, т. е. прервать процесс. Иначе нельзя и поступить, если ставится задача установить границу в непрерывно развивающейся системе.

Органическая эволюция не только необратима (чему не противоречит подвижность микромутаций), но и неравномерна. Поскольку это аксиома, то биостратиграфы, использующие в своей практике различные группы организмов, нередко предлагают и различные биостратиграфические границы между подразделениями и хроностратиграфической шкалы, и еще чаще – в региональных биостратиграфических схемах. Теоретически в этих действиях нет ничего противоречащего природе, поскольку затрагивается неравномерный процесс эволюции в необозримом потоке эволюционирующих форм. Можно сказать больше: историческая геология и историческая биология никогда так не нуждались в накоплении точней-

ших фактических данных по этому вопросу, так как лишь они могут приблизить нас к пониманию истинного содержания переходных моментов между теми явлениями в органической эволюции, которые мы определяем как этапность. Сравнительное изучение биомер [Palmer, 1965; Longacre, 1970], вероятно, более всего содействовало бы достижению такой цели. Но все это, конечно, не означает, что в биостратиграфии должны существовать ступенчатые границы между подразделениями, о чем справедливо писал Д.П. Найдин [1959].

При региональных биостратиграфических исследованиях данные о неравномерном развитии отдельных групп древних организмов и о различных уровнях этого развития широко используются в комплексной палеонтологической характеристике стратиграфических подразделений. Методика этих исследований хорошо отражена в ряде биостратиграфических руководств. Но необходимо подчеркнуть еще раз, что при всем значении палеонтологического комплекса для характеристики как региональных, так и хроностратиграфических подразделений границы последних должны устанавливаться по данным изучения только одной какой-либо группы, иначе возникнет несколько границ, что совершенно недопустимо. Вполне естественно, что руководящая роль среди этих групп морской фауны должна принадлежать пелагическим и планктонным организмам, способным к широкому и быстрому расселению (или пассивному разносу) и быстрой изменчивости во времени. Биохронология, основанная на таких группах, получила в немецкой литературе название ортохронология [Schindewolf, 1950; и др.]. Выбор указанной выше зональной границы силура и девона целиком основан на ортохронологической методике.

Вполне закономерно, что проблема границ в системе хроностратиграфических подразделений оказалась теснейшим образом связанной с понятием **зоны** или **хронозоны**, которая после работ Д.Л. Степанова [1958] нередко также называется оппельзоной. Литература, посвященная зональной стратиграфии, огромна, но, пожалуй, только в последние годы, когда с особой остротой была поставлена проблема границ стратиграфических систем, стала в полной мере вырисовываться фундаментальная роль зоны как основы для всей общей стратиграфической шкалы и вместе с тем как инструмента наиболее дробной планетарной стратиграфической корреляции. В советской литературе эти важнейшие качества зоны, хотя и несколько иначе, были показаны в очень содержательных исследованиях В.Н. Сакса [1962], В.И. Бодылевского [1964], Г.П. Леонова и др. [1965], Д.М. Раузер-Чернусовой [1967], М.С. Месежникова [1969], В.А. Крашенинникова [1969] и многих других.

Вместе с тем дискуссия о пространственном значении подразделений общей шкалы, о географической устойчивости их границ совершенно не снята. Одни исследователи планетарными продолжают считать лишь эратемы (группы) и системы, другие добавляют к ним подразделения третьего периода – отделы (серии в западной литературе); в отношении ярусов и зон мнения расходятся еще больше. Однако если мы признаем, что границы смежных стратиграфических систем могут быть определены только как границы смежных зон (верхней зоны, подстилающей системы, и нижней зоны, перекрывающей, а сумма последовательных зон (хронозон) без всяких пробелов образует истинные объемы ярусов и отделов), то предмет дискуссии отпадает. Система, отдел, ярус, зона автоматически становятся подразделениями планетарного значения. Этот вывод кажется безальтернативным, так как в хроностратиграфии нет элементарной единицы более универсальной, чем зона, и нет метода, более эффективно обеспечивающего планетарную корреляцию, чем биохронология.

Следует сделать и еще один вывод из всех приведенных рассуждений. Этапность развития органического мира как процесс не может быть непосредственно использована при практическом определении стратотипических границ подраз-

делений общей шкалы, и неверно, что возрастающему рангу этих границ соответствует изменение и в ранге биологических таксонов. На всех уровнях иерархической системы стратиграфии фанерозоя границы подразделений должны определяться лишь видовыми зонами, независимо от заключенного в них рангового разнообразия таксонов других (незональных) групп фауны. Только придерживаясь этого принципа, можно сохранить цельность и устойчивость хроностратиграфической шкалы. Этапность развития органического мира – важнейшее, но совершенно особое явление.

Эту мысль можно иллюстрировать еще таким примером. Мы отлично знаем, что феодализм сменился буржуазным обществом и что на рубеже крушения одного и становления другого возникла эпоха, получившая название Ренессанса. Эта эпоха – многообразная объективная реальность, но ее границы достаточно подвижны и условны. Однако если бы в практических целях оказалось совершенно необходимым определить жесткие хронологические границы Ренессанса, то нам, возможно, не оставалось бы ничего другого, как связать его начало (нижнюю границу) с рождением Петрарки – 1304 годом.

Между хроностратиграфической шкалой и этапностью органической эволюции существуют примерно такие же отношения.

ЛИТЕРАТУРА

Андрусов Н.И. Взаимоотношения Эвксинского и Каспийского бассейнов в неогеновую эпоху // Изв. Российской АН. Сер. 6. 1918. Т. 12, № 8.

Бодылевский В.И. О стратиграфической зоне // Труды ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1964. Т. 102. С. 25–32.

Бубнов С.Н. Основные проблемы геологии. М.: Изд-во МГУ, 1960.

Вахрамеев В.А., Добрускина И.А., Заклинская Е.Д., Мейен С.В. Палеозойские и мезозойские флоры Евразии и фитогеография этого времени // Труды ГИН АН СССР. Вып. 208. М.: Наука, 1970. 427 с.

Гурари Ф.Г., Халфин Л.Л. Реформа правил стратиграфической классификации необходима // Геология и геофизика. 1966. № 4. С. 3–14.

Жамойда А.И. Основные вопросы стратиграфической терминологии и номенклатуры // Геологическое строение СССР. Т. V. М.: Недра, 1969.

Жамойда А.И., Ковалевский О.П., Моисеева А.И. Обзор зарубежных стратиграфических кодексов. М.: Наука, 1969.

Жижченко Б.П. Принципы стратиграфии и унифицированная схема деления кайнозойских отложений Северного Кавказа и смежных областей. М.: Гостоптехиздат, 1958. 312 с.

Зубаков В.А. Планетарная последовательность климатических событий и геохронологическая шкала плейстоцена // Чтения памяти Л.С. Берга. М.: Наука, 1968. С. 17–64.

Келлер Б.М. Стратиграфические подразделения // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1950. № 6. С. 3–25.

Колесников В.П. Сингенетические схемы // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1948. Т. XXIII, вып. 3.

Косыгин Ю.А. Тектоника. М.: Недра, 1969. 616 с.

Крашенинников В.А. Географическое и стратиграфическое распределение планктонных фораминифер в отложениях палеогена тропической и субтропической областей // Труды ГИН АН СССР. Вып. 202. М.: Наука, 1969. 188 с.

Криштофович А.Н. Унификация геологической терминологии и новая система региональной стратиграфии // Материалы ВСЕГЕИ. Палеонтология и стратиграфия. Сб. 4. 1945.

Крымгольц Г.Я. О значении некоторых понятий в стратиграфии // Труды ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1964. Т. 102.

Либрович Л.С., Овечкин Н.К. Задачи и правила изучения и описания стратотипов и опорных стратиграфических разрезов. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 28 с.

Леонов Г.П., Алимарина В.П., Найдин Д.П. О принципе и методах выделения ярусных подразделений эталонной шкалы // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология. 1965. № 4. С. 15–28.

Меннер В.В. Биостратиграфические основы сопоставления морских, лагунных и континентальных свит // Труды ГИН АН СССР. Вып. 65. М.: Наука, 1962.

- Месежников М.С.* Зональная стратиграфия и зоогеографическое районирование морских бассейнов // Геология и геофизика. 1969. № 7. С. 45–53.
- Миклухо-Маклай А.Д.* Верхний палеозой Средней Азии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1963. 329 с.
- Мянциль Р.М.* История развития Балтийского бассейна в ордовике. Таллин: Валгус, 1966. 200 с.
- Найдин Д.П.* О границах стратиграфических подразделений // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1959. Т. XXXIV, вып. 3. С. 39–43.
- Наливкин Д.В.* Стратиграфия в СССР // Зап. Ленингр. горн. ин-та. 1967. Т. LIII, вып. 2.
- Никитин С.Н., Чернышев Ф.Н.* Международный геологический конгресс и его последние сессии в Берлине и Лондоне // Горный журн. Т. 1. СПб., 1889.
- Проблемы стратиграфии.* Новосибирск, 1969. (Труды СНИИГГиМС; Вып. 94).
- Радченко Г.П.* Ярусы провинциальных стратиграфических шкал для континентальных отложений и корреляции последних с морскими отложениями // Геологическое строение СССР. Т. V. М.: Недра, 1969.
- Раузер-Черноусова Д.М.* О зонах единых и региональных стратиграфических шкал // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1967. № 7. С. 104–118.
- Ротай А.П.* Палеонтологический метод и проблема вида в стратиграфии. Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1962.
- Садыков А.М.* Система универсальной стратиграфической классификации // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1969. № 1. С. 19–28.
- Сакс В.Н.* О возможности применения общей стратиграфической шкалы для расчленения юрских отложений Сибири // Геология и геофизика. 1962. № 5. С. 62–75.
- Соколов Б.С.* Поздний докембрий и палеозой Сибири (некоторые общие вопросы стратиграфии) // Геология и геофизика. 1967а. № 10. С. 36–50.
- Соколов Б.С.* Развитие органического мира на рубеже докембрия и кембрия и вендско-кембрийская граница // Всесоюз. совещ. по стратиграфии пограничных отложений докембрия и кембрия, 5–18 мая 1967 г.: Тез. докл. Уфа, 1967б. С. 1–4.
- Соколов Б.С.* Стратиграфические границы нижнепалеозойских систем // Стратиграфия нижнего палеозоя Центральной Европы. М.: Наука, 1968. С. 5–15. (МГК. XXIII сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 9).
- Соколов Б.С.* Палеонтологические данные о древнейших представителях органического мира океана (хронология важнейших таксонов) // Океанология. 1969. № 5.
- Соколов Б.С.* Новейшие данные об исследованиях по проблеме границы силура и девона // Геология и геофизика. 1970. № 6. С. 148–152.
- Соколов Б.С., Поленова Е.Н.* Граница силура и девона // Биостратиграфия пограничных отложений силура и девона. М.: Наука, 1968. С. 3–24.
- Степанов Д.Л.* Принципы и методы биостратиграфических исследований // Труды ВНИГРИ. Вып. 113. Л., 1958. С. 171–178.
- Степанов Д.Л.* Об основных принципах стратиграфии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1967. № 10. С. 103–114.
- Стерлин Б.П., Зиновьев М.С., Мигачева Е.Е.* О подразделениях общей и местной стратиграфических шкал // Сов. геология. 1969. № 1. С. 38–44.
- Стратиграфическая классификация, терминология и номенклатура.* МСК СССР. М.: Недра, 1965.
- Стратиграфическая классификация и терминология* / Под ред. А.П. Ротай. МСК СССР. М., 1969.
- Тихомиров С.В.* О главных вопросах стратиграфии // Изв. вузов. Геология и разведка. 1968. № 5. С. 3–21.
- Устрицкий В.И.* Зоогеография позднепалеозойских морей Сибири и Арктики // Уч. зап. НИИГА. Палеонтол. и биостратигр. Вып. 29. 1970. С. 58–77.
- Халфин Л.Л.* О тектоно-стратиграфическом направлении в геологии и принципах стратиграфии // Основные идеи М.А. Усова в геологии. Алма-Ата: Изд-во КазССР, 1960. С. 381–394.
- Шатский Н.С.* Геология. М.: Наука, 1965. 398 с. (Избр. труды. Т. IV).
- Штрейс Н.А.* О происхождении Гондваны // Гондвана. МГК. XXII сессия: Докл. сов. геологов. Пробл. 9. М.: Наука, 1964. С. 44–47.
- Юферев О.В.* Карбон Северо-Востока СССР: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин наук. Новосибирск, 1969.
- Vouscot A.J., Berry W.B.N., Johnson J.G.* The crust of the Earth from a Lower Paleozoic point of view // The history of the Earth's crust. Princeton Univ. Press. 1968.

- Code of Stratigraphic Nomenclature* // Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol. 1961. Vol. 45, N 5.
- Dollo L.* La paléontologie éthologique // Bull. Soc. Belge de geol., de paléontol. et d'hydrologie. T. XXIII. 1909.
- Hedberg H.D.* (Ed.). Definition of Geologic Systems // Intern. Geol. Congress. Rep. of the Twenty-Second session. Part. XVIII. New Delhi, 1964. P. 5–26.
- Hedberg H.D.* Chronostratigraphy and biostratigraphy // Geol. Mag. 1965. Vol. 102, N 5.
- Holland C.H.* Stratigraphical classification // Sci. Progress. 1864. Vol. 52, N 207.
- Jeletzky J.A.* Paleontology, basis of practical geochronology // Bull. Amer. Ass. Petrol. Geol. 1956. Vol. 40.
- Kobayashi T.* Concept of Time in Geology, 1 // Proc. Imp. Acad. Tokyo. 1944. Vol. 20, N 7.
- Kobayashi T.* The Cambrian of Eastern Asia and other parts of the continent // J. Fac. Sci. Univ. of Tokyo. Sect. II. 1967. Vol. XVI, pt. 3.
- Lenz A.C.* Preliminary submission for Silurian-Devonian boundary Stratotype. Royal Creek Area, Northern Yukon // Geol. Newsletter. 1969. N 4.
- Longacre S.A.* Trilobites of the Upper Cambrian Ptychaspid biomere Wilberns formation, Central Texas // J. Paleontol. 1970. Vol. 44. Suppl. to N 1.
- Oppel A.* Die Juraformation Englands, Frankreichs und südwestlichen Deutschlands. Stuttgart, 1856–1858.
- Palmer A.R.* Biomore – A new kind of biostratigraphic unit // J. Paleontol. 1965. Vol. 39, N 1.
- Schenck H.G.* Guiding principles in stratigraphy // J. Geol. Soc. of India. 1961. Vol. 2.
- Schenck H.G., Muller S.M.* Stratigraphic terminology // Bull. Geol. Soc. Amer. 1941. Vol. 52, N 9.
- Schindewolf O.H.* Grundlagen und Methoden der paläontologischen Chronologie. 1950. 3 Aufl.
- Schindewolf O.H.* Stratigraphische Methodik und Terminologie // Geol. Rundschau. 1960. Bd. 49, H. 1.
- Shaw A.B.* Time in stratigraphy. N.Y.; London, 1964.
- Störmer L.* Concepts of stratigraphical classification and terminology // Earth Sci. Rev. 1966. N 1.
- Teichert C.* Some biostratigraphical concepts // Bull. Geol. Soc. Amer. 1958. Vol. 69, N 1.
- Termier H., Termier G.* Les temps fossilifères. I: Paléozoïque inférieur. Paris, 1964.
- Weller M.J.* Stratigraphic principles and practice. N.Y., 1960.

ВЕНДСКИЙ ЭТАП В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ*

Двадцать лет тому назад понятие венд впервые вошло в геологическую литературу. Это название получил наиболее молодой комплекс отложений позднего докембрия Русской платформы, непосредственно предшествующий древнейшим отложениям раннего кембрия. Формирование представлений о венде как новом и очень характерном члене стратиграфического разреза Русской платформы было целиком связано с результатами уникальной программы глубокого бурения и первым опытом широкой палеогеографической интерпретации ранее неизвестных данных.

Уже к концу 1940-х годов выяснилось, что раннепалеозойский осадочный чехол платформы не подстилается непосредственно каледонским фундаментом, как до того считалось, а нижний кембрий и ордовик не являются древнейшими подразделениями этого чехла. Венд, таким образом, занял положение наиболее древнего очень полно сохранившегося члена осадочного покрова Русской платформы.

Выделяя это подразделение, я рассматривал его как особый комплекс отложений, начинающий собою новый этап (венд-палеозойский) в историко-геологическом развитии древней платформы [Соколов, 1952; Sokolov, 1958, 1964]. Н.С. Шатский [1952] видел в этих отложениях отражение еще рифейского этапа развития Русской платформы. Но оба мы одинаково считали вендские отложения докембрийскими. Третья точка зрения настойчиво защищалась большинством других геологов, не признававших отделения венда от нижнего кембрия. Традиционное мышление не допускало представления о возможности постепенного перехода от докембрия к кембрию; чисто психологически, скачок в свойствах пород и структур на этом рубеже представлялся совершенно неизбежным.

Дальнейшие исследования значительно расширили наши знания о венде Русской платформы. Стало очевидным, что к венду относятся и многие обнаженные разрезы, ранее принимавшиеся за палеозой; что вулканогенно-осадочные породы Волыни и Белоруссии, первоначально рассматривавшиеся как особая фация гдовской свиты валдайской серии северо-запада платформы, в действительности образуют самостоятельную волынскую серию в нижнем венде (вильчанская и свислочская свиты); что в основании верхнего венда должна быть обособлена догдовская редкинская серия (вяземская, нелидовская и бородинская свиты); что балтийская серия нижнего кембрия лишь в некоторых районах Балтийско-Московской синеклизы и в пределах Волыно-Подольского погружения связана с валдайской серией венда более или менее постепенным переходом; что вендский чехол платформы построен очень сложно, но включает ряд устойчивых формаций – вулканогенную, тиллитоносную, фосфоритовую и др.; что, наконец, венд вовсе не лишен остатков животной жизни, которая представлена следами жизнедеятель-

* Палеонтология. М.: Наука, 1972. С. 114–123. (Междунар. геол. конгр. XXIV сес. Докл. сов. геол. Пробл. 7).

ности организмов и отпечатками бесскелетных организмов. Важнейшее опорное значение приобрели обнаженный разрез венда в Приднестровье, с могилев-подольской серией в основании, и разрезы, вскрытые глубоким бурением в центральных районах Русской платформы.

Однако все эти новые данные, резко расширившие содержание венда европейской части СССР, совершенно не изменили его принципиальной характеристики, сложившихся представлений о специфике его нижней и верхней границ, структурном положении вендского чехла и месте вендского этапа в историко-геологическом и историко-биологическом процессе. Нет сомнения, что именно эти общие особенности венда Русской платформы и примыкающей к ней подвижной зоны Урала и норвежских каледонид наиболее легко обнаруживались в аналогичных по стратиграфическому положению отложениях других регионов (Сибирь, Средняя Азия, Казахстан, Монголия, Аравийская платформа, Африка и др.) и более всего способствовали широкому распространению понятия венд в смысле общего подразделения стратиграфической шкалы [Келлер, 1963, 1966; Келлер, Семихатов, 1967; Богданов, 1969; Долгинов и др., 1969; Божко, 1969; Cloud, Semikhatov, 1969; Хаин, 1971; и др.].

Наиболее популярным оказалось историко-тектоническое истолкование самостоятельности венда и его многочисленных стратиграфических аналогов, характеризующихся достаточно тесной связью с кембрием и обычно резко отделенных структурным несогласием от подстилающих толщ рифея или еще более древних пород – фундамента. Конечно, с точки зрения ортодоксальной хроностратиграфии определение нижней границы венда по несогласию не может считаться удовлетворительным и точное определение этой границы продолжает оставаться самой трудной проблемой. Вместе с тем несомненно другое (и это прежде всего привлекает внимание региональных исследователей): там, где предвендское несогласие выражено, трансгрессирующие заведомо докембрийские отложения всегда представляют какую-то часть венда. На Русской и Сибирской платформах мощность вендских отложений колеблется от нескольких сотен до 1200 м и более.

Верхняя граница венда, т. е. граница венда и кембрия или докембрия и кембрия вообще, если и не получила сейчас однозначного определения, то отнюдь не потому, что этому препятствуют какие-либо физические пробелы на рассматриваемом рубеже, а потому, что по-разному пока истолковываются палеонтологические данные, характеризующие непрерывную венд-кембрийскую последовательность слоев. Сама возможность решения этого вопроса на биохронологической основе не подлежит сомнению. Граница кембрия и докембрия должна и может быть установлена на принципе, являющемся единым для всего фанерозоя, т. е. на данных палеозоологии, документах, характеризующих ход эволюции животного мира. Я хотел бы подчеркнуть последнее обстоятельство, поскольку палеофлористическая шкала при всем ее значении для соответствующих фаций в общей био-стратиграфии является параллельной.

Хотя в настоящее время появилось несколько трактовок стратиграфического объема венда, я не думаю, что допустимо существенно отходить от основных стратотипов Русской платформы: волынской s. str. (может быть лучше могилев-подольской), редкинской и валдайской серий. На Урале (Башкирский антиклинорий) им соответствуют укская свита и, еще более определенно, криволукская серия (нижний венд) и ашинская серия (верхний венд). В укской свите открыты юдомские микрофитолиты (так называемый IV комплекс З.А. Журавлевой). Однако необходимо иметь в виду, что многие из типичных форм этого комплекса как в Сибири, так и в других районах впервые появляются в доюдомских и, следовательно, довендских отложениях. По этой и некоторым другим причинам, мне кажется, нет достаточных оснований относить к венду (как это часто делается),

например, верхнюю часть полесской серии Белоруссии, верхнюю часть пугачевской свиты Саратовского Поволжья, вероятно, всю пачелмскую серию Пачелмского прогиба, дашкинскую свиту Енисейского кряжа, дотиллитовые толщи Европейского сектора Арктики и их аналоги. Я склонен придавать очень большое стратиграфическое значение мариногляциальному лапландскому горизонту [Чумаков, 1971] или варангерским тиллитам [Harland, 1968] как базальным образованиям венда.

В Сибири этот классический уровень вендского оледенения менее ясен. Но венд в целом здесь также образует достаточно обособленный от рифея осадочный комплекс, трансгрессивно перекрывающий разновозрастные отложения докембрия вплоть до фундамента. Юдомская свита Сибирской платформы является опорным разрезом венда на востоке [Келлер, 1963; Соколов, 1967, 1971; Потапов и др., 1971]. Ее аналоги представлены карбонатными и карбонатно-терригенными отложениями. Двучленная карбонатная юдомская свита содержит различные формы микрофитолитов и строматолитов, важные для корреляции. Это обстоятельство послужило основанием для некоторых исследователей [Семихатов и др., 1970; Келлер, 1971] предложить юдомскую свиту как более предпочтительный стратотип самого молодого подразделения верхнего рифея – юдомской фитемы. Однако, с точки зрения принятых в стратиграфии номенклатурных процедур, в такой замене названий нет никакой необходимости, так как юдомская свита – всего лишь один из фациальных региональных типов венда.

По абсолютному возрасту для венда в СССР принят интервал 680 ± 20 – 570 ± 10 млн лет. Конечно, эти цифры недостаточно точны и по венду имеется много противоречивых изотопных данных. Но несомненно заслуживает внимания возраст предюдомских щелочных пород Ингилийского массива (610–690 млн лет) и самой нижнеюдомской подсвиты (635–650 млн лет), определенный по глаукониту [Kazakov, Knorre, 1970]. Эти цифры хорошо согласуются с возрастом предвендских верхнепачелмских глауконитов (670–680 млн лет) Русской платформы [Гаррис, Постников, 1970], возрастом укской свиты Урала (665 млн лет) и многочисленными цифрами по глаукониту верхнего венда Московской синеклизы (620–570 млн лет). Еще более значительные совпадения имеются по пограничным слоям венда и кембрия (570–550 млн лет) на Русской (котлинская свита–балтийский ярус) и Сибирской (верхнеюдомская свита–томмотский ярус) платформах. Таким образом, в настоящее время нет серьезных оснований допускать существенную радиогенную разновозрастность границ венда в европейской части СССР и в Сибири.

В такой трактовке близкими стратиграфическими аналогами венда СССР оказываются эдиакарий Австралии или “Cambrien I” [Termier H., Termier G., 1960, 1964]; варяжская серия или зокембрий в современном смысле [Asklund, 1958; Spjeldnaes, 1964] Норвегии, определенные как венд именно в таком объеме еще в 1958 г. [Sokolov, 1958]; вероятно, чарнийская система Англии [Meneisy, Miller, 1963]; по крайней мере, верхний инфракембрий Северной Африки – Аравии [Menchikoff, 1958] и серия Нама Южной Африки [Gürich, 1933]; вероятно, серия Виндермир Северной Америки [Okulitch, 1956; King, 1959] и особенно группа Концепшн Ньюфаундленда [Misra, 1969], несмотря на противоречие в радиогенном возрасте [Douglas, 1970]; вероятно, Sna и Snb (верхний синий) Южного Китая [Ван-Юэ-лунь, 1963] и др. Эти подразделения разных континентов в одинаковой мере характеризуются примерно той же спецификой своего геохронологического и структурного положения, что и венд СССР, и многие из них прямо связывались с палеозоем или даже непосредственно с кембрием, откуда и пошло такое популярное, но двусмысленное название как зокембрий.

Палеонтологическая характеристика венда и его стратиграфических аналогов во многом очень специфична и различна в зависимости от фаций. В настоя-

шее время в СССР наибольшее внимание уделяется изучению палеоальгологических материалов. В карбонатных фациях венда (юдомский тип) установлены своеобразные группы микрофитолитов: *Vesicularites bothrydioformis* (Krasnop.), *V. lobatus* Reitl., *Vermiculites tortuosus* Reitl., *V. irregularis* (Reitl.) *Ambigolamellatus horridus* Z. Zhur. и др. и строматолитов: *Paniscollenia emergens* Kom., *Jurusania judomica* Kom. et Semikh., *Boxomia grumulosa* Kom., *Stratifera irregularis* Kom. и др. [Семихатов и др., 1970]. Все они являются, как известно, не остатками самостоятельных организмов, а продуктами жизнедеятельности синезеленых водорослей и, вероятно, бактерий, – таксономически плохо распознаваемых. Как лито-экологические образования, фитолиты венда не имеют принципиальных отличий от рифейских или кембрийских. Они не знаменуют какого-либо существенного этапа в монотонной эволюции древних таллофитов, на ослизняющихся поверхностях которых происходило образование безморфоструктурного CaCO₃. Однако именно на этом основании некоторые исследователи говорят о неразрывной палеонтологической связи рифея и венда и необходимости подчинения последнего единому верхнерифейскому стратиграфическому подразделению [Раабен, 1971; Келлер, 1971]. Я не разделяю эти взгляды. Их прагматизм уводит нас от научного изучения сложной проблемы.

С точки зрения эволюционного прогресса в развитии органического мира, значительно более существенными должны быть результаты изучения исключительно обильного, как теперь установлено [Тимофеев, 1966; Волкова и др., 1968; и др.], фитопланктона различных уровней организации, грибов и первых водных растений с необызвествленным слоевищем – группы *Vendotaenides* [Гниловская, 1971]. Из фитомикробиоты венда особенно характерны разнообразные *Leiosphaeridia*, а из лентовидных водорослей (вероятнее всего бурых) – *Vendotaenia* и *Tyrasotaenia*. Широкое распространение вендотенидной водной флоры явилось важнейшим шагом на пути будущего выхода растений на сушу.

Однако венд является первым в истории Земли периодом широкого распространения Metazoa, и это обстоятельство имеет неизмеримо большое значение для его палеобиологической характеристики, чем история развития синезеленых водорослей венда. Фактом фундаментального биогеологического значения является установление времени первой значительной экспансии древнейших морских животных организмов. Этому факту нельзя противопоставить, как эквивалентное явление, смену тех или иных фитолитических образований на рубеже рифея и венда. Фитолитические структуры (с их условными латинскими именами) представляют несомненный интерес для целей стратиграфической корреляции карбонатных разрезов, но только остатки животной жизни (как бы ни были они редки) могут быть использованы для определения основных биохронологических границ рифея–венда и венда–кембрия [Соколов, 1971].

Я вполне разделяю представление многих исследователей [Glaessner, Daily, 1959; Termier H., Termier G., 1960; Cloud, 1968; и др.], что важнейшим типом предкембрийской фауны является фауна Эдиакары в Южной Австралии. К этому типу принадлежат известные фауны из серии Нама Южной Африки, из чарнийских пород Англии, из нижней и средней частей венда европейской части СССР и Сибири [Соколов, 1971] из серии Концепшн Ньюфаундленда [Misra, 1969]. Нижняя граница распространения эдиакарской фауны по радиогенным датам колеблется, но можно определенно утверждать, что в целом эта фауна является постгляциальной. Это положение также представляется очень важным.

Венд-эдиакарская фауна, конечно, должна была иметь предшественников в позднерифейских морях, населенных эукариотическими организмами. Но темп ее формирования, по всей вероятности, был исключительно быстрым в связи с ходом развития кислородного цикла [Cloud, Gibor, 1970; Barghoorn, 1971]. Во всяком

случае, мы либо почти не знаем вполне достоверных находок многоклеточных животных (или следов их жизнедеятельности) в отложениях древнее 680 ± 20 млн лет, либо этим находкам ошибочно приписывается довендский возраст. П. Клауд дал очень полезный критический обзор “докембрийских окаменелостей”. Можно добавить, что в СССР такими же сомнительными являются *Udokania problematica* Leit. из нижнего протерозоя Забайкалья (вероятно, псевдоморфозы по кристаллам), *Karagassia* из верхнего рифея Иркутского амфитеатра, *?Carnarvonina venosa* Walc. и *?Pteridinium* из ятулийской серии Карелии [Розанов и др., 1969]. Часто упоминаемая находка *Sabellidites* ex gr. *cambriensis* Yan. (= *Paleolina* Sok.) в верхнем докембрии Тунгусской синеклизы имеет спорное возрастное положение.

Ранневендская фауна (могилев-подольская серия и нижнеюдомский подкомплекс) широко представлена многочисленными отпечатками медузоидных: *Cyclomedusa plana* Glaessn., *C. sp. sp.*, *Beltanella*, *Bronicella* и других, проблематичных артикулятов, следов илоедов (Подолия) и “*Rangeda*” *sibirica* Sok. (Оленекское поднятие).

К средней части венда (редкинская серия, низы верхнеюдомского подкомплекса, низы иркутского горизонта) приурочены массовые скопления *Beltanelloides sorichevae* Sok. и других видов, *Vendia sokolovi* Keller, следы жизнедеятельности аннелид, формы, напоминающие *Dictyonema* (Русская платформа); новые *Cyclomedusa* и, возможно, близкие к медузоидам *Suworovella aldanica* Vol. et Masl. и другие формы (Юдомо-Майский район); исключительно интересные мешкообразные *Baikalina sessilis* Sok. и другие, возможно *Pteridinium*, *Cylindrichnus* sp. (паундского типа), *?Ovatoscutum* и отпечатки других бесспорных Metazoa (Иркутский амфитеатр).

Поздневендская фауна (валдайская серия, котлинская свита, немакит-далдынский горизонт), по всей вероятности, не имеет своего аналога в разрезе Эдиакары, так как там существует более или менее значительный предкембрийский перерыв, и пока не выявлена в других местах. Она содержит многочисленные следы жизнедеятельности аннелид, остатки типа *Harlania* и *Plagiogmus*, более редкие *Beltanelloides*, обильные пиритизированные червеобразные следы *Vendovermites* (Русская платформа), древнейшие остатки погонофор – *Paleolina evenkiana* Sok., *Calyptrina partita* Sok. и первые находки раковинных форм из группы *Hyolithelminthes* и своеобразных трубок *Anabarites* (Сибирская платформа). В Сибири эта фауна является дотоммотской, т. е. предшествующей базальной нижнекембрийской зоне *Ajascyathus sunnaginicus*–*Tiksitheca lalis* [Розанов и др., 1969; Zhuravleva, 1970]. Возможно, что древнейшие слои с хитиноидными *Sabellidites cambriensis* Yan. и *Saarina tenera* Sok. [Соколов, 1967а,б] на Русской платформе (ровенские слои) также еще принадлежат верхнему венду и в какой-то мере близки немакит-далдынскому горизонту Сибирской платформы.

Непрерывность стратиграфического разреза и палеонтологической последовательности позволяет высказать несколько точек зрения на границу венда и кембрия и уже дала основание некоторым исследователям [Егорова, Савицкий, 1969] опускать подошву кембрия ниже упомянутой зоны. Отсутствие полноценного стратотипа нижней границы кембрийской системы в Англии, казалось бы, не исключает такой вариант. Однако вряд ли разумно устанавливать подошву кембрия существенно ниже уровня массового распространения скелетообразующих организмов, принадлежащих уже многочисленным крупным таксонам беспозвоночных [Миссаржевский, Розанов, 1963; Соколов, 1965; Rozanov, 1967; Zhuravleva, 1970] и появившихся, как мы теперь точно знаем, значительно раньше самых древних трилобитов (*Profallogaspis*, *Fallogaspis*, *Holmia* и др.).

Кажется, что выбор границы венд–кембрий может быть ограничен только двумя возможностями: либо подошвой балтийского яруса с сабеллидитидами (Ев-

ропейский тип разреза), либо подошвой томмотского яруса с суннагинскими археоциатами, хиолитидами, томмотидами, археогастроподами и т. д. (Сибирский тип разреза). В том и другом случае это заведомо дотрилобитовые отложения, вероятно, несколько различающиеся по своему стратиграфическому объему. Но так или иначе, оба эти разреза свидетельствуют о преемственной связи венда и кембрия и пока несомненно являются лучшими в мире объектами исследований по проблеме границы докембрия и кембрия.

Приведенные палеонтологические, стратиграфические и историко-геологические данные характеризуют венд как очень цельное, вполне самостоятельное стратиграфическое подразделение крупного ранга. Оно, безусловно, содержит фауну эдиакарского типа, но в отличие от разреза Эдиакары (отсюда происходит название эдиакарий [Termier H., Termier G., 1960]) является значительно более полным и единственным сейчас среди всех аналогичных подразделений других континентов, позволяющим видеть непосредственный переход от венд-эдиакарской фауны к древнейшей фауне раннего кембрия. По этой причине я считаю венд важнейшим эталоном планетарного стратиграфического подразделения общей стратиграфической шкалы Земли.

Некоторые исследователи [Меннер, Штрейс, 1971] склонны считать венд особой группой (и соответственно эрой) рифея, а венд-кембрийскую границу – “величайшей биостратиграфической границей”. Думаю, что это преувеличение. Венд может претендовать только на ранг стратиграфической системы и не может быть частью рифея, а венд-кембрийская граница, при всем ее выдающемся биохронологическом значении, не может рассматриваться как граница криптозоы и фанерозоя. С любой точки зрения, венд не криптозой, каковым, по идее, должно быть всякое подразделение докембрия, в том числе и рифей. Уровень венд-эдиакарской жизни – свидетельство не столько завершения протерозойской эволюции, сколько начала нового, уже фанерозойского ее этапа. Эта жизнь характеризуется таким уровнем дивергенции Metazoa, без понимания которого мы до самого последнего времени считали таинственной и необъяснимой раннекембрийскую вспышку скелетной фауны беспозвоночных. Только теперь стало ясно, что дело заключается не в неожиданном вторжении криптогенной фауны, а в изменении биохимических свойств покровных образований уже ранее эволюционировавших бесскелетных или слабо скелетизированных Metazoa.

Величайшее историко-биологическое значение вендского этапа в истории Земли состоит в том, что это был если не начальный, то важнейший период типично фанерозойской дивергенции животного мира, характеризовавшийся формированием целого ряда ветвей книдарий и ктенофор, целомат – аннелид, артропод, погонофор и других типов беспозвоночных. Уже с этого периода развитие первично- и вторичноротых пошло своими путями.

ЛИТЕРАТУРА

- Богданов А.А. Тектонические эпохи (к вопросу о периодизации тектонической истории Земли) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1969. Т. XLIV, вып. 5. С. 5–17.
- Божко Н.А. Расчленение и корреляция отложений верхнего докембрия Африканской платформы // Вестн. МГУ. Геология. 1969. № 2.
- Ван Юэ-лунь. К вопросу о границе синия с кембрием в Северном Китае // Acta Geol. Sinica. 1963. Vol. 43, N 2.
- Волкова Н.А., Журавлева З.А., Забродин В.Е. и др. Проблематика пограничных слоев рифея и кембрия Русской платформы, Урала и Казахстана // Труды ГИН АН СССР. 1968. Вып. 188. 116 с.
- Гаррис М.А., Постников Д.В. Геохронологические рубежи позднего докембрия // Труды XV сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геол. формаций. М.: Наука, 1970. С. 53–71.

- Гниловская М.Б. Древнейшие водные растения венда Русской платформы (поздний докембрий) // Палеонтол. журнал. 1971. № 3. С. 104–107.
- Долгинов Е.А., Казьмин В.Г., Поникаров В.П. Строение верхнедокембрийских разрезов и предкембрийская история развития Аравийской платформы и складчатых зон обрамления // Бюл. МОИП. Отд. Геол. 1969. Т. XLIV, вып. 6.
- Егорова Л.И., Савицкий В.Е. Стратиграфия и биофауны кембрия Сибирской платформы (Западное Прианбарье). М.: Недра, 1969. 408 с.
- Келлер Б.М. (ред.). Верхний докембрий. Стратиграфия СССР. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 716 с.
- Келлер Б.М. Вендский комплекс Урала // Сов. геология. 1966. № 5. С. 58–69.
- Келлер Б.М., Семихатов М.А. Опорные разрезы рифея материков // Итоги науки. Стратиграфия и палеонтология. М.: Наука, 1967. С. 5–108.
- Келлер Б.М. Венд и юдомий // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1971. Т. XLVI, вып. 3. С. 19–27.
- Меннер В.В., Штрейс Н.А. О тектонических аспектах геохронологической шкалы // Проблемы теоретической и региональной тектоники. М.: Наука, 1971.
- Миссаржевский В.В., Розанов А.Ю. К вопросу о нижней границе кембрия // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1963. № 2. С. 60–72.
- Потапов С.В., Каминский В.Ф., Неволин Б.С. и др. Стратотип юдомской свиты Сибирской платформы // Сов. геология. 1971. № 4. С. 131–138.
- Раабен М.Е. Верхний рифей как подразделение общей стратиграфической шкалы. М., 1971.
- Розанов А.Ю., Миссаржевский В.В., Волкова Н.А. и др. Томмотский ярус и проблема нижней границы кембрия // Труды ГИН АН СССР. 1969. Вып. 206. 380 с.
- Семихатов М.А., Комар Вл.А., Серебряков С.Н. Юдомский комплекс стратотипической местности // Труды ГИН АН СССР. 1970. Вып. 210. 209 с.
- Соколов Б.С. О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5. С. 21–31.
- Соколов Б.С. Древнейшие отложения раннего кембрия и сабеллидитиды // Всесоюз. симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 25–30 окт. 1965 г.: Тез. докл. Новосибирск, 1965.
- Соколов Б.С. Поздний докембрий и палеозой Сибири (некоторые общие вопросы стратиграфии) // Геология и геофизика. 1967а. № 10. С. 36–50.
- Соколов Б.С. Древнейшие погонофоры // Докл. АН СССР. 1967б. Т. 177, № 1. С. 201–204.
- Соколов Б.С. Биохронология и стратиграфические границы // Проблемы общей и региональной геологии. Новосибирск, 1971. С. 155–178.
- Тимофеев Б.В. Микрорифитологическое исследование древних свит. М.; Л.: Наука, 1966. 238 с.
- Хачн В.Е. Региональная геотектоника. М.: Недра, 1971. 547 с.
- Чумаков Н.М. Вендское оледенение Европы и Северной Атлантики (верхний докембрий) // Докл. АН СССР. 1971. Т. 198, № 2. С. 419–422.
- Шатский Н.С. О древнейших отложениях осадочного чехла Русской платформы и об ее структуре в древнем палеозое // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 1. С. 17–32.
- Asklund B. Le problème Cambrien–Eocambrien dans la partie centrale des Calédonides suédoises // Coll. Intern. CNRS. Paris, 1958.
- Barghoorn E.S. The oldest fossils // Sci. Amer. 1971. Vol. 224, N 5.
- Cloud P.E., Jr. Pre-Metazoan evolution and the origins of the Metazoa // Evolution and environment / Ed. E.T. Drake. N. Haven, Yale Univ. Press. 1968.
- Cloud P.E., Semikhatov M.A. Proterozoic stromatolite zonation // Amer. J. Sci. 1969. Vol. 267.
- Cloud P., Gibor A. The Oxygen cycle // Sci. Amer. 1970. Vol. 223, N 3.
- Douglas R.J.W. (Sci. ed.). Geology and economic minerals of Canada. Ottawa, 1970.
- Glaessner M.F., Daily B. The geology and Late Precambrian fauna of the Ediacara fossil reserve // Rec. South Austr. Mus. 1959. Vol. XIII, N 3.
- Gürich G. Die Kuibes – Fossilien der Nama Formation von Südwestafrika // Palaeont. Z. 1933. Bd. 15.
- Harland W.B. On the principle of a Late Pre-Cambrian stratigraphical standard scale // Intern. Geol. Congr., Rept. Twenty-Third sess., sect 4. Prague, 1968.
- Kazakov G.A., Knorre K.G. Geochronology of the Upper Precambrian of the Siberian platform, Uchur-Maja region // Ecl. Helv. 1970. Vol. 63/1.

- King Ph.B.* The Evolution of North America. N. Jersey: Princeton Univ. Press., 1959.
- Menchikoff N.* De L'Infracambrien au Sahara // Coll. Intern. CNRS. Paris, 1958.
- Meneisy M.Y., Miller J.A.* A geochronological study of the cristalline rocks of Charnwood Forest, England // Geol. Mag. 1963. 100, N 6.
- Misra S.B.* Late Precambrian(?) fossils from Southeastern Newfoundland // Bull. Geol. Soc. Amer. 1969. Vol. 80, N 11.
- Okulitch V.J.* The Lower Cámbrian of Western Canada and Alaska // El sistema Cámbrico, su paleogeografia y el problema de su base. Pt. II. Australia, América. XX Congr. Geol. Intern. México, 1956.
- Rozanov A.Yu.* The Cambrian lower boundary problem // Geol. Mag. 1967. Vol. 101, N 5.
- Sokolov B.S.* Le problème de la limite inférieure du Paléozoïque et les dépôts les plus anciens sur les plates-formes antéshiniennes de l'Eurasie // Col. Intern. CNRS. Paris, 1958. P. 103–128.
- Sokolov B.S.* The Vendian and the problem of the boundary between the Precambrian and the Palaeozoic group // Intern. Geol. Congr., Rep. Twenty-Second sess. Part 10. New Delhi, 1964. P. 288–304.
- Sokolov B.S.* Vendian of Northern Eurasia (Short review) // Proc. Second Intern. Sympos. Arctic Geology. San Francisco (1971). 1972. P. 216–218.
- Spjeldnaes N.* The Eocambrian glaciation in Norway // Geol. Rundschau. 1964. Bd. 54.
- Termier H., Termier G.* L'Ediacarien, premier étage paleontologique // Rev. gén. sciences. 1960. T. LXVII.
- Termier H., Termier G.* Les temps fossilifères. I: Paléozoïque inférieur. Paris: Masson et Cie, 1964.
- Zhuravleva I.T.* Marine faunas and Lower Cambrian stratigraphy // Amer. J. Sci. 1970. Vol. 269.

ПРОБЛЕМА ГРАНИЦЫ ДОКЕМБРИЯ И КЕМБРИЯ*

Меня заставили возненавидеть вероятные суждения те, кто выдает их за верные.

М. Монтень

Наука должна дать такую цель, которая бы вполне удовлетворяла скептический ум, чтобы сомнение свободно гуляло, а цель оставалась.

В.И. Вернадский

ВВЕДЕНИЕ

Вероятно, одним из самых выдающихся международных геологических начинаний нашего времени является Международная программа геологической корреляции (МПКГ–IGCP). Ее возглавили Международный союз геологических наук (МСГН) и ЮНЕСКО. Серия подготовительных совещаний экспертов разных стран завершилась недавно заключительным докладом (Париж, октябрь 1971 г.), излагающим цели, задачи и научное содержание этой программы. С ее принятием задачи национальных геологических программ вступают в совершенно новые отношения с целями более общего планетарного значения, достижение которых обещает поднять на совершенно новый уровень научную и экономическую эффективность геологии и вообще наук о Земле. Идея корреляции в этой программе [Final report..., 1971] является стержневой. Поэтому вполне понятно, что время и стратиграфия, их практическое значение занимают центральное положение во всей программе. Ко времени и стратиграфии приспособлена разработка всех других разделов программы изучения различных геологических явлений, их влияния на процессы окружающей среды, образования и распределения полезных ископаемых, количественные методы в геологической корреляции и методы обработки данных. Историзм геологических явлений в пространстве и совершенно очевидная возможность их межконтинентальной корреляции делают эту программу совершенно беспрецедентной во всем том огромном разделе естествознания, который охватывает прошлое планеты и без знания которого мы оказались бы в положении гадалки перед лицом будущего.

Международной стратиграфической комиссии МСГН поручена задача определения на всемирной основе всех основных стратиграфических единиц и их границ. В докладе, который я упоминаю, прямо говорится: “Без международной согласованности таких определений достичь невозможно, и поэтому Комиссия должна стать центральным координирующим органом всех проектов МПКГ,

* Геология и геофизика. 1974. № 2. С. 3–29.

Доклад, прочитанный на Первом Международном симпозиуме по проблеме границы докембрия и кембрия (р. Лена, теплоход “Россия”, 6 июля 1973 г.), с незначительными дополнениями.

имеющих отношение к определению геологического масштаба времени. Возможно, ни один другой вопрос не требует таких согласованных усилий в мировом масштабе, и это следует рассматривать в качестве фундаментальной потребности, от которой должен в итоге зависеть успех проведения МПГК”.

Исключительное внимание в программе уделено докембрию, поскольку на его долю приходится 85 % геологической истории Земли. В качестве первоочередных рассматриваются проблемы границы докембрия и кембрия; исследования ранних проявлений жизни в докембрии с перспективой использования в стратиграфии докембрия, как и в фанерозое, биостратиграфического метода; эволюции условий докембрийской среды (формирование атмосферы, особенно развитие кислородного цикла, развитие древних океанов, ледниковые периоды) и др.

Уже в процессе подготовки этого проекта МСК СССР поручил мне и В.В. Меннеру начать организацию советской национальной исследовательской группы по проблеме границы докембрия и кембрия, а на XXIV сессии Международного геологического конгресса (Монреаль, 1972 г.) была официально сформирована экспертная Международная рабочая группа по докембрийско-кембрийской границе (РС/ЄBWG) под председательством д-ра Дж.В. Кауи (Англия), в состав которой от СССР вошли Б.С. Соколов и А.Ю. Розанов (секретарь); кроме того, еще 10 экспертов представляли Польшу, Францию, Норвегию, Англию, США, Австралию и Марокко.

После важного обмена мнениями, состоявшегося в Монреале в августе 1972 г. между сэром Дж. Стэблфилдом (являвшемся в то время председателем Международной подкомиссии по кембрийской системе), проф. М. Палмером, проф. Дж. Роджерсом, проф. П. Клаудом, проф. Ж. Шубером, автором и рядом других специалистов, резкая активизация исследований по проблеме докембрийско-кембрийской границы, с охватом пограничных стратиграфических комплексов венда (и его аналогов) и нижнего кембрия, была признана первоочередной на ближайшие годы. В качестве первого шага к советским ученым обратились с просьбой об организации международной экскурсии – симпозиума по пограничным отложениям докембрия и кембрия в бассейнах рек Алдан и Лена, так как венд-кембрийская последовательность разреза Сибирской платформы, по данным отечественной литературы, многим представлялась заслуживающей первостепенного внимания. Председатель Рабочей группы, учитывая общее и региональное значение этой встречи, еще за несколько месяцев до ее осуществления, поставил перед заинтересованными исследователями пять крупных вопросов, которые, хотя и не исчерпывали всей проблемы, однако, несомненно, полностью определяли научное содержание предстоящей встречи и ту роль, которую следовало играть самой Рабочей группе в ее дальнейшей деятельности как международной организации. Вот эти вопросы в кратком изложении:

1. Являются ли *палеонтологические методы* достаточным руководством при выборе подходящей границы докембрия и кембрия?

2. Достаточно ли для определения такой границы первого появления определенных ископаемых, которые могут быть и в значительно более поздних слоях, или во внимание должно быть принято появление *первой зональной ассоциации скелетизированных раковинных фаун*?

3. Имеются ли *зоны ископаемых животных* (например, следы или проблематики) в подразделениях позднего докембрия?

4. Возможно ли установление докембрийско-кембрийской границы по *акритархам*? Акритархи, подобные им формы и флористические ассоциации не используются для этой цели в фанерозойской стратиграфии, где преимущества имеют ассоциации фауны; но не является ли рассматриваемая граница особым случаем, когда акритархи могут быть использованы в связи с их участием в докембрийских зональных ископаемых ассоциациях?

5. Вопросы относительно разрезов Алдана (особое внимание к ним было привлечено предшествующими публикациями): а) не является ли ошибкой использование этих разрезов для стратиграфического определения; б) можно ли использовать разрез на Алдане и точку в последовательности пород как региональный стратотип докембрийско-кембрийской границы; в) если это так, то может ли разрез на Алдане быть предложен в качестве кандидата для международного стратотипического разреза в рамках программы Рабочей группы?

Самой успешной операцией в международной стратиграфической практике, предшествующей этой программе, несомненно, было решение проблемы границы силура и девона (1958–1972 гг.). Многолетний опыт участия в силурийско-девонской программе и еще более длительный опыт работы по венду и проблеме границы докембрия и кембрия, вполне естественно, побудили меня к ответу на поставленные вопросы. Этого требовала и некоторая запутанность самой проблемы, особенно при обилии соревнующихся идей и методов их внедрения.

МЕТОД И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИСТОРИИ

Нет ни малейших оснований подвергать сомнению одобренный Международной стратиграфической комиссией (Commission on Stratigraphy UIGS) в качестве единственного биологический (=палеонтологический) метод определения любых стратиграфических границ между подразделениями стандартной (=универсальной = международной) стратиграфической шкалы (зона, ярус, отдел, система, эратема в пределах фанерозоя).

Понятия криптозой и фанерозой давно утратили свой строгий первоначальный смысл. Современные стратиграфы отнюдь не единодушны в убеждении, что подошва фанерозоя, подошва палеозоя и подошва кембрийской системы представляют собою одну и ту же и единотипную границу, разделяющую два основных эона в истории Земли. Основная причина этого разномыслия – установление факта всемирного распространения чрезвычайно дифференцированного мира Metazoa непосредственно ниже бестрилобитовых слоев (“Non-trilobite Zone”) древнейшего кембрия и выше ранневендских тиллитов (=Varanger Tillite и его близкие аналоги). Древнее этого важнейшего климатостратиграфического уровня известны лишь редчайшие следы жизнедеятельности аннелидоморфных животных, но нет вполне достоверных *отпечатков мягкотелых* или слабоскелетизированных беспозвоночных, которые бы допускали возможность их морфологической интерпретации в зоологическом смысле. Считать широко теперь известную позднекембрийскую фауну венд-эдиакарского типа за “игру природы” было бы нонсенсом, а игнорирование этого факта в биостратиграфии – свидетельством полнейшего непонимания самого метода. Речь идет о бесспорных представителях нескольких биологических типов Metazoa, находящихся, несомненно, на том уровне дивергенции, которая характеризует фанерозой. Очевидность этого обстоятельства делает обязательным применение только биологического принципа и к определению стандартной границы между докембрием и кембрием, в каком бы объеме последний не представлялся.

Основное требование, которое мы должны предъявить к типовому разрезу и его опорным региональным эквивалентам, заключающим стандартную границу докембрия и кембрия, должно состоять в *непрерывности последовательности нормальных морских отложений*. Такое требование не могло возникнуть при господствующем влиянии идеи универсального предкембрийского перерыва (“липалийского интервала”), и до недавнего времени проблема границы докембрия и кембрия геологов либо не беспокоила совсем, либо относилась к числу неразрешимых загадок. Практически же несогласие в подошве Comley Series, если пользоваться

новыми терминами Британского стандарта [Cowie et al., 1972], всех устраивало как основание кембрийской системы, палеозойской эратемы и фанерозоя вообще. Если говорить узко, только о кембрийской системе, то предстоящие работы по детальной стратиграфической корреляции кембрия, вполне вероятно, могут доказать в будущем соответствие подошвы кембрия, например Шропшира, той типовой границе докембрия и кембрия, поиски которой нам предстоят за пределами стратотипического региона самой системы.

Но для сделанного нами шага есть основания: во-первых, мы не можем руководствоваться историческим прецедентом, когда избранный нами научный принцип вступает с ним в противоречие, а, во-вторых, разрезы, представляющие непрерывную морскую последовательность слоев от верхов докембрия к нижнему кембрию действительно существуют. Они существовали и раньше, но устойчивая однотипность, а нередко и монофациальность таких разрезов заставляли стратиграфов производить чисто психологическую операцию присоединения “палеонтологически немых” слоев к заведомо нижнему кембрию, граница которого автоматически опускалась до ближайшего несогласия или просто до фундамента метаморфизованных пород.

Именно так обстояло дело и в СССР до 1949–1950 гг., когда занимаясь обобщением новых данных глубокого бурения по западным районам Русской платформы, я предложил “нижекембрийский комплекс” пород разделить на два самостоятельных – вендский и балтийский и отнес первый к докембрию синийского возраста, а второй – к нижнему кембрию [Соколов, 1952]. Позднее я несколько ограничил объем верхнего подразделения, выделив балтийский ярус [Соколов, 1965] как самое древнее биостратиграфическое подразделение нижнего кембрия в объеме зон от *Sabellidites cambriensis* и *Platisolenites antiquissimus* до *Aldanella kunda* и *Gdowia assatkini*, т. е. до кровли зоны *Mobergella holsti* и подошвы зоны *Holmia (Schmidtellus) mickwitzii* или границы субхолмиевого и холмиевого ярусов, или точнее – подъярусов Я. Самсоновича [Samsonowicz, 1960], четко выделяемых в Польше и Скандинавии. Позднее К. Лендзен [Lendzion, 1972], Р. Михняк [Michniak, 1969] и С. Орловски [Orlowski, 1973] стали их называть горизонтами*. Палеонтологическая характеристика венда оказалась существенно иной – эдиакарского типа, но с многими новыми элементами, особенно в отношении микро- и макрофлоры нестроматолитового типа [Волкова, 1973; Гниловская, 1971; Знака-Новацкий и др., 1968; Палий, 1969; Соколов, 1964, 1972а,б; Sokolov, 1973].

В литературе хорошо известна дискуссия, возникшая между мною и Н.С. Шатским [1952] по поводу нового взгляда на возраст и строение древнейшего осадочного чехла Русской платформы. Вскоре она легла и в основу интерпретации аналогичных отложений Сибири (начиная с первого совещания МСК СССР по стратиграфии Сибири и Дальнего Востока в 1956 г.). К сожалению, истинный смысл этой дискуссии в ряде работ последнего времени [Путеводитель..., 1973; Розанов и др., 1969; и др.] излагается с существенными ошибками. Между мною и Н.С. Шатским никогда не существовало разногласий ни по поводу докембрийского возраста венда и его аналогов, ни по поводу полноценности только палеонтологического метода в определении нижней границы кембрийской системы, т. е. границы докембрия и кембрия. Более того, при подготовке первой публикации Н.С. Шатский [Daily, 1972] располагал копиями моих первых палеогеографических карт докембрийского (вендского) и раннекембрийского (балтийского) осадочных чехлов Русской платформы, опубликованных в том же году [Соколов,

* На симпозиуме Б. Арень и К. Лендзен предложили для субхолмиевого горизонта новое название климовский ярус, что является полным синонимом названия балтийский ярус [Соколов, 1965, 1972].

Александрова, 1952], и полностью одобрил введение двух новых стратиграфических подразделений. Но он еще более резко подчеркнул значение географического несогласия в контурах вендского (по его мнению, рифейского) и балтийского бассейнов моих карт; за границей они были опубликованы в трудах известного Парижского коллоквиума [Sokolov, 1958].

Основной темой дискуссии были: 1) место венда и его аналогов в стандартной стратиграфической шкале, 2) взаимоотношение венда и нижнего кембрия, 3) значение ранневендских историко-геологических событий, в особенности оледенения, 4) оценка “палеонтологической характеристики” венда, 5) стратиграфическая терминология. Многие из этих вопросов так и остаются дискуссионными и по сей день.

Н.С. Шатский рассматривал венд в качестве платформенного эквивалента *всей* рифейской группы Урала и считал наиболее важным связующим звеном редкинскую свиту московской синеклизы, включавшуюся мною и многими другими исследователями в состав нижней части валдайской серии венда. Именно с этой свитой связаны более поздние находки отпечатков *Vendia sokolovi* Keller – трилобитоморфных организмов, несомненно близкородственных эдиакарскому *Praecambridium*, скелетных остатков других артропод и отпечатков некоторых беспозвоночных. Из рифейских же стратиграфических серий только верхняя – ашинская, считавшаяся в то время Б.М. Келлером [1952] нижнекембрийской, в действительности оказалась вендской. Однако обе ее границы до сих пор палеонтологически не обоснованы, так как слои с нижнекембрийскими археоциатами и недавно открытые слои с балтийскими *Sabellidites ex gr. cambriensis* (мною сейчас изучаются) известны лишь по изолированным выходам на восточном склоне Южного Урала, а присутствие в подстилающей ашинскую серию укской свите юдомских микрофитолитов пока не может использоваться для каких-либо строгих возрастных заключений, так как комплекс этих проблематик распространен от среднего рифея до нижнего кембрия. К тому же сама укская свита, ограниченная резкими перерывами, более тесно связана с заведомым верхним рифеем. Вопрос о ее возрасте, даже по самым последним данным [Козлов, 1973], в лучшем случае следует считать открытым.

Таким образом, соотношение рифея с вендом Русской платформы оказалось значительно более сложным, чем предполагалось. Возрастная интерпретация венда стала спорной: Н.С. Шатский видел в нем огромную часть постиотнийского протерозоя, я считал его особым и самым молодым подразделением верхнего докембрия, по рангу не превышающим системы, которая более тесно связана с палеозоем (“докембрийский палеозой”), чем с протерозоем. Используя удачный термин Б.М. Келлера [1966], сейчас я предпочел бы говорить о *вендской протосистеме* (как прообразе системы), с любой точки зрения предшествующей кембрию и знаменующей особый период в историко-геологической и органической эволюции*. При этом я совершенно не ставлю равенства между моим пониманием протосистемы и фитемой Б.М. Келлера; последнее и этимологически и по своему смыслу совершенно чуждо стратиграфии.

Фанерозойская дифференциация животного мира, которую мы обычно противопоставляем криптозою, прошла в вендском периоде свою решающую подготовительную фазу – формирование специфической венд-эдиакарской биоты [Соколов, 1972а,б; Glaessner, 1971, 1972а,б]. Этот процесс резко активизировался вслед за ранневендским оледенением (675 ± 25 ; 668 ± 23 млн лет), хроностратиграфи-

* П. Клауд [Cloud, 1973а,б], основываясь абсолютно на тех же данных, также выделяет это подразделение в качестве особой системы фанерозоя, но называет его эдиакарием, используя название “эдиакарский ярус ϵ_1 ” А. и Ж. Термье (1960). Очевидно, что все это синонимы венда.

ческое значение следов которого еще раз недавно было так ярко и обоснованно показано для Европейского сектора Арктики – Варангерский ледниковый период [Harland, Gayer, 1972; Pringle, 1973] и Южной Австралии – тиллиты Repuarta и Egon, датированные возрастом 666 ± 56 млн лет [Preiss, 1972; и др.].

Взаимоотношения венда и нижнего кембрия я всегда считал очень тесными как в историко-геологическом, так и в историко-биологическом процессе и всегда видел более важный историко-геологический рубеж в основании венда. С ним главным образом связано наступление поставлакогенного этапа осадконакопления в пределах древних платформ, резкое расширение контуров древнейших синеклиз, почти повсеместное залегание нового осадочного чехла на резко разновозрастных формациях протерозоя и архея (даже типа линдия Центральной Африки [Verbeek, 1970]), широкое распространение в основании венда и его аналогов тиллитов, тиллитоподобных пород и платформенных вулканогенных толщ типа волынской серии s. str. Русской платформы. Факты, накопленные во многих странах мира за последние 20 лет, до сих пор только подтверждают это положение, и, может быть, поэтому венд стал столь популярным не только в СССР [Harland, Gayer, 1972; Sokolov, 1973; и др.]. Н.С. Шатский видел в этих взглядах проявление идей катастрофизма (включая и вопрос о ранневендском оледенении). Вместе с тем сам он придавал исключительное значение практически планетарному характеру трансгрессии нижнего кембрия (он предлагал его выделить в особую ленскую систему палеозоя), оставившей одновозрастные палеонтологически охарактеризованные отложения на разновозрастных подразделениях протерозоя, таких как рифей, синий, бэлт, спарагмит, венд и т. д.

Широкое распространение раннекембрийской трансгрессии (хотя и меньшее, чем вендской) – явление, несомненно, реальное, но разрыв между вендом (включая его аналоги, заключенные в других более крупных подразделениях верхнего докембрия) и нижним кембрием оказался сильно преувеличенным. Преждевременной оказалась и крайне скромная оценка роли палеонтологического метода в стратиграфии докембрия, хотя я должен согласиться с Н.С. Шатским, что деление докембрия в целом на *крупные* стратиграфические единицы может быть пока сделано только методами историко-геологическими (тектоническими) и радиологическими. Взгляд Н.С. Шатского справедлив до сих пор, и именно по этой причине я возражаю против включения венда в состав рифея, как это стал делать в последнее время Б.М. Келлер [1966, 1973а,б] и его ученики, только на том основании, что оба эти подразделения заключают сходные фитогеологические структуры в карбонатных биостромных фациях.

Сказанное отнюдь не означает, что у палеонтологии довендского докембрия нет перспектив. Как раз обратное я пытался обосновать в недавнем докладе [Сokolov, 1972б], посвященном памяти академика В.И. Вернадского. Важные идеи по этому вопросу содержат работы большой группы советских специалистов по строматолитам [Комар, 1973; Комар и др., 1965; Крылов, 1963, 1972; Раабен, 1969; Семихатов, 1973; Семихатов и др., 1970; и др.], фитопланктону [Наумова, 1973; Тимофеев, 1966; и др.], общие работы П. Клауда [Cloud, 1968, 1970], М. Глесснера [Glaessner, 1971, 1972а,б] и т. д. Я только хотел бы подчеркнуть при этом несколько важнейших обстоятельств.

Во-первых, недостаточно высокий биологический уровень большинства работ в изучении древней флоры и следов ее жизнедеятельности. Вероятно, всем памятни роковые последствия ошибочной интерпретации в конце 1940-х годов рифейского и нижнекембрийского фитопланктона как “спор и пыльцы высших наземных растений”; последствия которого сказываются до сих пор. В нашей литературе фактически отсутствуют палеобиологические исследования по строматолитам и микрофитолитам, структура которых до сих пор изучается скорее методами текстурно-литологическими, чем палеонтологическими. Во-вторых, *пре-*

увеличение стратиграфической цели исследования без должного изучения биологической природы объекта и его места в экологической системе, что только и может дать правильную научную оценку стратиграфических возможностей строматолитов, микрофитолитов, различных акритарх и т. д. При этом явно недостаточно уделяется внимания выбору наиболее полных опорных разрезов как отправной базы корреляции. Кстати, не составляет в этом отношении исключения и классический разрез рифея Урала, что еще раз подтвердила последняя работа Б.М. Келлера [1973], где карбонатные пачки со строматолитами разделены огромными промежутками (до сотен миллионов лет), заключающими чужеродные фации и обычные стратиграфические несогласия. В-третьих, явная недооценка (особенно в советской литературе) изучения остатков древнейших *Metazoa* и следов их жизнедеятельности. Эта недооценка опирается на тот же крайне узкий стратиграфический прагматизм: остатки животных организмов настолько редки, что на них трудно разработать стратиграфическую схему. При этом совершенно забывается *фундаментальное значение самих этапов органической эволюции* и путаются задачи определения возраста крупных стратиграфических подразделений с задачами стратиграфической корреляции, функцию которой, действительно, наиболее успешно, в зависимости от географических масштабов, несет массовый материал (акритархи, проблематичные фитолиты, аутигенные минералы, кривые каротаджа и т. п.).

Вряд ли можно сомневаться в исключительном, не только палеобиологическом, но и хронологическом значении таких *коренных рубежей в органической эволюции*, как появление первых планктонных эукариот (приблизительно начало рифея), с более поздним возникновением у них мейоза (приблизительно с началом гиперборейя) и широким распространением разнообразного фитопланктона [Shopf et al., 1973] в позднем рифее и венде вообще; как возникновение древнейшего фитобентоса – первых лентовидных водных растений с совершенно необызвестным словещем, что особенно типично для венды – группа *Vendotaenides* [Гниловская, 1971]; как появление первых следов жизнедеятельности животных типа *Helminthoidichnites* и некоторых других, вероятно аннелидоморфных, организмов (средний бэлт, верхний рифей) и, наконец, как формирование исключительной по своей дифференциации, уже на первично- и вторичноротых *Metazoa*, венд-эдиакарской биоты [Соколов, 1972б; Shopf et al., 1973].

Именно эта последняя и создает ту реальную и неповторимую палеонтологическую характеристику венды как особого ярко индивидуализированного этапа органической эволюции вообще и в первую очередь – в эволюции животных организмов Земли, как особого крупного стратиграфического подразделения, независимо от дискуссионности вопроса о его нижней границе. Дискуссионны, как мы отлично знаем, все границы даже фанерозойских систем.

Шельфовые моря почти всех современных континентов Земли характеризуются поразительной выдержанностью этого довольно разнообразного типа фауны пелагических (*Chidaria*) и бентосных мягкотелых организмов (*Annelides*, *Arthropoda*, *Mollusca*, *Echinodermata*, *Pogonophora*) и, как бы ни были редки их местонахождения (Эдиакара, Нама, Подолия, Московская впадина, Юдома, Оленекское поднятие, Иркутский амфитеатр, Авалонский полуостров Ньюфаундленда, Англия и др.), только факт возникновения этой новой венд-эдиакарской биоты позволяет определять биохронологическое место соответствующих отложений в общей стратиграфической шкале. Радиологические данные в этом случае имеют вспомогательное, второстепенное значение, как и на любом уровне фанерозойской шкалы, к тому же они сами очень несовершенны и противоречивы. Только вспомогательным корреляционным целям могут служить и остатки строматолитов и микрофитолитов, в каком бы количестве и качестве они не встречались. Это положение – биостратиграфическая аксиома, а не предмет дискуссии.

У нас есть все основания считать значительными успехи изучения строматолитов рифея и венда. Они распространяются теперь на ряд континентов, но проведенные работы [Семихатов, 1973; Bertran-Sariat, 1972; Cloud, 1969, 1973a,b; Preiss, 1972, 1973; Walter, Preiss, 1972; и др.], несмотря на большую близость установленных формальных родов, позволяют говорить лишь о грубой корреляции последовательности строматолитовых биостромов, о чрезвычайной фациальной зависимости строматолитов [Preiss, 1973] и невозможности дать беспорное и устойчивое более детальное расчленение аналогов рифея, чем то, которое было сделано на Урале или в Сибири на основе обычного историко-геологического метода еще до начала изучения в СССР строматолитов вообще. Сколь далеки от стабильности наши представления, прекрасно показывает последняя работа В.А. Комара [1973], поставившая под серьезные сомнения привычные уровни строматолитовой корреляции. Если методика изучения строматолитов не будет решительным образом биологизирована, а этот путь теперь уже открывают некоторые работы [Licari, Cloud, 1972; и др.], то, вероятно, мы должны будем признать, что в области точности отдаленной корреляции строматолиты скоро исчерпают свой стратиграфический потенциал. Известную надежду вселяют так называемые “микроструктуры” строматолитов, но прежде всего надо понять их биологический смысл, поскольку они явно не клеточные, а организмы-строматолитообразователи – беспорные прокариоты.

Значительно определеннее может быть решена проблема границы венда и нижнего кембрия на палеозоологической основе. И если для подготовки такого решения потребуется несколько лет кропотливого труда, то это произойдет не столько потому, что мы испытываем недостаток в палеозоологической информации по пограничному интервалу верхов докембрия и низов кембрия, а потому, что мы еще по-разному интерпретируем фактически непрерывный ряд палеозоологических данных. Кроме того, эта интерпретация нередко ставится в прямую зависимость от процессов физического характера: эпигенеза пород, колебаний береговой линии, фациальных границ и других явлений эпохи седиментации или постумных. Но, бесспорно, положением первостепенного значения остается тот факт, что к решению проблемы границы докембрия и кембрия может быть применена только фанерозойская палеозоологическая методика. Два следствия из этого положения являются важнейшими: принципиальная невозможность решения этой проблемы на данных изучения строматолитов и микрофитолитов и установление неразрывной связи венда с фанерозоем, хотя венд и является подразделением, предшествующим кембрию.

После проведения первого Симпозиума по палеонтологии докембрия и раннего кембрия (Новосибирск, 1965), получившего хорошее освещение и в зарубежной печати [Matthes, 1967; и др.], в СССР стало быстро укрепляться представление, что “вряд ли могут быть найдены более приемлемые критерии для определения границы кембрия и докембрия, чем массовое появление скелетообразующих организмов” [Соколов, 1965]. Эта точка зрения, высказывавшаяся и ранее [Соколов, 1961; Glaessner, 1963], нашла отражение в многочисленных публикациях и в обособлении поствендских, но дотрилобитовых слоев в особый древнейший ярус нижнего кембрия [Розанов, 1966; Соколов, 1965; Rozanov, 1967]: балтийский в европейской части СССР и томмотский в Сибири, однако соотношение между ними становится все более спорным. За пределами СССР аналогичная операция проделана еще раньше: в Марокко выделен ассадакский подъярус нижнего кембрия непосредственно ниже первой трилобитовой зоны *Fallotaspis tazemmourtensis* [Нурé, 1960], а в Польше уже упоминавшийся субхолмиевый подъярус ниже зоны *Holmtia kjerulfi* [Samsonowicz, 1960].

Теперь нам известно существование ряда новых переходных от докембрия к кембрию разрезов в СССР, Африке, Австралии, Северной Америке, но большинство из них требует тщательного палеонтологического, палеоэкологического и литолого-фациального изучения с предельно детальными биохронологическими наблюдениями и твердо обоснованной стратиграфической корреляцией. Строго говоря, от точности межрегиональной стратиграфической корреляции зависит весь успех предприятия: обоснованность выбора эталонного разреза, заключающего границу докембрия и кембрия, и установление региональных и континентальных эквивалентов этой границы, которые могли бы определить единство и полную сравнимость результатов в международной стратиграфической практике. Сейчас, как показывают последние обобщающие работы [Daily, 1972; Holland, 1971; и др.], этого единства нет, хотя всех нас объединяет принятие палеонтологического метода как единственно верного метода решения проблемы.

Трудности проистекают главным образом из тех конкретных принципов, которыми мы непосредственно руководствуемся при непосредственной фиксации стратиграфических границ в разрезе на основании палеонтологических данных. При этом, конечно, отходит на второй план общая проблема нижней границы фанерозоя как особая и дискуссионная, в чем легко убедиться при сравнении взглядов даже сторонников ее понижения [Cloud, 1970, 1973a,b; Hofmann, 1972; Marquis, 1972; Sokolov, 1958, 1972a,b, 1973; и др.]. Вряд ли здесь следует обсуждать и вопрос о необходимости самого выбора "стратотипов границ" (типовых разрезов, заключающих эталонную границу), хотя противники применения этой процедуры для стандартных подразделений внутри фанерозоя (особенно представители немецкой школы) приводят более веские аргументы. Задача палеонтологического определения границы докембрия и кембрия имеет свою специфику.

ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА

В применении палеонтологического метода при определении стратиграфических границ существует несколько подходов: 1) по этапам исторического развития органического мира: последовательные хронологические изменения в составе и структуре биот (морских, континентальных или тех и других синхронно), 2) по этапам эволюции отдельных групп фауны, 3) по комплексам ассоциаций различных организмов, характерных для региональных стратиграфических подразделений того или иного ранга, 4) по последовательности зон пелагических организмов, 5) по ассоциации видов, в том числе и бентосных, заведомо связанных с этими зонами: передача корреляционной функции. При этом многие исследователи убеждены, что возрастающему рангу стратиграфических границ адекватны и изменения в рангах биологических таксонов, обновляющихся на этих границах.

Все перечисленные принципы в биостратиграфии и корреляции правомерны, но далеко не равноценны; они применимы для решения задач различного хоро и хронологического масштаба. Нет сомнения, что любые достаточно крупные стратиграфические подразделения общей шкалы (особенно отделы, системы и эратемы) имеют свои неповторимые биологические черты, отражающие эволюцию, этапность историко-биологического процесса, сукцессию экологических систем. Но можем ли мы, признавая неоспоримость этого положения, точно и однозначно фиксировать границы между ярусами, системами и эратемами?

Совершенно очевидно, что нет. И нам либо надо оказаться от попыток построения общей шкалы на биохронологической основе в этом духе, либо предельно сузить задачу. На практике в биостратиграфии фанерозоя так и произошло.

Только разработка стандартных зональных шкал по ограниченному (самой природой) числу пелагических групп организмов позволила создать наиболее прочный биохронологический каркас. От тремадока до зигена с этой целью были использованы граптолиты, от начала девона до конца мезозоя – аммоноидеи, от верхов мезозоя до конца кайнозоя – пелагические фораминиферы. Некоторые перекрытия этих шкал и использование *параллельных*, но увязанных с ними зональных шкал, основанных на других группах (конодонты, белемноидеи, нанопланктон и др.), только усилили значение стандартной зональной шкалы. Все усиливающееся значение приобретают основанные на этом же принципе и параллельные зональные шкалы по бентосным организмам (трилобиты, брахиоподы, донные моллюски, некоторые группы прикрепленного бентоса и др.). Значение стратотипов в биостратиграфии (зональных и ярусных, в первую очередь, если говорить об общей шкале), быть может, наиболее ярко сказалось в “передаче корреляционной функции” именно этим параллельным биостратиграфическим эквивалентам, позволившим, в рамках зональной точности, расширить характеристику зональных ассоциаций видов.

При этом выяснилось чрезвычайно важное, но в известной мере неожиданное обстоятельство: стандартное выражение границ между любыми подразделениями общей стратиграфической шкалы есть прежде всего граница между двумя смежными зонами. Например, граница между *Monograptus transgrediens* и *Monograptus uniformis* одновременно является границей смежных зон, смежных ярусов, смежных отделов и смежных систем – силура и девона (итог работы Международного комитета по границе силура и девона, Монреаль, 1972). Любое другое решение могло бы привести только к множественности стратиграфических границ. Границ, действительно, может существовать множество, но наша задача сводится к необходимости *выбора только одной стандартной границы*, которая бы исключала “потерю времени” в типовой шкале и максимально облегчала практический механизм стратиграфической корреляции. Конечно, у нас не должно быть иллюзий относительно абсолютной синхронности зональных границ, а в теоретической модели такой границы должны учитываться как приоритет подошвы верхней зоны, так и промежуточный интервал между смежными зонами, о котором может не быть необходимой информации (для принятой стандартной границы между силуром и девоном в Клонке, Баррандиен, этот интервал без граптолитов, но с другой фауной составляет 170 см). В какой же мере этот, пока уникальный, но высоко оцененный Международной комиссией по стратиграфии опыт применим к определению границы докембрия и кембрия?

Для построения стандартной шкалы должны использоваться только *морские беспозвоночные*. Но биохронологическая специфика границы докембрия и кембрия заключается в том, что фактически у нас нет ни одной группы пелагических животных, которые бы, пересекая эту границу, позволили создать непрерывную зональную шкалу для всего кембрия (до нижнего тремадока). Мягкотелые *Cnidaria* этой цели пока не отвечают, достоверных трилобитов в докембрии нет. Археоциаты, археогастроподы, томмотииды, инарткуляты и ряд других групп, обладающих скелетом, распространяются только с начала кембрия. Редкие представители класса *Hyolitha* появляются в самом конце венда (верхняя часть юдомской свиты, немакит-далдынский горизонт), но проходят весь кембрий далее. Пересекают венд-кембрийскую границу и проблематичные трубчатые хиолигельминты (*Hyolithellus* и др.), вероятно, родственные им анабариты (широко распространенный род *Anabarites* и др.), сабеллитиды (*Paleolina* и др.) и, вероятно, криврициатиды.

Хотя эти группы еще недостаточно изучены, нет сомнения, что эктодермальная ткань *трубчатых животных* уже в венде обладала способностью вырабатывать защитные покровные образования – не только из уплотненного чистого

коллагена, но и соединительнотканых оболочек, обладающих начальными свойствами фосфатной и карбонатной минерализации. Но бесспорным фактом остается относительная редкость их находок в венде по сравнению с суннагинским горизонтом. И это типично не только для Сибири, но и для других областей.

Теоретически первостепенное внимание должны привлечь транзитные группы и среди них, в первую очередь, хиолиты и таксономически очень неоднородные “хиолительминты” типа *Anabarites*, *Platisolenites* и т. п. Особое внимание должно быть уделено их экологии и систематике, без чего невозможно выявить истинный биостратиграфический потенциал любой группы древних организмов. Пока в этой области сделаны только первые шаги, очень далекие от серьезных палеобиологических исследований.

В настоящее время наблюдается стремление отдать приоритет в расчленении нижнего кембрия археоциатам, впервые появляющимся в небольшом количестве только в суннагинском горизонте Сибирской платформы (зона *Aldanocyathus sunnaginicus*), одновременно с рядом скелетных организмов других типов. Археоциаты сыграли выдающуюся роль в изучении нижнего кембрия всех континентов и особенно Сибири. Однако при оценке их значения для разработки зонального стандарта кембрийской шкалы необходимо учитывать несколько обстоятельств. Во-первых, пока нет возможности выделить пограничную позднедокембрийскую археоциатовую зону, если в качестве таковой не рассматривать зону родственных(?) крибрициатид (например, *Cloudina* [Germs, 1972a,b]), ставших недавно известными из группы Нама в Юго-Западной Африке, заключающей несомненно венд-эдиакарскую фауну. В Сибири стратиграфическое распространение крибрициатид нуждается в дополнительном изучении. К.В. Радугин [1964, 1973] считает эту группу позднедокембрийской. Т.В. Янкаускас [1972] связывает ее появление с началом кембрия. Но вопрос этот еще более осложняется тем, что за пределами Сибирской платформы даже вполне определенные археоциатовые ассоциации древнейших горизонтов кембрия практически нигде в мире не известны либо сомнительны.

Вторая особенность археоциат заключается в относительной кратковременности существования типа: они исчезают не позднее начала среднего кембрия и не могут поэтому лечь в основу зональной шкалы всей системы – до смыкания с зональной граптолитовой шкалой. В-третьих, археоциаты типично биогермная группа неподвижного бентоса, во многом аналогичная скелетным *Chidaria*, которые в стратиграфии фанерозоя никогда не могли быть использованы для создания стандартной зональной шкалы, хотя в рамках соответствующих климатических и фациальных условий их парастратиграфическая роль всегда была очень большой. Несомненная подвижность археоциат, кораллов и строматопороидей в личиночной фазе развития не может поставить их по своему стратиграфическому значению в один ряд с настоящими пелагическими группами.

Многолетний опыт исследований в области биостратиграфии и биогеографии кембрия показывает, что наибольшее внимание для создания зонального стратиграфического стандарта системы все-таки по-прежнему привлекают трилобиты. Недостатки этой группы упомянуты, а неоспоримыми достоинствами являются: накопленный опыт зонального расчленения кембрия и межпровинциальной корреляции; возможность создания максимально полной зональной шкалы для системы, вплоть до ее перекрытия с граптолитовой шкалой нижнего палеозоя; наиболее глубокая палеобиологическая изученность трилобитов как древнейших членистоногих среди всех групп кембрийской фауны.

Зональная трилобитовая шкала кембрия не дает прямого решения проблемы границы докембрия и кембрия, но и не закрывает перспектив такого решения.

В составе венд-эдиакарской фауны, несомненно, присутствуют “голые” или слабоскелетизированные трилобитоморфные роды: *Praecambridium* и *Vendia* [36, 39, 67, 69, 91]. А древнейшие из известных раннекембрийских панцирных трилобитов – роды *Profallotaspis*, *Fallotaspis*, *Strenuaeva*, *Wolynaspis*, *Kjerulfia*, *Holmia* и другие – уже столь высоко организованные артроподы, что между ними и их вероятными вендскими предками должны быть непременно обнаружены промежуточные формы. Позднебайкальская *Gdowia assatkini* Yan. [Янишевский, 1950], по-видимому, к таковым не относится, так как скорее связана с другой линией развития протартропод – меростоматной. О существовании третьей линии уже в венде, вероятнее всего, свидетельствуют новые находки онихофороморфных протартропод в редкинской серии – скопления мелких форм почти черного цвета. Однако о присутствии трилобитоморфных организмов в пределах субхолмиевого или балтийского яруса и одновозрастных отложений Польши и Скандинавии свидетельствуют следы их жизнедеятельности типа *Rusophycus* и других, многократно описывавшиеся в литературе [Lendzion, 1972; Orłowski, 1973; и др.]. Они фиксируются по крайней мере с основания нижнего кембрия и даже с уровня, эквивалентного кварцитам Рингзакер (Норвегия), которые по некоторым представлениям являются еще вендскими. Этот важнейший палеоихнологический материал не может быть игнорирован, тем более что он обилен и в Западном полушарии.

Что касается верхнего зонального ограничения так называемых “бестрилобитовых слоев”, или томмотского яруса Сибирской платформы в последней трактовке А.Ю. Розанова [Розанов, 1972; Розанов, Миссаржевский, 1969], то в интересах стабильности стандартной шкалы его верхнюю границу правильнее всего было бы рассматривать как границу зон *Profallotaspis* и *Fallotaspis*. В таком случае на Сибирской платформе в состав этого подразделения вошли бы суннагинский и кенядинский горизонты, включая слои с *Profallotaspis jakutensis* Rep., которые в прошлом всегда входили в состав кенядинского горизонта. Вопрос о названии этого подразделения – второстепенный. В отношении ранга оно скорее отвечает подъярсу, поскольку официально в СССР нижний кембрий разделяется только на два яруса: алданский и ленский [Суворова, 1973; Хоментовский и др., 1972; и др.].

В этом смысле рассматриваемое подразделение очень близко ассадаскому подъярсу Марокко и его стратиграфическим эквивалентам, непосредственно перекрываемым во многих регионах зоной *Fallotaspis*. Эта зона (и тесно с ней связанная зона *Nevadella*) является наиболее надежным корреляционным уровнем в стратиграфической схеме ранних отложений нижнего кембрия. В Сибири с нее наиболее логично начинать второе подразделение алданского яруса – атдабанский подъярус, который, как мне представляется, только в этом случае может стать особенно важным эталоном межконтинентальной стратиграфической корреляции [Хоментовский и др., 1972; Cloud, 1973a; Daily, 1972; Fritz, 1973; Hupé, 1960; и др.].

Граница докембрия и кембрия не может быть, таким образом, пока строго определена по какой-либо зональной шкале ведущей группы фауны (ортостратиграфически). Не составляет в этом отношении исключения и важнейший в СССР регион Сибирской платформы, где в седиментологическом смысле действительно имеются непрерывные разрезы (к сожалению, наиболее важные находятся в труднодоступных районах севера). Они уже явились основой нескольких предложений о месте такой границы в разрезе и вполне могли бы подкрепить точку зрения даже тех, кто считает возможным определять границу докембрия и кембрия вообще лишь в непрерывной трилобитовой серии [Wheeler, 1958; и др.]: в рассматриваемом случае это граница между зонами *Profallotaspis* и *Fallotaspis*. Вероятно, этот взгляд сейчас разделяют немногие, хотя его нельзя считать формально не существующим, он не противоречит самому принципу.

В советской стратиграфии наиболее дискуссионным является вопрос о положении немакит-далдынского горизонта Анабарской зоны Сибирской платформы и его аналогов на юге, к числу которых относятся верхняя часть юдомской свиты Алданской зоны, иркутский горизонт Прибайкалья и другие [Совещание..., 1972]. Поскольку с этими подразделениями связана заведомо венд-эдиакарская фауна, располагающаяся, несомненно, ниже археоциатовых фаун суннагинского и кенядинского горизонтов пестроцветной свиты, я, как и большинство исследователей, отношу весь юдомский комплекс к венду. Таким образом, практически нижнюю границу кембрия на Сибирской платформе наиболее ярко характеризует широкое распространение скелетообразующих организмов “суннагинской ассоциации”, о чем уже давно писали В.В. Хоментовский и Л.Н. Репина [1965]. Подошва этой зональной ассоциации в непрерывном разрезе монофациального характера может быть принята как *принципиальная рабочая модель границы докембрия и кембрия Сибирской платформы*. Совершенно не исключено, что стандартная зональная граница докембрия и кембрия будет в дальнейшем определена иначе и более точно, когда мы будем располагать более обширными и более точными сравнительными данными по всем континентам, а на Сибирской платформе окончательно выясним действительные соотношения немакит-далдынской фаунистической ассоциации как с суннагинской, так и, вероятно, с более древней, чем немакит-далдынская, – мотской.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПАЛЕОЗООЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ В ВЕНДЕ

Рассматриваемый вопрос приходится формулировать с такой осторожностью потому, что хотя венд-эдиакарская фауна и образует чрезвычайно яркую специфическую биоту позднейшего докембрия, она еще не настолько изучена палеонтологически и биохронологически, чтобы уже сейчас дать полное представление о биохронологических зонах венда. Возможность выделения некоторых из них рассматривалась выше и нет сомнения, что с совершенствованием корреляции эта задача будет решена. Отправным уровнем такого расчленения венда и его аналогов могла бы быть принята упомянутая рабочая модель границы докембрия и кембрия по подошве полной “суннагинской ассоциации”. Однако распознавание этой зональной ассоциации в различных регионах – вопрос далеко не простой, так как у нас нет основания считать, что любая древнейшая ассоциация скелетообразующих организмов в конкретном разрезе отдаленных материков всегда будет суннагинской. Нам уже сейчас известно немало фактов, когда такая ассоциация оказывается “кенядинской”, “фаллотасписовой” или даже “санаштыкгольской”. Даже в пределах СССР мы по-разному решаем вопрос о месте аналогов “суннагинской ассоциации” в венд-кембрийском разрезе Русской платформы.

Сравнительное изучение сабеллидитид Русской и Сибирской платформ все более укрепляет меня в мысли [Соколов, 1971, 1972а,б; Sokolov, 1973], что “раннебалтийская ассоциация” *Sabellidites*, *Saarina*, *Paleolina*, а также первых *Platisolenites*, возможно, *Anabarites* и других редких родов должна коррелироваться не с нижней частью томмотского подъяруса Сибирской платформы, а с зоной “немакит-далдынской ассоциации”, с которой в Сибири также широко связаны находки сабеллидитид (особенно *Paleolina*), древнейших трубчатых *Anabarites* и, несомненно, фауны эдиакарского типа. Из этих наблюдений можно делать два совершенно противоположных вывода: либо относить часть балтийской серии Русской платформы (по крайней мере ровенский горизонт [Кирьянов, Чернышева, 1967]) к верхнему венду, либо включать в Сибири в состав томмотского подъяруса и немакит-далдынский горизонт с его аналогами.

Если отдать предпочтение первой точке зрения, то “немакит-далдынская” или “раннебалтийская ассоциация” может оказаться самой молодой зональной ассоциацией верхнего венда. Ее аналогов, по всей вероятности, нет в характеризующейся перерывами последовательности позднего докембрия–раннего кембрия Южной (кварцит Pound–формация Uratanna–формация Parachilna) и Центральной (песчаники Arumbera I и II) Австралии. Типичные представители “раннебалтийской ассоциации” (=ровенский горизонт) на Русской платформе: хитиноидные сабеллидитиды (*Sabellidites*, *Parasabellidites*, *Saarina*, *Paleolina*, *Sokolovina*), тубулярные кремнистые и фосфатно-карбонатные “хиолительминты” (*Platisolenites*, *Anabarites?*, *Hyolithellus?*), медузоиды (отпечатки типа *Cyclomedusa*), обильные следы жизнедеятельности мягкотелых организмов (моллюсков, аннелидоморф).

В “позднебалтийской ассоциации” (=горизонт Лонтова Эстонии – стоходская свита Волыни и их аналоги) представители этих групп встречаются значительно реже, кроме *Platisolenites*, но впервые появляются беззамковые брахиоподы, возможно, моноплакофорные с фосфатной раковиной *Mobergella*, древнейшие раковинные гастроподы *Aldanella*, проблематичные колеолиды с трубчатой кальцитовой раковиной – *Caleolella*, несомненные *Hyolithellus*, новые меростоматоморфные артроподы – *Gdowia* и др.; обильные следы жизнедеятельности илоедов. Получивший широкую известность Xenusion (возможно, древнейший из онихофор), вероятно, не древнее этого стратиграфического уровня [Jaeger, Martinsson, 1967]. Наиболее вероятно “позднебалтийскую (=лонтоваскую) ассоциацию” считать аналогом “суннагинской ассоциации” Сибирской платформы.

Место “кеныдинской ассоциации”, зоны Profallotaspis, а может быть, и зоны Fallotaspis в Прибалтике занимает стратиграфический перерыв, так как перекрывающая зона *Holmia* (*Schmidtellus*) *mickwitzi* и *Volborihella tenuis*, несомненно, отвечает какой-то средней части нижнего кембрия. На Волыни эквивалентом этого пробела, возможно, является ниже-доминпольская свита [Кирьянов, Чернышева, 1967], так как залегающие выше нее слои с *Wolynaspis unica* N. Tch. и *Volborthella tenuis* Schm. уже определено отвечают холмиевому горизонту Польши [Lendzion, 1972].

Таким образом, применение сибирской стратиграфической терминологии к расчленению нижнего кембрия Русской (=Восточно-Европейской) платформы оказывается очень затруднительным и искусственным. Особенно это касается возможности выделения томмотского яруса (лучше подъяруса), обе границы которого лишены здесь определенности и нуждаются еще в очень серьезном изучении. Автоматическое же переименование любых субхолмиевых отложений в томмотский ярус, как это иногда теперь делается [Биркис и др., 1972; Волкова, 1973; и др.], вряд ли разумно, так как затушевывает реальные проблемы региональной стратиграфии Прибалтики, Украины, Польши, Скандинавских стран, Британских островов и т. д. и излишне упрощает главную проблему, в данном случае поисков научно обоснованного одинакового понимания границы докембрия и кембрия. Единственный кратчайший путь к этой цели идет от детальной биостратиграфической разработки региональных схем через установление наиболее надежного корреляционного уровня (например, выявление региональных эквивалентов “суннагинской зональной ассоциации”) к выбору типового разреза, заключающего эталон границы. Одновременная разработка стандартной зональной шкалы кембрийской системы – неперемutable условие успеха этой работы.

“Немакит-далдынская” (=манькайская) или “позднедомская зональная ассоциация” на Сибирской платформе иногда трактуется как непосредственно связанная с “суннагинской ассоциацией” или как более древняя, но также кембрийская, а не вендская [Савицкий, 1972]. Существуют вообще сторонники полного присоединения к нижнему кембрию (и даже еще определеннее – к алданскому ярусу) всего венда и его эквивалента на Сибирской платформе – юдомского комплекса в целом. Последний взгляд совершенно очевидная крайность, так как у нас нет ос-

нований, с любой точки зрения, опускать подошву кембрия до основания отложений, заключающих венд-эдиакарскую фауну, т. е. до уровня примерно $675 \pm \pm 25$ млн лет. Однако с дискуссионностью вопроса о месте “немакит-далдынской ассоциации” мы пока вынуждены считаться. Мой вывод о ее вероятном поздневендском возрасте разделяется не всеми. Но я его основываю не только на упомянутом большом сходстве сабеллидитид, но и на других палеонтологических данных.

Для “немакит-далдынской ассоциации” (=верхнеюдомская свита Алданского щита, верхняя часть мотской свиты или иркутский горизонт Прибайкалья, островная свита, part. Унсейского кряжа, платоновская свита Туруханского поднятия и др.) характерны: сабеллидитиды (*Sabellidites*, *Paleolina* – обилие, *Calyptrina*), тубулярные хиолительминты (*Anabarites*, *Hyolithellus* и др.), медузоиды (*Cyclo-medusa*, *Suvorovella* и др.), птеридиниды (*Pteridinium*, *Nasepia*), возможно, родственные им *Baikalina sessilis* [Соколов, 1972a; Sokolov, 1973] и разнообразные следы илоедов и движения крупных мягкотелых моллюсков типа *Didymaulichnus*, а также *Cylindrichnus* и др. Присутствие в составе этой ассоциации элементов фауны Эдиакары и группы Нама не вызывает сомнения. Замечу, что к этому же выводу пришли П. Клауд и Г. Пфлюг, ознакомившиеся с моей коллекцией в 1971 г. Новые работы по Юго-Западной Африке только укрепляют это убеждение [Germes, 1972a,b, 1973]: в группе Нама мы видим перемежаемость типичной эдиакарской фауны со скелетообразующими *Cribricyathida*.

Более древней самостоятельной зональной ассоциацией, теперь уже всеми признаваемой докембрийской, является “валдайская” или более узко – “котлинская ассоциация” Русской платформы, которая особенно ярко проявилась в каниловской и комаровской свитах в бассейне р. Днестр (серия превосходных обнажений). Для нее характерно полное отсутствие сабеллидитид и обилие следов жизнедеятельности – вероятно, аннелидоморфных организмов типа *Skolithos*, особенно сдавленных форм, названных мною *Harlaniella podolica* Sok. [Соколов, 1972a] и других. В огромном количестве встречаются водные растения с необыкновенным слоевищем (*Vendotaenides*) и лейосфериды разных типов. В Сибири эта ассоциация наиболее четко проявляется в терригенных аналогах валдайской серии и, возможно, ровенского горизонта (иркутский горизонт Прибайкалья, частично платоновская свита Туруханского поднятия и др.), но стратиграфически не может быть пока четко отделена от “немакит-далдынской ассоциации”. “Котлинская ассоциация” также, по-видимому, выпадает из последовательности отложений позднего докембрия Южной и Центральной Австралии.

Третью, еще более древнюю (по радиогенному возрасту 596–607 млн лет [Гаррис и др., 1964]) зональную ассоциацию на Русской платформе образует “редкинская ассоциация” (средняя часть венда). В палеонтологическом и литологическом отношении этот уровень стал маркирующим при корреляции вендских отложений всей Русской платформы (редкинская серия и ее аналоги). Для него характерны отпечатки древнейшего трилобитоморфного рода *Vendia*, родственного эдиакарскому *Praecambridium*, остатки (около 20 экз.) почти черных хитиноидных покровов нового рода, вероятно, самых древних *Protonychophora* и особенно широко распространенная ассоциация гигантских представителей группы *Chuagiamorphida* (gr. n.), представленных главным образом отпечатками сферических *Bellinelloides* [Соколов, 1965, 1972a; Sokolov, 1973] размером от 5 до 45 мм(!) и родственных им вытянутых очень крупных пальцевидных форм другого нового рода. Настоящие *Chuaria* (размер 0,5–3,0 мм) и родственные им организмы из мегасфероморфид [Timofeev, 1970] распространены, по-видимому, в более древних отложениях позднего докембрия [Ford, 1972, 1973; Timofeev, 1970]. Известны и другие проблематичные организмы и их следы. Я затрудняюсь сейчас назвать стратиграфический уровень, аналогичный распространению “редкинской ассоциации”, в пределах Сибирской платформы.

Четвертая, по моему мнению, наиболее древняя и наиболее типичная эдиакарская ассоциация на Русской платформе связана с надмариногляциальными отложениями Подолии (ольчедаевская и лозовская свиты и их аналоги). Я называю ее “могилев-подольской ассоциацией”. Она хорошо представлена в пределах от ямпольской до бронницкой свит окрестностей Могилев-Подольского на Днестре, особенно в верхних свитах. Помимо широко теперь известной эдиакарской *Cyclomedusa plana* Glaessn. et Wade [Заика-Новацкий и др., 1968], в ее состав входят другие квидарии, главным образом медузоидные: *Bronicella*, *Cyclomedusa serebrina* Paliy [Палий, 1969], а также *Planomedusites grandis* Sok., *Medusinites patellaris* Sok., *Charniodiscus planus* Sok., разнообразные следы деятельности илоедов и др.; все они кратко описаны и изображены в моих предварительных публикациях, делающих введенные названия вполне валидными [Соколов, 1972a; Sokolov, 1973].

На Сибирской платформе наиболее древней находкой эдиакарской фауны является *Glaessnerina sibirica* (Sok.), условно относившаяся ранее мною к “*Rangea*”. Она происходит из отложений нижнего венда (хатыспытская свита Оленекского поднятия = нижней части юдомского комплекса), имеющего здесь радиогенный возраст около 675 млн лет, что, впрочем, нуждается в проверке, как и идентичный возраст слоев с *Charnia* в Англии. На исключительную близость этой важнейшей сибирской находки к эдиакарской *R. longa* Glaessn. et Wade еще ранее обратил внимание М. Глесснер [Glaessner, 1971]. Новое родовое название, вводимое для нее [Germis, 1973], а также для *R. grandis* Glaessn. et Wade, совершенно оправдано. Особенно важен стратиграфический вывод из всего этого обзора: поразительное сходство вендской (= юдомской) фауны Сибирской платформы с эдиакарской фауной Южной Австралии. Фауна группы Нама Юго-Западной Африки, возможно, является несколько более молодой, но она также имеет свои элементы как в Австралии, так и в Прибайкалье (вероятно, несколько более молодые отложения венда). Богатейшая фауна группы Conception, с которой мне удалось непосредственно познакомиться во время поездки на Ньюфаундленд (1972), по общему типу близка венд-эдиакарской, но еще почти не изучена. Она также является надтиллитовой и по расчетам М.М. Андерсона (устное сообщение) имеет возраст около 630 млн лет.

Таким образом, перспективы зонального расчленения отложений, заключающих венд-эдиакарскую фауну, совершенно реальные. Уже сейчас в СССР можно говорить о двух и даже четырех зональных ассоциациях. “Паундская зональная ассоциация” занимает в венде СССР наиболее низкое положение (непосредственно следует за уровнем тиллитов и мариногляциальных отложений). Наиболее молодой является “раннебалтийская” – “немакит-далдынская ассоциация”, занимающая положение пограничной венд-кембрийской зоны. Разновозрастность этой ассоциации на Русской платформе и в Сибири представляется очень сомнительной, но вопрос о ее стратиграфическом положении в венд-кембрийской последовательности, строго говоря, ждет своего окончательного решения. В этом и заключается сейчас главный вопрос рассматриваемой проблемы.

РОЛЬ ФИТОПЛАНКТОНА (“АКРИТАРХИ”) И ВЕНДОТЕНИД

В отношении разработки стандартной стратиграфической шкалы я придерживаюсь убеждения, что она может быть создана только на основе изучения последовательного развития морских беспозвоночных и в первую очередь немногих в едущих (ортохронологических) групп. Все остальные группы морских и континентальных биот дают дополнительную характеристику, нередко исключительно важную для биостратиграфической корреляции и формирования последовательности зональных палеонтологических ассоциаций.

Применение этого широко принятого в стратиграфии фанерозоя принципа к определению стандартной границы докембрия и кембрия вызвало уже рассмотренные выше затруднения из-за недостаточной изученности транзитных групп беспозвоночных и разной оценки археоциат и трилобитов как ведущих групп в зональной стратиграфии кембрия. Вместе с тем палеозоологическое решение этого вопроса на уровне зональных ассоциаций оказалось вполне возможным, хотя и не моновариантным. Возникает вопрос, какую же роль при этом играет морская флора, поскольку хорошо известно, что организмы растительных царств проходят через весь докембрий и фанерозой? В известной мере этот вопрос уже был затронут при рассмотрении палеонтологического метода вообще.

Как известно, в стратиграфии карбонатных толщ докембрия главное внимание в последние годы уделялось строматолитам и микрофитолитам, т. е. не самим организмам или их фоссилизированным остаткам, а продуктам жизнедеятельности синезеленых водорослей и, вероятно, бактерий, т. е. прокариот, дошедшим до нас в виде лишь кальцифицированных наслоений слизи, выделявшейся водорослями-строматолитообразователями. Только последние могли бы быть объектом палеонтологического изучения, но в СССР они фактически не изучаются. Разнообразие создавшихся таким образом биогермных и биостромных структур оказалось достаточным, чтобы увидеть определенную историческую последовательность [Семихатов, 1973; Preiss, 1973; и др.] в сменяющихся комплексах форм (их не очень точно называют формальными родами и видами) даже в отдаленных областях. Замечу, что аналогичная эколого-хронологическая последовательность типов построек “рифогенных” организмов уже давно установлена для нижнего и верхнего палеозоя, мезозоя и кайнозоя.

Общая четырехчленная схема верхнего докембрия СССР (рифей и венд) приобрела в результате этих исследований новое корреляционное значение и способствовала разработке региональных стратиграфических схем, основанных на изучении строматолитов и микрофитолитов. Однако речь идет о грубом расчленении отложений, накапливавшихся почти вдвое дольше, чем отложения всех фанерозойских систем вместе взятых, и о схематической корреляции, что вполне естественно, если мы примем во внимание природу фитолитических структур и их огромную зависимость от фациальных и эпигенетических условий. В связи с широким стратиграфическим диапазоном распространения зональных комплексов строматолитов и микрофитолитов, они не могут пока оказывать существенного влияния на дробную корреляцию пограничных отложений докембрия и кембрия, а следовательно, и на самое определение этой границы; эта задача лежит полностью за пределами точности фитолитического метода. И геологи, пользующиеся “строматолитовой корреляцией”, должны ясно представлять уровень достоверности ее научной базы.

Водоросли с обособленным, но кальцифицированным слоевищем характерны для кембрия и более поздних периодов, но появление целого ряда их родов, несомненно, относится к докембрию, что уже не раз отмечалось А.Г. Вологдиным. Так, широко теперь известна *Papillomembrana* [Spjeldnaes, 1963; и др.] – один из древнейших представителей сифоновых Chlorophyta (эсмарк, или верхний рифей Норвегии), а в верхней части юдомской свиты и немакит-далдынском горизонте Сибири (т. е. в венде, по мнению большинства исследователей) встречены такие типичные для кембрия роды, – вероятнее всего, из Rhodophyta – как *Renalcis*, *Epiphyton* и др. [Совещание..., 1972]. Однако их массовое распространение начинается с нижнего кембрия.

Значительно больший палеонтологический интерес представляет недавно установленная группа вендотенид [Гниловская, 1971] – древнейших бентосных водных растений с лентовидным, совершенно неизвестным слоевищем, вероятно, близких бурым водорослям. Они наиболее реальные предшественники

наземной флоры. Появление этой группы, по всей вероятности, относится еще к позднему рифею, но исключительного распространения она достигла в венде, особенно в его верхней половине. В литературе прошлых лет вендотениды были широко известны под ошибочным названием "*Laminarites antiquissimus*", или "ляминаритовых пленок". В редкинской и нижней (основной) части валдайской серии Русской платформы наиболее многочисленны различные представители рода *Vendotaenia*, а в верхах серии – *Tyrasotaenia*, причем маркирующими, по данным М.Б. Гниловской, являются тернавские слои Подолии, непосредственно подстилающие ровенские слои с *Sabellidites*. Специфические кожистые формы, близкие к последнему роду, характерны и для балтийской серии, особенно ее ровенского горизонта. Оба эти рода и другие новые представители вендотенид многочисленны и в венде Сибирской платформы, особенно в мотском и иркутском горизонтах Прибайкалья, в платоновской свите Туруханского поднятия, немакит-далдынском горизонте северных районов платформы, сухарихинской свите Норильского района и в ряде других. Следует отметить расцвет вендотенид в досуннагинское время.

Очень большой палеобиологический и биостратиграфический интерес в докембрии и кембрии, несомненно, представляют акритархи или, лучше сказать, микрофитопланктон, представленный одноклеточными водорослями. Если перешагнуть через многолетние заблуждения в истолковании природы этих организмов, считавшихся "дисперсными остатками спороносных наземных растений", освободиться от разнобоя в построении их системы, не приковывать внимания к легковесным стратиграфическим заключениям, сделанным в прошлом, и строго уяснить, что мы имеем дело не с фрагментарным материалом, а с *цельными организмами*, связанными с *определенной средой обитания*, то, вероятно, можно сделать только одно заключение: открытие огромного мира фитопланктонных организмов в докембрии и кембрии принадлежит к числу наиболее выдающихся открытий во всей палеонтологии последних десятилетий [Соколов, 1974; Cloud, 1973b; Shopf et al., 1973; и др.]. Нет сомнения, что и биостратиграфическая роль древнего микрофитопланктона будет соответствовать его уже признанной роли в понимании эволюционного процесса и истории древних экологических систем. Но от исследователей сейчас требуется прежде всего их способность подвергнуть тщательной ревизии почти все сделанное ранее и взглянуть на этот мир микроорганизмов новыми глазами. Работы этого нового уровня уже начались в США, СССР, ФРГ и других странах, и они нуждаются в самой широкой поддержке.

Я не считаю возможным рассматривать здесь многочисленную советскую литературу, посвященную венд-кембрийским акритархам, и остановлюсь лишь на работе наиболее скептически настроенного исследователя – Н.А. Волковой [1973]. Работа имеет прямое отношение к проблеме границы докембрия и кембрия на Русской платформе. К сожалению, даже для этой наиболее изученной в СССР области пока не создано опорной схемы последовательности зональных ассоциаций микрофитопланктона, связанной с каким-либо конкретным непрерывным разрезом определенного района. Сейчас речь идет об ассоциациях, связанных с установленными стратиграфическими подразделениями венда и нижнего кембрия вообще.

В верхнем венде устанавливаются следующие стратиграфические "комплексы акритарх": 1) редкинский, включающий в основном мелкие *Leiosphaeridia* тип А – формы с морщинистой тонкой оболочкой, реже *Leiosphaeridia* тип В – формы с плотной оболочкой, и в большом количестве *Spumosina* – плотные формы темно-желтой или красно-бурой окраски, недостаточно ясной природы; 2) валдайский, или котлинский, включающий более крупные формы с гладкой оболочкой – *Leiosphaeridia* типов А и В; появляются впервые мелкие шиповатые *Micrhystridium tornatum* Volk.; в обоих комплексах обильны нитчатые *Oscillatomorpha* – вероятно, филаменты синезеленых водорослей.

В нижнем кембрии устанавливаются такие “комплексы акритарх”: 1) ровенский, включающий *Leiosphaeridia* тип *B*, средних размеров, с плотной оболочкой, впервые *Leiosphaeridia* тип *C*, с толстой оболочкой и более частых представителей названного вида *Micrhystridium*; нитчатые формы встречаются редко; 2) лонтоваский, включающий *Granomarginata*, *Leiomarginata*, *Tasmanites*, много *Leiosphaeridia*, присутствует тот же вид *Micrhystridium* и редки нитчатые формы; 3) люкатиский, включающий многочисленных *Baltisphaeridium*, *Micrhystridium*, в том числе новый вид *M. pallidum* Volk., *Archaeodiscina* и ряд видов, появившихся в более древних отложениях. Более молодых комплексов акритарх я здесь не касаюсь, поскольку уже сам люкатиский комплекс отвечает зоне *Holmia-Volborthella tenuis*.

Сравнение этих последовательных “комплексов акритарх” позволяет сделать несколько важных выводов. Во-первых, эти фитопланктонные организмы имеют большое стратиграфическое и корреляционное значение даже в пределах дробной схемы расчленения пограничных отложений венда и кембрия. Во-вторых, первый кембрийский комплекс (=ровенский), несомненно, больше тяготеет к вендскому котлинскому комплексу и, вероятно, раньше на территории Польши Н.А. Волкова [Розанов, Миссаржевский, 1969] совершенно справедливо считала его еще докембрийским или во всяком случае более тесно связанным с вендом. В-третьих, наиболее заметное первое обновление в составе комплексов происходит на границе ровенских и лонтоваских слоев, что соответствует различию зональных ассоциаций беспозвоночных и позволяет ставить вопрос об отнесении к венду по крайней мере всей нижней части балтийской серии. Вместе с тем этот пример прекрасно показывает преждевременность использования региональной стратиграфической номенклатуры нижнего кембрия Сибирской платформы для обозначения общих подразделений нижнего кембрия запада европейской части СССР и Польши – без всякого палеонтологического обоснования оба нижнекембрийских комплекса Русской платформы называются Н.А. Волковой томмотскими.

В связи с существенно иной номенклатурой акритарх, и в частности микрофитопланктона, изучавшегося в разрезах венда и нижнего кембрия Сибирской платформы, сейчас затруднительно провести какое-либо сравнение с только что рассмотренными комплексами Русской платформы, но мне бы хотелось обратить внимание на уже неоднократно упоминавшееся сходство акритарх юдомской и мотской свит Сибири (вероятно, имеются в виду их верхние части) с акритархами не только валдайской, но и балтийской серий.

МОДЕЛЬ ГРАНИЦЫ ВЕНДА И КЕМБРИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Выше было достаточно много уделено внимания сравнительному рассмотрению стратиграфии и возможной корреляции пограничных отложений венда и нижнего кембрия Сибирской и Русской платформ. Несмотря на морской тип отложений, в литолого-фациальном отношении они существенно различны. Однако использование палеонтологического метода в условиях непрерывной последовательности отложений позволило в одинаковой мере полно в обеих отдаленных областях выделить как отложения вендской протосистемы, так и кембрийской системы. Хотя, как мы видели, различная стратиграфическая интерпретация палеонтологических данных привела к разным выводам о положении границы докембрия и кембрия на западе и на востоке.

Мы отлично знаем, что возникшее затруднение вполне преодолимо на основе совершенствования биостратиграфической корреляции и договоренности специалистов, и для этого имеются все необходимые условия. Главное же заключается в том, что и на Русской и на Сибирской платформах вполне определенно

устанавливается поддающийся корреляции “спорный горизонт”: нижнебалтийский, или ровенский, и немакит-далдынский. В первом случае принятая сейчас верхняя граница венда совпадает с подошвой этого горизонта, а во втором – примерно с его кровлей. Но в любом случае имеются два фундаментальных биостратиграфических основания для выделения венда: 1) его *непосредственная связь* с фаунистически охарактеризованными древнейшими отложениями кембрия – неважно, будем ли мы называть таковыми отложения с “суннагинской зональной ассоциацией” Сибирской платформы или “зону Sabellidites–Platisolenites” Русской платформы, поскольку выше и той и другой идет непрерывная последовательность слоев с фауной, 2) *специфическая палеозоологическая характеристика* венда как особый венд-эдиакарский этап в развитии животного мира Земли, наступивший вслед за ранневендским (варангерским, лапландским) оледенением во многих областях земного шара [Соколов, 1971а,б; Cloud, 1973а; Glaessner, 1972а; Sokolov, 1973].

Это оледенение, сопровождавшие его тиллиты и мариногляциальные отложения, как и широко известный трансгрессивный характер залегания вендских отложений на разновозрастных довендских отложениях докембрия – еще одна очень важная черта в историко-геологическом обосновании выделения венда. Однако вряд ли можно утверждать [Келлер, 1973а; Путеводитель..., 1973], что выделению венда в Сибири препятствует отсутствие характерных для него базальных тиллитов. Венд выделяется в Сибири совершенно независимо от тиллитов, только в силу лишь упомянутых двух основных биостратиграфических положений, целиком вытекающих из приложения палеонтологического метода к решению стратиграфических задач. Вряд ли надо доказывать, что отсутствие в настоящее время возможности палеозоологического обоснования границы верхнего рифея и венда также не препятствует выделению вендской протосистемы. Пока эта граница палеонтологически достаточно условна, но не более, чем любые предлагаемые границы “фитем” [Келлер, 1952, 1973б] внутри рифея. Вопрос о палеонтологической стандартизации этих границ не может быть даже поставлен.

Стремление дать границе рифея и венда универсальное палеофитолитическое обоснование (ошибочно приравненное к палеонтологическому) создало лишь дополнительные трудности. Постулированный заранее только юдомский возраст так называемого “IV комплекса микрофитолитов” З.А. Журавлевой и таких строматолитов, как *Linella ukka* Kryl., *Vaxonia grumulosa* Korn. и другие, привел к необходимости считать юдомскими (=вендскими) отложения заведомо рифейские. Именно так произошло, например, на Шпицбергене, где к венду s. l. московскими исследователями были отнесены отложения древнее типично вендской группы Polarisbreen [Harland, Gayer, 1972], имеющие возраст значительно древнее 675 млн лет. В Южной Австралии вендские строматолиты оказались в средней части поздней Аделаиды [Preiss, 1972], т. е. много древнее верхних тиллитов, подстилающих эдиакарскую фауну. В Енисейском кряже рифейская дашкинская свита [Хоментовский и др., 1972] оказалась юдомской. И даже на Русской платформе дотиллитовые отложения пачелмской и полесской серий с возрастом более 720 млн лет попали по этой причине в венд. В сущности говоря, это и было той роковой ошибкой, после которой тиллиты оказались искусственно вписанными внутрь венда, а важнейший климатостратиграфический метод корреляции принесен в жертву псевдопалеонтологическому способу сопоставления разрезов.

Спорных вопросов стратиграфической трактовки венда Урала я касался выше, но в отношении вендомия необходимо сделать еще одно замечание. Если венд и его карбонатный эквивалент на Сибирской платформе – юдомская свита – имеют абсолютно ясные соотношения с древнейшими перекрывающими отложениями кембрия, то предлагаемый Б.М. Келлером физический стратотип вендомия на Южном Урале не удовлетворяет ни одному из требований, предъявляе-

мых к стратотипам подразделений общей шкалы. Оба его члена – укская и ашинская свиты совершенно разнотипны в фациальном отношении, отделены друг от друга резким перерывом и несогласием, имеют совершенно разную палеонтологическую характеристику (юдомские фитолиты в нижней части и вендский фитопланктон в верхней), а подразделение в целом не имеет и не может иметь палеонтологически обоснованных границ ни с верхним рифеем (разделены перерывом и немymi песчаниками), ни с кембрием, отсутствующим в разрезе вообще. Последнее обстоятельство обесценивает вендомий даже в качестве частично регионального синонима венда и лишает его возможности на участие в конкурсе разрезов, заключающих потенциальный стратотип докембрийско-кембрийской границы. Стратотип может быть указан только в непрерывной вендо-кембрийской последовательности отложений. Само собой разумеется, что это положение не может изменить и произвольная замена всем хорошо известного названия “венд” на “верхний вендомий” или “верхний тимурий”.

При такой расплывчатой трактовке юдомий (венд s. l.) или, как его теперь называет Б.М. Келлер [1973а,б], вендомий, естественно, оказался понятием значительно менее точным, чем выделявшийся мною венд. Вместе с тем палеофитологическим стратотипом его фактически осталась та же юдомская свита Сибирской платформы, т. е. подразделение, характеризующееся прежде всего венд-эдиакарской фауной. Даже по радиогенному возрасту (630–650 млн лет; [Келлер, 1973а]) ее подошва (как известно, резко трансгрессивная) не древнее, чем венда Русской платформы, а по В.В. Хоментовскому – даже более молодой. С этим возрастом, как указывалось, прекрасно согласуется и возраст недавно открытой важнейшей надтиллитовой фауны эдиакарского типа на Ньюфаундленде – 610–630 млн лет [Anderson, 1972], что, впрочем, значительно менее важно, чем сама фауна с ее удивительно выдержанной во всем мире позицией между верхними тиллитами и уровнем первого массового распространения скелетообразующих организмов раннего кембрия.

Для всякого непредубежденного биостратиграфа должно быть очевидным, что разновозрастность юдомской свиты и ее аналогов на Сибирской платформе с вендом Русской платформы доказывается в первую очередь палеозоологическими данными – находками венд-эдиакарской фауны и древнейших фаунистических ассоциаций раннего кембрия в едином непрерывном разрезе. При всей их редкости (особенно венд-эдиакарских бесскелетных животных), для определения возраста они неизмеримо важнее почти всех спорных радиогенных дат или косвенных корреляционных заключений, основанных на изучении палеофитолитических образований. Роль последних в дробной биостратиграфии, а тем более при определении стандартных стратиграфических границ, по меньшей мере сомнительна. Нельзя требовать от палеофитолитов больше того, что дают современные фитолиты. Они всего лишь массовое средство схематической корреляции позднедокембрийских отложений. В этом выводе нет ни малейшего преуменьшения стратиграфических достижений в изучении палеофитолитов, но нельзя определение возраста стратиграфического подразделения, его места в общей стратиграфической шкале смешивать со средствами корреляции отложений.

Возвращаясь к верхней границе венда, или к границе докембрия и кембрия, я не вижу на данном этапе изучения проблемы оснований отбросить какой-либо непрерывный венд-кембрийский разрез (кроме заведомо немых) или отдать предпочтение какому-либо из них. Мы только что начали впервые научно организованные поиски решения этой проблемы, используя для этого интернациональное сотрудничество. В этом смысле изучение стратиграфических разрезов Сибирской платформы – на Алдане, в бассейне Юдомы, на Лене и Олекме (с привлечением бурения), на периферии Анабарского массива, в Иркутском амфитеатре и т. д.,

бесспорно, представляет огромный интерес. Названные разрезы, несмотря на то, что одни из них карбонатные, другие терригенно-карбонатные, третьи почти полностью терригенные, удовлетворяют *всем* основным требованиям – они морские, непрерывные, палеозоологически охарактеризованные и характеризуются транзитными группами организмов. Аналогичным требованиям удовлетворяют и некоторые разрезы Русской платформы (Прибалтика, Вольно-Подолья, Польша), Марокко, Британской Колумбии, Калифорнии, Австралии.

Я не считаю, что в Сибири разрез по Алдану является лучшим, но допускаю, что с его помощью *может быть выработана принципиальная рабочая модель* соотношения пограничных отложений докембрия и кембрия для Сибирской платформы в целом. Важнейшим элементом этой модели является *условное принятие*, например, подошвы *полной* “зоны суннагинской ассоциации” скелетообразующих организмов *в качестве подошвы кембрийской системы* и, следовательно, границы докембрия и кембрия. Следует, однако, помнить, что ассоциация суннагинских археоциат пока остается уникальной.

Для современного понимания стратиграфии кембрия Сибирской платформы основополагающее значение имели палеонтологическое обоснование древнейших суннагинского, кенядинского и атдабанского горизонтов [Зеленов и др., 1955] и выяснение истинных соотношений разрезов нижнего кембрия “восточного” (Синско-Ботомского) и “западного” (Олекминского) типов в бассейне р. Лена [Хоментовский, Репина, 1965]. Но при этом необходимо учитывать, что выделение “суннагинской ассоциации” и ее корреляции не всегда производятся однозначно даже высококвалифицированными специалистами (И.Т. Журавлева, А.Ю. Розанов, В.Е. Савицкий и др.). Однозначности суждений препятствуют такие объективные обстоятельства, как резкая смена фаций на границе юдомской и пестроцветной свит и нередко наличие перерыва в основании суннагинского горизонта. Однако нам известны районы (в первую очередь в заполярной зоне Сибирской платформы), где переходный морской разрез более монофациален и где отсутствует “уплотнение” или частичное выпадение “суннагинской ассоциации”. Подошва такой *полной* “суннагинской ассоциации” или кровля “немакит-далдынской ассоциации” и может быть принята за *модельный уровень границы* докембрия и кембрия. Но это лишь *один из вариантов* границы и не единственный даже в СССР. Все варианты внутри типичной раннекембрийской сукцессии наименее желательны для этой границы.

“Сибирская модель” должна занять важное место в конкурсе региональных и материковых типовых разрезов, заключающих возможную границу докембрия и кембрия, но сейчас я бы не рискнул называть ее самой обоснованной, а разрез по р. Алдан – в качестве безупречного претендента на получение пограничного “золотого гвоздя”, если использовать крылатые слова Дигби Мак Ларена.

Изложенные здесь мысли иллюстрирует приведенная выше таблица.

ЛИТЕРАТУРА

- Биркис А.П., Брангулис А.П., Волкова Н.А. и др. Новые данные по стратиграфии кембрия Восточной Латвии // Докл. АН СССР. 1972. Т. 204, № 1. С. 163–166.
- Волкова Н.А. Акритархи и корреляция венда кембрия западной части Русской платформы // Сов. геология. 1973. № 4. С. 48–62.
- Гаррис М.А., Казаков Г.А., Келлер Б.М. и др. Геохронологическая шкала верхнего протерозоя (рифей, венд) // Междунар. геол. конгресс, XXII сес., Пробл. 3. Докл. сов. геол. М.: Наука, 1964. С. 431–455.
- Гниловская М.Б. Древнейшие водные растения венда Русской платформы // Палеонтол. журнал. 1971. № 3. С. 101–107.
- Заика-Новацкий, Великанов В.А., Коваль А.П. Первый представитель эдиакарской фауны в венде Русской платформы (верхний докембрий) // Палеонтол. журнал. 1968. № 2. С. 132–134.

- Зеленов К.К., Журавлева Н.Т., Кордэ К.Б.* К строению алданского яруса кембрия Сибирской платформы // Докл. АН СССР. 1955. Т. 102, № 2. С. 343–346.
- Келлер Б.М.* Рифейские отложения краевых прогибов Русской платформы // Труды Ин-та геол. 1952. Вып. 109. С. 1–63.
- Келлер Б.М.* Подразделения единой шкалы докембрия // Докл. АН СССР. 1966. Т. 171, № 6. С. 1405–1408.
- Келлер Б.М.* Венд, юдомий и терминальный рифей (вендомий) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1973а, № 1. С. 86–92.
- Келлер Б.М.* Рифей и его место в единой стратиграфической шкале докембрия // Сов. геология. 1973б. № 6. С. 3–17.
- Кирьянов В.В.* Схема стратиграфии кембрийских отложений Волыни // Геологич. журнал. 1969. Т. 29, № 5. С. 48–62.
- Кирьянов В.В., Чернышева Н.Е.* О нижнекембрийских отложениях северо-западной Волыни и находке древнейшего трилобита // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1967. № 7. С. 119–125.
- Козлов В.И.* К вопросу о строении уских и ашинских отложений верхнего протерозоя Южного Урала // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1973. № 7. С. 112–123.
- Комар В.А.* Новые данные о корреляции рифейских отложений Южного Урала и Сибири // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1973. № 10. С. 30–36.
- Комар В.А., Раабен М.Е., Семихатов М.А.* Конофитоны рифея СССР и их стратиграфическое значение. М.: Наука, 1965. 72 с. (Тр. Геол. ин-та АН СССР; Вып. 131).
- Крылов И.Н.* Столбчатые ветвящиеся строматолиты рифейских отложений Южного Урала и их значение для стратиграфии верхнего докембрия. М.: Наука, 1963. 133 с. Табл. 1–36. (Тр. Геол. ин-та АН СССР; Вып. 69).
- Крылов И.Н.* Строматолиты (их природа, классификация и использование для стратиграфии докембрия) // Итоги науки. Стратиграфия и палеонтология. М.: Наука, 1972. С. 51–73.
- Миссаржевский В.В., Розанова А.Ю.* К вопросу о нижней границе кембрия // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1963. № 2. С. 60–72.
- Наумова С.Н.* Проблемы палинологии палеофита и протерофита // Проблемы палинологии. М.: Наука, 1973. С. 94–101.
- Палий В.М.* О новом виде цикломедуз из венда Подолии // Палеонтол. сборник. № 6, вып. 1. Львов, 1969. С. 110–113.
- Путеводитель* экскурсии по рекам Алдану и Лене // Междунар. экскурсия по проблеме границы кембрия и докембрия. М.; Якутск, 1973. С. 1–69.
- Раабен М.Е.* Строматолиты верхнего рифея (гимеосолениды). М.: Наука, 1969. 100 с. (Тр. Геол. ин-та АН СССР; Вып. 203).
- Радугин К.В.* О новой группе древнейших животных // Геология и геофизика. 1964. № 1. С. 145–149.
- Радугин К.В.* Проблема позднего протерозоя. Томск, 1973. 303 с.
- Розанов А.Ю.* Проблема нижней границы кембрия // Итоги науки. Общая геология и стратиграфия. М., 1966. С. 92–111.
- Розанов А.Ю.* Проблема ярусного расчленения нижнего кембрия // Итоги науки. Стратиграфия и палеонтология. Т. 3. М., 1972. С. 5–29.
- Розанов А.Ю., Миссаржевский В.В., Волкова Н.А. и др.* Томмотский ярус и проблема нижней границы кембрия. М.: Наука, 1969. С. 1–380.
- Савицкий В.Е., Евтушенко В.М., Егорова Л.И. и др.* Кембрий Сибирской платформы. М.: Недра, 1972. 200 с.
- Семихатов М.А.* Общая стратиграфическая шкала верхнего докембрия: состояние и перспективы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1973. № 9. С. 3–17.
- Семихатов М.А., Комар В.А., Серебряков С.Н. и др.* Юдомский комплекс стратотипической местности. М.: Наука, 1970. 207 с. Табл. 1–26. (Тр. Геол. ин-та АН СССР; Вып. 210).
- Совецание* по стратиграфии вендских отложений Сибирской платформы и ее непосредственного обрамления. Решения. Новосибирск, 1972. 44 с.
- Соколов Б.С.* О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5. С. 21–31.
- Соколов Б.С.* Основные вопросы додевонской стратиграфии Сибири // Геология и геофизика. 1961. № 10. С. 60–73.
- Соколов Б.С.* Вендский комплекс (венд) и проблема границы докембрия и палеозойской группы // Геология докембрия. М., 1961. С. 135–150. (Междунар. геол. конгр., XXII сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 10).

Соколов Б.С. Палеонтология докембрия и органический мир к началу фанерозоя // Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 25–30 сент. 1965 г.: Тез. докл. Новосибирск, 1965. С. 3–7.

Соколов Б.С. Древнейшие отложения раннего кембрия и сабеллитидиты // Там же. С. 78–91.

Соколов Б.С. Венд севера Евразии // Геология и геофизика. 1971. № 6. С. 13–22.

Соколов Б.С. Вендский этап в истории Земли // Палеонтология: Междунар. геол. конгр., XXIV сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 7. М.: Наука, 1972а. С. 114–124. Табл. I–V.

Соколов Б.С. Докембрийская биосфера в свете палеонтологических данных // Вестн. АН СССР. 1972б. № 8. С. 48–54.

Соколов Б.С. О значении древнейших микрофоссилий растительной природы // Микрофитофоссилии СССР. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1974. С. 5–11.

Соколов Б.С., Александрова Е.П. Атлас литолого-фациальных карт Русской платформы. Ч. 1: Палеозой, системы: синийская, кембрийская, ордовикская, силурийская. М.; Л.: Изд. ВНИГРИ, 1952.

Суворова Н.П. Обзор биостратиграфических исследований нижнего кембрия Сибири // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1973. Т. 48, № 1. С. 56–69.

Тимофеев Б.В. Микропалеофитологическое исследование древних свит. Л.: Наука, 1966. 147 с. Табл. I–LXXXIX. (Тр. Лаборатории геол. докембрия АН СССР).

Хоментовский В.В., Шенфельд В.Ю., Якишин М.С., Бутаков Е.Л. Опорные разрезы отложений верхнедокембрия и нижнего кембрия Сибирской платформы. М.: Наука, 1972. 356 с.

Шатский Н.С. О древнейших слоях осадочного чехла Русской платформы и о ее структуре в древнем палеозое // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952а. № 1. С. 17–32.

Шатский Н.С. О границе между палеозоем и протерозоем и о рифейских отложениях Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952б. № 5. С. 36–49.

Янишевский М.Э. Древнейший трилобит из нижнекембрийской синей глины – *Gdowia assatkini*, gen. et sp. nov. // Вопросы палеонтологии. Т. 1. Л.: Изд-во ЛГУ, 1950. С. 32–40.

Янкаускас Т.В. Крибрициатиды нижнего кембрия Сибири // Проблемы биостратиграфии и палеонтологии нижнего кембрия Сибири. М.: Наука, 1972. С. 161–244.

Хоментовский В.В., Репина Л.Н. Нижний кембрий стратотипического разреза Сибири. М.: Наука, 1965. 199 с.

Anderson M.M. A possible time span for the Late Precambrian of the Avalon Peninsula Southeastern Newfoundland in the light of worldwide correlation of fossils, tillites and rock units within the succession // Canad. J. Earth. 1972. Vol. 9, N 12. P. 1710–1726.

Bertran-Sariati J. Stromatolites columnaries du precambrien superieur du Sahara Nord-Occidental. CNRS Paris, 1972. P. 1–245+Bibliogr. (I–XXV).

Cloud P.E., Jr. Pre-metazoan evolution and the origins of the Metazoa // Evolution and environments / Ed. E.E. Drake. Yale Univ. Press. N. Haven, 1969. P. 1–72.

Cloud P.E., Jr. (Ed.). Adventures in Earth History. San Francisco, 1970. 992 p.

Cloud P. Possible stratotype sequence for the basal paleozoic in North America // Amer. J. Sci. 1973a. Vol. 273. P. 193–206.

Cloud P. Some early microbiotas and their bearing on the evolution of the primitive earth // Проблемы палеонтологии. М.: Наука, 1973б. С. 91–94.

Cloud P.E., Jr. Semikhatov M.A. Proterozoic stromatolites zonation // Amer. J. Sci. 1969. Vol. 267. P. 1007–1061.

Cowie J.W., Rushton A.W., Stubblefield C.J. A correlation of Cambrian rocks in the British Isles // Geol. Soc. London. Spec. Rep. 1972. N 2. P. 1–42.

Daily B. The base of the Cambrian and the first Cambrian faunas // Univ. Adelaide, Centre for Precambrian Res., Spec. Paper N 1. 1972. P. 13–37, pl. 1–2.

Final report Intergovernmental Conference of Experts for Preparing an International Geological Correlation Programme (IGCP). Paris, 19–28 Oct., ed. Unesco, 1971. P. 1–52.

Ford T.D. The Problematical Precambrian Fossil *Chuaria* // XXIV Intern. Geol. Congr. Montreal, sect. 1. 1972. P. 11–18.

Ford T.D., Breed W.J. The problematical precambrian fossil *Chuaria* // Paleontology. 1973. Vol. 16, pt. 3. P. 535–550. Pl. 61–68.

Fritz W.H. Cambrian biostratigraphy Mackenzie Mountains and Labrador // Pap. Geol. Surv. Canad. 1973. N 1, pt. A. P. 251–259.

Germis G.J.B. New sheilv fossils from Nama Group, South West Africa // Amer. J. Sci. 1972a. Vol. 272, N 8. P. 752–761.

- Germes G.J.B.* Trace fossils from the Nama group, South West Africa // *J. Paleontol.* 1972b. Vol. 46, N 6. P. 864–870.
- Germes G.J.B.* A reinterpretation of *Rangea sehneiderhoehni* and the discovery of a related new fossil from the Nama group, South West Africa // *Lethaia.* 1973. Vol. 6, N 1. P. 1–9.
- Glaessner M.F.* The base of the Cambrian // *J. Geol. Soc. Aust.* 1963. Vol. 10, pt. 1. P. 223–241.
- Glaessner M.F.* Geographic Distribution and Times Range of the Ediacara Precambrian Fauna // *Geol. Soc. Amer. Bull.* 1971. Vol. 72. P. 509–514.
- Glaessner M.F.* Precambrian Palaeozoology // *Unif. Adelaide, Centre for Precambrian Res. Spec. Paper N 1.* 1972a. P. 43–52.
- Glaessner M.F.* Precambrian fossils – a progress report // *Proc. IPU. XXIII Intern. Geol. Congr. Prague, Warszawa, 1972b.* P. 377–384.
- Glaessner M.F., Wade M.* Praecambridium – a primitive arthropod // *Lethaia.* 1971. Vol. 4. P. 71–77.
- Harland W.B., Gayer R.A.* The arctic Caledonides and earlier Oceans // *Geol. Mag.* 1972. Vol. 109, N 4. P. 289–314.
- Hofmann H.J.* Precambrian Remains in Canada: Fossils, Dubiofossils, and Pseudofossils // *XXIV Intern. Geol. Congr. Montreal. Sect. I.* 1972. P. 20–30.
- Holland C.H.* (Ed.). *Cambrian of the New World.* Wiley – Interscience. London, 1971. P. 1–456.
- Hupé P.* Sur le Cambrien inférieur du Maroc // *XXI Intern. Geol. Congr. Capenhagen, 1960. Pt. VIII,* P. 75–85.
- Jaeger H., Martinsson A.* Remarks on the problematic fossils *Xenusion auerswalde* // *GFF, Stockholm, 1967. Vol. 77.* P. 435–452.
- Lendzion K.* Stratigrafia kambru dolnego na obszarze Podlasia // *Inst. geol. biul.* 233, 69–157, Tab. I–XIX. Warszawa, 1972.
- Licari G.R., Cloud P.* Procariotic Algae Associated with Australian Proterozoic Stromatolites // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* 1972. Vol. 69, N 9. P. 2500–2504.
- Margulis L.* The Precambrian: Age of the Prokariote Microbes // *XXIV Intern. Geol. Congr. Montreal, sect. 1.* 1972. P. 42.
- Matthes H.W.* Bericht über das Allunions – Symposium der Akademie der Wissenschaften der UdSSR zur Paläontologie des Präkambriums und frühen Kambriums in Novosibirsk, Okt. 1965 // *Ber. Dtsch. Ges. Geol. Wiss. A: Geol. Paläont.* 12. Berlin, 1967. S. 717–735.
- Michniak R.* Petrography of the late Pre-Cambrian (Riphaean) and Cambrian of the eastern part of the Holy Cross Mountains // *Stud. Geol. Pol. Vol. XXX.* Warszawa, 1969. P. 1–106. Pl. I–XI.
- Orłowski S.* Kambr obniżenia podlaskiego // *Acta Geol. Pol.* 1973. Vol. 23, N 2. P. 365–374. Pl. 1–2.
- Preiss W.V.* Proterozoic stromatolites – succession, correlations and problems // *Univ. Adelaide. Centre for Precambrian Res., Spec. Paper N 1.* 1972. P. 53–62.
- Preiss W.V.* Palaeoecological interpretation of South Australian Precambrian stromatolites // *J. Geol. Soc. Austral.* 1973. Vol. 19, N 4. P. 501–532.
- Pringle I.R.* Rb-Sr age determinations on shales associated with the Varanger Ice Age // *Geol. Mag.* 1973. Vol. 109, N 6. P. 465–560.
- Rožanov A.Yu.* The Cambrian lower boundary problem // *Geol. Mag.* 1967. Vol. 104. P. 415–434.
- Shopf J.W., Haugh B.N., Molnar R.E., Satterthwait D.F.* On the development of metaphytes and metazoans // *J. Paleontol.* 1973. Vol. 47, N 1. P. 1–9.
- Samsonowicz J.* The Lower Cambrian of the Klimontów Anticlinorium // *Rep. Twenty-First Sess. IGC. Pt. CIII.* Copenhagen, 1960. P. 86–92.
- Sokolov B.S.* Le problème de la limite inférieure du paléozoïque et les dépôts les plus anciens sur les plates – formes antésiniennes de l'Eurasie // *Collog. Intern., LXXVI, CNRS.* 76. Paris, 1958. P. 103–128.
- Sokolov B.S.* Stratigraphic boundaries of Lower Paleozoic systems // *Rep. Twenty-Third ses. IGC, sect. 9.* Prague, 1968. P. 31–41.
- Sokolov B.S.* The Vendian stage in Earth history // *Intern. Geol. Congr. XXIV ses. Canada, 1972. Sect. 1.* Montreal, 1972a. P. 78–84.
- Sokolov B.S.* Vendian and Early Cambrian Sabelliditida (Pogonophora) of the USSR // *Proc. IPU. XXIII ses. Intern. geol. congr. Prague, Warszawa, 1972b.* P. 79–84. Pl. 1–2.

Sokolov B.S. Vendian of Northern Eurasia // Arctic Geology: Proc. Sec. Int. Symp. San Francisco (1971) // Amer. Ass. Petrol. Geol. Mem. Tulsa, 1973; 19. P. 204–218.

Spjeldnaes N.A. New Fossil (*Pupillomembrana* sp.) from the Upper Precambrian of Norway // Nature. 1963. Vol. 200, N 4901. P. 63–64.

Timofoev B.V. Sphaeromorphida géants dans le précambrien avancé // Rev. Paleobot. Palynol. 1970. T. 10. P. 157–160.

Verbeek T. Géologie et lithologie du Lindien // Ann. Mus. roy. Afr. cent. Sci. geol. 1970. N 66. P. 1–311.

Walter M.R., Preiss W.V. Distribution of Stromatolites in the Precambrian and Cambrian of Australia // XXIV Intern. Geol. Congr., Montreal, sect. 1. 1972. P. 85–93.

Wheeler H.E. Le rôle des concepts stratigraphiques dans le problème de la frontière Cambrien–Précambrien // Colloq. Intern., LXXVI, CNRS. Paris, 1958. P. 15–23.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ СТРАТИГРАФИИ ВЕРХНЕГО ДОКЕМБРИЯ И ПОЛОЖЕНИЕ ВЕНДА*

Неизвестно, как пойдет дальше разработка
стратиграфии докембрия...

В.В. Меннер

Слова к эпиграфу взяты из статьи, полной оптимизма. Ими я хочу подчеркнуть лишь трудности, стоящие на пути стратиграфического изучения докембрия – самого продолжительного и важнейшего отрезка истории формирования земной коры. Речь идет о таком отрезке истории Земли, который еще недавно считался просто “доисторическим” и в противоположность двенадцати периодам классической геохронологии именовался криптозоом, т. е. этапом хотя и возможных, но скрытых для исследователя жизнепроявлений. Это представлялось настолько очевидным, что понятия “фанерозой” и “криптозой” более трех десятилетий почти не употреблялись, казались ненужными. Положение изменили только недавние успехи изотопной геохронологии, показавшие, что докембрий в 6–7 раз превосходит по длительности фанерозой (кембрий–квартер), который, таким образом, естественно становится как бы мерилем возможных подразделений огромного докембрия и приобретает важную геохронологическую цельность.

Я не принадлежу к числу тех исследователей, которые считают аксиомой сложившиеся представления о полнейшей геохронологической стабильности совмещенных оснований фанерозоя, палеозоя и кембрия, однако как бы не расходились взгляды в геологической и палеобиологической оценке значения этого рубежа, будем пока принимать, что при любых структурных соотношениях комплексы пород, подстилающие самую древнюю биостратиграфическую зону кембрия (сейчас она еще строго не установлена), являются докембрийскими. В этой условности нет большой погрешности, поскольку физические характеристики пограничных пород могут меняться от совершенной однотипности в непрерывных осадочных разрезах до любых уровней метаморфизма, а нижнюю границу кембрия, при любом диапазоне ее поисков, только любители парадоксов могут совместить с подошвой венда или так называемого “терминального рифея”.

Если до недавнего времени все усилия десятков поколений геологов-стратиграфов были направлены на совершенствование стратиграфической шкалы фанерозоя, который приобретает для стратиграфии докембрия свойства некоего прототипа, то возникает законный вопрос: нельзя ли накопленный опыт по фанерозою – выработанная для него система иерархических подразделений, используемые для расчленения и корреляции методы, соотношение региональных и общих подразделений, подход к типизации стратиграфических границ и различные практические процедуры – применить к стратиграфии докембрия. Ответы на этот вопрос даются различные, вплоть до диаметрально противоположных. Я излагаю

* Проблемы стратиграфии и исторической геологии. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 20–29.

свое представление, ограничиваясь верхним докембрием или верхним протерозоем и уделяя основное внимание самому молодому подразделению – венду. Опыт разработки стратиграфии фанерозоя и решения его проблем в применении к стратиграфии докембрия естественнее всего попытаться использовать на примере докембрийского подразделения, непосредственно граничащего с кембрием.

Хотя за последние двадцать лет, особенно после известной Парижской сессии Комиссии по геологической карте Мира (апрель 1958 г.), в литературе появилось немало остроумных и совсем неостроумных высказываний по поводу состояния и перспектив совершенствования стратиграфической шкалы докембрия и подхода к стратиграфической корреляции докембрийских комплексов, фактически нигде в мире не было признано необходимым и своевременным освободиться от “оков” архея и протерозоя. Параллельно широко распространилось представление о крупном трехчленном делении всего докембрия, но и оно не вступило в противоречие с основами традиционного деления, поскольку речь шла об определении внутреннего рубежа в пределах протерозоя.

Пожалуй, наибольшей новизной характеризовалась общая стратиграфическая шкала докембрия Л.И. Салопа [1968, 1970, 1973], но эта терминология пока не прижилась, а принятые в схеме радиоизотопные геохронологические границы без всяких препятствий позволяют переходить на подразделения докембрия, ставшие более привычными. Внутренняя логика этой схемы оказалась не в силах разрушить инерцию этой привычной простоты.

На тектонических и геологических картах Мира и СССР, как и прежде, выделяются области архейских и протерозойских (свекофеннской, карельской, готской и др.) складчатостей. А в стратиграфическом отношении архей и протерозой, выделяясь на всех континентах, лишь в той или иной степени детализируются, отражая важнейшие типы региональной стратиграфии докембрия (щиты и основания плит древних платформ). В СССР основы расчленения докембрия подверглись фундаментальному рассмотрению в 1963 г., когда МСК СССР и три его постоянные комиссии признали необходимым сохранить архей и протерозой в шкале докембрия как два главных подразделения, определили важнейшую роль пяти рубежей в геохронологии докембрия (они сохраняют свое значение и сейчас), безоговорочно установили, что трехчленный рифей и синий (я считаю эти подразделения эквивалентными) должны входить в состав протерозоя, а по мнению большинства экспертов МСК, и венд должен занять место позднейшего (четвертого) подразделения верхнего протерозоя, пограничного с кембрием [Постановления МСК..., 1963, вып. 7].

Вывод о равновеликости стратиграфических объемов верхнего докембрия, верхнего протерозоя и рифея (три стратиграфических комплекса) вместе с вендом представлялся столь значительным, особенно с определением изотопных датировок границ и некоторой палеобиологической характеристикой четырех подразделений верхнего протерозоя СССР, что МСК рекомендовал представить к XXII сессии Международного геологического конгресса новую стратиграфическую шкалу верхнего протерозоя. Такая шкала была опубликована в докладах, представлявшихся конгрессу [Обручев, 1964]. В состав верхнего протерозоя как самостоятельные подразделения вошли рифей (рифей I, рифей II, рифей III) с подошвой 1550–1600 млн лет и венд с кровлей около 550 млн лет.

Эта же схема легла в основу капитальной сводки “Верхний докембрий” [1963] в серии “Стратиграфия СССР”, вошла в известную геохронологическую шкалу верхнего протерозоя СССР [Гаррис и др., 1964] и получила наиболее полное обоснование в известной книге Б.М. Келлера “Верхний протерозой Русской платформы (рифей и венд)” [1968]. Хотя в предисловии к последней книге ее редактор А.А. Богданов и обратил внимание на стратиграфическую неустроенность “венд-

ского комплекса, все еще занимающего сиротливое положение между рифейской и палеозойской группами”, однако ни у него самого, ни у абсолютного большинства геологов не было сомнения, что венд является подразделением докембрийским, входит в состав верхнего протерозоя, но занимает особое положение в стратиграфической шкале. Именно в силу этого особого положения венд и не мог быть поглощен ни большим рифеем (хотя такие попытки были и остаются), ни близким к нему по объему, но все же небольшим, кембрием (теперь этот взгляд, когда-то доминировавший, полностью отпал).

С наибольшей очевидностью представление о самостоятельности венда укрепилось десять лет назад (1967) после Уфимского совещания по стратиграфии пограничных отложений докембрия и кембрия [Постановления МСК..., 1972, вып. 12], когда были уточнены радиологические датировки границ венда ($680 \pm 20 - 570 \pm 10$ млн лет), подтверждена реальность древнейших дотрилобитовых слоев нижнего кембрия, заново проанализированы все палеонтологические данные, характеризующие верхний рифей, венд и нижний кембрий, определен стратотипический объем венда Восточно-Европейской платформы и его аналогов и особо подчеркнута историко-геологическая специфика нижней границы венда, нуждающейся в дополнительном обосновании.

Обыкновенная статистика работ советских и зарубежных исследователей по верхнему протерозою показывает, что рифей и венд стали сейчас самыми популярными подразделениями этой части докембрия. Однако известные различия в подходе к определению стратиграфических границ подразделений рифея, венда и нижнего кембрия, к определению границы самого кембрия и докембрия, а также к палеонтологическому обоснованию подразделений верхнего протерозоя вообще выдвинули ряд дискуссионных вопросов и даже породили попытки существенной ревизии сложившихся в 60-е годы представлений.

Посмотрим, какие же для этого возникли основания, какие появились новые факты, заставляющие отбрасывать одни представления и отдавать предпочтение другим, какие усовершенствования в стратиграфических методах и какие новые идеи либо позволяют улучшить теперь прежнюю схему, либо, наоборот, требуют ее коренного пересмотра?

Выделяя венд как особое крупное подразделение, непосредственно предшествующее кембрийской системе, и обосновывая его историко-геологическую и историко-биологическую специфику, подход к определению стратиграфических границ, к корреляции разнофациальных отложений венда, к определению его места в стратиграфической шкале, я, вероятно, привел за последние 25 лет [Соколов, 1952, 1958, 1964, 1968, 1971, 1972, 1977] все более или менее существенные аргументы в защиту его самостоятельности. На протяжении этих лет менялись и уточнялись мои собственные взгляды, но не изменились положения, которые я считаю исходными и принципиальными. Вот важнейшие из них.

1. Венд не является ни аналогом (платформенным) рифея, как первоначально считал Н.С. Шатский [1952], ни его какой-то части, хотя такая точка зрения существует как логически вынужденная. Для ее поддержки в рифее Урала приходится искусственно создавать разнородное, не имеющее верхней границы, четвертое – “терминальное” – подразделение, распространять на него целиком микропалеофитологическую характеристику фациально иного карбонатного юдомского комплекса востока Сибирской платформы и, естественно, вводить новое название – вендомий [Келлер, 1973; Меннер, 1974]. Предполагается, что путем этих операций усиливается значение рифея как целостного планетарного стратиграфического подразделения, а венд оказывается лишь региональным подразделением Восточно-Европейской платформы, поглощаемым вендомием [Келлер и др., 1974].

Такой подход к обоснованию общего стратиграфического подразделения мне представляется столь же ошибочным, как и использование формационно-тектонического критерия при определении стратиграфических границ подразделений общей шкалы. В противном случае, например, палеозой пришлось бы делить на “каледоний” и “герциний” со скользящими границами. Для стратиграфии фанерозоя это абсолютно неприемлемо, но, возможно, пока допустимо для определения более условных и подвижных границ внутри самого докембрия, где изотопные датировки границ могут иметь погрешность, достигающую и даже превышающую продолжительность любого из фанерозойских периодов.

2. Из сказанного следует, что верхняя и нижняя границы венда принципиально не могут быть обоснованы использованием только одного какого-либо геологического или биохронологического метода, подобно, например, палеонтологическому (палеозоологическому) методу, столь успешно разработанному при изучении биостратиграфии фанерозоя. В то время как верхняя граница венда целиком опирается на применение фанерозойского принципа биостратиграфии, поскольку одновременно эта граница является и нижней границей кембрийской системы, нижняя его граница оказывается на таком уровне в пределах верхнего протерозоя, где интервал условных допущений (“стратиграфическая ошибка”) значительно увеличивается. Палеонтологический метод уже не может привлечь здесь для относительной геохронологии наиболее тонкий из выявленных эволюционный потенциал древних Metazoa, а эволюция микроорганизмов неживотного происхождения (фитопланктон, нитчатые водоросли, споры грибов, акритархи) и фитолитов (строматолиты, микрофитолиты) еще плохо изучена и представляется пока очень монотонной.

Изотопные датировки этой границы, полученные главным образом К-Аг-методом, крайне противоречивы и даже в лучших случаях должны приниматься с поправкой $\pm 3-5\%$, т. е. 20–30 млн лет. В этих условиях мы лишены объективной возможности доказать, что возраст нижних границ венда Восточно-Европейской платформы, юдомского комплекса Сибири или ашинской серии и ее аналогов на Урале безоговорочно различен или полностью совпадает.

Вне всякого сомнения, предпочтение приходится отдавать комплексу всех данных и среди них особенно событиям историко-геологического характера (изменения климата Земли, выразившиеся в появлении горизонтов тиллитов и других ледниковых образований; перерывы в осадконакоплении и смены типов осадконакопления, например появление характерных вулканогенно-осадочных комплексов; трансгрессивное поведение чехла отложений, непосредственно связанного с заведомо древними отложениями кембрия – для венда древних платформ это особенно характерно). Историко-геологический метод отнюдь не безупречен, но в совокупности с данными изотопной геохронологии, палеобиологическими данными и особенно при условии безошибочной возможности выявления повторяющейся в пространстве последовательности (место в стратиграфическом разрезе) индикаторных геологических явлений определение нижней границы венда или границы венда и верхнего рифея не вызывает в большинстве случаев непреодолимых трудностей.

Дуализм в решении вопроса о верхней и нижней границах венда нельзя рассматривать как нарушение так называемого биостратиграфического принципа, все более широко распространяемого на изучение верхнего протерозоя (выявление зон распространения фитолитов и микрофоссилий). Определяемая таким образом нижняя граница венда может служить наиболее важным пока эталоном подхода и к определению границ внутри рифея – между верхним и средним, средним и нижним и особенно нижним рифеем и карелием, поскольку последовательное применение биостратиграфического принципа просто невозможно. Все эти гра-

ницы, особенно в циклически построенном стратотипическом разрезе рифея Урала, еще более условны, о чем свидетельствуют сохраняющиеся трудности в корреляции подразделений рифейского разреза горной Башкирии с верхнепротерозойскими разрезами других районов СССР и других континентов. Карбонатные толщи этих разрезов, содержащие остатки строматолитов и микрофитолитов, часто занимают совсем иное стратиграфическое положение (Сибирь, Канада, Австралия, Африка), а рифейские таксоны (формальные роды и виды) строматолитов нередко имеют существенно иные пределы возрастного распространения, появляясь даже в афебии.

3. Проблема границы докембрия и кембрия не может быть сведена к проблеме границы рифея и кембрия, поскольку такой границы физически не существует во всей стратотипической области уральского рифея; даже его “терминальное” подразделение перекрывается не кембрийскими отложениями, а средним ордовиком и даже средним девонем. Выбор же возможного стандарта границы рифея и кембрия в каком-либо другом регионе (например, Сибири) пока полностью исключен из-за указанной выше значительной условности корреляции всех типовых подразделений рифея горной Башкирии с подразделениями рифея других районов СССР. Как показывает опыт, такая процедура избрания типовой стратиграфической границы практически возможна лишь в фанерозое, где существует дробная зональная корреляция.

Подлинная граница докембрия и кембрия есть граница венда (и его стратиграфических аналогов) и древнейших слоев кембрия **в непрерывном палеонтологически охарактеризованном разрезе**, по крайней мере, до кровли томмотского или балтийского яруса. Этот вопрос уже был подробно рассмотрен ранее [Соколов, 1974, 1976а,б].

4. Будучи предельно приближенным к основанию классического фанерозоя, венд выявляется как самое четкое стратиграфическое подразделение позднейшего протерозоя, отражающего такие сопряженные планетарные этапы биологической и физико-геологической эволюции, как: 1) широчайшее распространение неповторимой биоты Metazoa и Metaphyta венда эдиакарского типа и 2) развитие непосредственно предшествующего этому палеобиологическому этапу во многих областях Земли гляциального комплекса отложений, распад и исчезновение которого породили огромную трансгрессию в кратонных областях. Разумеется, речь идет не о полной синхронности планетарных событий (гляциальный комплекс во многих местах вообще выпадает и ему соответствует предвендский или предюдомский, как на Сибирской платформе, перерыв), а об их безусловно сравнимой последовательности (ниже томмотского или алданского биохронологического реперного уровня) в отдаленных областях существующих ныне континентов (в венде и их положение возможно было и иным).

Такие вопросы, как принадлежность венда к палеозойской группе или фанерозою (о чем я когда-то много писал и говорил), приходится сейчас считать менее принципиальными, поскольку формально венд, с любой точки зрения, – докембрий, хотя геологические события “палеозойского типа”, несомненно, начались с венда, а не с кембрия, и это еще один из аргументов в пользу отделения венда от рифея. Именно поэтому в современной литературе по анализу историко-геологических процессов столь распространено выражение “венд-палеозойский этап” (особенно в нефтяной геологии). Главный же вопрос заключается в одинаковом понимании основ корреляции вендских отложений.

Совершенно неприципиальным я считаю вопрос о “неустроенности” венда и его незначительной продолжительности (70–100 млн лет) по сравнению с сотнями миллионов лет рифейской истории. Стремление к однотипной стратиграфической калибровке подразделений не только докембрия, но и фанерозоя (срав-

Общая стратиграфическая шкала докембрия СССР

Зоны	Уфимская шкала докембрия СССР (1977, май)		Геохронологические подразделения (млн лет)	
Фанерозой (РН)	Палеозой (PZ)		Кембрий (Є)	
—570±20	—570±20		—570±20	
Протерозой (PR)	верхний (PR ₂)	венд (V)		
		—680±20		—680±20
		кудаш (R ₃ ^{kd})	—700±25	—700±25
		верхний (R ₃)	—1050±50	—1050±50
		средний (R ₂)	—1350±50	—1350±50
		нижний (R ₁)	—1650±50	—1650±50
	нижний (PR ₁)	карельский (K) (афегий)	—1900±100	—1900±100
—2600±100	—2600±100	—2600±100	—2600±100	
Архей (AR)			—3000±100	
			>3500	

ните подразделение силура и кембрия или мела) механистично и лишено естественно-исторического смысла. “Аршинная стратиграфия” может нас только увести в сторону от подлинно научных историко-геологических проблем, и искусственную разбивку геохронологической шкалы на однотипные отрезки не следует путать с периодичностью в сложном ходе геологического процесса (см. табл.).

ЛИТЕРАТУРА

Аналоги вендского комплекса в Сибири / Под ред. Б.С. Соколова, В.В. Хоментовского. М.: Наука, 1975. 252 с.

Вендомий (терминальный рифей) и его региональные подразделения / Под ред. В.В. Меннера. М.: Изд-во ВИНТИ, 1974. 127 с. (Итоги науки. Стратиграфия и палеонтология; Т. 5).

Верхний докембрий // Стратиграфия СССР / Под ред. Б.М. Келлера. М., 1963.

Гаррис М.А., Казаков Г.А., Келлер Б.М. и др. Геохронологическая шкала верхнего протерозоя (рифей и венд) // Докл. сов. геологов на XXII сес. МГК. Пробл. 3. М.: Наука, 1964. С. 431–455.

Келлер Б.М. Верхний протерозой Русской платформы (рифей и венд). М.: Изд-во МГУ, 1968. 101 с.

Келлер Б.М. Венд, юдомий, терминальный рифей (вендомий) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1973, № 1. С. 86–92.

Келлер Б.М., Меннер В.В., Степанов В.А. и др. Новые находки Metazoa в вендомии Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1974. № 12. С. 130–134.

Меннер В.В. Три основные проблемы стратиграфии // Вестн. МГУ. Сер. геол. 1975. № 6. С. 7–18.

Обручев С.В. Основные подразделения протерозоя СССР // Докл. сов. геологов на XXII сес. МГК. Пробл. 10. М.: Недра, 1964. С. 9–15.

Постановления МСК. Вып. 7. Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1963.

Постановления МСК и его постоянных комиссий. Вып. 12. Л., 1972.

Салоп Л.И. Докембрий СССР // Докл. сов. геологов на XXIII сес. МГК. Пробл. 4. Л.: Наука, 1968. С. 5–15.

Салоп Л.И. Пересмотр геохронологической шкалы докембрия // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1970. Т. 10, № 4. С. 115–131; Т. 10, № 5. С. 5–26.

Салоп Л.И. Общая стратиграфическая шкала докембрия. Л.: Недра, 1973. 309 с.

Соколов Б.С. О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5. С. 21–31.

Соколов Б.С. Проблема нижней границы палеозоя и древнейшие отложения докембрийских платформ Евразии // Геологический сборник 3. Л., 1958. С. 5–67. (Тр. ВНИГРИ; Вып. 126).

Соколов Б.С. Вендский комплекс (венд) и проблема границы докембрия и палеозойской границы // Геология докембрия. М.: Недра, 1964. С. 135–150. (Докл. сов. геологов на XXII сес. МГК. Пробл. 10).

Соколов Б.С. Стратиграфические границы нижнепалеозойских систем // Докл. сов. геологов на XXIII сес. МГК. Пробл. 6. М.: Наука, 1968. С. 5–15.

Соколов Б.С. Венд севера Евразии // Геология и геофизика. 1971. № 6. С. 13–22.

Соколов Б.С. Вендский этап в истории Земли // Докл. сов. геологов на XXIV сес. МГК. Пробл. 7. М.: Наука, 1972. С. 114–124.

Соколов Б.С. Основные результаты Международного симпозиума по границе докембрия и кембрия // Геология и геофизика. 1974а. № 4. С. 18–26.

Соколов Б.С. Проблема границы докембрия и кембрия // Геология и геофизика. 1974б. № 2. С. 3–29.

Соколов Б.С. Metazoa докембрия и вендо-кембрийский рубеж // Палеонтол. журн. 1976а. № 1. С. 3–18.

Соколов Б.С. Органический мир Земли на пути к фанерозойской дифференциации // Вестн. АН СССР. 1976б. № 1. С. 126–143.

Соколов Б.С. Перспективы биостратиграфии докембрия // Геология и геофизика. 1977. № 11. С. 54–70.

Шатский Н.С. О границе между палеозоем и протерозоем и рифейских отложениях // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5. С. 36–49.

ВЕНДСКАЯ СИСТЕМА: ПРЕДКЕМБРИЙСКАЯ ГЕОБИОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА*

Тридцать лет изучения венда в СССР и особенно новые достижения в изучении его фауны, флоры и экологической специфики вендского периода в целом приводят к выводу, что венд и его аналоги (“эокембрий” s. str., эдиакарий, “синий-синяя система” s. str. и т. п.) заключают настолько своеобразную планетарную биоту, что венд как система занимает совершенно особое место в общем геобиологическом процессе.

Долгое время считалось, что кембрийская фауна Земли появилась с загадочной внезапностью, что ее предшественники лишь гипотетичны и что в стратиграфии докембрия не может быть использован палеонтологический метод, поскольку весь ход эволюционного процесса в докембрии стерт. Все эти заключения, как мы теперь знаем, оказались ошибочными. Но ошибочными не потому, что были открыты разнообразные фитолиты (последние были известны и десятки лет тому назад), а потому, что совершенно независимо от наметившейся схемы экологической трансформации этих, действительно частых, но не истинных остатков организмов были открыты совершенно новые группы микроорганизмов, богатейшего фитопланктона, Metaphyta, Metazoa и крайне важные для понимания эволюции органического мира следы их жизнедеятельности. Только эти открытия и имеют фундаментальное значение для биологии, эволюционной теории, биохронологии и тем самым биостратиграфии.

Большинство зарубежных исследователей докембрийской жизни предпочитают пока вести лишь хронологию (обычно региональную хронологию) открываемых биот (можем сказать – микробиот), привязанных к соответствующим изотопным датировкам [Schopf, 1975; и др.], или фиксировать кардинальные моменты биологической и экосистемной эволюции [Cloud, 1976; и др.]. Однако все без исключения современные исследователи признают, что самая определенная морфологически, дифференцированная в биологическом отношении (а не монотипная) и занимающая наиболее четкое стратиграфическое положение биота среди всех докембрийских биот – это венд-эдиакарская биота бесскелетных Metazoa. Ее типом явилась локальная и стратиграфически первоначально спорная фауна Эдиакары в Южной Австралии, докембрийский возраст которой был впервые наиболее убедительно обоснован М. Глесснером [Glaessner, 1958, 1960, 1972, 1977; и др.]. Стратиграфически австралийская фауна принадлежит к верхней части аделаидия и отделяется от подошвы кембрия (формация Парачилна-?Уратанна) мощной серией немых песчаников и одним-двумя стратиграфическими перерывами [Дэли, 1976; Daily et al., 1976].

За последние 10–15 лет география фауны эдиакарского типа необычайно расширилась, а ее геологическую позицию на всех континентах и во множестве

* Палеонтология. Стратиграфия. М., 1980. С. 9–21. (Международ. геол. конгр. XXVI сесс. Докл. сов. геологов).

новых местонахождений удалось четко выделить. Уровень биологического изучения венд-эдиакарской фауны также сильно возрос и сейчас более или менее сопоставим лишь с палеонтологической изученностью кембрийского периода, а не рифея или любого другого подразделения протерозоя.

По своему типовому составу и месту, занимаемому в истории эволюции животного мира, венд-эдиакарская фауна столь специфична, что даже наиболее осторожные и первоначально предубежденные исследователи [Келлер и др., 1976] поняли ее исключительную важность для биостратиграфии. Теперь уже без особых оговорок признается ее примерная одновозрастность (древнее суннагинского горизонта и в основном моложе лапландской гляциальной эпохи, если пользоваться геохронологическими рамками, принятыми в СССР) в разрезах венда Русской платформы, юдомского комплекса Сибири, ашинской серии Урала, серии Марино Южной Австралии (паундские песчаники), серии Нама Южной Африки, серии Концепшн Ньюфаундленда, Чарнвудских отложений Англии и т. п. О неопределенности и фрагментарности наших знаний в этой области сейчас перестали говорить: при всей недостаточности этих знаний, они превосходят все, что нам известно об остальном докембрии.

Представление о совершенно своеобразном вендском-эдиакарском этапе в истории развития органического мира, как и вообще Земли, которое наиболее полно стало формироваться в начале 70-х годов [Соколов, 1972; Glaessner, 1972; и др.], теперь находит массу сторонников. И суть этого представления, конечно, не в том, что оно придает какую-то завершенность рифейскому этапу продуцирующей деятельности прокариот, а совсем в другом, принципиально новом и более важном: на протяжении этого этапа мы впервые видим появление многочисленных морфологически диагностируемых Metazoa и Metaphyta, принадлежащих ряду новых типов животных и растений, которые достигли своего исключительного разнообразия в фанерозое. Ни в позднем рифее (древнее 680 ± 20 млн лет), ни в каких-либо других аналогичных по возрасту отложениях протерозоя пока нет данных для такой диагностики, хотя предки многих довендских многоклеточных, несомненно, появились по крайней мере в интервале 1000–700 млн лет, судя по редким палеоихнологическим проявлениям неопределимого бентоса. Венд-эдиакарский этап эволюции поэтому четко отделен от рифейского и более связан с кембрийским, на что недавно еще раз было обращено особое внимание [Соколов, 1977; Glaessner, 1977; Cloud, 1977].

Все наши знания о позднейшем стратиграфическом подразделении докембрия, суммированные в связи с деятельностью Международной рабочей группы по границе докембрия и кембрия и проведенными по этой программе исследованиями [Cowie, Glaessner, 1975], позволяют сделать заключение, что венд СССР принадлежит к числу наиболее хорошо изученных, четких и полных подразделений, имеющих первостепенное значение для типизации нижней границы кембрийской системы.

Мнение о том, что в стратиграфической шкале верхнего докембрия СССР существует противоречивое понятие венд в трех разных объемах, совершенно не имеет почвы для своего распространения, особенно в качестве основания для замены венда вендомием. Действительно, первоначально, в 1949–1950 гг., занимаясь палеогеографией древнейшего осадочного чехла Русской платформы, я назвал вендом (вендская серия) предшествующие нижней кембрии (балтийская серия) отложения в составе гдовской и “ляминаритовой” (котлинской) свит. Позднее за ними укрепилось название “валдайская серия”. Необходимо при этом помнить, что в те годы название “гдовская свита” было собирательным для всех “доляминаритовых” отложений, включая редкинскую серию Московской синеклизы, вулканогенно-осадочные отложения Белоруссии и Волыни (вилечанская и свислочская свиты волынской серии, появившиеся в литературе позднее) и т. п.

Основными признаками венда были: 1) тесная связь с кембрием (отсюда название “докембрийский палеозой”) и 2) структурное положение в основании чехла древнейших отложений платформы, перекрывавших фундамент и более древние протерозойские отложения, “сердобско-пачелмского типа”, приуроченные к узким тектоническим зонам, названным Н.С. Шатским авлакогенами. Эти признаки прочно укрепились за вендом и сделали его популярным не только в СССР, но и на других континентах, где формировался базальный член чехла, более или менее близкий по положению и возрасту к поставлакогенному венду Русской платформы.

Накопление огромного нового фактического материала (в связи со сплошным разбуриванием чехла Русской платформы) позволило в дальнейшем внести много важных региональных уточнений в стратиграфию венда, в его палеонтологическую характеристику, привело к пополнению стратиграфической схемы новыми подразделениями, дало основание для значительной детализации литолого-палеогеографической истории вендского периода на Русской платформе. Однако общие критерии обособления венда как докембрийской протосистемы полностью сохранились, получив дальнейшее развитие на Сибирской платформе, где юдомский комплекс стал опорным региональным эквивалентом венда, представленным карбонатными и карбонатно-терригенными фациями, в отличие от сплошных морских терригенных фаций на Русской платформе и на Урале. Подход к выделению венда в СССР, опыт его изучения в разнофациальных условиях и методы корреляции вендских отложений, несомненно, очень поучительны и для других регионов мира.

Что же такое три разных венда? Приведенная историческая справка показывает, что в соответствии с современной стратиграфической номенклатурой к венду были отнесены тиллитонсная вильчанская серия (в основании), осадочно-вулканогенная волынская серия (в толковании, даваемом А.С. Махнач с соавт. [1976], т. е. включая свислочскую свиту, о которой имеется много противоречивых сведений) и валдайская серия – основной и исходный типовой элемент венда. Вариации этой схемы: выделение только одной довалдайской серии – волынской (вильчанская и “свислочская” свиты), обособление редкинской серии (что, я думаю, было бы правильно), разные соотношения верхнебавлинской и валдайской серий и т. д. не имеют принципиального значения. Венд в таком объеме наиболее прочно вошел в нашу стратиграфию и был рекомендован всеми основными документами МСК для практического использования при геологических работах по верхнему докембрию в СССР (см. последние работы Ю.Р. Беккера и др.).

Строго говоря, другого “официального” венда в СССР нет. Однако это не значит, что нет различий в его предпочтительном толковании разными исследователями. Как уже отмечено выше, некоторые исследователи Геологического института АН СССР пользуются и иной номенклатурой. Кроме того, например, Л.И. Салоп [1973, 1977] венду предпочитает название эокембрий, с которым связывает на Русской платформе только валдайскую серию (но со свислочской свитой), а на Сибирской – всю юдомскую свиту(!); в Австралии – серию Вилпена (т. е. отложения над верхним тиллитом) и т. д. В его понимании, как и в понимании К.Э. Якобсона и Н.С. Крылова [1977], это и есть венд *s. str.* Как видно даже из ограниченного перечня сопоставляемых подразделений, здесь заключены и венд *s. str.* (валдайская серия) и венд *s. l.* (юдомская свита, т. е. терминальный рифей Б.М. Келлера [1971, 1973]). Но наиболее существенное значение имеет не корреляция, а исключение из венда всех образований эпохи позднейшего предкембрийского оледенения – варангерской-лапландской, Марино и т. п. В этом смысле венд уже использовался как подразделение общей шкалы и в Австралии.

Однако я не считаю, что даже в такой, чисто формационной, постановке стратиграфической проблемы, возникает существенное противоречие с моим (наиболее распространенным) пониманием венда как биостратиграфического подразделения верхнего докембрия. Ведь самое главное заключается в его палеонтологической характеристике и в отношении к кембрию, граница с которым будет установлена только на фанерозойском принципе.

В СССР это в равной мере относится как к Русской платформе (граница верхов валдайской серии с балтийской), так и к Сибирской (граница юдомской свиты и “полного” суннагинского горизонта). Немакит-далдынский и ровенский горизонты, имеющие крайне близкие фауну *Sabelliditida* (*Sabellidites* ex. gr. *cambriensis* Yan., *Paleolina evenkiana* Sok. и др.), некоторых других редких тубулярных беспозвоночных и флору группы *Vendotaenides*, могут занять положение самого позднейшего подразделения венда, если граница не станет выбираться еще выше в непрерывной трилобитовой последовательности или по подошве зоны *Mobergella holsti* (в последнем случае сохранился бы “европейский традиционализм”). Но это подразделение, как некоторые допускают, может оказаться и в составе кембрийской системы – в качестве еще одного ее особого базального “подъюруса”, предшествующего томмотскому.

Судя по современным идеям, пользующимся поддержкой многих членов Международной группы экспертов по границе докембрия и кембрия, немакит-далдынский горизонт и его стратиграфические аналоги с наибольшей вероятностью найдут свое окончательное место в общей шкале венда. Если это так, то могут получить свое объяснение некоторые пока очень односторонне рассмотренные случаи возможного сочетания в близких или одних и тех же местонахождениях фаун “эдиакарского” и “раннекембрийского” типов, включая? крибрициатид (*Cloudina*) из серии Нама [Germis, 1972], которую Г. Пфлюг [Pflug, 1974], Б.М. Келлер [1976] и М. Глесснер [1971] справедливо считают, несмотря на эти находки, докембрийской или вендской, близкой по возрасту к валдайской серии.

В Сибири еще неясным остается соотношение иркутского горизонта, заключающего в одних местах остатки *Paleolina evenkiana* Sok., а в других остатки *Baikalina sessilis* Sok., *Pteridinium* sp., *Margaritichnus* ex. gr. *linearis* Fed. (ассоциацию близкую к намской) и немакит-далдынского горизонта с *Sabellidites* sp., *Paleolina evenkiana* Sok., *Anabarites trisulcatus* Miss. *Angustiochrea lata* Val. et Sys. и другими своеобразными тубулярными формами беспозвоночных и с остатками вендотенидных растений. Если будет доказана их одновозрастность, то это еще один пример сосуществования в разнофациальных условиях бесскелетных эдиакарского типа и преимущественно тубулярных хитиноидных и имеющих минерализованную оболочку организмов, считающихся обычно кембрийскими. Досуннагинское стратиграфическое положение этих и ряда других аналогичных фаунистических ассоциаций следует сейчас признать фактом, даже с учетом важных критических замечаний И.Т. Журавлевой [1975; и др.].

Пока мы можем говорить лишь о тенденции возможного влияния этого факта на определение границы венда и кембрия. Для венда же в собственном смысле исключительное значение имеют открытия фауны эдиакарского типа заведомо ниже немакит-далдынского–ровенского геохронологического уровня. В Сибири это уже давно известные раннеюдомские *Glaessnerina sibirica* Sok. Оленекского поднятия (возраст около 675 млн лет), медузоиды *Suvorovella aldanica* Vol. et Masl. (этот вид совершенно ошибочно относят то к археоциатам, то к водорослям) и особенно *Cyclomedusa* ex gr. *plana* Glaessn. et Wade бассейна р. Мая; среднеюдомская *Cyclomedusa* ex gr. *davidi* Sprigg выступа Енисейского кряжа и другие [Соколов, 1976; Хоментовский, 1976]. Медузоиды, близкие к медузоидам венда Подолы, открыты, как известно, и в ашинской серии Урала [Беккер и др., 1975].

Несомненно, однако, самое выдающееся значение для палеонтологической характеристики венда имеет фауна бесскелетных организмов, открытая в валдайской серии Русской платформы (Подолия, Московская и Мезенская синеклизы, Восточное Приуралье, Беломорье). Серия находок, сделанных еще в 50-х годах, увеличилась сейчас открытием такой богатейшей фауны по Летнему и Зимнему берегам Белого моря (главная заслуга принадлежит М.А. Федонкину), которое с еще большим основанием, чем раньше, позволяет весь тип этой фауны именовать венд-эдиакарским. К тому же нигде в мире ассоциация этой фауны бесскелетных Metazoa не сопровождается столь же богатой палеоихнологической ассоциацией, ассоциацией остатков Metaphyta и удивительно обильного фитопланктона (акритарх).

При этой комплексности палеонтологической характеристики и полноте стратиграфического разреза вендско-кембрийской последовательности отложений венд Русской платформы, несомненно, приобретает значение основного эталона самого верхнего подразделения общей стратиграфической шкалы верхнего докембрия. Разрез венда на 100 % вскрыт в бассейне р. Днестр, на десятки метров по мощности и на многие десятки километров по протяженности он обнажен в Беломорье и вскрыт на полную мощность сотнями скважин по всей площади Русской платформы. Пока нигде еще отложения этого возраста не изучены более полно (весь седиментационный бассейн) и в палеогеографическом отношении. Все эти характеристики позволяют поставить венд на совершенно особое место, четко обособив его от кембрия и рифея как своеобразную докембрийскую стратиграфическую систему.

Здесь нет возможности и необходимости приводить полную и даже выборочную палеонтологическую характеристику венда и прежде всего его валдайской серии – так она обширна и многообразна. Общее представление о ней дают уже опубликованные работы по Metazoa и палеоихнологии [Соколов, 1964, 1972–1977; Келлер, 1976; Келлер и др., 1974; Келлер, Федонкин, 1976; Заика-Новацкий, Палий, 1968; Палий, 1976; Федонкин, 1976; Fedonkin, 1977; и др.], по Metaphyta – вендотенидной флоре [Гниловская, 1971, 1976], по микро- и макрофитопланктону [Тимофеев, 1959, 1973; Волкова, 1973; Асеева, 1976; Соколов, 1976; и др.], по древнейшим спорофитам [Волкова, 1976], по истории развития органического мира в докембрии вообще [Соколов, 1972, 1976, 1977]. Отмечу только, что основной материал находится еще в стадии изучения, и среди него особенно важен материал по многоклеточным (различные группы книдарий, птеридинииды, аннелиды, трилобитоморфы, ?эхинодерматы, сабеллидитиды, ?моллюски, следы Metazoa, бурые водоросли, грибы и проблематичные группы животных и растительных организмов). Именно эти многоклеточные организмы с их ярким эволюционным разнообразием и определяют неповторимую палеонтологическую и биостратиграфическую специфику венда. Для корреляции же особенно важна микрофлора одноклеточных и колониальных планктонных организмов.

В известной мере дискуссионным в вопросе об объеме венда действительно остается вопрос о довалдайских отложениях эпохи предшествующего оледенения, представленных часто терригенным материалом с тиллитами и тиллоидами с характерной плохой сортировкой и некоторыми молассоидными признаками. Эти отложения тесно связаны и с вулканогенными покровами. Являются ли они завершающим элементом позднерифейского цикла развития с определенной формационной направленностью и тем самым резко отделенными от типичного венда, или это нижнее, начальное подразделение венда как особой стратиграфической единицы верхнего докембрия? Только о таком венде можно говорить как о венде с характерной по своим историко-геологическим признакам нижней границей,

заведомо не изохронной, как и все границы в пределах докембрия, но колеблющейся в пределах хорошо геологически определимых. Два критерия здесь кажутся важнейшими:

1) уровень отложений, заключающих последние тиллиты (климато-стратиграфический критерий); 2) трансгрессивное залегание всего чехла пород, заключающего фауну венд-эдиакарского типа (комплексный критерий, хорошо приложимый, например, к юдомским отложениям Сибири). О контролирующем значении венд-кембрийской границы много говорилось выше.

При надлежащей полноте разреза указанные критерии границ венда вполне четко определяют его место в стратиграфической шкале. По существу, они одинаково пригодны и для венда в объеме валдайской серии-юдомского комплекса (точка зрения Л.И. Салопа, К.Э. Якобсона), и для венда с вильчанской серией в основании (т. е. с лапландским гляциальным горизонтом Н.М. Чумакова [1974]). В классическом обнаженном разрезе венда Подолии это основание образуют грушковская свита, ольчедаевские и ломозовские слои. Разделить их между рифеем и вендом невозможно [Великанов, 1977], и вместе с тем они образуют единое целое с вышележащим разрезом венда, начиная от ямпольских слоев, заключающих первые отпечатки книдарий *Nemiana simplex* Pal., а выше – уже *Cyclomedusa plana* Glaessn. et Wade и многие другие, вплоть до слоев с *Sabellidites cambriensis* Yan.

То, что важнейшее структурное несогласие на Русской платформе заключено между валдайской серией и фундаментом, – давно и хорошо известный факт. Однако и в Подолии, и в Оршанской впадине, и в Рязано-Саратовском прогибе, и в ряде других погружений фундамента платформы, где можно было бы вильчанскую серию (и ее аналоги) ставить в один вертикальный формационный ряд с рифеем авлакогенов, несогласие между вильчанской и валдайской сериями имеет обычный стратиграфический характер и ни в какое сравнение не идет с несогласием, характеризующим соотношение пачелмской серии верхнего рифея и вильчанской серии венда [Беккер и др., 1977]. Несомненно только одно: контур палеогеографического распространения вильчанской (или вильчанской-волынкой) серии значительно более ограничен, чем контур распространения отложений валдайской серии. Но это явление не выходит за рамки обычных при трансгрессивном соотношении осадочных комплексов.

Таким образом, пока нет оснований считать редуцированный венд более полноценной стратиграфической единицей, чем двухчленный венд современной схемы. Кроме того, присоединение вильчанской-волынкой серии к пачелмской серии как к объединяющему их подразделению рифея или “большого” венда [Постникова, 1977], породило бы много совершенно новых искусственных проблем в стратиграфии верхнего докембрия. Существенным кажется также то, что микрофлора вильчанской серии скорее связывает ее с валдайской, чем с пачелмской серией, что находки древнейших птеридинид в Сибири (*Glaessnerina*), вероятнее всего, находятся на возвратном уровне вильчанской-волынкой серии, что вообще изотопные датировки в той мере, в какой им можно доверять, скорее свидетельствуют о близком возрасте (650, 660, 675 млн лет) нижней части юдомского комплекса и вильчанской-волынкой серии.

Полагаю, что целостность венда в объеме вильчанской, волынской и валдайской серий в современной литературе наилучшим образом обоснована в работах по Подолии, Белоруссии и Московской синеклизе [Великанов, 1976; Махнач и др., 1976; Беккер и др., 1975, 1977]. Эту схему венда как общую для шкалы верхнего докембрия используют В. Харланд [Harland, 1975], М. Глесснер [Glaessner, 1977] и др. Венд рассматривается в них как надрифейское подразделение, состоящее из двух членов – нижнего, заключающего тиллитоносные отложения

(Varangian), и верхнего, заключающего отложения с фауной эдиакарского типа (Ediacarian). Легко видеть, что здесь целиком отражена типовая схема Русской платформы. Для него приняты фактически те же изотопные возрастные датировки, что и в СССР: 690–680–570 млн лет.

Терминальный рифей. Венд, таким образом, наиболее целостное конечное подразделение верхнего докембрия. Необходимость дальнейшего изучения и уточнения его границ совершенно не умаляет самостоятельности и независимости венда от рифея, тем более что хронологически и типологически пределы уточнения достаточно четко ограничены. При этом нижнее ограничение в любом случае не может совпадать с границей верхнего и “терминального” рифея, в который постепенно деформировался юдомий, вендомий или венд s. l. в смысле Б.М. Келлера [1973] и И.Е. Постниковой [1977].

Вместе с тем весь ход рассуждений, приведенных выше, показывает, что при возвращении венду в собственном смысле его прежнего объема оказались изолированными такие свиты, как укская на Урале, лапичская в Белоруссии и вся пачелмская серия Рязано-Саратовского прогиба, которая за многие годы проделала сложный путь миграции между рифеем и вендом. Но именно эти стратиграфические подразделения, единственные в европейской части СССР заключающие карбонатные породы с IV комплексом микрофитолитов, и стали основой ревизии стратиграфии верхнего докембрия на данных такой своеобразной палеонтологии и выделения терминального рифея – вендомия со стратотипом на Урале.

Несовместимость этих отложений с вендом вполне очевидна. Уже ранее она стала ясна по всем историко-геологическим данным [Беккер и др., 1975; Махнач и др., 1975; Солонцов и др., 1975; Соколов, 1975], а в палеонтологическом отношении обоснована выше. Еще на Кишиневском совещании Б.М. Келлером [Келлер, Крылов, 1974] было предложено выделить их в самостоятельные кудашские слои (кудаш) и рассматривать в качестве нижнего вендомия, перекрываемого “маркирующим волынским уровнем тиллитов”, т. е. вендом в собственном смысле, который с тех пор стал иногда именоваться верхним вендомием. Теперь все становится на свои места. В очень одобрительной рецензии, опубликованной уже после Второго Уфимского совещания, на неоднократно упоминавшуюся выше книгу А.С. Махнача с соавт. [1976] Б.М. Келлер [1977] вновь совершенно правильно вендом называет венд и только лапичская свита с юдомскими микрофитолитами, по его мнению, “скорее всего, относится к терминальному рифею”.

Вероятно, только в этом смысле и можно было бы употреблять выражение “терминальный рифей”. Однако и от этого лучше воздержаться из-за чуждого нашей стратиграфической терминологии слова “терминальный”. Для рифея должно быть сохранено естественное трехчленное деление (R_1 , R_2 и R_3), и кудаш является ни чем иным, как региональным подразделением верхнего рифея Урала. Если говорить о стратиграфическом подразделении в более широком понимании, то, конечно, самым приемлемым было бы название “пачелмская серия верхнего рифея”, как это и предлагалось в докладе Ю.Р. Беккера с соавт. [1977], а еще раньше Л.Ф. Солонцовым, В.В. Хоментовским и Е.М. Аксеновым [1975].

Микропалеофитологическим типом кудаша формально является укская свита, но последняя, как принято считать, характеризуется не какой-то специфической ассоциацией микрофитолитов, а юдомской. Однако стратиграфически кудаш не может быть эквивалентен юдомскому комплексу Сибири, поскольку он является довендским (доашинским). В лучшем случае он мог бы заключать раннеюдомскую ассоциацию микрофитолитов. Но существует ли такая?! С кудашом есть и еще одна трудность. Его радиоизотопные границы (700 ± 25 – 680 ± 20 млн лет) таковы, что весь возрастной объем “поглощается” погрешностью самого изотоп-

ного метода определения возраста. Следовательно, за пределами стратотипического разреза укской свиты, если нет руководящей специфически укской ассоциации микрофитоцитов, кудаш нераспознаваем. По этой причине его и приходится пока считать самым верхним, но лишь региональным подразделением верхнего рифея, а точнее – каратауской серии.

С этим фактом нельзя не считаться. Обойти же его можно только одним путем, который обычно и используется: считать, что “юдомский комплекс микрофитоцитов” то же самое, что кудашский. Но тогда кудашская-юдомская ассоциация микрофитоцитов только и пригодна для того, чтобы выделять стратиграфическое подразделение в объеме кудаша и венда вместе взятых, т. е. “терминальный рифей” – вендомий, а возможно, и еще шире, поскольку “юдомские микрофитоциты” не редкость даже в среднем–верхнем рифее, а убедительная стратиграфическая проверка не всегда возможна. Допускаю, что для отдельных и новых районов, где не может быть применена комплексная методика выделения венда и определения его границ, и такое заключение о возрасте, как предварительное, может иметь значение. Но это уже совершенно не относится к разработке основ стратиграфической шкалы верхнего докембрия.

Вместе в тем представляется вполне закономерным и необходимым прогресс дальнейшей детализации стратиграфической шкалы верхнего рифея, и основания для этого есть. На Русской платформе, например, подразделением такого значения несомненно является пачелмская серия (возрастной объем, примерно, 630–670–765 млн лет); лапичская и укская свиты соответствуют лишь ее отдельным частям. Очень важно в разрезе рифея Урала найти максимально полный эквивалент пачелмской серии и детально его изучить. Я не уверен, что такое конечное подразделение рифея будет правильно называть кудашом, но только оно станет соизмеримым с вендом по возрастному объему. Эту соизмеримость следует считать “стратиграфическим минимумом” при дальнейшей детализации верхнего рифея. С этой точки зрения должен привлечь внимание миньярий М.Е. Раабен [1975].

ЛИТЕРАТУРА

Асеева Е.А. Микрофитофоссилии и водоросли из отложений верхнего докембрия Вольно-Подолнии // Палеонтология и стратиграфия верхнего докембрия и нижнего палеозоя юго-запада Восточно-Европейской платформы. Киев, 1976. С. 40–63.

Беккер Ю.Р., Солонцов Л.Ф., Аксенов Е.М. Корреляция верхнего докембрия (рифей) Русской платформы и ее обрамления // Корреляция докембрия. Т. 2. М.: Наука, 1977. С. 190–209.

Великанов В.А. Стратиграфия верхнедокембрийских образований юго-западного склона Украинского щита // Палеонтология и стратиграфия верхнего докембрия и нижнего палеозоя юго-запада Восточно-Европейской платформы. Киев, 1977. С. 15–40.

Верхний докембрий // Стратиграфия СССР / Под ред. Б.М. Келлера. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 716 с.

Волкова Н.А. Акритархи и корреляция венда и кембрия западной части Русской платформы // Сов. геология. 1973. № 4. С. 48–62.

Волкова Н.А. О находке докембрийских спор с тетрадным рубцом // Палеонтология. Морская геология. (Международ. геол. конгр., XXV сес. Докл. сов. геологов). М.: Наука, 1976. С. 14–18.

Гниловская М.Б. Древнейшие водные растения венда Русской платформы (поздний докембрий) // Палеонтол. журнал. 1971. № 3. С. 101–107.

Гниловская М.Б. Древнейшие Metaphyta // Палеонтология. Морская геология. (Международ. геол. конгр., XXV сес. Докл. сов. геологов). М.: Наука, 1976. С. 10–14.

Докембрий Русской платформы и ее складчатого обрамления: Объясн. зап. к геологической карте со снятыми фанерозойскими отложениями / Под ред. Ю.Р. Беккера, М.М. Толстихиной, Э.К. Якобсон. Л., 1974. 33 с. (Схема корреляции).

Дэли Б. Новые данные обосновании кембрия в Южной Австралии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 3. С. 45–52.

Журавлева И.Т. Сравнительная палеонтологическая характеристика немакит-далдынского горизонта и его возможных аналогов на территории Сибирской платформы // Аналогии вендского комплекса в Сибири. М.: Наука, 1975. С. 62–100.

Заика-Новацкий В.С., Палий В.М. Новые данные относительно проблематичных отпечатков из вендских отложений Подолии // Палеонтол. сборник. № 5, вып. 1. Львов, 1968. С. 130–135.

Келлер Б.М. Рифейские отложения краевых прогибов Русской платформы. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 63 с. (Тр. ИГН АН СССР; Вып. 109).

Келлер Б.М. Верхний протерозой Русской платформы (рифей и венд). М.: Изд-во МГУ, 1968. 101 с., 25 рис.

Келлер Б.М. Венд и юдомий // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1971. Т. 46, № 3. С. 19–27.

Келлер Б.М. Венд, юдомий и терминальный рифей (вендомий) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1973. № 1. С. 86–92.

Келлер Б.М. Бесскелетные животные докембрия и их стратиграфическое значение // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 8. С. 68–77.

Келлер Б.М. Рифей и венд Белоруссии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 10. С. 159–160.

Келлер Б.М., Казаков Г.А., Крылов И.Н. и др. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1960. № 12. С. 26–41.

Келлер Б.М., Кратц К.О., Митрофанов Ф.П., Семихатов М.А. Совещание по методам расчленения докембрия // Сов. геология. 1976. № 2. С. 149–151.

Келлер Б.М., Кратц К.О., Митрофанов Ф.П. и др. Достижения в разработке общей стратиграфической шкалы докембрия СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 11. С. 16–21.

Келлер Б.М., Крылов И.Н. Совещание по стратиграфии верхнего докембрия Русской платформы (Кишинев, 27 мая–1 июня 1974 г.) // Сов. геология. 1974. № 12. С. 141–144.

Келлер Б.М., Крылов И.Н., Розанов А.Ю. О границе кембрия и докембрия на Урале // Сов. геология. 1975. № 7. С. 28–35.

Келлер Б.М., Меннер В.В., Степанов В.Н., Чумиков Н.М. Новые находки Metazoa в вендомии Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1974. № 12. С. 130–134.

Келлер Б.М., Семихатов М.А. Стратиграфические рубежи в докембрии // Границы геологических систем. М.: Наука, 1976. С. 7–30.

Келлер Б.М., Федонкин М.А. Новые находки окаменелостей в валдайской серии докембрия по р. Сюзьме // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 3. С. 38–44.

Крылов И.Н. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. М.: Наука, 1975. 243 с.

Махнач А.С., Веретенников Н.В., Шкуратов В.И. Стратиграфия верхнепротерозойских отложений Белоруссии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1975. № 3. С. 90–102.

Махнач А.С., Веретенников Н.В., Шкуратов В.И., Бордон В.Е. Рифей и венд Белоруссии. Минск, 1976. 360 с.

Обручев С.В. Основные подразделения протерозоя в СССР // Геология докембрия. (Международ. геол. конгр. XII сес. Докл. сов. геологов). М.: Недра, 1964. С. 9–15.

Палеонтология докембрия и раннего кембрия: Тез. докл. Всесоюз. симпоз. / Под ред. Б.С. Соколова. Новосибирск, 1976. 203 с.

Палий В.М. Остатки бесскелетной фауны и следы жизнедеятельности из отложений верхнего докембрия и нижнего кембрия Подолии // Палеонтология и стратиграфия верхнего докембрия и нижнего палеозоя юго-запада Восточно-Европейской платформы. Киев, 1976. С. 63–77.

Постникова И.Е. Верхний докембрий Русской плиты и его нефтеносность. М.: Недра, 1977. 222 с.

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

Решение совещания по стратиграфии пограничных отложений докембрия и кембрия // Постановление МСК. Вып. 12. Л.: Недра, 1972. С. 10–31.

Розанов А.Ю. Граница докембрия и кембрия // Границы геологических систем. М.: Наука, 1976. С. 31–33.

Савицкий В.Е. Проблема границы докембрия и кембрия Сибири и некоторые общие вопросы стратиграфии // Основные проблемы геологии и геофизики Сибири. Новосибирск, 1977. С. 41–45.

Салоп Л.И. Общая стратиграфическая шкала докембрия. Л.: Недра, 1973. 309 с.

- Салоп Л.И.* Расчленение и корреляция докембрия на геонисторической основе // Корреляция докембрия. М.: Наука, 1977. С. 248–255.
- Соколов Б.С.* Вендский комплекс (венд) и проблема границы докембрия и палеозойской группы // Геология докембрия. М.: Недра, 1964. С. 135–150. (Международ. геол. конгр., XXII сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 10).
- Соколов Б.С.* Вендский этап в истории Земли // Палеонтология. М.: Наука, 1972. С. 114–124. (Международ. геол. конгр., XXIV сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 7).
- Соколов Б.С.* Проблема границы докембрия и кембрия // Геология и геофизика. 1974. № 2. С. 3–29.
- Соколов Б.С.* Ихнология древнейших *Metazoa*: некоторые проблемы и перспективы // Геология и геофизика. 1974. № 5. С. 37–48.
- Соколов Б.С.* Венд Русской платформы: его границы, расчленение и стратиграфические аналоги // Тезисы докладов совещания по верхнему докембрию (риффею) Русской платформы. М., 1974. С. 3–10.
- Соколов Б.С.* О венде // Аналоги вендского комплекса в Сибири. М.: Наука, 1975. С. 5–10.
- Соколов Б.С.* *Metazoa* докембрия и вендо-кембрийский рубеж // Палеонт. журнал. 1976а. № 1. С. 3–18.
- Соколов Б.С.* Органический мир Земли на пути к фанерозойской дифференциации // Вестн. АН СССР. 1976б. № 1. С. 126–143.
- Соколов Б.С.* Этапы развития докембрийской биосферы в свете палеонтологических данных // Корреляция докембрия. Т. 1. М.: Наука, 1977. С. 269–278.
- Солонцов Л.Ф., Хоментовский В.В., Аксенов Е.М.* Основные черты стратиграфии верхнего докембрия Восточно-Европейской платформы и его возможные аналоги на Сибирской платформе // Аналоги вендского комплекса в Сибири. М.: Наука, 1975. С. 207–224.
- Тимофеев Б.В.* Древнейшая флора Прибалтики. Л.: Гостоптехиздат, 1959. 320 с.
- Тимофеев Б.В.* Микрофитофоссилии докембрия Украины. Л.: Наука, 1973. 99 с.
- Федонкин М.А.* Следы многоклеточных из валдайской серии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 4. С. 129–132.
- Хоментовский В.В.* Венд. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1976. 271 с.
- Чумаков Н.М.* Лапландское оледенение // Этюды стратиграфии. М.: Наука, 1974. С. 71–96.
- Шатский Н.С.* О древнейших отложениях осадочного чехла Русской платформы и об ее структуре в древнем палеозое // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 1. С. 17–32.
- Шатский Н.С.* О границе между палеозоем и протерозоем и о рифейских отложениях Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5. С. 36–49.
- Якобсон К.Э., Крылов Н.С.* Нижняя граница венда в его стратотипической местности // Сов. геология. 1977. № 7. С. 59–70.
- Cloud P.* Beginnings of biospheric evolution and their biogeochemical consequences // Paleobiology. 1976. 1, 2, N 4. P. 351–387.
- Cloud P.* Major features of Crustal evolution // Geol. Soc. S. Afr. Annex. 1976. 79. P. 1–32.
- Cowie J.W., Glaessner M.F.* The Precambrian–Cambrian boundary: A Symposium // Earth Sci. Rev. 1975. Vol. 11. P. 209–251.
- Daily B.P.T., Coats R.P., Forbes B.G.* Late Precambrian and Cambrian geology of the Adelaide “geosyncline” and Stuart chelf, South Australia // 25th Intern. Geol. Congr. Exc. Guide. N 33 A. Canberra, 1976. P. 1–33.
- Fedonkin M.A.* Precambrian–Cambrian ichnocoenoses of the east European platform. Frace fossils, 2. Liverpool, 1977. P. 183–194.
- Germis J.B.* Trace fossils from the Name group, South-West Africa // J. Paleontol. 1972. Vol. 46, N 6. P. 864–870.
- Glaessner M.F.* The oldest fossil faunas of South Australia // Geol. Rundschau. 1958. Bd. 47, H. 2. S. 522–531.
- Glaessner M.F.* Precambrian fossils from South Australia // Proc. 21th Intern. Geol. Congr. Part. 22. Copenhagen. 1960. P. 59–64.
- Glaessner M.F.* Precambrian Palaeozoology // Centr. Precamb. Res., Spec. Pap. N 1. Adelaide. 1972. P. 43–52.
- Glaessner M.F.* The Ediacara Fauna and its place in the evolution of the Metazoa // Корреляция докембрия. Т. 1. М.: Наука, 1977. С. 257–268.
- Harland W.B.* The two geological time scales // Nature. 1975. Vol. 253, N 5492. P. 505–507.

- Hofmann H.J.* On Aphebian stromatolits and Riphean stromatolite stratigraphy // 25th Intern. Geol. Congr. Abstracts. Sydney. 1976. Vol. 1. P. 31.
- Pflug H.D.* Vor- und Frühgeschichte der Metazoa // Neues Jahrb. Geol. und Paläontol. Abh. A. 1974. 145. S. 328–374.
- Shopf J.W.* The age of microscopic life // Endeavour. 1975. Vol. 34, N 122. P. 51–58.
- Sokolov B.S.* Le probleme de la limite inferieure du paleozoique et les depots les plus anciens sur les plates-formes antesiennes de l'Eurasie // Coll. intern. CNRS. 76. 1958. P. 103–128. Fig. 1–5.
- Sokolov B.S.* The Vendian Stage in Earth History // Intern. Geol. Congr., Sect. 1: Precambrian Geology. Montreal. 1972. P. 78–84.
- Sokolov B.S.* Vendian of Northern Eurasia. Arctic geology. Tulsa, 1973. P. 204–218.
- Sokolov B.S.* Metazoa of the Precambrian and the Vendian–Cambrian Boundary // 25th Intern. Geol. Congr. Abstracts. Sydney, 1976. Vol. 1. P. 37–38.
- Stromatolites.* Developments in sedimentology, 20 / Ed. M.R. Walter. Amsterdam: Elsevier Sci. Publ. Co, 1976. P. I–XI + 790 p.

ЭКОСТРАТИГРАФИЯ И ГРАНИЦЫ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ*

Страны Атлантического бассейна и прежде всего Западной Европы стали родиной основных стратиграфических концепций. Уже в первое десятилетие XIX в. были установлены почти все стратиграфические системы.

Многолетний опыт исследований показал, что европейская система стратиграфических подразделений в основном оказалась достаточно жизненной. Однако результаты исследований, проведенных в Америке, Азии и Австралии, потребовали внесения существенных коррективов в эту систему, а в отдельных случаях возникла необходимость создания автономных (региональных) систем стратиграфических подразделений.

Некоторые исследователи восприняли выявленную региональную специфику стратиграфии как кризис глобальной стратиграфии. В действительности вторжение в стратиграфию палеонтологического метода и биологической теории сделало ее наукой, причем наукой фундаментальной для всей геологии. Завершилась ли эта эпоха вторжений? Геологические администраторы думают, что да. Исследователи твердо отвечают – нет и предупреждают о роковой опасности такой убежденности как для дальнейшего развития геологии, так и для прогноза минеральных ресурсов в любом диапазоне: от рудного поля до планеты.

Главная проблема современной стратиграфии заключается в согласовании ее региональных достижений (всегда исходных) с концепциями корреляции, пригодными для различных геологических (а также историко-биологических) синтезов в масштабе седиментационного бассейна, материка и планеты.

Я отлично понимаю, что меня легко обвинить в фанерозойской узости воображения, в забвении докембрия, о жизни которого нам еще так мало известно. Но, во-первых, мы знаем не так уж мало, особенно если иметь в виду венд, рифей и даже афебий, а, во-вторых, речь идет не только о возрастных интервалах этих синтезов, но прежде всего об их детальности (дробности) и научной достоверности.

Тихоокеанский конгресс представил нам великолепную возможность сосредоточить свое внимание на неклассических для стратиграфии областях мира, обрамляющих Тихий океан, и областях, образующих его ложе. В этой связи было бы целесообразно обсудить хотя бы некоторые проблемы палеонтологии, стратиграфической корреляции, палеобиогеографии Тихоокеанского региона. При этом важно не только оценить состояние наших знаний, но и обнаружить в них пробелы, поставить цели для дальнейших исследований.

Одной из таких целей могла бы быть организация исследований по проблеме “Стратиграфическая корреляция и палеобиогеография Циркумпацифики”. Разумеется, эта цель не ближняя, но ее достижение коренным образом повлияло

* Экостратиграфия, палеобиогеография и стратиграфические границы. Магадан, 1985. С. 3–7.

бы на развитие геологии стран Тихоокеанского бассейна, самого Тихого океана, на понимание природы и истории этого важнейшего сегмента земной коры. Традиционный атлантизм в геологических и стратиграфических концепциях нуждается сейчас в серьезных тихоокеанских коррективах. Другую крупномасштабную проблему я бы сформулировал как “Экостратиграфия и границы стратиграфических систем”.

Этой проблеме был посвящен общий симпозиум, проведенный на XIV Тихоокеанском научном конгрессе. Симпозиуму предшествовали две экскурсии в Омулевские горы и на Омолон, где зарубежные и советские специалисты познакомились с отложениями ордовика, силура, девона и карбона. Особое внимание было уделено пограничным отложениям двух систем – ордовик–силур и девон–карбон. Я считаю, что обсуждение границ стратиграфических систем должно сделать проблему “Экостратиграфия” только интересней и значительней.

Общие идеи стратиграфии не новы, хотя термин “экостратиграфия” стал широко использоваться лишь в последние годы в связи с созданием специального проекта “Экостратиграфия” в Международной программе геологической корреляции.

Сейчас, пожалуй, проще говорить о методах, целях, процедурах экостратиграфических исследований, чем дать вполне точное и исчерпывающее определение экостратиграфии как особого направления биостратиграфии или, быть может, направления более широкого, чем биостратиграфия, поскольку экостратиграфические исследования бессмысленны без серьезной геологической и геохимической базы, без комплексного биосферного подхода. Биостратиграфы очень часто ограничиваются кропотливым, но весьма ограниченным по своему научному содержанию изучением хронологического поведения одной (например, граптолитов или кораллов) или нескольких групп фауны и (или) флоры. А экостратиграфия требует глубокого проникновения в развитие самой жизненной среды, которая всегда характеризовалась вторжением ударных сил, влиявших на организмы, развитие ценозов и самих экологических систем.

Предысторию проекта “Экостратиграфия” следует прежде всего связывать с деятельностью Международного комитета по границе и стратиграфии силура и девона, образованного в 1960 г. на Копенгагенской сессии МГК в связи с ошеломляющим выводом Пражской конференции о том, что в разных странах граница силура и девона проводится на различных уровнях в зависимости от фациальных обстановок, а не в зависимости от какого-либо хроностратиграфического стандарта.

Уровень нашего незнания того времени лучше всего характеризовали такие несравнимые представления, как убежденность одних исследователей в том, что граница должна быть резкой (как между лудловским Витклифом и даунтонской серией на Британских островах), и не меньшая убежденность других исследователей, что любая граптолитовая последовательность в пределах континентальной Европы не может выйти за пределы силура.

Потребовалось 12 лет упорной работы специалистов из 22 стран, прежде чем на руинах этих мнимых аксиом в стандарт границы был вбит “золотой гвоздь”, но не в Великобритании, а в Чехословакии и не на рубеже яркого литологического раздела, а в однотипном морском разрезе с непрерывной транзитной граптолитовой последовательностью. Двадцать лет тому назад стратиграфа, пришедшего к такому выводу, сочли бы любителем парадоксов и удостоили лишь снисходительной улыбки. Однако ряд выработанных Комитетом по границе силура и девона положений вскоре приобрел и канонический характер при определении стратиграфических границ: непрерывность морского монофациального разреза, транзит-

ность избранной для зональной стандартизации группы фауны с соответствующим набором ее биологических характеристик, “золотой гвоздь” в типовом разрезе границы как символ договоренности соответствующих экспертов.

В определении стандартов стратиграфических границ фанерозоя мы, вероятно, еще долго будем идти этим путем. Но нас все более тревожит мысль о соотношении существующей иерархии стратиграфических границ (систем, отделов-серий, ярусов, зон) вероятных различий их масштаба с эволюционной линией избранного ортохронологического ряда организмов.

Возникают вопросы: не слишком ли мы формализуем свои стратиграфические операции, не обедняем ли мы палеонтологическую стратиграфию?

Для этой тревоги есть веские основания, которые становятся очевидными, когда мы переходим от изучения стратиграфических точек-разрезов (даже классических) к изучению древних седиментационных бассейнов со всеми биотическими и абиотическими чертами их длительной истории.

Объектом палеонтологического изучения неизбежно оказываются популяции, ценозы разных таксонов и события, происходившие в физической жизни бассейнов.

Решая когда-то проблему одной границы между стратиграфическими системами, мы стали обладателями гигантского, отлично документированного, разнообразного палеонтологического материала, который требовал экологического осмысления – освоения стратиграфией не лидирующих групп (которые всегда фациально ограничены), а разнообразных ассоциаций организмов, сохранившихся фрагментов естественных древних экологических систем. Только таким путем можно преодолеть в стратиграфической корреляции фациальные барьеры и увидеть эволюцию не отдельных групп организмов, а целых сообществ. Это и стало смыслом экостратиграфических исследований.

Официально проект “Экостратиграфия” охватывает пограничные ярусы верхнего силура и нижнего девона (венлок–жедин). Но теперь уже всем ясно, что это только модельный интервал, на котором в процессе международного сотрудничества совершенствуется методика экостратиграфических исследований. В целом проблема является, по крайней мере, фанерозойской.

О МОДЕЛИ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ГРАНИЦЫ*

Налегание пластов остается всегда первым правилом к определению формаций.

Д.И. Соколов

Основными операциями в стратиграфии являются расчленение и корреляция разрезов. То и другое связано с региональными (полевыми и лабораторными) исследованиями. Поэтому региональная стратиграфия – это фундамент стратиграфии, с нею связаны все исходные стандарты стратиграфии: объемы любых региональных стратиграфических подразделений (выраженные через категорию стратотипов) и границы любых региональных стратиграфических подразделений (выраженные через стратотипы границ – лимитотипы). Все это реальная конкретная стратиграфия, в ней нет ничего условного, временного или вспомогательного, это вечный фундамент стратиграфии. Все другие построения и обобщения в области стратиграфии являются производными от реальной региональной стратиграфии, включая сводное конструирование общей (международной) стратиграфической шкалы, иерархическую систему ее подразделений и стандартных границ систем, отделов, ярусов и зон (зон или горизонтов в первоначальной трактовке), соотношение этой шкалы подразделений со шкалой геологического времени, так как носителями последнего всегда остаются документы (породы, остатки организмов, изотопы радиоактивных элементов, остаточные явления палеомагнетизма и т. д.), прямо связанные с физическими подразделениями стратиграфии.

Объективно геологическое время – наиболее полное и целостное понятие в исторической геологии, но оно не абстракция только потому, что представление о нем, полноте или неполноте его выражения в геологии выводится из этих же документов. Исчезновение этих документов (если бы это вдруг произошло) лишило бы нас вообще понимания направленности любых геологических процессов, представлений о времени в геологии, о продолжительности тех или иных явлений (включая и биологическую эволюцию), о темпах развития и т. д.

Представление о границе является важнейшим в стратиграфии. Понимание этой фундаментальной важности стратиграфической границы пришло в геологию не сразу, оно последовало за признанием необходимости иметь стратотипы подразделений, а последние немислимы, как полноценные стандарты физической стратиграфии, без определения (принятия) границ стратиграфических подразделений (стратоталоны, по Леонову, 1973). Формирование стратиграфии со времени вернеровских геологических съемок и особенно с начала прошлого века шло не от теории, а от практики, от опыта и его эмпирических обобщений, поэтому мы только на протяжении последних 25 лет стали уделять границам и принципам их обоснования в региональной и общей стратиграфии первостепенное значение, привлекая к этой работе весь международный опыт. Переломным мы считаем

* Историческая геология: Итоги и перспективы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. С. 17–25.

1958 г. (Пражская конференция по границе силура и девона); он обозначил поворот и к Международной программе геологической корреляции (Будапешт, 1969 г.).

Наиболее содержательная модель стратиграфической границы сейчас разрабатывается на примере фанерозойских систем, что и естественно: только для фанерозоя открыт наиболее эффективный эволюционно-биологический (палеонтологический) метод расчленения, корреляции и общей типизации стратиграфических подразделений. Физические методы (литологические, диастрофические, геофизические, изотопные и т. д.) в стратиграфии очень широко используются, но в конечном счете в важнейшей – межрегиональной – корреляционной операции они играют лишь вспомогательную, дополнительную роль; их максимальная эффективность ограничена устойчивостью локальных и узкорегиональных геологических ситуаций.

Однако мы не должны обольщаться беспредельной возможностью палеонтологического метода даже в фанерозое (и тем более в докембрии), у него немало ограничений, понять которые можно только на базе детальных бассейновых (экостратиграфических), биогеографических и эволюционных филогенетических и событийно-биотических исследований. Иными словами, мы имеем регионально-стратиграфические подразделения с литологической, экологической, палеонтологической характеристикой. Корреляция проводится разными методами, важнейшим из которых является палеонтологический. Но и он, конечно, не всемогущ. Стремление сгладить ограничения, присущие палеонтологическому методу, введением представления о хроностратиграфии является наивным: хроностратиграфия не имеет другого метода корреляции, кроме принятого в биостратиграфии, а абстрактный временной (хронологический) стандарт нельзя типизировать иначе, чем через последовательности физических и биотических феноменов в стратиграфическом разрезе.

Таким образом, мы вновь возвращаемся к реальной региональной стратиграфии, в рамках которой только и могут быть типизированы стандарты подразделений и их границ. Только из этого регионального фонда может происходить отбор эталонов в общую стратиграфическую шкалу. Но существуют ли или могут ли быть реально выявлены граничные биологические скачки или разделы, которые типизируют биостратиграфические границы? Без ясного и недвусмысленного ответа на этот вопрос нам трудно поверить во всемогущество биостратиграфических границ самим и тем более убедить в этом скептический ум геологов-полевики, биологов и других естествоиспытателей, которых более интересуют историко-генетические аспекты эволюции. Да, такие граничные биологические скачки существуют и могут быть реально выявлены, но в конкретном разрезе они оказываются приуроченными к конкретной регионально-стратиграфической границе, которая характеризует собой уровень максимального сближения различных палеонтологических границ. Как можно себе представить модель такой биостратиграфической границы? Она должна быть четкой, логически непротиворечивой и операционно понятной: как она создается и чему служит?

Приближение к этому идеалу возможно только при сочетании двух путей исследования – физического и палеобиологического, в широком смысле его можно называть и геобиологическим путем. Любые формы жизни, любые тенденции ее развития в пространстве и во времени не могут быть оторваны от состояния и направлений развития среды обитания, жизни. В целом это единое биосферное явление, а если говорить о былых биосферах, т. е. геологически непрерывном биосферном процессе, то панбиосферное, как мы его понимаем. Уже накопленный опыт с неоспоримостью убеждает нас, что эволюция экосистемы не была плавной, чередовались эпохи постепенного развития и быстрых (революционных) изменений, что экосистемные перестройки имеют рубежи, и рубежи отнюдь не од-

норанговые для планеты либо для того или иного древнего биоседиментационного бассейна. В целом эти рубежи не мгновения, хотя изменения могли быть и очень быстрыми, а отрезки времени, наполненные физическими явлениями, оставившими физические документы. Поэтому и модель биостратиграфической границы (лимитотипа) нельзя свести просто к чисто биологическому определению уровня появления какого-либо биоэонального “стандартного” вида (или ассоциации видов, что нередко еще труднее из-за неравномерности темпов эволюции в разных группах биоты и в различных экологических условиях) или к условной границе двух смежных биоэональных видов.

Ни одна группа древних организмов (в том числе и тех, которые принято считать орто- или архистратиграфическими, – граптолиты, конодонты, аммоидеи и даже планктон пелагиали), строго говоря, не дает нам прямого основания для подобных выводов в безусловной форме. Мы имеем дело с процессом, хоть часто и с кратковременным, но процессом, и в целях рациональной типизации границы на анализируемом интервале должны его как бы разорвать. В природе, в реальной геологической обстановке выступают не абстрактные ряды сближающихся или соприкасающихся видов, а стратиграфические разрезы, состоящие из пластов осадочных пород, в которых и заключены остатки организмов – этих признанных нами важнейших носителей биохронологической информации. В конечном счете ископаемые выступают как нечто вторичное или, лучше сказать, дополнительное по отношению к пластам и тем более по отношению к разделам пластов, даже если последние едва уловимы, как, например, в гомогенных пелитовых сериях.

Из сказанного можно сделать только один вывод: модель биостратиграфической границы может и должна быть комплексной: литобиостратиграфической и чрезвычайно осмотрительно выработанной. В стратиграфическом исследовании, как уже отмечено, неразрывно связаны два действия – расчленение и корреляция. Первое – это элементарная конкретная операция, основанная на использовании совершенно реальных, физически естественных признаков – критериев: литологических, седиментационно-циклических, денудационных, палеонтологических, тектономагматических и т. д. Выделяемые при этом последовательные тела физически конкретны и реальны. Следовательно, естественно-историческая реальность (а не произвольная или условная метрика) и нормальная вертикальная последовательность (порядок “выше–ниже”) – суть первейшие и принципиальные по своей универсальности для геологии свойства элементарных (местных, региональных) стратиграфических подразделений. На этом уровне исследования мы еще не знаем многих свойств расчлененного стратиграфического разреза, которые будут вскрыты (обычно в ходе постепенного углубления исследований) только при следующем действии – ближней и отдаленной стратиграфической корреляции на основе выявления различных корреляционных признаков, заключенных в выделенных подразделениях. Это действие в стратиграфической работе является главным, имеющим фундаментальное значение для всех основных направлений геологии, и прежде всего для создания базы легенд геологической съемки любых масштабов и любых назначений.

Мы понимаем, что эти первичные региональные физические тела – подразделения – отражают какие-то реальные отрезки конкретного геологического времени. Более того, мы даже можем выявить какие-то пробелы в этом времени, установить неполноту его отражения. Все это прекрасно иллюстрируют перерывы, денудационные поверхности, резкая вертикальная смена фаций, отсутствие преемственности в палеонтологической характеристике смежных слоев и т. п. Однако на этой стадии исследования мы рассуждаем о времени как бы “про себя”, оно отступает на задний план перед физической картиной стратиграфического разреза. Строго говоря, такую же ограниченную смысловую нагрузку наряду с расчле-

нением несет и сама внутренняя характеристика подразделения – палеонтологическая или любая физическая. Даже изотопные датировки, привязанные к конкретному физическому разрезу, всего лишь некоторые опорные точки того же разреза, несущие более или менее достоверную информацию об изотопном возрасте той или иной породы (а нередко о возрасте какого-то независимого геологического процесса) по дискретному радиогенному компоненту либо о случайных рядах таких пород, разделенных такими же случайными интервалами.

Словом, на этой стадии стратиграфической работы мы имеем дело с крайне ограниченным геологическим пространством и фрагментами документированного времени. Вместе с тем только этот материал имеет ценность для любых последующих построений в области стратиграфии как исходной. Никакие абстрактные модели стратиграфии не могут быть от него оторваны, несмотря на то что переход к последним – региональным и общим – и составляет главную задачу стратиграфии.

Реализация этой задачи происходит через стратиграфическую корреляцию, на основе которой контролируются опорные для геологической съемки и поисков региональные стратиграфические схемы, общая (мировая) шкала стратиграфии, являющаяся, таким образом, сводной, а не абстрактно заданной, и целостное представление о полноте самого геологического времени, которой по сути своей, будучи понятием первичным и всеобъемлющим, получает содержательное выражение только через исчерпывающую полноту стратиграфической документалистики. “Окончательный продукт стратиграфии – полноопределенное топологическое геологическое пространство” [Салин, 1979, 1983].

При стратиграфической корреляции важны все признаки, но они неравноценны ни по своему качеству, что связано с природой (свойства осадки и литогенез, климат и палеогеография, тектонический процесс и геодинамика, электромагнитные свойства пород, все аспекты развития биоты Земли), ни по устойчивости географического дальнего действия (от промысловой площадки до глобального масштаба). Использование корреляционных признаков без их дифференцированной оценки ведет к созданию множества стратиграфий в зависимости от избранного признака (наиболее популярные литостратиграфия, биостратиграфия, хроностратиграфия, но есть еще и ритмостратиграфия, и климатостратиграфия, и магнитостратиграфия, и экостратиграфия, и множество других), в то время как фактически существует одна единственная фундаментальная среди геологических наук – просто стратиграфия, без которой ни прежняя геогнезия, ни современная геология не могли бы считаться наукой, так как сразу бы утратили свое главное свойство – историзм.

Для своих целей стратиграфия пользуется многими методами и данными разных наук, в том числе особенно негеологических, и только в этом смысле оказывается полезным и удобным соответствующий префикс, обозначающий методическую основу стратиграфического подразделения. С введением палеонтологического (биологического) метода в стратиграфию биостратиграфическое направление стало основным (но отнюдь не единственным) направлением в стратиграфии фанерозоя и теперь – все более – верхнего докембрия. Однако взаимопроникновение исторической (эволюционной) биологии и исторической геологии при этом оказалось столь значительным, а стратиграфия с ее первоначальной формационной (в понимании А.Г. Вернера [1791]) и литологической основой приобрела столь мощный биостратиграфический фундамент, что на практике именно биостратиграфия чаще всего стала подразумеваться под названием “стратиграфия”.

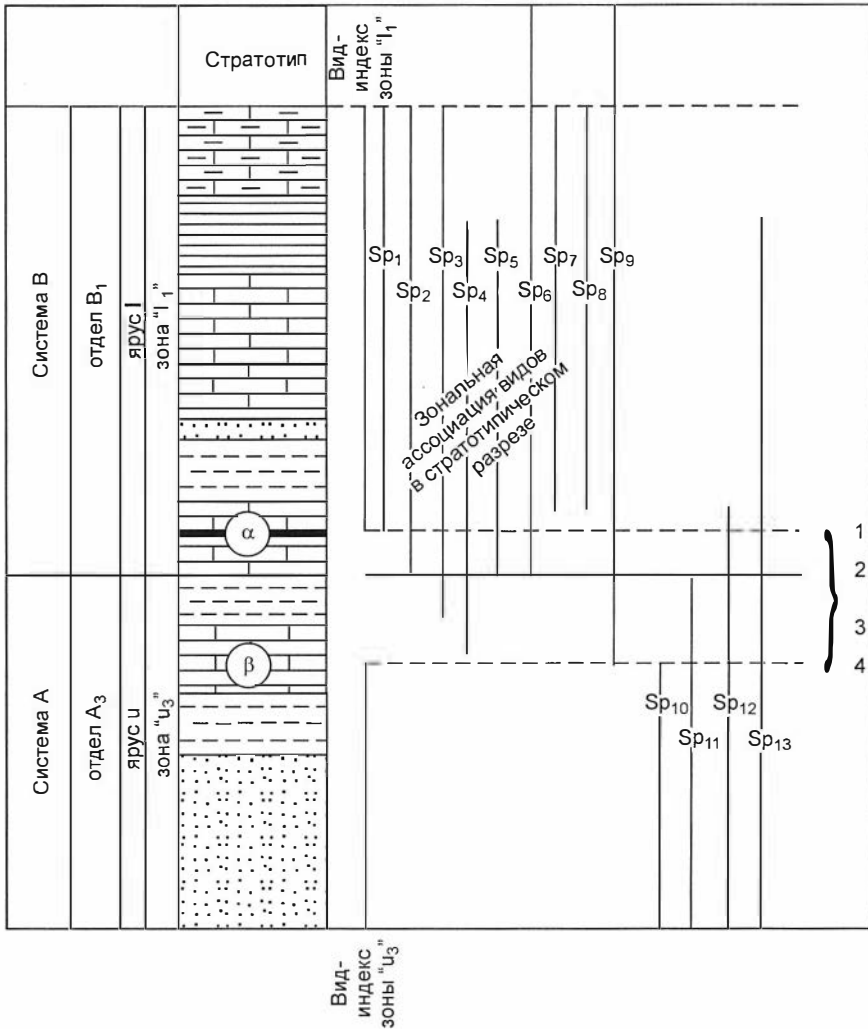
Стратиграфия и биостратиграфия, конечно, не синонимы. Биостратиграфией стратиграфия не исчерпывается, но все крупнейшие достижения современной стратиграфии обусловлены ее все возрастающей биологизацией, охватывающей уже в общей картине мира неразрывную связь с эволюционным процессом био-

сферы Земли и всей ее стратисферной оболочки, проникнутой былой жизнью. Само собой разумеется, что уровень развития новой стратиграфии и современной палеонтологии и стратиграфической палеонтологии вносит фундаментальный вклад и в развитие современных концепций эволюционной и теоретической биологии. Однако мы не хотим здесь углубляться в эту важнейшую проблему. Наша цель – показать практическую необходимость и наивысшую эффективность палеонтологического метода в стратиграфии на уровне современных моделей биостратиграфической корреляции и типизации стратиграфических границ. В палеонтологическом плане речь идет о максимальной точности определения времени и характера биотических событий, а в геологическом – о максимально точной стратиграфической корреляции (от локальной до глобальной) и максимальной пространственной устойчивости минимального по возрастному объему стратиграфического подразделения, эквивалентного зоне, и более дробных, когда это возможно.

Строго говоря, подлинно глобальная зональная стратиграфическая корреляция оказалась возможной только с вовлечением в стратиграфическое изучение осадочного чехла дна Мирового океана (а это основная часть твердой поверхности Земли) и пока только для отложений позднего мезозоя и особенно кайнозоя, широко теперь (после 1968 г.) вскрытых глубоководным бурением. Исключительное практическое и теоретическое значение в этом отношении приобрели многолетние исследования В.А. Крашенинникова, позволившие с научной строгостью подойти к оценке и переоценке ограниченных континентальных корреляционных схем, к выявлению подлинного возрастного значения многочисленных стратонов, установленных в разрезах на континентах. Но и выдающийся опыт зональной глобальной стратиграфической корреляции только подчеркнул достоинства региональной стратиграфии (в том числе и под акваториями) и, конечно, не привел к выводу о ненужности региональных стратотипов, как это представлялось некоторым стратиграфам, особенно немецкой школы. Более того, с прогрессом наших палеонтологических, биогеографических и биостратиграфических (включая биофациальные) знаний необходимость упрочения статуса стратотипа все более возрастает как эталона своеобразной “стратиграфической меры”, типового стандарта подразделения, который в идеале должен нести максимальный набор критериев биохронологической и физической корреляции, способных в разных условиях стратиграфического пространства выполнять и передавать одну и ту же корреляционную функцию.

И хотя мы пришли к выводу, что в фанерозое максимальную информативность для определения возраста отложений и выполнения корреляционных операций имеют признаки биологической природы (т. е. палеонтологические, палеоценотические и т. п.), необходимо твердо помнить, что даже самая совершенная реализация этого потенциала не способна дать абсолютно точного результата. Мы можем лишь максимально к нему приблизиться, поскольку опираемся на ту или иную интерпретацию сохранившихся следов биодинамических систем. Впрочем, для геологических целей этой точности достаточно, большего пока не может дать ни один другой метод. Однако мы достигнем тем большего успеха в таком приближении, чем осмотрительнее отнесемся к исследованию и выбору региональных типов стратиграфических стандартов подразделений и их границ, чем насыщеннее окажется связанный с ними комплекс ископаемых остатков организмов, чем больше в нем будет групп, способных при корреляции “преодолевать” фациальные и межрегиональные барьеры.

В биостратиграфических схемах фанерозоя без труда можно найти примеры градуалистического и пунктуалистического подхода к определению стратиграфических разделов между подразделениями различных рангов. Мы не хотим здесь



Модель биостратиграфической границы:

1 – биологическая граница s. str. (уровень *появления* нового зонального таксона α на вертикали разреза); 2 – биостратиграфическая граница – подошва слоя, содержащего зональный таксон; 3 – возможный интервал между зональными видами (стратиграфическое пространство, заключающее возможное граничное событие); 4 – биологическая граница s. str. (уровень *исчезновения* предшествующего таксона на вертикали разреза).

останавливаться на их рассмотрении и оценках, так как в биологической эволюции оба процесса имели место, а в собственно стратиграфии несомненен и событийный эффект. Сейчас, исходя из сказанного выше, представляется более важным сделать вывод, что основной модели биостратиграфической границы регионального стратиграфического подразделения (а это потенциальный и мировой стандарт) в условиях непрерывного монофациального морского разреза не может быть ни первое появление “зонального вида”, ни вымирание аналогичного ему по рангу предшествующего вида (см. рисунок). Фактически между такими видами почти всегда есть либо “свободный интервал”, либо скрытый, а то и явный перерыв в седиментации. В большинстве случаев между ними очень трудно установить филогенетическую связь; чаще всего в данных локальных условиях они просто являются мигрантами, даже если существуют в обширном едином бассейне. По-

ведение других видов зональных ассоциаций не позволяет сделать строго однозначный выбор соответствующей границы между этими зонами, хотя в ряде случаев такая граница автоматически может оказаться границей яруса, отдела и системы. В этих условиях за модель границы правильнее всего принять подошву не появления нового вида, а подошву того пласта регионального стратиграфического подразделения, в котором заключены остатки зонального вида, и включать в зональную ассоциацию, используемую при корреляции, все виды, типичные для этого пласта; реальная картина стратиграфического распространения таких видов показана на рисунке.

СТРАТИГРАФИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ*

Будучи фундаментом исторической геологии, стратиграфия занимает ключевое положение и во многих других направлениях и дисциплинах геологического цикла наук, имеющих дело с геоисторическим синтезом. Таковы геотектоника, литология и седиментология, палеогеография и палеоокеанология, палеоклиматология, учение о фациях и геологических формациях, геохронологические основы поисков полезных ископаемых (геология углеводородов, каменного угля и горючих сланцев, солей, древних кор выветривания; магматизм и метаморфизм и связанные с ними эпохи рудопроявлений, историческая металлогения вообще).

Основу для всех этих научных направлений составляет геологическая картография, различные ретроспективные и прогностические картографические модели, помогающие понять содержание и тенденции развития глобального и регионального геологического процесса. А все в целом это составляет исходную базу решения главной научно-экономической задачи геологии – установления закономерностей размещения в земной коре всех видов минерального сырья и определения наиболее эффективных путей к их комплексному освоению.

С тех пор как горно-породные (минеральные, петрографические) признаки уступили свое место в геологической картографии последовательности исторических смен пространственно-временных феноменов геологии, стратиграфия и геологическая картография образовали фундаментальную целостность. Понимание этой целостности было, как мы теперь сказали бы, ведущей концепцией в деятельности созданного в 1882 г. Геологического комитета России – ныне Всесоюзного геологического института им. А.П. Карпинского; и примечательно, что под редакцией академика А.П. Карпинского уже 10 лет спустя вышла в свет первая сводная (обзорная) геологическая карта Европейской России масштаба 1:520 000. Нас отделяет только год от 100-летия этого знаменательного события. Оно стало отправным для всех последующих отечественных картографических обобщений в геологии, в связи с которыми формировались многие новые идеи, далеко вышедшие за континентальные пределы гигантской площади евразийской страны, вместившей в себя все типы геологических структур.

Два века развития научной (т. е. исторической) геологии были временем острого соревнования различных эмпирических геологических концепций, связанных с колоссальным количеством неоднозначно трактуемых геологических наблюдений и обобщающих эти наблюдения идей. И следует сказать, что мировая геологическая мысль находится только на пути к созданию единой и всеобъемлющей теории Земли. Она пока не привела к ней, да, вероятно, и не приведет без новых успехов в сравнительной планетологии. Однако она уже давно открыла, возможно, более частые, но, несомненно, магистральные для земной коры пути система-

* Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 12. С. 3–12. Доклад на выездной сессии Отделения геологии, геофизики, геохимии и горных наук АН СССР и МГ СССР, посвященный современным проблемам геологической картографии. Ленинград, ВСЕГЕИ, 26–27 февраля, 1991 г.

тизации и упорядочения геологических данных, документирующих геологические явления, позволила вскрыть важнейшие связи между ними, показать их динамику с отражением в корреляционных моделях и картографии. Если не сузился, то изменился круг соревнующихся геодинамических концепций, отражающих соотношения литосферы континентов и океанов, их рифтогенез, геосинклиальный процесс и его место в развитии земной коры; особое место заняли представления об активности литосферных плит и тектонической расслоенности литосферы. Но, вероятно, и здесь направление исследовательской мысли должно заключаться не в воинствующем противопоставлении концепций, а в опытах нового синтеза всех наших знаний о коре планеты и ее энергетическом режиме в целом.

Вместе с тем можно выразить полную уверенность, что в дальнейшем соревновании геодинамических идей ни одна из них не будет иметь преимуществ, если станет основываться только на чисто абстрактных физических моделях без учета бесспорно самой важной особенности геологии, ее сердцевины – уникально документированного на Земле **историзма** (т. е. геологического времени). Лишь историзм и геологическое время (воспринимаемое через стратиграфию и геохронологию) позволяют оценить значение длительности различных геологических процессов на Земле, приведших к разнообразию всех ее неоднородностей, и той дискретности в развитии этих исторических процессов, которые составляют ее реальность, а не допущения, выводимые из динамической идеи. Процессы, о которых идет речь, охватывают на Земле около 4 млрд лет ее истории. Это обстоятельство также нельзя не учитывать, помня, что наиболее разработанная современная модель глобальной тектоники получила главный импульс к своему развитию только с началом глубоководных геолого-геофизических исследований в Мировом океане и физического проникновения бурового инструмента в его чехол (1968 г.). Последний по своему возрасту не выходит за пределы позднего мезозоя–кайнозоя, что составляет не более 5 % от общей продолжительности времени формирования водно-осадочной оболочки планеты. Вся полнота геологической и геохронологической документации относится только к континентальным блокам земной коры или к континентальной литосфере, прежде всего к ее прерывистой слоистой оболочке, или к стратисфере.

До недавнего времени стратисфера континентов оставалась единственным объектом прямых геологических наблюдений, и именно на ее основе создавалась вся концепция стратиграфической геологии, разрабатывалась общая стратиграфическая и геохронологическая шкала, воссоздавалась общая картина биосферного процесса на Земле, вырабатывался основной палеонтологический метод в стратиграфии (все направления биостратиграфии, включая экосистемные). Континентальная стратисфера и в дальнейшем останется основной базой совершенствования стратиграфии, всех ее биологических, физических и геохимических методов, выработки самых фундаментальных представлений о ранних этапах биосферной эволюции. В ней заключено более 90 % информации о формировании земной коры и все 100 % – об истории докембрия и основной части фанерозоя. Это главный и ничем незаменимый вектор всего комплекса историко-геологических исследований.

Скрытый под водами Мирового океана осадочный и осадочно-вулканогенный чехол – океанический элемент той же стратисферы. Пространственно он составляет большую часть планетарной стратисферы, но по своей мощности и продолжительности формирования (примерно последние 180 млн лет) это только верхняя пленка стратисферы Земли, ставшая доступной для непосредственного изучения чуть более 20 лет тому назад. Однако и этот шаг по своему техническому, научному и практическому значению огромен. Именно он революционизирует

вал современную геологию, впервые открыв путь к подлинно глобальной стратиграфической корреляции, к глобальной корреляции геологических и палеогеографических явлений и процессов в позднем мезозое и кайнозое вообще. Предстоящая сфера исследований в этом направлении огромна, но, вероятно, наиболее перспективна в научном и практическом отношении в зоне перехода от континентов к океану и в пределах шельфовых морей.

Изучение слоистой оболочки Земли и ее ресурсов даже в пределах этого геохронологически ограниченного интервала приобрело смысл новой глобальной модели и вызвало к жизни ряд принципиально новых международных мультидисциплинарных программ, далеко выходящих за пределы модельного интервала. В этих программах концепция геологического пространства – времени и геологической документации времени естественным образом заняла центральное место, стала стержнем многих литосферно-стратисферных проектов, для которых “стратиграфическая классификация и корреляция является основой многоотраслевого синтеза” (Заключительный доклад по подготовке МПГК. Париж: ЮНЕСКО, 1972).

Стратиграфия – самая полная запись гигантской летописи Земли (т. е. времени и событий) и одна из коренных основ – геохронологическая – поисков, разведки и освоения полезных ископаемых, заключенных в литосфере–стратисфере, основном их конденсаторе на протяжении всей геологической истории. Современные технические средства, использование геофизических, некоторых геохимических и аэрокосмических методов исследования недр и поверхности Земли значительно ускорили путь приближения к тем или иным глубинным продуктивным полям и залежам, укоротили этот путь, позволили быстрее открыть места, наиболее благоприятные для поисков нефти, газа, руд металлов и т. д., для постановки буровых и других геолого-разведочных работ, но ни одно из этих средств (или методов) не может ответить однозначно на глобальный вопрос – в какой конкретной геологической ситуации сформировалось то или иное месторождение, каковы возраст вмещающего стратиграфического комплекса, его региональное поведение и условия происхождения.

Для ответа на этот и многие другие вопросы необходим соответствующий уровень региональных геологических исследований, включающий геологическую съемку (прежде всего масштабов 1:200 000 и 1:50 000), различные специализированные картографические обобщения (литолого-фациальные, палеогеографические, палеоструктурные, формационные, металлогенические и т. п.), глубинную местную, региональную и межрегиональную корреляцию вскрытых бурением и обнаженных разрезов, т. е. знания, в основе получения которых находятся базовые стратиграфические исследования. А последние во многих случаях требуют предварительной или параллельной постановки глубоких, чаще всего комплексных, палеонтологических, палеоэкологических и биофациальных исследований.

Короче говоря, остаются в полной силе традиционные и возникают современные требования к региональной геологии. Потеря надлежащего уровня ее развития в стране ведет к тяжелым экономическим последствиям: отставанию геологической изученности территории от растущих требований промышленности, постепенной растрате фонда структур, вводимых в разведку, грубым ошибкам в подсчете запасов, перерасходу вложений в дорогостоящее глубокое бурение из-за потери стратиграфической ориентировки на забое скважин, слабости регионального и локального прогнозов. Основой же региональной геологии является региональная стратиграфия. Только с ее прогрессом совершенствуется общая (международная) стратиграфическая шкала, а в региональных исследованиях лишь она обеспечивает полноценный каркас легенды любой геологической карты, претендующей на научную достоверность и практическую эффективность.

Вполне естественно поэтому, что стратиграфические исследования, с тех пор как они получили свою теоретическую и методическую базу, занимают в геологии первостепенное положение. В большинстве развитых стран мира на стратиграфию, съемку и геологическую картографию, особенно среднего и крупного масштаба, расходовалась и расходуется значительная часть бюджета геологических служб и геологических научных учреждений (иногда до 40 % и более). Научный уровень этих работ, безусловно, самый объективный показатель геологической культуры страны, культуры подхода к освоению минеральных ресурсов. Следует считать заблуждением отнесение геологосъемочных работ (а чаще всего именно в процессе их совершенствования развиваются представления о региональной стратиграфии и тектонике) к работам чисто производственного характера. Это прежде всего исследовательская работа, требующая высокой квалификации и разносторонней геологической образованности исполнителей.

Самую выдающуюся роль в стратиграфии сыграла эволюционная палеонтология (с производными от нее направлениями) – наука по непосредственному объекту исследования биологическая, но прямо привнесшая в геологию исторический метод, общее представление об относительном геологическом (фактически биологическом) времени и его протяженности, системность в иерархических классификациях различных последовательностей напластований, а через различные методы биостратиграфической корреляции – наиболее универсальную основу сведения хронологически разнообразных геологических явлений в глобальные конструкции, отражающие геологическую одновременность. А это и есть, в свою очередь, первооснова различных картографических синтезов в геологии. Конечно, в первую очередь это относится к слоистым образованиям гипергенной оболочки Земли, а в геохронологическом измерении – к фанерозойской эоноте. Однако нельзя забывать, что без “фанерозойского опыта” геология никогда бы не увидела определенного порядка в хаосе бесчисленных геологических феноменов.

Эту убежденность я высказываю, будучи профессиональным стратиграфом и палеонтологом, но, возможно, больший интерес представляет взгляд как бы со стороны, например геолога-тектониста. Среди многих из них я сошлюсь на только что опубликованную интереснейшую работу “Земля и время” Ю.А. Косыгина (Тихоокеанская геология. 1990. № 1. С. 73–104), который пишет, что “только палеонтологические признаки могут послужить основой составления глобальной биостратиграфической шкалы как системы отсчета для всех построений, связанных с геологическим пространством, будь то построения местных стратиграфических шкал или отдельные тектонические дислокации, распространение и генезис горных пород и минералов или образование полезных ископаемых. Таким образом, палеонтология является естественной, необходимой и пока единственной (разряда моя. – Б.С.) базой упорядочения геологических наблюдений и представлений”. И далее он отмечает, что “палеонтология сейчас уделяется мало внимания при неоправданном крене в сторону изучения вещества”, что она “кошунственно отделена от геологии в организационном плане”, что “база исследований геологической истории и эволюции органического мира столь же важна для геологии, как и изучение вещества”.

Но, как известно, палеонтологический метод (а лучше сказать, палеонтологические методы, поскольку используются различные типы, качества и экологические реакции древних организмов и их палеоценозов) является не единственным из используемых в стратиграфии. В различных геологических ситуациях используются литологический, дистрофический, палеомагнитный, палеогеографический, палеоклиматологический, сейсмические, геохимические и другие методы. Однако все они либо локально ограничены и носят вспомогательный характер, либо становятся эффективными, лишь преломляясь через биостратиграфию, и ни

один из них не несет независимой возрастной информации. Лишь открытие радиоактивного распада элементов и долгоживущих изотопов позволило дополнить (но не заменить!) стратиграфическую шкалу геохронологической, в которой единицей измерения стал год (конечно, с определенной погрешностью).

Изотопная геохронологическая шкала приобрела огромное значение. Она позволила перевести стратиграфическую шкалу на язык времени; стала важным средством датировки тектономагматических событий и определения их последовательности, что имело принципиальное значение для стратиграфии архея и большей части протерозоя; наконец, только с ее помощью проблема темпов биологической эволюции и ход экосистемных перестроек в биосферной эволюции Земли стали обладать качеством измеряемых процессов. Вместе с тем изотопная хронометрия не могла привести и не привела к созданию автономной шкалы от биостратиграфической, она лишь позволила дать расчетные рубежи стратонев последней, хотя и показала, что расчетные биоэональные подразделения могут иметь значительно большую стратиграфическую дробность, чем интервалы, находящиеся между реальными хронометрическими точками в разрезе. Отсюда ясно, почему на данных изотопной хронометрии нельзя вести геологическое картирование: картируются всегда физические тела, а не время.

Из всего сказанного следует несколько фундаментальных для стратиграфии выводов.

1. Ее первоосновой является региональная стратиграфия, с максимальной полнотой отражающая естественный региональный ход историко-геологических и историко-биологических событий, запечатленных в слоистой структуре пород, их веществе и в различных ассоциациях остатков фауны и флоры. Стратисфера, как слоистая оболочка Земли, дискретна во всех своих направлениях (вектор времени и вектор пространства), и ни в одном пункте земной поверхности нет полной "записи" истории геобиологических событий, переданных через стратиграфические подразделения различных категорий и рангов. Более того, в геоисторическом разрезе любого пункта этой оболочки более типичны и длительны перерывы, чем непрерывная последовательность слоев. Тем не менее фундаментальное значение для стратиграфии имеет не абстрактная модель полно определенного геологического пространства – времени, а реальные дискретные модели конкретных стратиграфических разрезов и региональной стратиграфии вообще. Только они являются реальными носителями документально фиксированного геологического времени (вещество пород, зафиксированные в них продукты биологической, химической и физической эволюции или движения материи). Следовательно, региональные стратиграфические подразделения и их совокупность в регионе – это исходная реальность, вечный фундамент любой стратиграфии. Лишь к ним могут быть привязаны и избираемые международные стратиграфические стандарты. Региональные стратиграфические подразделения – основные картируемые элементы, поэтому уровень региональных картографических работ должен быть чрезвычайно высоким.

Важнейшее место в региональной стратиграфии занимают так называемые тектоностратиграфические комплексы, к изучению которых обычно подходят с позиции учения о геологических формациях (в смысле Н.С. Шатского и Н.А. Хераскова). Эти комплексы наиболее содержательно передают события геологической истории региона, отражая целостные этапы этой истории, но они всегда ограничены перерывами, продолжительность которых может быть огромной. Тектоностратиграфические комплексы создают характерную этажность в общей структуре древних осадочных бассейнов, понимание которой имеет в региональной геологии первостепенное значение, особенно в прогнозных поисковых оценках. Очень часто возникает соблазн видеть в границах таких комплексов, как и в границах седиментационных циклов, первооснову и для широкой межрегиональ-

ной стратиграфической корреляции, точно отражающей стандартные границы общей стратиграфической шкалы. Такое совпадение общих и региональных стратиграфических границ не исключено уже в силу самого принципа выбора общего стандарта границы на основе реального типового регионального эталона, однако в любом другом регионе требуется осуществление всего комплекса стратиграфо-палеонтологических исследований для обоснования правильности корреляции и определения возраста отложений. Необходимо постоянно помнить, что истинная хроностратиграфическая граница (между ярусами, отделами и даже системами) чаще всего может оказаться не в подошве тектоностратиграфического комплекса, а внутри него. Формационная картография, естественно, должна сопровождаться сложной стратиграфической индексацией.

2. Так называемая *общая (международная) стратиграфическая шкала* по сути своей может быть только синтетической (составной), а не априорно заданной, независимой от системы реальных региональных стратотипов или основанной только на какой-либо одной автономной теории (например, прогрессивной эволюции и естественного отбора, ядерного распада, остаточного магнетизма). Лишь синтетическая шкала способна отразить полноту (или максимально приблизиться к такой полноте) планетарного геологического времени, и только в этом смысле она играет роль принятого мирового стратиграфического стандарта. Эталоны всех рангов этой шкалы – реально существующие региональные стратиграфические подразделения, получившие (или получающие) приоритет при отборе конкурирующих подразделений и в соответствии с этим наделенные новым дополнительным качеством, исходящим из их уже международного значения и положения в общей иерархической системе. Несмотря на указанную природу такой конструкции, общая стратиграфическая шкала является важнейшим эмпирическим обобщением геологии и нуждается в своей стабильности.

Но последняя не может быть механически декретирована, поскольку далеко не все исходные региональные стандарты подразделений (прежде всего систем, отделов, ярусов и зон) и их границ имели строго установленные стратотипы. Их планомерная ревизия в мире, охватившая все континенты, началась около 30 лет тому назад и уже привела к необходимости в отношении ряда опорных типовых границ выйти за пределы стратотипических регионов (например, Великобритании, Бельгии, Германии и др.). Однако огромная работа, в том числе и на территории СССР, еще предстоит, и она не может завершиться без детальных региональных исследований и специальных крупномасштабных геолого-съёмочных и буровых работ.

3. *Изотопная геохронологическая шкала* также конструируется методом отбора региональных реперных уровней, но она не заменяет стратиграфическую шкалу, так как на практике может быть использована лишь искусственная стандартная калибровка (например, 1, 10, 100, 1000 млн лет), но такие калибровочные подразделения совершенно отстранены от естественно-исторического геологического содержания осадочной оболочки и только случайно могут совпасть с немногими реально принятыми стратиграфическими границами.

4. Наиболее простой начальной операцией в стратиграфических исследованиях является локальное расчленение разрезов, которое может основываться на любых видимых признаках физического и палеонтологического характера. Однако главная операция, имеющая принципиальное значение для всех видов геологической картографии и составления глубинных линейных и объемных (бассейновых) моделей слоистой структуры литосферы, заключается в сопоставлении разрезов, или *стратиграфической корреляции*. Главная трудность заключается в преодолении фациальных барьеров при сохранении устойчивости принятого для корреляции геохронологического интервала. Именно эта операция всегда вызывала наиболее острый интерес геологов, палеонтологов, стратиграфов,

палео- и биогеографов и экологов, стремившихся к геохронологическому упорядочению всех форм биотического и абиотического разнообразия в доступных пределах геологического пространства, вплоть до глобальных построений. На этой основе прежде всего разрабатывались хорошо известные, общие принципы и так называемые законы стратиграфии, среди которых значение универсальных положений, вероятно, имеют лишь немногие.

Прежде всего необходимо принять, что стратиграфическое подразделение, выделяемое в регионе, имеющее стратотип, коррелируемое и картируемое в пределах того или иного древнего осадочного бассейна, является подразделением, отражающим реальную геологическую обстановку и естественные его ограничения. В исследуемой толще отложений мы только выделяем связанные между собой разноранговые последовательности, а не навязываем их искусственно природе. При этом используются конкретные неповторимые биологические (палеонтологические) и различные физические признаки, отражающие условия среды осадконакопления. Поскольку общая стратиграфическая шкала представляет собою структуру региональных подразделений, образующих самостоятельный иерархический свод, природа последнего также выражает геологическую реальность. Можно согласиться, что рассматриваемое положение прямо вытекает из общего принципа отражения; здесь заключено наше умение считывать объективную историко-геологическую информацию, непосредственно пользуясь естественным стратиграфическим разрезом.

Следующим универсальным положением стратиграфии является принятие нормальной последовательности напластований (“ниже/выше”, т. е. суперпозиции) как выражения и их нормальной временной последовательности (“раньше/позже”). Это кажущееся на первый взгляд крайне простым и само собой разумеющимся положение известно еще со времени Стенона и считается всеми краугольным принципом стратиграфии.

Далее, поскольку важнейшей задачей стратиграфии является сопоставление разрезов в пространстве по выделенным в них подразделениям, а они обычно и являются объектами геологического картирования, становится исключительно важной сама последовательность напластований, выявляемая в отдаленных разрезах. Идентичность и сходство в этих последовательностях принимается за основание для сопоставления. Четко выраженные маркеры (любого происхождения) и их повторяющееся положение в разрезах убедительно укрепляют это основание, и, таким образом, осуществляется операция стратиграфической корреляции. Так как сопоставляемые последовательности слоев и более сложно построенных тел отражают и время, то такая корреляция приводит к выводу и о возрастном соответствии коррелируемых отложений и заключенных в них остатков фауны и флоры. Это положение, берущее свое начало от представлений Гексли о гомотаксисе, т. е. сходстве в порядке последовательности, также считается одним из основных общих принципов стратиграфии. При этом мы, конечно, должны учитывать, что может иметь место некоторое возрастное смещение коррелируемых признаков, и одновременность оказывается более или менее относительной, но в масштабе геологического времени приемлемой. Наименьший предел “скольжения” будет в геологически однотипных регионах, что практически приходится считать допустимым. Пользоваться выражением синхронизация при корреляционных исследованиях следует с известной осторожностью; даже в так называемой событийной стратиграфии строгая одновозрастность (например, в положении уровней вулканических пеплов) устанавливается через биостратиграфические последовательности.

Наконец, необходимо сказать еще об одном важнейшем общем стратиграфическом положении, которое постепенно выработалось из опыта межрегиональной корреляции и установления одновозрастности разнофациальных отложений: например, батиметрически различных морских, переходных и ландшафтно раз-

личных континентальных с их специфическими экологическими условиями. Само собой разумеется, что в этих разрезах наблюдаются свои особые биотические и литологические последовательности, характеризующиеся признаками, часто исключаящими прямое сравнение и сопоставление. Однако достаточно полно выявленный набор признаков эталонного (типового) разреза того или иного стратиграфического подразделения позволяет при переходе от одного типа разреза к другому использовать как свойства “дальнодействия” некоторых исходных признаков, так и постепенно их дополняющих и сменяющих, вплоть до полного обновления в рамках того же возрастного интервала. Особое значение этого положения в корреляции наиболее наглядно выявилось в период нашей работы по Международному проекту установления границы силурийской и девонской систем (1958–1972 гг.), в процессе которой формировались новые идеи экостратиграфии и вообще открылись новые горизонты перед стратиграфией. 20 лет тому назад это эмпирическое положение было определено мною как “трансмиссия (передача) корреляционной функции”. Вероятно, более удачно С.В. Мейен назвал его принципом хронологической взаимозаменяемости признаков (ХВП). Имеющий самостоятельное значение “спорово-пыльцевой метод” корреляции играет свою роль и в этом случае.

Представляется, что все рассматриваемые в литературе принципы и законы стратиграфии не выходят за пределы этих четырех главных стратиграфических положений. Они лежат и в основе конструкции геохронологической шкалы, и глубинной стратиграфической корреляции, и, конечно, геологического картирования всего осадочного чехла континентов и Мирового океана.

Конечно, сказанное – только общий набросок главных положений стратиграфии, истоков ее принципиальных оснований, позволяющий оценить фундаментальное значение стратиграфии для различных геохронологических построений, необходимых для всех направлений и исторической геологии; для геологической картографии со всеми ее прикладными аспектами; для объемной корреляции всех геологических явлений, событий и процессов, происходивших в трехмерном пространстве геологического прошлого. В конечном счете только в пространственно-временных реконструкциях может быть упорядочено необозримое разнообразие геологических феноменов и феноменов биосферной эволюции. Различные формы региональных и глобальных картографических обобщений (особенно в геоисторических срезам) имеют при этом первостепенное значение.

Уже из этого наброска видно, в какого уровня научной подготовке стратиграфов и палеонтологов нуждаются современная геология, историческая биосферология и связанные с ними науки о Земле и жизни. Отвечают ли их требованиям сложившиеся положения с обеспечением, качественной и количественной подготовкой соответствующих специалистов и исследователей? С сожалением приходится сказать, что не отвечают: утратилось понимание особой важности этой сферы исследований со стороны Геологической службы, больше уповающей на дорогие “альтернативные методы” и озабоченной “приростом запасов”; произошла элиминация превосходно подготовленных кадров старших поколений; стратиграфия и палеонтология в этих условиях потеряла для молодежи привлекательность как область деятельности. Между тем все обстояло иначе при создании Геологического комитета России в 1882 г. и в последующие десятилетия, когда геологическая съемка и стратиграфо-палеонтологические исследования составляли естественный единый комплекс, как это сохранилось и до сих пор в странах, опирающихся на западную культуру региональных геологических исследований.

В XX в. наша страна пережила фактически только два периода крупнейших успехов в геологическом изучении своей гигантской территории, сопровождающихся значительным подъемом работ в области стратиграфии и палеонтологии, прежде всего в их прикладных направлениях. Но именно эти успехи имели клю-

ческое значение и в теоретическом отношении, что прочно поставило отечественную геологию на мировой уровень. Первый период был связан с началом индустриализации государственного хозяйства и необходимостью обеспечения ее основ минеральными ресурсами на базе огромного размаха региональных работ по всей территории СССР и преимущественно полумиллионной геологической съемки страны, оставшейся геологически слабо изученной почти до конца 20-х годов. Известно, что этот период был и трагическим для народа. Второй период начался с восстановлением народного хозяйства после войны и формированием новых горно-рудных и топливно-энергетических комплексов еще в ее ходе. Ведущая роль принадлежит уже среднемасштабным геолого-съёмочным работам и в полном смысле слова новаторской программе опорного и поискового глубокого бурения. Движущим фактором, таким образом, были экономические интересы государства, потребовавшие ряда перестроек в Геологической службе и широкого вовлечения в этот процесс существовавших и новых научно-исследовательских институтов ряда министерств и Академии наук.

За 20–25 лет в СССР сформировался крупнейший в мире коллектив биостратиграфов-палеонтологов, возникли новые направления исследований (в том числе эколого-фациальной и палеобиогеографической картографии), открылись новые исследовательские центры во множестве городов, резко усилились микропалеонтологические исследования в связи с получением колоссального кернового материала, развернулись дискуссии по теоретическим проблемам стратиграфии и палеонтологии. В 1955 г. был организован Межведомственный стратиграфический комитет. В научном отношении 50–60-е годы были временем наивысшего подъема стратиграфо-палеонтологических исследований, позволивших создать уникальный 15-томный труд “Основы палеонтологии” (Ленинская премия 1967 г.) и приступить к изданию многотомной серии “Стратиграфия СССР”.

Однако очевидный успех регионального геологического изучения территории страны и создания стратиграфической базы, необходимой для среднемасштабных картографических работ, неожиданным образом имел и отрицательную сторону. Создалось впечатление уже о достаточной обеспеченности страны минеральным сырьем и возможности завершения картосоставительских работ 200-тысячного масштаба без дополнительных стратиграфических и палеонтологических исследований, которые к 70-м годам стали везде резко сокращаться.

К началу реализации последней программы уже крупномасштабного картирования (“Госгеолкарта-50”) в середине 80-х годов основной формой стратиграфических и палеонтологических работ стали преимущественно тематические исследования в ограниченном числе академических и ведомственных институтов, внесших много рациональных идей и разработок (прежде всего корреляционные схемы), применительно к картам масштаба 1:50 000. Однако для практической реализации программы ведущей была выдвинута геодинамическая идея, а не коренным образом обновленная легенда на базе соответствующей этому масштабу стратиграфической основе. Последняя фактически осталась на уровне, отвечающем требованиям сокращающейся среднемасштабной съемки. Без постановки совершенно новых, специализированных полевых комплексных стратиграфо-палеонтологических и литолого-фациальных исследований старая основа легенды могла быть лишь механически приспособлена к карте масштаба 1:50 000. Такая съемка неизбежно стала только придатком поисков, да и в этом качестве не всегда полноценным. Ее естественным следствием явился новый спад интересов к стратиграфо-палеонтологическим исследованиям и, как невосполнимый результат, – дальнейшее ослабление этой важнейшей сферы геологии.

На базе перестройки геологической службы на рубеже 20–30-х годов из Геолкома (Ленинград) был выделен Институт геологической карты, просуществовав-

ший непродолжительное время. Возможно, в таком строго специализированном институте и нет необходимости, но существует несомненная государственная необходимость в постоянной и непрерывной службе геологического картирования. Развитие практических, прогнозных и научных интересов требует постоянного обновления карт общего и специального содержания на базе комплекса совершенствующихся методов региональных геологических исследований, и в этом процессе совершенно недопустим разрыв между уровнем подготовки стратиграфической основы и задаваемым масштабом карты. В любом случае и к съемке, и к геологической карте необходимо относиться в большинстве случаев как к научно-исследовательской работе. Первостепенное значение при этом имеют карты масштаба 1:200 000, требующие наиболее разносторонних региональных исследований.

Современная программа государственной карты масштаба, безусловно, отвечает первоочередным долгосрочным нуждам геологии. По сути дела, новая программа должна стать возрождением полноценных геолого-съёмочных и картосоставительских работ, опирающихся на современный уровень геологических знаний, современные методы исследований и поучительный опыт негативных сторон в региональном геологическом изучении страны на протяжении последних 20–25 лет, привлёкших важные новые аппаратно-технические средства исследований, но, безусловно, существенно ослабивших превосходную отечественную школу региональных геологов. Кадровая проблема встает перед этой программой как наиболее трудная. Она потребует для ее решения своей особой программы, поскольку понадобятся годы на подготовку специалистов различного профиля и объединения усилий Геологической службы, Академии наук и, конечно, вузов.

Представляется, что наиболее продолжительной и сложной окажется подготовка специалистов в области стратиграфии и палеонтологии, т. е. базовых дисциплин при создании геохронологического каркаса легенд геологических карт. В прошлом притягательность этих дисциплин возникала у молодежи главным образом в процессе участия в геолого-съёмочных работах. К настоящему времени этот фактор очень слаб, что сказалось и на структуре специализаций соответствующих кафедр вузов. О кризисном состоянии сложившегося положения в рассматриваемой сфере геологии в преддверии новой программы геологической картографии (а стратиграфо-палеонтологическая информация необходима и в других направлениях наук о Земле и жизни) очень ярко свидетельствуют сравнительные кадровые данные по Соединенным Штатам Америки и СССР, примерно сопоставимым по общей численности геологов. Вузы СССР выпускают в год 20–30 стратиграфов, США – 200–250. На одного стратиграфа в СССР затрачивается в год около 5 тыс. руб., в США – 33 тыс. долл. На стратиграфическую службу в целом в СССР расходуется в год около 10 млн руб., в США – 200 млн долл. На одного стратиграфа в СССР приходится 13,2 тыс. км² территории страны, в США – 1,6 тыс. км². Из 1700 палеонтологов в СССР (данные Всесоюзного палеонтологического общества) 77 % имеют возраст старше 50 лет.

Возникшее в определенных руководящих кругах убеждение, что наша страна имеет полноценное и подготовленное ресурсное обеспечение на многие годы – не более чем иллюзия. Поэтому отнесение среднemasштабной (1:200 000) геологической съемки страны и других региональных работ (прежде всего в России) на какую-то отдаленную перспективу – дело недопустимое. Выход из сложившегося положения может быть только один. В стратиграфических, палеонтологических и геохронологических исследованиях как базовых для геологической картографии необходимо уже сейчас готовиться к формированию международных проектов, сочетающих исследовательскую работу, подготовку кадров и издательскую деятельность.

За приведенную цифровую информацию я благодарю А.С. Алексева, И.С. Барскова и К.В. Симакова.

ВЕНДСКАЯ СИСТЕМА И “НЕОПРОТЕРОЗОЙ-III”*

После утверждения Международной стратиграфической комиссией новой сводной шкалы геологического времени с разделением протерозоя на три эры и десять периодов по геохронологическим меткам, отвлеченным от их конкретных стратиграфических носителей, в рамках неопротерозойской эры (от 1 млрд лет до подошвы кембрия) определен только один период “Neoproterozoic-III”, начинающийся с геохронологической даты 650 млн лет, который может стать выразителем времени реальной геологической системы, поскольку ее верхняя граница уже дана в определении эры [Plumb, 1991; Cowie et al., 1989]. Установленному таким путем хронометрическому интервалу и хроностратиграфическому подразделению в полной мере отвечает вендская система. Рассматриваются некоторые вопросы истории становления последней, определения ее границ, расчленения и корреляции на основе методов биостратиграфии и глобальных биогеосферных событий. Подвергаются критике место и критерии определения типовой стратиграфической границы докембрия и кембрия.

Ключевые слова: вендская система (венд), синий, эдиакарий, юдомий, нижний кембрий, рифей, верхний протерозой, неопротерозой, томмотский ярус; горизонты: лапландский, редкинский, котлинский, ровенский, немакит-далдынский, суннагинский; платформы: Русская, Сибирская, Южно-Китайская; бесскелетные Metazoa, мелкораковинные ископаемые, сабеллидитиды, вендотениды, микрофитопланктон, строматолиты, эдиакарская фауна, стратотип стратиграфической границы.

После выхода в свет двухтомной монографии “Вендская система” на русском и английском языках [Соколов, Ивановский, 1985; Соколов, Федонкин, 1985; Sokolov, Ivanovsky, 1990; Sokolov, Fedonkin, 1990], дополненной библиографией “Палеонтология венда” [Ивановский, 1988], уже нет нужды приводить региональную и палеонтологическую характеристику вендских отложений Евразии в рамках бывшего СССР и повторять сложившиеся к тому времени представления о планетарной корреляции венда. Однако прошедшее десятилетие вызвало такой взрыв научного интереса геологов, биологов и вообще естествоиспытателей разных стран к периоду предкембрийского состояния биосферы Земли, что представляется необходимым более подробно коснуться некоторых обстоятельств становления венда как совершенно неординарного крупного стратиграфического подразделения — прежде всего в его типовой области Русской платформы, характеризующейся уникальной неизменностью осадков столь древнего происхождения и его богатейшей биотой животного, растительного и бактериального составов. Вполне естественно, что это требует и обращения к материалам по некоторым другим регионам, а также к ряду других оригинальных исследований, касающихся близких по возрасту отложений и заключенных в них ископаемых, открытых в разное время, на разных континентах и по-разному интерпретиро-

* Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1995. Т. 3, № 6. С. 51–67.

ванных. Возникла потребность вернуться и к некоторым общим представлениям, но уже в свете новых знаний. Не все из моих прошлых обобщений, связанных с вендским периодом, оказались верными, а некоторые сейчас требуют дополнений и разъяснений.

І. ИСТОКИ. РУССКАЯ ПЛАТФОРМА

Несомненно, было даром судьбы, что в конце 1940-х годов, включившись в беспрецедентную программу глубокого и опорного бурения на Русской платформе (1946–1960-е годы) и обобщения материалов по древнейшему осадочному чехлу, я подошел к выделению венда, направляясь от известного к неизвестному: от древнейших слоев нижнего кембрия – феноменально свежих лепных “синих глин” Прибалтики с редкой, но явно дотрилобитовой фауной и их аналогов в Балтоскандии вообще – к мощным подстилающим толщам, природу и возраст которых еще предстояло расшифровать, а для чехла в целом – дать первые литолого-фациальные и палеогеографические карты [Соколов, 1952, 1953, 1956, 1958; и др.]. Вскрытые до кристаллического фундамента бурением (от Балтийского и Баренцева морей до Черного и от Польши до Урала) и обнаженные по западной окраине Русской платформы (северо-западные районы, Белоруссия, Волынь, Подолия), эти отложения оказались представленными в основном морскими толщами глин, алевролитов, разнородных песчаников с эффузивно-осадочными и гляциальными образованиями в основании (юго-запад платформы). На первых порах все они воспринимались как “немые” и условно относились то к кембрию (традиционная точка зрения ленинградских геологов), то к нижнему палеозою вообще, то к ордовику и силуру, как в Подолии. Решающее значение в определении подлинного возраста этих толщ, их расчленении и корреляции имели уже первые находки *Sabellidites cambriensis* Yan. и *Platisolenites antiquissimus* Eichw. (Московская синеклиза, Волынь, Подолия), четко определившие положение нижекембрийских зон в разрезе и опорное значение северо-западной схемы с ее двумя комплексами: балтийским (нижекембрийским) и вендским (докембрийским).

В дальнейшем развитии стратиграфии древних толщ и в ее детализации это имело огромное значение для возрастных заключений об ассоциациях микрофитопланктона (акритарх) нижнего кембрия и венда, для изучения вендотениевой флоры (важнейшей для котлинского горизонта), для определения стратиграфической позиции первых редких находок вендских макроорганизмов: *Beltanelloides sorichevae* Sok. (Прионежье, Причерноморье, Приднестровье), *Cyclomedusa plana* Glaessn. (Подолия), *Vendia sokolovi* Keller (север Европейской России), *Charnia massoni* Ford (район Чешской губы) и некоторых других. Характерная эдиакарская ассоциация бесскелетных Metazoa нашла, таким образом, четкое положение в средней части венда Русской платформы: редкинский горизонт, непосредственно следующий за лапландским или варангерским гляциогоризонтом нижнего венда [Соколов, 1972, 1976, 1984а,б]. В дальнейшем огромное разнообразие венд-эдиакарской ассоциации было установлено в разрезах Зимнего и Летнего берегов Белого моря, Онежского полуострова и Украинского Приднестровья [Федонкин, 1981, 1983, 1987; Fedonkin, 1992]. Нет сомнения, что это самая яркая биота бесскелетных Metazoa в Северном полушарии, а может быть, и во всем мире. По четкости своего стратиграфического положения в практически непрерывном платформенном разрезе Русской платформы и по сопутствующей полноте палеофитологических и палеоихнологических ассоциаций, охватывающих весь венд и нижний кембрий, у него нет аналогов в этом фациальном типе морских отложений. Соперничать может только венд-кембрийский карбонатный (преимущественно) разрез Сибирской платформы, но оба они сейчас хорошо коррелируются по пограничному горизонту с сабеллидитидами.

Установленная полнота стратиграфической последовательности и разнообразие ассоциаций фауны и флоры в венд-кембрийском комплексе отложений, несомненно, ставят Русскую платформу на одно из первых мест для выбора наиболее полноценной типовой или опорной региональной границы нижнего кембрия, т. е. границы кембрийской системы и докембрия. Глобальный стратотип последней, как известно, недавно выбран рабочей группой экспертов Международной стратиграфической комиссии на Ньюфаундленде [Narbonne, 1987; Brasier et al., 1994a,b; и др.], но его одобрение не было единодушным. Одна из причин расхождения взглядов заключается в том, что впервые в истории биостратиграфии глобальный стратотип границы столь высокого ранга установлен не в результате изучения исторических изменений в развитии фауны, а выбран формально среди некоторой последовательности следов жизнедеятельности неизвестных организмов-иллоедов – *Harlaniella podolica* Sok. и *Phycodes pedum* Seil. Таким образом, trace fossils совершенно неожиданно проделали ключевой ход к заветному “золотому гвоздю”. В течение многих лет я состоял членом этой группы экспертов, в разное время знакомился с лучшими разрезами, заключающими возможный для выбора стандарт границы докембрия и кембрия – в Англии, Канаде, Австралии, Китае, Сибири, Европейской России, Украине, даже во Франции, Испании и в Северной Африке. В 1972 г. мне довелось познакомиться и с разрезами позднего докембрия (группа Концепшн с эдиакарской фауной) и кембрия Ньюфаундленда, но тогда и в голову не могло прийти, что финалом огромного опыта экспертных наблюдений на всех континентах окажется выбор границы – фантома. Такая типовая граница, может быть, и заключает некоторое удобство в рамках специфических палеонтологических сукцессий, но она не отвечает одному из главнейших принципов стратиграфии – максимальной полноте возможностей “передачи корреляционной функции” от одной группы организмов к другой [Соколов, 1974a] или принципу “хронологической взаимозаменяемости признаков” [Мейен, 1989], столь важной основе планетарной стратиграфии вообще.

Конечно, доля ответственности за недостаточное проявление интереса упомянутой группы экспертов к венд-кембрийской последовательности на Русской платформе лежит и на нас самих. Уже к концу 50-х годов научные интересы многих исследователей оказались смещенными в сторону изучения карбонатных разрезов уральского, а затем и сибирского рифея, но особенно – к превосходным карбонатным разрезам кембрия Сибирской платформы и ее южного складчатого обрамления. Тем самым, в конечном счете, и была выработана классическая схема стратиграфии нижнего кембрия, получившая мировое признание [Розанов, Соколов, 1984; Соколов, Журавлева, 1983]. Главенствующей идеей стало применение палеонтологического метода к изучению заведомо морских по происхождению рифейских и кембрийских толщ, в первом случае – к изучению строматолитов и микрофитолитов, а во втором – археоциат и трилобитов, еще в 30–40-х годах давших блестящие результаты, что отражено в работах А.Г. Вологодина и Е.В. Лермонтовой. Позднее в круг исследований вошла и мелкораковинная фауна (в современной аббревиатуре SSF), особенно с выделением в основании кембрия томмотского яруса [Розанов и др., 1969]. Для биостратиграфии усматривалось решающее преимущество морских карбонатных отложений Сибири перед терригенными комплексами венда и кембрия Русской платформы. С обоснованием же юдомского комплекса Сибирской платформы, как карбонатного эквивалента венда Русской платформы, решение проблемы нижней границы кембрийской системы, т. е. границы докембрия и кембрия автоматически переместилось в Сибирь. При этом первоначально большинство исследователей Сибири приравнивали юдомский комплекс к венду Русской платформы, но рассматривали не самостоятельно, а как IV, венчающее подразделение рифея [Решение..., 1962]. Для сторонников

“строматолитовой биостратиграфии” рифейской группы или верхнего докембрия это решение было очень важным, так как путем отдаленной корреляции через разрезы Сибири “наращивалась” строматолитовая последовательность типового разреза рифея Урала [Соколов, 1978], в котором IV подразделение, т. е. ашинская свита, лишена карбонатных слоев, содержащих строматолиты и микрофитолиты “IV – юдомского комплекса”. Последний был обнаружен лишь в более древней укской свите каратауской серии рифея, что в конце концов и породило недолговечную концепцию “терминального рифея” или синтезированного вендомия [Келлер, 1973]. Первоначально это новое подразделение получило от Б.М. Келлера [1966] название вендской системы (протосистемы) с возрастным объемом 700–550 млн лет, что приближается к современной синийской системе s. str. Южного Китая. При этом Б.М. Келлер писал, что “практическое значение в выделении венда может иметь комплекс строматолитов и других проблематических остатков растительного происхождения и данные абсолютного возраста” [Там же, с. 1408]. Это неожиданное заключение решительно уводило исследовательскую мысль от хотя и морских, но терригенных комплексов венда Русской платформы, несмотря на то, что только палеонтологическое обоснование верхней границы венда как докембрийской системы и его корреляция с ашинской свитой Урала стали первым научно обоснованным доказательством довендского и, таким образом, докембрийского возраста самой рифейской группы в принятом теперь ее трехчленном объеме (бурзянская, юматинская и каратауская фитемы или эратемы). Однако перемещение научных интересов большинства исследователей к изучению в основном карбонатных разрезов рифея и венда Сибири стало фактом, и проблема границы докембрия и кембрия, как уже отмечено, должна была решаться в новом фациальном типе разрезов юдомской и пестроцветной свит и их аналогов, в целом издавна считавшихся нижекембрийскими. В этом смысле аналогию с первоначальной трактовкой объема нижнего кембрия на погружениях Балтийского щита отнюдь нельзя считать случайностью: в обоих случаях речь идет о структурно целостном древнейшем осадочном чехле платформ, получивших название “докембрийских”, которые в действительности в существенной степени были довендскими и даже досинийскими (в понимании синийской системы Южно-Китайской платформы), как я представлял первоначально [Соколов, 1958]. Однако, связав венд с синийской системой в ее китайском понимании [Grabau, 1922; и др.], я сделал ошибку, включив венд в состав палеозоя как равноценное кембрийской системе подразделение [Соколов, 1952], хотя у меня вскоре появилось немало последователей [Хоментовский, 1976; и др.].

II. СИБИРСКАЯ ПЛАТФОРМА

Изучение преимущественно карбонатных разрезов верхнего докембрия и нижнего кембрия Сибирской платформы привело к массе замечательных открытий в области палеонтологии и биостратиграфии пограничных венд-кембрийских отложений, привлекло к ним чрезвычайно широкий международный интерес и вызвало поток оригинальных публикаций, открывших новую сферу как для дальнейших исследований (например, мелкораковинных групп различных скелетных организмов), так и для плодотворной полемики. Попытка заменить в общей шкале стратиграфических подразделений верхней части докембрия венд на юдомский комплекс (юдомий) успеха не имела, да и не могла иметь, но пограничная часть юдомской свиты и пестроцветных слоев нижнего кембрия предельно сузила зону поисков наиболее удовлетворительной границы кембрия и докембрия. Исследования с участием международных групп специалистов с 1973 г. приобрели регулярный характер [Путеводитель ..., 1973; Cowie, Rozanov, 1974; Соколов, 1974б;

Cowie, 1981; Rozanov, Sokolov, 1982; Astashkin et al., 1991]. Отправное значение имели работы А.Ю. Розанова и его коллег по выделению томмотского яруса и определению его границ [Rozanov, 1967; Розанов и др., 1969; Розанов, 1976]. Основание суннагинского горизонта или зоны *Aldanocyathus* (= *Nochoroicyathus*) *sunnaginicus* этого яруса представлялось в качестве нижней границы кембрийской системы как наиболее строго отвечающее палеонтологическому принципу типизации стратиграфических границ. Это заключение стало очень популярным, хотя в отличие от атдабанского яруса выделение томмотского яруса во многих областях развития кембрийских отложений на первых порах встретило более или менее значительные трудности.

Тем не менее именно Сибирская платформа на многие годы привлекла к себе внимание экспертов как область с наиболее благоприятными палеонтологическими, седиментологическими и геохимическими характеристиками пограничных отложений юдомской и пестроцветной свит для выбора стратотипа границы докембрия и кембрия, т. е. вендской и кембрийской систем. Было предложено несколько опорных детально изученных разрезов в бассейнах рек Алдан и Лена, которые дублировались прекрасными разрезами Оленекского поднятия, склонов Анабарского массива и северо-запада платформы.

Крупнейшим событием в изучении нижнего кембрия и верхнего венда Сибирской платформы стало открытие в дотрилобитовых и в доархеоциатовых слоях разнообразной мелкораковинной, тубулярной и склеритоморфной (по своим остаткам) фауны, далеко еще не расшифрованной. Одним из важнейших ее компонентов оказался новый род *Anabarites* [Миссаржевский в работе: Розанов и др., 1969]. Его тубулярно-игольчатые мелкие формы с карбонатно-фосфатной раковиной в огромных скоплениях я впервые обнаружил еще в 1956 г. во время полевых работ на южном склоне Анабарского массива (р. Кенгеэдэ) в терригенно-карбонатной толще, позднее отнесенной к немакит-далдынскому горизонту [Савицкий, 1962, 1975], которая залегает на старореченских строматолитовых доломитах (будущий юдомский комплекс). В изучении этой новой мелкораковинной (SSF) пограничной венд-томмотской фауны большую роль сыграли многолетние исследования В.В. Миссаржевского [1969, 1989; и др.], А.К. Валькова [1975, 1982, 1987; и др.] и других, повлекшие ряд новых открытий и поток новых публикаций в Китае, Англии, Канаде, США, Швеции. Открылся путь для поисков альтернативной границы докембрия и кембрия среди транзитных представителей этой группы мелкораковинной фауны. В результате проведенных исследований сформировались новые представления о 1) “полной зоне *Al. sunnaginicus*” в составе нижнего кембрия и 2) немакит-далдынском (манькайском) горизонте или ярусе, предшествующем томмотскому. Одни исследователи включали его как дополнительный в состав нижнего кембрия, другие рассматривали как конечное подразделение верхнего венда. Решительным сторонником последнего представления стал В.В. Хоментовский [1976], считающий подошву зоны *Al. sunnaginicus*, как основание томмотского яруса, “единственной четкой синхронной биостратиграфической границей во всей последовательности венд-кембрийских отложений” [Хоментовский, Карлова, 1992]. В понимание “полной зоны *Al. sunnaginicus*” мы [Rozanov, Sokolov, 1980; Соколов, 1974а, б] вкладывали представление не о буквальном совпадении точки первопоявления *Aldanocyathus sunnaginicus* с подошвой томмотского яруса, что исключалось установленной зональностью различных фациальных обстановок в раннем кембрии Сибирской платформы [Савицкий, Хоментовский, 1976], а некую полноту суннагинского горизонта, в палеонтологическом отношении заключающую транзитных представителей ассоциации SSF и еще возможных археоциат. В этом смысле стратотип границы докембрия и кембрия, предложенный экспертам (1973 г.) в разрезе Улахан-Сулугур на Алдане и позднее уточненный в

том же страторегионе исследованиями В.В. Хоментовского, а также венд-томмотский разрез кессюсинской свиты на Оленекском поднятии обладают неизмеримо большими преимуществами по полноте своего биостратиграфического корреляционного потенциала, чем избранный стратотип на Ньюфаундленде. В этом весьма маргинальном разрезе, где нет подлинно нижнекембрийской макрофауны, предпочтение было отдано фекалиям таинственного *Phycodes pedum* Seil. Проблему границы докембрия и кембрия утомленным экспертам лучше было бы совсем не решать, чем решать таким образом. К сказанному хотелось бы еще сделать некоторые общие замечания, касающиеся процедуры типовой стандартизации границ между геологическими системами. Они вытекают из моего личного опыта работы в различных экспертных стратиграфических группах (P/C; O/S; S/D; ярусные подразделения этих систем). Во-первых, в определении фанерозойских стратиграфических границ (а нижняя граница кембрийской системы это еще фанерозойская граница, даже *sensu stricto*) необходимо строго придерживаться принятого на Монреальской сессии МГК (1972 г.) “биологического принципа” ее обоснования, то есть опоры лишь на хорошо изученные группы морской фауны (обычно их называли “архистратиграфическими”), а не на ее следы или другие второстепенные признаки биологической природы (например, биоседиментарные). Во-вторых, базальная биостратиграфическая зона (например, Al. (Noch.) *supnaginicus*) должна параллельно содержать ассоциацию других групп фауны, которые в иных районах и иных переходных фациальных типах разрезов могли бы брать на себя передающие функции при корреляции. Именно из этого положения, выработанного в результате 12-летней работы экспертов по границе S/D (1960–1972), возник самостоятельный проект МПГК по экостратиграфии, открывший возможность устанавливать в континентально отдаленных регионах эквиваленты первично избранного стратотипа (голостратотипа), то есть своеобразные трансстратотипы, передающие функции голостратотипа. В-третьих, из принципа “золотого гвоздя” следует, что граница смежных геологических систем является всего лишь границей смежных зон этих систем, что далеко не всегда отвечает иерархическому (ранговому) содержанию определяемой границы (например, венд-кембрийская граница одновременно является границей протерозоя и фанерозоя или палеозоя). По-видимому, этот принцип должен быть развит в более всеобъемлющую концепцию, учитывающую и рубежи экосистемных перестроек. В-четвертых, новые альтернативные методы изучения стратотипической границы, основанной на биологическом (палеонтологическом) методе, такие как радиоизотопные, хемо- и магнитостратиграфические, могут играть пока вспомогательную роль при всей их неоспоримой важности, так как для хроностратиграфической корреляции только биостратиграфия продолжает контролировать тот или иной уровень их эффективности; сами по себе в глобальном смысле они лишь относительно автономны [Knoll, Walter, 1992; Narbonne et al., 1994]. Но в бассейновой стратиграфии роль всего комплекса методов велика и будет возрастать. В-пятых, в деятельности международных экспертных групп, принимающих решение об избрании стратотипа стратиграфической границы мирового значения, следует достигать консенсуса, а не голосования, которое противоречит самому духу науки и не отвечает задачам практики (например, геологической картографии).

III. НЕМАКИТ-ДАЛДЫНСКИЙ (МАНЬКАЙСКИЙ) И РОВЕНСКИЙ ГОРИЗОНТЫ

Принципиальное значение установления нижней границы кембрийской системы в Сибири по подошве суннагинского горизонта, включающего не только древнейшие археоциаты, но и “суннагинскую ассоциацию” мелкораковинной фауны

ны, появившейся значительно раньше, заключается в двух важных следствиях. Во-первых, устанавливалась возможность освободиться от навязчивой идеи определения нижней границы системы по первопоявлению скелетных организмов (а оно оказалось асинхронным). Во-вторых, становилась более определенной судьба, несомненно, самостоятельного нового стратиграфического горизонта, уже получившего название немакит-далдынского или манькайского, и имевшего свою палеонтологическую характеристику, определенно связанную с зоной *Anabarites trisulcatus*, а не с зоной *Al. sunnaginicus*. Одни исследователи видели в нем особое предтоммотское подразделение нижнего кембрия и включали в состав алданского яруса [Савицкий, 1975], другие ставили еще знак равенства между суннагинским и немакит-далдынским горизонтами (Журавлева), третьи связывали его с верхней частью юдомия как терминальной частью рифея (Миссаржевский, Розанов), четвертые относили к венду, считая последний палеозойской системой (Хоментовский). Все эти точки зрения отражены в одной книге [Соколов, Хоментовский, 1975]. Мое знакомство с палеонтологической характеристикой этого горизонта (помимо анабаритид) началось с изучения сабеллидитид нижней части платоновской свиты Сухой Тунгуски (Туруханская окраина Сибирской платформы) в 1965 г. и продолжалась до исследований на Оленекском поднятии в 1981 г., когда в нижней части кессюсинской свиты, вообще хорошо палеонтологически охарактеризованной, была открыта такая же ассоциация сабеллидитид: *Sabellidites cambriensis*, *Paleolina evenkiana* и др. [Соколов, 1965а,б, 1967; Sokolov, 1968, 1972, 1973; Sokolov, Fedonkim, 1984; Sokolov, Ivanovski, 1990]. Но еще раньше в Иркутске в 1956 г. я сделал первое определение *Sabellidites* ex gr. *cambriensis* Yan. по образцам, доставленным иркутскими геологами-нефтяниками из верхней части мотской свиты (=иркутский горизонт). Этот характернейший представитель фауны самой нижней части нижнего кембрия Прибалтики по тогдашним представлениям решал вопрос и о нижнекембрийском возрасте мотской свиты.

Позднее возраст всех доуольских палеонтологических находок пришлось признать вендским [Соколов, 1975; Соколов, Хоментовский, 1980], хотя представление об их нижнекембрийском возрасте было весьма устойчивым. Однако важно было другое: открытие сабеллидитид в Сибири породило и совершенно новое, достаточно неожиданное направление корреляции венд-кембрийских отложений Сибирской и Русской платформ. На территории последней и по ее западной окраине (вся Балтоскандия, Московско-Мезенская синеклиза, Вольнь, Молдавия, Украинское Приднестровье, Польша) сабеллидитиды были обнаружены во множестве районов, причем их массовое скопление ограничивалось сравнительно узким интервалом, коррелируемым с нижней частью синих глин Прибалтики, т. е. с низами балтийской серии (комплекса). Зноско [Znosko, 1961] ошибочно приравнивал ее к зоне *Holmia* Скандинавии, но и я ошибочно отнес всю толщу синих глин Русской платформы к новому балтийскому ярусу нижнего кембрия, охватывающему все слои до подошвы зон *Volborthella tenuis*–*Holmia* (*Schmidtellus*) *mickwitzi* [Соколов, 1965а,б]. У польских геологов синонимом этого субхолмиевого подразделения стал климонтовский ярус [Арень, Лендзен, 1974] в составе двух горизонтов или зон: *Sabellidites*–*Platysolenites* и *Mobergella*, на рубеже которых К. Лендзен [Lendzion, 1983] справедливо увидела существенную перестройку палеогеографического плана раннекембрийских бассейнов.

Но наиболее существенную биостратиграфическую ревизию этой части разреза дал В.В. Кирьянов, широко использовавший данные микропалеоботанических исследований, – своих, Н.А. Волковой и др. Для северо-западной части Вольни в 1966 г. он обосновал деление нижней части балтийской серии на ровенские слои с *Sabellidites cambriensis* Yan., *Serpulites*(?), т. е. *Yanichevskites petropolitamus* (Yan.) и др. и стоходские соли с *Platiselepitites antiquissimus* Eich. и очень редкими

сабеллидитидами [Кирьянов, 1967, 1978, 1969]. Ровенский горизонт приобрел значение опорного базального горизонта для балтийской серии всей Русской платформы. Столь же определенное стратиграфическое положение занял вышележащий лонтоваский горизонт Эстонии [Менс, 1981], в составе которого оказались стеходские слои Вольни, збручские Подолии, мазовецкие Польши, словом все нижнекембрийские отложения, подстилающие зону Mobergella [Келлер, Розанов, 1979].

Как видим, ни трилобиты, ни археоциаты – эти важнейшие для стратиграфии кембрия группы ископаемых – не могли быть использованы для установления стратотипа нижней границы кембрийской системы. Эта роль целиком перешла к более древней группе мелкораквинных ископаемых. Она явно разнородна по своему происхождению и составу, принадлежит, несомненно, ряду очень крупных таксонов, не несет непосредственных черт родства с классической эдиакарской биотой венда и представляет исключительный интерес для изучения биоминерализации и становления форм минерального скелета (кремнистого, фосфатного, карбонатного) у древнейших беспозвоночных. Биостратиграфическая роль SSF, как уже говорилось, превосходно выявилась при изучении венд-кембрийской последовательности карбонатных отложений Сибирской платформы и в ряде других мест, но она оказалась весьма скромной для соответствующего возрастного интервала Русской платформы. Для лонтоваского горизонта мы можем назвать пока только редкие формы *Aldanella kunda* (Örik), неопределенные формы *Hyolithellus*, *Yanichevskyites* (*Serpulites?*) *petropolitanas* (Yan.), некоторые склеритоморфные образования и более часто – *Platisolenites antiquissimus* Eichw. и *P. lontowa* Örik, отсутствующие в сибирской ассоциации. Однако подстилающий ровенский горизонт повсеместно богат сабеллидитидами, особенно такими родами, как *Sabellidites*, *Sokoloviina*, *Paleolina*, *Saarina*. В этом отношении различия между ним и немакит-далдыньским горизонтом Сибири касаются в некоторой степени только количественных соотношений между отдельными родами: например, *Paleolina* преобладает в немакит-далдыньском горизонте, *Sokoloviina* – в ровенском; оба рода, возможно, образуют викарирующую группу. Но в результате независимых исследований и приоритетном внимании в Сибири к ассоциации SSF возник стратиграфический парадокс: немакит-далдыньский горизонт большинством исследователей стал рассматриваться как досуннагинский, т. е. докембрийский (вендский, юдомский), в то время как ровенский горизонт (со своими региональными аналогами) в Европейской России, в Прибалтике, на Украине, в Молдавии, Польше, Румынии повсеместно заключающий зону *Sabellidites*, связывали с низами балтийской серии, т. е. с основанием нижнего кембрия (например, [Patrulus, Jordan, 1974; и др.]). Еще в 1965 г., до введения в обиход используемой здесь стратиграфической номенклатуры, я счел необходимым предложить соответствующую корреляцию сибирского и европейского разрезов в рамках нижнего кембрия, а в 1971–1974 гг. уже прямо сопоставил немакит-далдыньский и ровенский горизонты и включил в состав венда как самое верхнее подразделение [Соколов, 1965а,б, 1971, 1974а]. Важным дополнительным аргументом послужило открытие в ровенском горизонте Подолии (р. Тернава) последних представителей венд-эдиакарских *Kullingia* и др. “медузоидных” форм, позднее изученных Ю.А. Гуревым [1987]: *Beltanelloides simplex* (Palij), *Cyclomedusa minuta* Fed., *Kullingia concentrica* Glaessn. Полное развитие эта точка зрения нашла в “Вендской системе”, хотя некоторые эстонские и польские геологи продолжают рассматривать ровенский горизонт как нижнекембрийский.

Изучая разные сабеллидитиды из множества местонахождений, я выделил их в особый крупный таксон *Sabelliditida* (возможно, класс) и довольно определенно высказал гипотезу о его принадлежности древнейшим погонофорам, что встретило поддержку у таких выдающихся зоологов, как А.В. Иванов и Л.А. Зен-

кевич. В стратиграфической литературе сабеллидитиды еще со времен М.Э. Янишевского [Янишевский, 1939] чаще всего относятся к седентарным "червям"-трубкожилам, что, впрочем, некоторыми исследователями допускается и в отношении самих погонифор. Древность сабеллидитид совершенно не исключает мою гипотезу, но проведенные сравнительные ультрамикроструктурные исследования трубок сабеллидитид [Урбанек, 1979; Иванцов, 1989] ни доказали ее, ни опровергли, а скорее обнаружили специфический характер. Ни с анабаритидами, ни с хиолитидами, хиолительминтами или платисоленидами их связать нельзя, но одно их объединяет – это трубчатый тип раковины-оболочки. Однако у разных родов сабеллидитид оболочки отличаются необычайной длиной, эластичностью и составом – в основе своем органическом (редкинские *Calyptrina*, *Saarina*) с разным уровнем хитинизации (ровенские и немакит-далдынские *Paleolina*, *Sokoloviina*, *Sabellidites*); в первом случае они хорошо сохраняются только благодаря пленочной пиритизации. Полное отсутствие минерализации трубок-оболочек сабеллидитид исключает возможность их помещения в группу SSF, а органическая и хитиноидная природа покровных структур скорее сближает их с бескелетными Metazoa венда, также изначально лишенных минерализованных покровных образований. Палеонтологическая история сабеллидитид, по-существу, замыкается на уровне ровенского и немакит-далдынского горизонтов, хотя ее начало, возможно, относится к раннему венду или позднему рифею.

IV. ГЛАВНЕЙШИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ВЕНДА

Все приведенные выше данные и рассуждения в конечном счете сводились к обоснованию прежде всего палеозоологических подходов определения границы кембрия и венда как терминальной системы протерозоя. Особое внимание к ровенскому и немакит-далдынскому горизонтам диктовалось решением этой же задачи, так как в биостратиграфическом отношении этот уровень хроностратиграфической корреляции имеет принципиальное значение, поскольку с ним связана возможность использования палеонтологического метода – типового для фанерозоя [Sepkoski, 1978]. Для большинства из нас это *modus vivendi*, но не отклоняясь от принятого метода, некоторые исследователи отдают предпочтение подошве ровенского горизонта балтийской серии (зона *Sabellidites cambriensis*) в качестве нижней границы кембрийской системы [Mens, Pirrus, 1986]. Другие же допускают отнесение к венду даже лонтоваского горизонта, то есть поднимают венд до подошвы зоны *Mobergella*, что отвечало бы и классической нижней границе кембрия в Балтоскандии. Особая позиция у сторонников ньюфаундлендского стратотипа [Landing, 1994], что и естественно. В отношении немакит-далдынского горизонта делается попытка поставить под сомнение принадлежность к венду (юдомию) зоны *Anabarites trisulcatus* на основании данных хемотратиграфии, однако пока это можно принять лишь как региональный опыт, далекий еще от успеха планетарного интегрирования, способного заменить биостратотипы и биостратиграфическую корреляцию [Brasier et al., 1994a,b; Knoll, Walter, 1992].

Но залегающие ниже ровенского горизонта Русской платформы котлинский (=каниловский) и редкинский горизонты уже ни у кого не вызывают сомнений как основные подразделения венда, несущие самые характерные черты биоты вендского периода. Уже много писалось о том, что только с обособлением венда в общей стратиграфической шкале и установлением хронологической последовательности его горизонтов между стратотипической кровлей рифея (каратавия – 650 ± 20 млн лет) или теперешней "кровлей" криогения (650 млн лет) вновь сконструированной шкалы докембрийского времени, с одной стороны, и подошвой

кембрийской системы – с другой, наиболее четко определилась позиция загадочной фауны бесскелетных Metazoa, широко известной под названием эдиакарской. Называвшаяся первоначально то древнейшей, раннекембрийской и даже более молодой в работах австралийских, немецких, английских, русских и украинских авторов, имевших дело со спорадическими находками на разных континентах, она только с 1958–1959 гг. стала определенно относиться к верхнему докембрию [Ford, 1958; Glaessner, 1959, 1984; и др.], но воспринималась как феномен чисто региональный, не связанный с какой-либо строго определенной эпохой нерасчлененного протерозоя. Как основа для отдаленной и межконтинентальной корреляции отложений, содержащих ископаемые эдиакарского типа, венд наиболее широко стал использоваться с 70–80-х годов [Glaessner, 1971; Соколов, 1972–1985; Webby, 1973; Pflug, 1974; Sepkoski, 1983; Brasier, 1985; Chen Junynan, 1988; Hofmann et al., 1990; Fedonkin, 1992; и др.].

В венде Русской платформы эдиакарская фауна бесскелетных Metazoa образует характернейшую биоту редкинского горизонта и его региональных эквивалентов – усть-пинезской серии Беломорья и могилев-подольской серии Подолии. Она многообразна, обильна и хорошо теперь изучена [Федонкин, 1981, 1983, 1987; и др.]. Открытие эдиакарской фауны в венде Оленекского поднятия примерно в такой же стратиграфической позиции (хатыспытская свита хорбусуонской серии юдомия) еще более укрепило опорное значение этого уровня с бесскелетными ископаемыми для корреляции вендских отложений [Sokolov, Fedonkin, 1984]. По всей видимости, этот уровень устойчив в планетарном масштабе; он почти одинаково выявляется в терригенных, терригенно-карбонатных и реже в чисто карбонатных типах разрезов. На огромных расстояниях он не слишком разнообразен в биогеографическом отношении, а там, где в основании венда и его аналогов выявляются тиллитовые или тиллитоподобные образования, он везде либо отчетливо постгляциальный, либо заключен в трансгрессивные серии, как на Сибирской платформе [Cloud, Glaessner, 1982; Sokolov, Fedonkin, 1984]. Величайшая гляциальная эпоха (предвендская и ранневендская), постгляциальный эвстатический подъем уровня Мирового океана и бурная экспансия бесскелетных Metazoa предстают событиями, сопряженными в биосферной эволюции. Однако эта общая эмпирическая конструкция, кажущаяся верной в своих основных чертах, несомненно, нуждается в доработке и поиске ответов на многие важные вопросы: например, о корнях Metazoa эдиакарского типа, несомненно, рифейских; об удивительной устойчивости некоторых Cyclozoa, известных в межтиллитовых отложениях (*Beltanelloides*, *Nimbia*, *Vendella*), и в ровенском горизонте с сабеллидитидами; о бесследно исчезнувших покровных оболочках, нередко гигантских (метровых!) форм “Vendobionta” или “Vendiaata”, как их теперь обобщенно иногда называют; о способе питания этих организмов – осмотическом, ведь в отпечатках нет форм со следами ротового отверстия. Наконец, какова же истинная природа особняком стоящих на этом же стратиграфическом уровне Cloudinidae и Redkiniidae [Hahn, Pflug, 1985; Соколов, 1985].

Теперь уже хорошо известно, что эдиакарские Metazoa составляли только часть биотического комплекса венда. Одновременно существовала бентосная и планктонная флора вендотенид, богатейший микропланктон, среди которого так и не удается выделить группы фито- и зоопланктона; доказано развитие актиномицет, различных цианей. Совершенно особый мир составляли систематически не определенные пока обитатели дна – илоеды, оставившие разнообразные следы своего движения и питания. Нуждается в объяснении определенно критическая эпоха в существовании многих таксонов бесскелетных Metazoa на рубеже редкинского и котлинского времени, когда эдиакарская биота практически исчезла (или была куда-то оттеснена), необычайного расцвета достигли представители нового класса

водорослей Vendophyceae [Гниловская, 1988]. Ответы на все эти и многие другие вопросы, связанные с существованием неожиданно столь многообразной биоты вендского периода, несомненно, будут иметь и важные стратиграфические следствия.

Котлинский горизонт и такие его региональные эквиваленты, как каниловская серия Подолии, поваровская серия Московской синеклизы и верхняя часть валдайской серии северо-запада Русской платформы (от гдовской свиты до воронковской), образуют, быть может, самую характерную часть венда Европейской России, Прибалтики, Белоруссии и Молдавско-Украинского Приднестровья. Его основу некогда составляла так называемая ламинаритовская свита с сапропелитовыми пленками, ошибочно определенными как бурая водоросль “*Laminarites antiquissimus*” Eichw. Во избежание недоразумений, я дал ей новое название – котлинская [Соколов, 1958; Мянниль, 1958], широко вошедшее у потребители. Отложения котлинского бассейна представлены тонкослоистыми глинами, аргиллитами, алевролитами, различного состава песчаниками от зеленовато-серой до пестрой окраски. По сравнению с типично морским редкинским бассейном здесь наблюдаются некоторые черты опреснения и холодноводности, что, возможно, связано со вторым вендским кратковременным гляциальным периодом [Chumakov, 1992]. Котлинская биота существенно меняется: исчезают все группы бесскелетных Metazoa, снижается разнообразие в фитопланктоне, но обильны следы жизнедеятельности донных организмов и илоедов, в основном тех же ихнотаксонов, что и в редкинском горизонте. Специфическим обитателем дна является только *Harlaniella podolica* Sok. Этот вид не переходит в ровенский горизонт (зона Sabellidites), где впервые появляется *Phycodes pedum* Seil. среди изобилия сабеллитид: *Sabellidites cambriensis* Yan., *Sokoloviina costata* Kir. и другие, которые полностью отсутствуют в котлинском (каниловском) горизонте. Это важно отметить, так как в старой геологической литературе иногда встречаются ошибочные упоминания о находках фрагментов *Sabellidites* в “ламинаритовых слоях”.

Главным же элементом котлинского горизонта являются вендотениевые водоросли, повсеместно распространенные, но особенно хорошо изученные в экологическом и тафономическом отношении в разрезах каниловской серии Приднестровья [Коренчук, Ищенко, 1980, 1981]. Появление этих древнейших многоклеточных слоевищных водных растений, несомненно, относится еще к рифею, но в венде наступает их расцвет. В редкинском горизонте известны сравнительно редкие *Eoholynia*, *Kalusina* и *Serebrina*, которые в котлинском горизонте сменяются уже огромными скоплениями лент рода *Vendotaenia*, образующими целые прослои из неминерализованных слоевищ, сохраняющих первичную эластичность, клеточную структуру, спорангии и даже селящиеся на слоевищах колонии актиномицет рода *Primoflagella* и других микроорганизмов. Для верхней части котлинского горизонта характерны *Aataenia*, *Tyrasotaenia* (также образующая обширные скопления длинных лент), *Kanilovia* и другие роды, в ровенском горизонте появляется *Dvinia* [Гниловская, 1971, 1988], окончательно исчезающая в лонтоваское время.

По таксономическому разнообразию все группы макрофоссилий венда превосходят различные одноклеточные микрофоссилии и нитчатые синезеленые водоросли вытянутой или спиральной формы, как *Volymella* (= ?*Grypania*) [Асеева, 1974], отличающиеся совершенной сохранностью органикостенной оболочки. За десятилетия ажиотажного интереса к их изучению было внесено много путаницы в их таксономию и номенклатуру, что хорошо известно по обширной литературе. Но в последние годы, после начавшейся ревизии бесчисленных новых таксонов, устанавливаются вполне определенные группы и ассоциации, позволяющие судить об основных тенденциях в историческом развитии фитопланктона в позднем докембрии и раннем кембрии [Бурзин, 1994; и др.].

Котлинский горизонт занимает очень четкое положение в верхнем венде Русской платформы, но экологическое и биогеографическое своеобразие его биоты вызывает известные трудности в корреляции разновозрастных с ним горизонтов в верхнем юдомии Сибири, верхнем синии Южного Китая; его биостратиграфических аналогов физически пока нет в эдиакарской системе Австралии (письменное сообщение М. Глесснера от 4 февраля 1983 г., отражающее и точку зрения П. Клауда). Вместе с тем находки вендотениевой флоры и в первую очередь таких характерных родов, как *Vendotaenia* и *Tyrasotaenia*, оказались чрезвычайно частыми в Сибири, Китае, реже в Западной Европе – в отложениях, связанных с нормальным морским режимом. В большой массе они обнаружены нами в юдомском комплексе на Оленекском поднятии, где слагают целые пропластки на склонах Анабарского массива; они широко распространены в платоновской свите Приенисейской части Сибирской платформы, в юдомии Иркутского амфитеатра. Многочисленны указания на находки *Vendotaenia* и *Tyrasotaenia* в верхней части синийской системы Китая (ярус или формация Дэнин), но они еще недостаточно изучены и иногда скрываются под неопределенным названием "*Laminarites antiquissimus*" [Sinian, System..., 1976; Sin Yu-sheng, Liu Jui-chih, 1976; Xing Yucheng et al., 1982].

Понятие "синийская система" пережило в Китае сложную метаморфозу: от системы (1922) к субэратеме (1975–1976), далее – к расчленению субэратемы на ряд новых систем и, наконец, к обособлению новой синийской системы Южного Китая. Объем последней до сих пор еще окончательно не устоялся: какую-то часть формации Дэнин составляет мейшуньский ярус нижнего кембрия, а нижние тиллитоносные формации отражают только фрагменты какого-то длительного этапа, предшествовавшего формации Доушаньто. Предположение, что только эта регионально отдаленная и "неустроенная" часть южного синия отвечает венду Русской платформы, я высказал в Пекине еще в 1959 г. (Всекитайское стратиграфическое совещание). Полагаю, что очень близко этой идее отвечает недавно предложенная для платформы Янцзы новая схема корреляции подразделений синия [Wang, Zhang, 1984], в соответствии с которой к пострифейскому венду здесь отнесены формации Наньто, Доушаньто и Дэнин. Однако это еще не исключает трудности корреляции основных подразделений венда Русской платформы с названными формациями (или ярусами, как их теперь квалифицируют китайские исследователи). Во-первых, нуждается в точной демаркации граница докембрия и кембрия в пределах верхней части Дэнин и полноценное изучение поздних сабеллидитид, которые практически указываются по всему разрезу синия. Во-вторых, в таком же изучении нуждается вендотениевая флора, особенно ее характерные ассоциации редкинского и котлинского горизонтов. Похоже, что наиболее важные для стратиграфии ассоциации сабеллидитид и вендотенид связаны с верхней частью Дэнин [Xing Yusheng, 1984; Xing Yucheng et al., 1984], однако своеобразные *Sinosabellidites* вместе с другими аннелидоморфами указываются для отложений с возрастом около 740 млн лет (нижний синий) [Sun Weiguo et al., 1986]. В-третьих, не является ли новая ассоциация Metazoa эдиакарского типа (медузиды и *Paracharnia*), открытая в средней части Дэнин, более молодой, чем редкинская, приходящейся уже на котлинский уровень, где ни в России, ни в Австралии эдиакарской фауны нет, но теоретически она возможна [Sun Weiguo, 1986]. В-четвертых, очень недостаточна пока палеонтологическая характеристика Доушаньто, кроме коккоидных микрофоссилий [Zhang, 1985], для правильной корреляции этой формации. В-пятых, и это касается не только Южного Китая, но Северной Новергии и северо-западной части Канады, необходимы более полные и точные данные о палеонтологической характеристике межледниковых отложений [Siedlecka, Roberts, 1992; Hofmann et al., 1990]. Открытые здесь Protoarenicolida и

Cyclozoa могут оказаться древнейшими вендскими или позднерифейскими представителями бентосных и пелагических Metazoa [Chen Junyuan, 1988; Hofmann et al., 1990], хотя хронометрические данные еще нуждаются в проверке.

V. ЛАПЛАНДСКИЙ (ВАРАНГЕРСКИЙ) ГОРИЗОНТ И НИЖНЯЯ ГРАНИЦА ВЕНДА

Отложения редкинского и котлинского горизонтов в русской литературе часто объединяются общим названием валдайский комплекс (иногда надгоризонт). Это название не синоним венда, как когда-то считалось, но оно широко используется стратиграфами-докембристами, хотя и является гомонимом валдайского надгоризонта четвертичной системы. Им объединяются горизонты, резко различные по истории осадконакопления и по их биоте, в составе которой, однако, известную объединяющую роль играют акритархи, вендотениды и палеоихнологические данные. Но наиболее существенно, вероятно, то, что весь комплекс этих отложений Русской платформы, измеряемый многими сотнями метров по своей мощности, является постгляциальным. Пограничное рифей-вендское похолодание климата составило целую эпоху в гляциальной климатической эре Земли, которую Н.М. Чумаков называет африканской [Chumakov, 1992]. Эту эпоху он считает ранневендской, а отложения, с нею связанные (тиллиты, тиллоиды, мариногляциальные образования, плохо сортированные продукты разрушения коренных пород), объединяет в лапландский гляциогоризонт, аналоги которого хорошо коррелируются по многим континентам и странам Северной Европы, Урала, Китая, Австралии, Канады, Африки [Чумаков, 1974; Chumakov, 1987, 1992]. На Русской платформе лапландский горизонт хорошо вскрыт буровыми скважинами в Воыно-Оршанской, Пачелмской и Приладожской впадинах. Он имеет сложное строение, содержит не один уровень тиллитов и тесно связан с перекрывающими морскими отложениями редкинского горизонта и его возрастных аналогов, содержащих первую богатую фауну бесскелетных Metazoa. О ее редких находках в межтиллитовых отложениях говорилось выше. Я всегда усматривал тесную историко-геологическую связь между отложениями тающего ледника и наступающей морской трансгрессией, поэтому лапландский горизонт в таких его региональных типах, как вильчанская и волынская серии Белоруссии, Волыни, Пачелмы, рассматривал как базальный горизонт вендской системы. Эта точка зрения поддерживалась белорусскими и украинскими исследователями [Бессонова, Чумаков, 1969; Махнач и др., 1970, 1976]. В таком контексте вендская система принята при изучении Северной Европы и вошла в общую шкалу основных стратиграфических подразделений (система-период) верхнего докембрия [Harland et al., 1993; 1989].

Однако некоторые исследователи при определении нижней границы венда предпочтение оказывают появлению бесскелетных Metazoa эдиакарского типа. Эта позиция мне представляется столь же бесперспективной, как и определение нижней границы кембрийской системы по появлению скелетных беспозвоночных. Первые скелетные организмы известны уже из средней части венда – редкинско-эдиакарского горизонта: *Cloudina* в группе Нама Намибии [Germs, 1972; и др.], а древнейшие "медузоидные" Cyclozoa открыты в межтиллитовых отложениях Уиндермирской супергруппы (венд) гор Маккензи в Канаде – значительно древнее обычного положения эдиакарской фауны [Hofmann et al., 1990]. Но было бы грубой ошибкой повсеместно в основании вендской системы искать базальный гляциогоризонт. Ни одна геологическая система не имеет планетарно однотипных базальных отложений. Тем более это относится к такой системе, как вендская, характеризующаяся на переходе от рифея крупными перестройками климатического, тектонического и экосистемного характера. Ранневендская трансгрессия во

многих областях Русской платформы (в том числе в Московской синеклизе), перекрыв площадь примерно в 100 000 км², занятую тиллитоносными вильчанско-вольскими отложениями, оставила толщу редкинского горизонта непосредственно на породах фундамента.

Трансгрессивный покров юдомского комплекса (юдомия) на Сибирской платформе находится в таком же соотношении с более древними отложениями рифея и фундаментом, перекрывая их на огромной площади безо всяких признаков тиллитоносных отложений в основании; но последние, видимо, есть в более погруженных зонах периферии платформы. Верхний синий Южного Китая, а это и есть эквивалент юдомия, так же как и на Русской платформе, местами ложится прямо на кристаллический фундамент без тиллитоносных горизонтов, но последние (формация Наньго) имеют классическое развитие в ряде других мест (например, по р. Янцзы и в Дабашане). Структурное положение синийского чехла отчетливо показано в китайской геологической картографии (см. [Holland, 1989; и др.]). По ряду косвенных предположений, некоторые исследователи России и Китая считают, что даже в тех случаях, когда в основании трансгрессивного чехла юдомия или синия нет базального гляциального комплекса, оба эти подразделения превосходят по своему возрастному объему венд Русской платформы. Выдвинутая мною концепция гляциоэвстатического определения нижней границы вендской системы свидетельствует скорее об обратном, и в этом отношении мне более близки, например, взгляды тех исследователей, которые, обосновывая вендский возраст манькайского (немакит-далдынского) яруса, видят в юдомии недостаточно полный эквивалент венда [Matthews, Missarzhevsky, 1975]. В защиту более древнего положения основания формации Доушаньго, чем основание венда Русской платформы, выдвигаются отнюдь не палеонтологические факты, а сомнительные радиоизотопные расчеты (700 млн лет). Значительно более доказательно, что лапландский горизонт и тиллитовая формация Наньго (и только она!) оказываются на одном уровне [Wang, Zhang, 1984] как феномены общепланетарного событийного процесса, ознаменовавшего конец длительной многостадийной гляциальной эры позднего протерозоя, охватившей конец рифея и начало венда.

Это был важнейший рубежный процесс в истории Земли, сопровождавшийся напряженной литосферной и климатической динамикой, биогическими кризисами и выходами из них. В раннем венде пока мало обнаружено документов, позволяющих реконструировать среду и жизнь в зонах относительной стабильности этой эпохи. Поэтому так важно обратиться к изучению наиболее полных разрезов венда и отложений “переходных” от рифея к венду. Важнейшими объектами представляются разрезы Урала (серебрянская серия) и, конечно, вся область Арктики, лежащая за Полярным кругом.

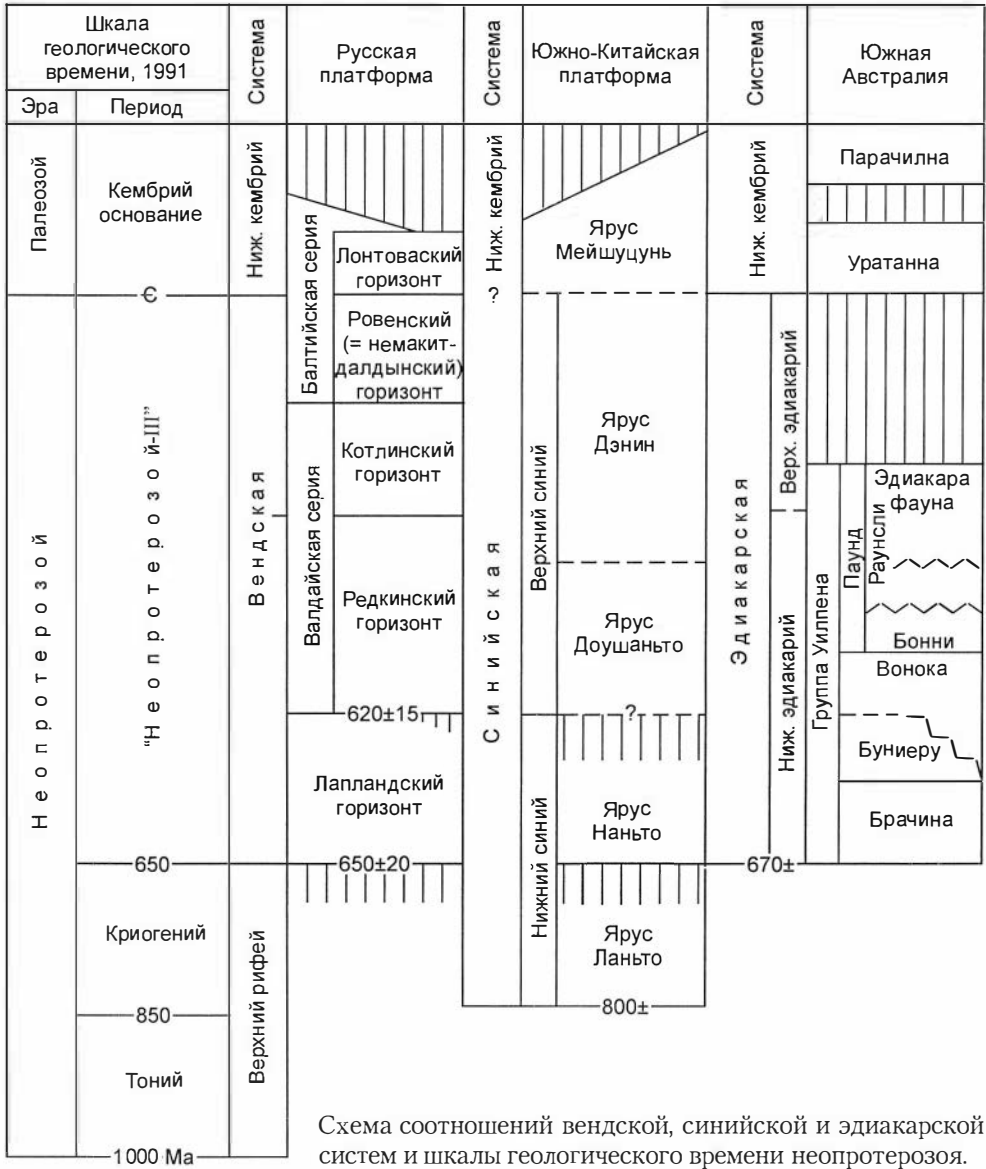
VI. ПОЛОЖЕНИЕ ВЕНДА В ОБЩЕЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЕ ПРОТЕРОЗОЯ

Все сказанное дает основание для некоторых обобщений, касающихся терминальной системы докембрия – единственного пока возможного подразделения в этом ранге во всей колонне отложений, предшествующей основанию кембрийской системы. Этот рубеж вошел в наши представления как граница между зоной явной жизни (фанерозой) и зоной скрытой жизни (криптозой). Концепция Г. Чэдвика [Chadwick, 1930], не очень популярная вначале, получила широкое распространение двадцать лет спустя, когда Национальный центр научных исследований Франции предпринял в 1957 г. широкое обсуждение проблемы промежуточных инфракембрийских серий [Les relations..., 1958], привлечших к себе особое внимание во многих странах в связи с неопределенностью их положения и перспективой

заполнить волнующий пробел в геологической летописи. Ныне намеченный рубеж вновь утратил свое значение, так как у границы фанерозоя и криптозоя определен устойчивый дрейф к истокам жизни, но не исчезла проблема предкембрийских осадочных серий, заключающих разнообразные остатки былых биологических систем и крупных таксонов, прошедших путь глубокой диверсификации.

Представление о геологическом времени (наиболее конкретное в естественной истории) нашло, как известно, свое выражение в классическом фанерозое и в докембрии два способа выражения: хронометрическое, основанное на изотопии, и хроностратиграфическое, основанное на физических носителях так называемого относительного геологического времени – последовательностях напластования и заключенных в них непосредственных источниках хронологической информации, биологической (палеонтологической), геохимической (радиоактивные элементы) и геофизической (палеомагнетизм). Первый способ, как уже отмечалось, исключает в геологической практике использование каких-либо типовых природных эталонов, но может дать множество абстрактных “линеек времени” – от стандартных в годовом измерении (например, отрезки по 10–100 млн лет) до любых расчетных с привязкой дат к границам условных подразделений, имеющих свою номенклатуру (например, криогений, тоний и т. п.). Второй способ всегда связан с конкретными стратиграфическими разрезами и в геологической корреляции опирается не на россыпь изотопных датировок, а на стратотипы подразделений и стратотипы (лимитотипы) их стратиграфических границ, что только и может обеспечить максимальное приближение к точности планетарной хроностратиграфической корреляции.

Уже было отмечено, что Международная подкомиссия по стратиграфии докембрия для шкалы геологического времени ограничилась пока только чистым хронометрическим подходом [Plumb, 1991], предоставив свободу действий стратиграфам только в верхней, предкембрийской трети неопротерозоя, который еще А. Грабау [Grabau, 1922] назвал “неопределенным и вводящим в заблуждение термином”. Рамки этой трети (“Неопротерозой-III”) подкомиссией определены: 650 млн лет начало, а в качестве же хроностратиграфической кровли – подошва кембрийской системы. Было показано, что только она и может быть отправным уровнем для хроностратиграфического наполнения определенного таким путем отрезка геологического времени. Естественно, что на практике неизбежны те или иные отклонения, поскольку речь идет о геологической системе как хроностратиграфическом подразделении, для которого нельзя заранее определить возрастные рамки; процедуры в стратиграфии имеют обратный порядок. Если исходить из принятых представлений о верхней границе терминальной системы докембрия – физически установленной или принимаемой в таком качестве, – то конкурирующими оказываются только три системы (и соответственно периода): вендская, эдиакарская и синийская *s. str.* (см. схему). Первая детально рассмотрена здесь и хорошо известна по монографии “Вендская система” [Соколов, Ивановский, 1985; Соколов, Федонкин, 1985; Sokolov, Ivanovsky, 1990; Sokolov, Fedonkin, 1990]. По своему содержанию она сразу устанавливалась (1949–1952 гг.) как подразделение, адекватное нижнему кембрию, возводимому рядом исследователей в самостоятельную систему [Шатский, 1952; и др.]; она многократно определялась в качестве таковой, начиная с 1962 г. [Келлер, Соколов, 1962], и принята Стратиграфическим комитетом СССР как единственная надрифейская система докембрия в ряде постановлений, включая утвержденную в 1991 г. общую стратиграфическую шкалу докембрия [Глебовицкий, Шемякин, 1994; Семихатов, 1994]. Основание лапландского горизонта как основание вендской системы имеет возраст 650 ± 20 млн лет. М.А. Семихатов считает этот возраст более обоснованным, чем полученные путем сложных заключений цифры 610–590 млн лет, приписы-



ваемые возрасту варангерского (? – Б.С.) оледенения [Bowring et al., 1993]. Но уже в свете этого вывода недавно рассмотрена эволюция эдиакарских и кембрийских фаун [Conway Morris, 1993].

Эдиакарская система и период как первый период фанерозойского эона, а не протерозоя, вошли в широкое употребление после известной публикации П. Клауда и М. Глесснера [Cloud, Glaessner, 1982]. Но первоначально это название было использовано супругами Термье [Termier H., Termier G., 1960] для обозначения "premier étage paleontologique", однако П. Клауд [Cloud, 1970] назвал его системой. В этом же ранге, но в другом стратиграфическом объеме с названием Ediacaran соответствующие отложения Австралии были обособлены Р. Дженкинсом [Jenkins, 1981]. Во всех трех случаях центральное звено подразделения составляла знаменитая фауна Эдиакары, заключенная в средней части песчаников Паунд. Позднее эта толща получила в хребте Флиндерс более сложное расчленение, была сопоставлена с нижними песчаниками Арумбера в бассейне Амадеус, но в стратотипи-

ческом районе осталось зияние между отложениями с бесскелетными Metazoa и нижним кембрием, находящимся в сложных условиях залегания на подстилающих породах; последние местами подверглись глубокой эрозии. Как уже отмечалось, в разрезах Австралии при их превосходной обнаженности не удалось пока установить отложения, отвечающие верхнему венду Русской платформы. Несмотря на это, эдиакарий условно делится на нижний, к которому в основном приурочена эдиакарская фауна (в этом смысле он близок к нижнему венду в моем понимании), и верхний, на большую часть которого приходится перерыв или отложения еще недостаточно исследованные. Изотопные ограничения эдиакария близки к венду: 670–550 млн лет, но они также условны. Весь комплекс эдиакарских отложений моложе тиллитоносных толщ позднего протерозоя.

О синийской системе Южного Китая в его современном понимании (1975–1976 гг.) было приведено много сравнительных данных. Во многих работах она все еще рассматривается как верхнее подразделение синийской субэратемы, т. е. верхнего докембрия, близко соответствующего объему рифейской группы в первоначальной трактовке Н.С. Шатского [1945]. Но достаточно популярен и другой взгляд – включение ее в состав уже фанерозойских систем. Она также подразделяется на нижний и верхний синий, причем только верхний и верхняя часть нижнего синия сопоставимы с вендской системой. В целом такая корреляция представляется весьма обоснованной, так как опирается на общность основных групп ископаемых, характеризующих обе системы: бесскелетные Metazoa (хотя в Китае значительно более бедного состава), вендотениевая флора, некоторые группы акритарх, палеоихнологические данные. Однако ярусная корреляция пока затруднена из-за недостаточной изученности фауны и флоры, множества новых таксонов родового и видового уровней и несколько иного распределения ископаемых по разрезу.

Если корреляция границы синия и нижнего кембрия с границей венда и нижнего кембрия не включает в себе принципиального противоречия, то по нижней границе синийская и вендская системы коренным образом различны: венд фактически входит в состав синия. Выход из этого противоречия был предложен Харландом, который в ряде публикаций со своими коллегами [Harland et al., 1975, 1982, 1993] в конечном счете сформулировал более общую концепцию в следующей схеме:

Если основание синийской эры датируется не по продуктам разрушения фундамента, а по первичным породам синийского чехла, то при такой огромной продолжительности синий, конечно, геологическая эра. По тектоническим соображениям эта точка зрения уже высказывалась и в отношении ранга венда [Меннер, Штрейс, 1971]. В схеме Харланда вендский период занимает более определенное положение, которому вполне соответствует вендская система Русской платформы, хотя новые изотопные датировки границ еще нуждаются в обсуждении. Трудно, однако, согласиться, что название эдиакарская эпоха может быть распространено на все верхнее подразделение венда. В этом отношении схемы, предложенные П. Клаудом и М. Глесснером и нами, представляются более согласованными с результатами сравнительных палеонтологических исследований и подлинным стратиграфическим положением эдиакарской фауны в средней части венда над лапландским гляциогоризонтом.

			(540±10)
Sinian Éra		Ediacara Epoch	570±20 Ma
	Vendian Period	Varanger Epoch	610±20 Ma
	Sturtian Period		800 Ma

Как видим, все три кандидата на положение терминальной системы, предшествующей кембрию, и в той или иной мере претендующие занять в шкале геологического времени место, обозначенное как “Неопротерозой-III”, являются резко разновеликими, по-разному расчлененными и имеющими очень противоречивые изотопные датировки своих границ и границ внутренних подразделений. С той или иной полнотой все они имеют разнообразную и часто очень богатую палеонтологическую характеристику. На этом основании их исключение из состава криптозооя не вызывает сомнений, как фактически и логически оправданное. Однако многими исследователями допускается их включение в состав фанерозоя, или еще уже – палеозоя. До начала 1960-х годов такого взгляда на положение вендской системы придерживался и я. Однако уже Новосибирский (первый) симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия [Соколов и др., 1965] и огромные последующие успехи в палеонтологии докембрия заставили совершенно по-новому оценить и исключительное своеобразие органического мира венда, и так называемый кембрийский “популяционный взрыв”. К образной характеристике, особенно мира беспозвоночных раннего кембрия, эта метафора действительно подходит, но не фауна бесскелетных Metazoa эдиакарского типа его подготовила. Биота венда столь специфична в таксонах высшего порядка, не получивших дальнейшего развития, что она воспринимается как особое явление в органической эволюции, фактически уже замкнувшее, вероятно, не очень продолжительный, но ранее начавшийся процесс. Фауна же кембрийского периода имела свои независимые корни и их нужно искать в мире позднепротерозойских микроорганизмов и, скорее всего, в пока нераспознанном бентосе дна вендских морей.

Многие исследователи в разных странах сейчас озабочены выбором стратотипа терминальной системы протерозоя, вписывающейся в “приготовленный” для нее отрезок геологического времени. Этот подход вообще беспрецедентен в стратиграфической геологии и лишен научного смысла. Ни одна из существующих геологических систем, которые начали устанавливаться на европейском пространстве с 20-х годов XIX в., не имела, не имеет и не может иметь стратотипа такого высокого ранга в стратиграфической иерархии. В качестве примера можно взять любую геологическую систему, начиная от кембрия и кончая кватерном. В качестве иллюстрации приведу лишь девон: название системы родилось в Великобритании (1839 г.), стратотипическое ярусное расчленение девона сформировалось в результате многолетних исследований на территории Германии и Бельгии, а стратотип нижней границы системы был избран в Чехии лишь в 1972 г. Уже сейчас видно, что этот путь неизбежен и для терминальной системы докембрия. Рекомендовать можно лишь одно – не слишком удаляться в выборе необходимых стратотипов подразделений и их границ от стратотипического региона самой системы. Для вендской системы территория России и смежных западных стран, с полнотой их хорошо изученного разреза на двух древних платформах и в их складчатом обрамлении, представляется сейчас наиболее удачной при развитии дальнейших национальных и международных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

Арень П., Лендзен К. Распространение и стратиграфия климонтовского яруса нижнего кембрия на платформе в Польше // Биостратиграфия и палеонтология нижнего кембрия Европы и Северной Азии. М.: Наука, 1974. С. 30–35.

Асеева Е.А. О спирале- и кольцевидных образованиях в верхнедокембрийских отложениях Подолии // Палеонтол. сб. Львов, 1974. № 11, вып. 2. С. 95–99.

Бессонова В.Я., Чумаков Н.М. Верхнедокембрийские ледниковые отложения западных районов СССР // Литология и полез. ископаемые. 1969. № 2. С. 73–89.

- Бурзин М.Б.* Основные тенденции в историческом развитии фитопланктона в позднем докембрии и раннем кембрии // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. М.: Наука, 1994. С. 51–62.
- Вальков А.К.* Биостратиграфия и хиолиты кембрия северо-востока Сибирской платформы. М.: Наука, 1975. 139 с.
- Вальков А.К.* Биостратиграфия нижнего кембрия востока Сибирской платформы (Учуро-Майский район). М.: Наука, 1982. 92 с.
- Вальков А.К.* Биостратиграфия нижнего кембрия востока Сибирской платформы (Юдомо-Оленёк). М.: Наука, 1987. 137 с.
- Глебовицкий В.А., Шемякин В.М.* (ред.). Общие вопросы и принципы расчленения докембрия. СПб.: Наука, 1994. 156 с.
- Гниловская М.Б.* Древнейшие водные растения венда Русской платформы // Палеонтол. журнал. 1971. № 3. С. 101–107.
- Гниловская М.Б.* (ред.). Вендотениды Восточно-Европейской платформы. Л.: Наука, 1988. 144 с.
- Гуреев Ю.А.* Морфологический анализ и систематика вендиат. Киев: Изд-во ИГН АН УССР, 1987. 55 с.
- Ивановский А.Б.* Палеонтология венда. Библиография. М.: Наука, 1988. 76 с.
- Иванцов А.Ю.* Ультраструктура трубки *Sabellidites cambriensis* Yan. (погонофоры? венда) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1989. Т. 64, вып. 5. С. 129.
- Келлер Б.М.* Подразделения единой стратиграфической шкалы докембрия // Докл. АН СССР. 1966. Т. 171, № 6. С. 1405–1408.
- Келлер Б.М.* Венд, юдомий и терминальный рифей (вендомий) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1973. № 1. С. 86–92.
- Келлер Б.М., Розанов А.Ю.* (ред.). Стратиграфия верхнедокембрийских и кембрийских отложений запада Восточно-Европейской платформы. М.: Наука, 1979. 236 с.
- Келлер Б.М., Соколов Б.С.* Вендский комплекс – первое подразделение палеозойской группы // Совещание по стратиграфии отложений позднего докембрия Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Изд. ИГиГ, 1962. С. 34–36.
- Кирьянов В.В.* Палеонтологические остатки и стратиграфия отложений балтийской серии Вольно-Подолки // Палеонтология и стратиграфия нижнего палеозоя Вольно-Подолки. Киев: Наук. думка, 1968. С. 5–25.
- Кирьянов В.В.* Схема стратиграфии кембрийских отложений // Геол. журнал. 1969. Т. 29, вып. 5. С. 48–62.
- Кирьянов В.В., Чернышева Н.Е.* О нижнекембрийских отложениях северо-западной Волыни и находке древнейшего трилобита // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1967. № 7. С. 119–125.
- Коренчук Л.В., Ищенко А.А.* Стратотипические разрезы каниловской серии венда Приднестровья. Киев: Изд-во АН УССР, 1980. 58 с.
- Коренчук Л.В., Ищенко А.А.* Седиментационная цикличность вендских отложений Приднестровья. Киев: Изд-во АН УССР, 1981. 56 с.
- Махнач А.С., Бессонова В.Я., Веретенников Н.В.* Стратиграфическая схема верхнего докембрия Белоруссии и смежных районов // Докл. АН БССР. 1970. Т. 14, № 2. С. 150–153.
- Махнач А.С., Веретенников Н.В., Шкуратов В.И., Бордон В.И.* Рифей и венд Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1976. 360 с.
- Мейен С.В.* Введение в теорию стратиграфии. М.: Наука, 1989. 215 с.
- Меннер В.В., Штрейс Н.А.* О тектонических аспектах геохронологической шкалы // Проблемы теоретической и региональной тектоники. М.: Наука, 1971. С. 300–309.
- Менс К.А.* Об этапности осадконакопления в раннем кембрии Прибалтики // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1981. № 3. С. 82–90.
- Миссаржевский В.В.* Древнейшие скелетные окаменелости пограничных толщ докембрия и кембрия. М.: Наука, 1989. 238 с.
- Мяньиль Р.М.* К номенклатуре кембрийских отложений Прибалтики // Изв. АН СССР. Сер. техн. и физ.-мат. наук. 1958. Т. 7. С. 350–352.
- Путеводитель* экскурсии по рекам Алдану и Лене. Междунар. экскурсия по проблеме границы кембрия и докембрия. М.; Якутск, 1973. 118 с.
- Решение совещания по стратиграфии отложений верхнего докембрия Сибири и Дальнего Востока.* Новосибирск: Изд. ИГиГ СО АН СССР, 1962. 9 с.
- Розанов А.Ю.* Граница докембрия и кембрия // Границы геологических систем. М.: Наука, 1976. С. 31–53.

Розанов А.Ю., Миссаржевский В.В., Волкова Н.А. и др. Томмотский ярус и проблема нижней границы кембрия. М.: Изд-во АН СССР, 1969. 380 с.

Розанов А.Ю., Соколов Б.С. (ред.). Ярусное расчленение нижнего кембрия. Стратиграфия. М.: Наука, 1984. 184 с.

Савицкий В.Е. О соотношении кембрия и верхнего докембрия Анабарского шита // Совещание по стратиграфии отложений позднего докембрия Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Изд. ИГиГ СО АН СССР, 1962. С. 53–54.

Савицкий В.Е. Палеогеографический и палеобиогеографический аспекты ярусного деления кембрия Сибирской платформы // Палеонтология. М.: Наука, 1972. С. 80–85. (Междунар. геол. конгресс, 24 сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 7).

Савицкий В.Е. Проблема нижней границы кембрия на Сибирской платформе и немакит-далдынский горизонт // Аналоги вендского комплекса в Сибири. М.: Наука, 1975. С. 43–61.

Семихатов М.А. Современные концепции общего расчленения и новая стратиграфическая шкала докембрия Северной Евразии // Общие вопросы и принципы расчленения докембрия. СПб.: Наука, 1994. С. 9–26.

Соколов Б.С. О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5. С. 21–31.

Соколов Б.С. Стратиграфическая схема нижнепалеозойских (додевонских) отложений северо-запада Русской платформы // Девон Русской платформы. Л.; М.: Гостоптехиздат, 1953. С. 16–38.

Соколов Б.С. Сравнительная характеристика доэйфельских отложений центральных и восточных районов Русской платформы // Геологический сб. 2. Л.: Гостоптехиздат, 1956. С. 36–88. (Тр. ВНИГРИ; Вып. 95).

Соколов Б.С. Проблема нижней границы палеозоя и древнейшие отложения досинийских платформ Евразии // Геологический сб. 3. Л.: Гостоптехиздат, 1958. С. 5–67. (Тр. ВНИГРИ; Вып. 126).

Соколов Б.С. Древнейшие отложения раннего кембрия и сабеллидитиды // Всесоюз. симпоз. по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 25–30 окт., 1965 г. (Тез. докл.). Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1965а. С. 78–91.

Соколов Б.С. (ред.). Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 25–30 окт., 1965 г. (Тез. докл.). Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1965б. 115 с.

Соколов Б.С. Древнейшие погонофоры // Докл. АН СССР. 1967. Т. 177, № 1. С. 201–204.

Соколов Б.С. Венд севера Евразии // Геология и геофизика. 1971. № 6. С. 13–22.

Соколов Б.С. Вендский этап в истории Земли // Палеонтология. М.: Наука, 1972. С. 114–124. Табл. I–V. (Междунар. геол. конгресс, 24 сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 7).

Соколов Б.С. Проблема границы докембрия и кембрия // Геология и геофизика. 1974а. № 2. С. 3–29.

Соколов Б.С. Основные результаты Международного симпозиума по границе докембрия и кембрия // Геология и геофизика. 1974б. № 4. С. 18–26.

Соколов Б.С. О палеонтологических находках в доуольских отложениях Иркутского амфитеатра // Аналоги вендского комплекса в Сибири. М.: Наука, 1975. С. 112–117.

Соколов Б.С. Органический мир Земли на пути к фанерозойской дифференциации // Вестн. АН СССР. 1976а. № 1. С. 126–143.

Соколов Б.С. Metazoa докембрия и вендо-кембрийский рубеж // Палеонтол. журнал. 1976б. № 1. С. 3–18.

Соколов Б.С. Некоторые вопросы стратиграфии верхнего докембрия и положение венда // Проблемы стратиграфии и исторической геологии. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 20–29.

Соколов Б.С. Вендская система: предкембрийская геологическая среда // Палеонтология. Стратиграфия. М.: Наука, 1980. С. 9–21. (Междунар. геол. конгресс, 26 сес. Докл. сов. геологов).

Соколов Б.С. Вендская система: положение в стратиграфической шкале // 27-й Междунар. геол. конгресс. Стратиграфия: Доклады. Т. 1. М.: Наука, 1984а. С. 111–127.

Соколов Б.С. Вендский период в истории Земли // Природа. 1984б. № 12. С. 3–18.

Соколов Б.С. Вендские полихеты // Вендская система. Т. 1: Палеонтология. М.: Наука, 1985. С. 198–200.

Соколов Б.С., Журавлева И.Т. (ред.). Ярусное расчленение нижнего кембрия Сибири. Атлас окаменелостей. М.: Наука, 1983. 216 с.

- Соколов Б.С., Ивановский А.Б. (ред.). Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 1: Палеонтология. М.: Наука, 1985. 222 с.
- Соколов Б.С., Федонкин М.А. (ред.). Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 2: Стратиграфия и геологические процессы. М.: Наука, 1985. 238 с.
- Соколов Б.С., Хоментовский В.В. (ред.). Аналоги вендского комплекса в Сибири. М.: Наука, 1975. 246 с.
- Соколов Б.С., Хоментовский В.В. Возраст нефтегазоносной толщи юго-запада Сибирской платформы // Сов. геология. 1980. № 5. С. 45–56.
- Урбанек А. Сабеллитидиты. Палеонтология верхнедокембрийских и кембрийских отложений Восточно-Европейской платформы. М.: Наука, 1979. С. 88–92.
- Федонкин М.А. Беломорская биота венда (докембрийская бесскелетная фауна севера Русской платформы). М.: Наука, 1981. 100 с.
- Федонкин М.А. Органический мир венда // Итоги науки и техники. Стратиграфия. Палеонтология. М.: ВИНТИ, 1983. 128 с.
- Федонкин М.А. Бесскелетная фауна венда и ее место в эволюции Metazoa. М.: Наука, 1987. 176 с.
- Хоментовский В.В. Венд. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1976. 272 с.
- Хоментовский В.В., Карлова Г.А. Нижняя граница кембрия и принцип ее обоснования в Сибири // Геология и геофизика. 1992. № 11. С. 3–26.
- Чумаков Н.М. Лапландское оледенение // Этюды по стратиграфии. М.: Наука, 1974. С. 71–96.
- Чумаков Н.М. Докембрийские тиллиты и тиллоиды (проблема докембрийских оледенений). М.: Наука, 1978. 202 с.
- Шатский Н.С. Очерки тектоники Волго-Уральской нефтеносной области и смежной части западного склона Южного Урала. М.: Изд-во МОИП, 1945. 132 с.
- Шатский Н.С. О границе между палеозоем и протерозоем и о рифейских отложениях Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5. С. 36–49.
- Янишевский М.Э. Кембрийские отложения Ленинградской области // Уч. зап. ЛГУ. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1939. № 25. С. 3–31.
- Astashkin V.A., Pegel' T.V., Repina L.N. et al. Cambrian System of the Siberian Platform. Correlation Chart and Explanatory Notes. Herndon-Trondheim: IUGS. 1991. Publ. N 27. 133 p.
- Bowering S.A., Grotzinger J.P., Isachsen C.E. et al. Calibrating rates of Early Cambrian evolution // Science. 1993. Vol. 261, N 5126. P. 1293–1298.
- Brasier M.D. Evolutionary and geological events across the Precambrian–Cambrian boundary // Geol. Today. 1985. Sept.–Oct. P. 141–146.
- Brasier M.D., Cowie J., Taylor M. Decision on the Precambrian–Cambrian boundary stratotype // Episodes. 1994a. Vol. 17, N 1–2. P. 3–8.
- Brasier M.D., Corfield R.M., Derry L.A. et al. Multiple $\delta^{13}\text{C}$ excursions spanning the Cambrian explosion to the Botomian crisis in Siberia // Geology. 1994b. Vol. 22, N 5. P. 455–458.
- Chadwick G.H. Subdivision of geologic time // Bull. Geol. Soc. Amer. 1930. Vol. 41. P. 47–48.
- Chen Junyuan. Precambrian metazoans of the Huai River drainage area (Anhui, E. China): their taphonomic and ecological evidence // Senckenberg. Lethaea. 1988. Bd. 69, N 3/4. S. 189–215.
- Chumakov N.M. Laplandian glaciohorizon and its stratigraphic analogues // Abstracts. Intern. Symp. Terminal Precamb. and Camb. Geology. Yichang. Hubei, 1987. P. 7–8.
- Chumakov N.M. The Problems of Old Glaciations (Pre-Pleistocene Glaciogeology in USSR) // Sov. Sci. Rev. Sect. G. Geol. Rev. N.Y.: Harwood acad. publ., 1992. Vol. 1, pt. 3. 208 p.
- Cloud P. (ed.). Adventures in Earth History. San Francisco, 1970. 992 p.
- Cloud P., Glaessner M.F. The Ediacarian Period and System: Metazoa Inherit the Earth // Science. 1982. Vol. 217, N 4562. P. 783–792.
- Conway Morris S. The fossil record and the early evolution of the Metazoa // Nature. 1993. Vol. 361. P. 219–225.
- Cowie J.W. The Proterozoic–Phanerozoic transition and the Precambrian–Cambrian boundary // Precamb. Res. 1981. Vol. 15. P. 199–206.
- Cowie J.W., Rozanov A.Yu. IUGS. The Precambrian–Cambrian boundary Working Group in Siberia, 1973 // Geol. Mag. 1974. Vol. 111. P. 237–253.
- Cowie J.W., Ziegler W., Remane J. Stratigraphic Commission Accelerates Progress, 1984–1989 // Episodes. 1989. Vol. 12, N 2. P. 79–83.

- Fedonkin M.A.* Vendian Faunas and the Early Evolution of Metazoa // Origin and Early Evolution of Metazoa / Ed. J.H. Lipps, Ph. Signor. N.Y.: Plenum Press. 1992. P. 87–129.
- Ford T.D.* Pre-Cambrian fossils from Charnwood Forest // Proc. Yorks. Geol. Soc. 1958. Vol. 31. P. 211–217.
- Germis G.J.B.* New shelly fossils from the Nama Group, South West Africa // Amer. J. Sci. 1972. Vol. 272. P. 752–761.
- Glaessner M.F.* Precambrian Coelenterata from Australia, Africa and England // Nature. 1959. Vol. 183. P. 1472–1473.
- Glaessner M.F.* Geographic distribution and time range of the Ediacara Precambrian fauna // Bull. Geol. Soc. Amer. 1971. Vol. 82. P. 509–514.
- Glaessner M.F.* The dawn of animal life. A biohistorical study. Cambridge: Univ. Press, 1984. 244 p.
- Grabau A.W.* The Sinian System // Bull. Geol. Soc. China. 1922. Vol. 1, N 1–4. P. 44–88.
- Hahn G., Pflug H.D.* Die Cloudinidae n. fam., Kalk-Röhren aus dem Vendium und Unterkambrium // Senckenberg. Lethaea. 1985. Bd. 65, N 4–6. S. 413–431.
- Harland W.B., Armstrong R.L., Cox A.V. et al.* A geologic time scale. Cambridge: Univ. Press, 1989. 263 p.
- Harland W.B., Cox A.W., Llewellyn P.F. et al.* A geologic time scale. Cambridge: Univ. Press, 1982. 132 p.
- Harland W.B., Hambrey M.J., Waddams P.* Vendian Geology of Svalbard. Oslo: Norsk Polarinstitut, 1993. Srk. 193. 150 p.
- Harland W.B., Herod W.T.* Glaciations through time // Ice Ages: Ancient and Modern. Liverpool: Steel House Press, 1975. P. 189–216.
- Holland C.H.* The Yangtze Platform: a gateway to Chinese geology // Proc. Geol. Ass. 1989. Vol. 101(1). P. 1–17.
- Hofmann H.J., Narbonne G.M., Aitken J.D.* Ediacaran remains from intertillite beds in northwestern Canada // Geology. 1990. Vol. 18. P. 1199–1202.
- Jenkins R.J.F.* The concept of an “Ediacaran period” and its stratigraphic significance in Australia // Trans. Roy. Soc. South Australia. 1981. Vol. 105, pt. 4. P. 179–194.
- Knoll A.H., Walter M.R.* Latest Proterozoic stratigraphy and Earth history // Nature. 1992. Vol. 356. P. 673–678.
- Landing Ed.* Precambrian–Cambrian boundary global stratotype ratified: a new perspective of Cambrian time // Geology. 1994. Vol. 22. P. 179–182.
- Lendzion K.* Rozwoj kambryjskich osado'w platformowych Polski. Warszawa, 1983. 55 s.
- Les relations entre Précambrien et Cambrien.* Problèmes des séries intermédiaires. Paris: CNRS, 1958. 272 p.
- Matthews S.C., Missarzhevsky V.V.* Small shelly fossils of late Precambrian and early Cambrian age: a review of recent work // J. Geol. Soc. London, 1975. Vol. 131. P. 289–304.
- Mens K., Pirrus E.* Stratigraphical characteristics and development of Vendian–Cambrian boundary beds on the East European Platform // Geol. Mag. 1986. Vol. 123, N 4. P. 357–360.
- Narbonne G.M.* Trace fossils, small shelly fossils and the Precambrian–Cambrian boundary // Episodes. 1987. Vol. 10, N 4. P. 339–340.
- Narbonne G.M., Kaufman A.J., Knoll A.H.* Integrated chemostratigraphy and biostratigraphy of the Windermere Supergroup, northwestern Canada: Implications for Neoproterozoic correlations and the early evolution of animals // Bull. Geol. Soc. Amer. 1994. Vol. 106. P. 1281–1292.
- Patrulus D., Iordan M.* Asupra prezentei pogonoforului *Sabellidites cambriensis* Yan. si a “algei” *Vendotaenia antiqua* Gnil. in depozitele detritice presiluriene din podisul Moldovenesc // Dări de seamă ale sedintelor. 1974. Vol. LX (1972–1973). 4. Stratigrafie. Bucuresti. P. 3–18.
- Pflug H.D.* Vor- und Frühgeschichte der Metazoen // Neues Jb. Geol. Paläont. Abh. 1974. Bd. 145, N 3. S. 328–374.
- Plumb K.A.* New Precambrian time scale // Episodes. 1991. Vol. 14, N 2. P. 139–140.
- Rozanov A.Yu.* The Cambrian lower boundary problem // Geol. Mag. 1967. Vol. 104, N 5. P. 415–434.
- Rozanov A.Yu., Sokolov B.S.* The problem of the Precambrian–Cambrian boundary // Geol. Mag. 1980. Vol. 117(1). P. 23–27.
- Rozanov A.Yu., Sokolov B.S.* Precambrian–Cambrian boundary: recent state of knowledge // Precamb. Res. 1982. Vol. 17. P. 125–131.
- Sepkoski Jr. J.J.* A kinetic model of Phanerozoic taxonomic diversity. I. Analisis of marine orders // Paleobiology. 1978. Vol. 4(3). P. 223–251.

Sepkoski Jr J. Precambrian–Cambrian boundary: the spike is driven and the monolith crumbles // *Paleobiology*. 1983. Vol. 9(3). P. 199–206.

Siedlecka A., Roberts D. The bed rock geology of Varanger peninsula, Finmark, North Norway: an excursion guide // *Norg. Undersokelse. Special Publ.* 1992. N 5. 45 p.

Sin Yu-sheng, Liu Jui-chih. Micropaleoflora from the Sinian Sibera of W. Hubeh and its stratigraphic significance. Peking, 1976. 23 p.

Sokolov B.S. Le problème de la limite inférieure du paleozoique et les dépôts les plus anciens sur les plates-formes antésiniennes de l'Eurasie // *Colloq. intern. CNRS.* 76. Paris: 1958. P. 103–128.

Sokolov B.S. Vendian and Early Cambrian Sabelliditida (Pogonophora) of the USSR // *Proc. IPU, 23 ses. Intern. Geol. Congr. Prague, 1972.* P. 79–86.

Sokolov B.S. The Vendian Stage in Earth history // 24th IGC. Section 1: Precambrian Geology. Montréal, 1972. P. 78–84.

Sokolov B.S. Vendian of Northern Eurasia // *Arctic Geology. Proc. Second Intern. Symp. Arctic Geology, Febr. 1–4, 1971. San Francisco Cal. / Ed. M.G. Pitcher. Tulsa Okla. USA, 1973.* P. 204–218.

Sokolov B.S., Ivanovski A.B. (eds.). The Vendian System. Vol. 1: Paleontology. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 1990. 383 p.

Sokolov B.S., Fedonkin M.A. The Vendian as the Terminal System of the Precambrian // *Episodes.* 1984. Vol. 7, N 1. P. 12–19.

Sokolov B.S., Fedonkin M.A. (eds.). The Vendian System. Vol. 2: Regional Geology. Berlin, Hiedelberg: Springer-Verlag, 1990. 273 p.

Sun Wieguo. Late Precambrian Pennatulids (seapens) from Eastern Gangtze Gorge, China; *Paracharnia* gen. nov. // *Precamb. Res.* 1986. Vol. 31, N 4. P. 361–375.

Sun Wieguo, Wang Guixiang, Zhou Benhe. Macroscopic worm-like body fossils from the Upper Precambrian (900–700 Ma), Huainan district, Anhui, China and their stratigraphic and evolutionary significance // *Precamb. Res.* 1986. Vol. 31. P. 377–403.

Termier H., Termier G. L'Ediacarien, premier étage paleontologique // *Rev. gén. sciences.* 1960. T. LXVII. 79 p.

The Sinian System of China. Peking, 1976. 15 p.

Wang Guixiang, Zhang Shien. Research of the Upper Precambrian of northern Jiangsu and Anhui provinces. Hefei, Anhui: Anhui Press. Sci. Technol., 1984. 209 p.

Webby B.D. Trace fossils from the Lintiss Vale Formation of New South Wales: a late Precambrian fauna // *Search.* 1973. Vol. 4, N 11/12. P. 494–496.

Xing Yusheng. The Sinian System and its position in the geological time scale // *Scient. Pap. on Geol. Intern. Exchange.* Beijing, 1984. P. 37–48.

Xing Yusheng, Ding Qixiu, Luo Huilin. Biotic characteristics of the Sinian–Cambrian boundary beds in China and the boundary problems // *Precamb. Res.* 1982. Vol. 17. P. 77–85.

Xing Yucheng, Ding Qixiu, Luo Huilin, He Tinggui, Wang Yangeng. The Sinian–Cambrian boundary of China and its related problems // *Geol. Mag.* 1984. Vol. 121, N 3. P. 155–170.

Zhang Zhongying. Coccoïd microfossils from the Douchantuo Formations (Late Sinian) of South China // *Precamb. Res.* 1985. Vol. 28. P. 163–173.

Znosko J. W sprawie pozycji stratigraficznej eokambryjskich sparagmityw i niektórych młodoprecambryjskich formacji // *Kwart. Geol.* 1961. T. V, N 4. S. 737–774.

РИФЕЙ И ВЕНД В ГЕОБИОХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ ПОИСКОВ ДОКЕМБРИЙСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ*

Рифей и венд так прочно вошли в научный обиход современной отечественной и мировой геологической литературы, что из памяти исследователей постепенно стали исчезать время и обстоятельства введения новых понятий в геологию позднего докембрия и то буквально революционное значение, которое они приобрели в различных направлениях наук о Земле и жизни. А это:

- изменившийся стиль докембрийской стратиграфии, впервые вовлекшей в свои основы палеонтологический метод, ранее считавшийся прерогативой только фанерозоя;
- установление последовательности специфических и в том числе существенно новых типов литогенеза, таких как строматолитовый гляциальный, джеспелитовый и др.;
- новые представления о тектонике древних платформ, их синеклиз и перикратонных погружений;
- определение времени авлокогенизации (рифтогенеза) самих кратонных областей;
- докембрийская палеогеография, в которой впервые наметился новый венд-палеозойский тренд, вызвавший дискуссию о положении самого венда в стратиграфической шкале;
- изменение темпа биосферной эволюции, связанного с развитием биогеохимических циклов кислорода, водорода, углерода, фосфора, серы;
- определение важнейших рубежей диверсификации органического мира, населявшего древнейшие эпиконтинентальные моря задолго до массового выхода жизни на сушу и др.

Между тем начало принципиально нового подхода к изучению позднего докембрия точно фиксируется – в основном это 40-е годы XX века, на которые падает время войны и послевоенное возрождение страны, создавшие мощный технический потенциал. Импульс же бы дан беспрецедентной в истории мировой геологии программой опорного и глубокого нефтепрогнозного бурения на всей площади Восточно-Европейской (Русской) платформы – от европейской окраины ее осадочной плиты на западе до краевого Предуральяского прогиба на востоке. Промышленная нефтеносность последнего в пределах среднего палеозоя (главным образом девона) к тому времени была уже доказана. Загадочным оставался гигантский додевонский интервал, начинающийся от глубоко денудированной поверхности архейско-карельского кристаллического фундамента.

* Геология и геофизика. 1999. Т. 40, № 10. С. 1389–1396.

Первый прорыв в становлении новых взглядов был сделан Н.С. Шатским [1945] в период исследований 1939–1943 гг., охвативших Волго-Уральскую нефтеносную область и прежде всего Предуральский краевой прогиб с выведенными на дневную поверхность дислоцированными “немыми свитами” Горной Башкирии, срезанными длительным перерывом. Обычно они относились к кембрию и протерозою; перекрывающие отложения имели либо среднеордовикский, либо среднедевонский возраст. Вслед за М.И. Гаранем [1939] Н.С. Шатский сделал твердое заключение, хотя и по косвенным основаниям, о докембрийском возрасте всего этого мощного комплекса слабо измененных отложений, вплоть до венчающей ашинской серии, и объединении их в особую стратиграфическую группу, названную им рифейской (рифей – древнее название Урала). Распространение рифея в пределы платформы лишь предполагалось и установление его в составе осадочного чехла должно было иметь принципиальное значение для прямого доказательства докембрийского возраста рифея, поскольку на западе платформы весь нижний палеозой (кембрий, ордовик, силур) имеет классическое развитие, а на Западном Урале и в Предуралье кембрийские отложения вообще отсутствуют. Некоторый скептицизм вызывало только укрепившееся в предсороковые годы представление о каледонском фундаменте Восточно-Европейской платформы, которое не поколебала и первая вскрывшая фундамент глубокая скважина, пробуренная в 1940 г. на территории Москвы (Боенская), поскольку древнейшие терригенные отложения, залегающие ниже “рыбных слоев” девона, были также интерпретированы как девонские (“old red sandstone”), что вполне укладывалось в принятую тектоническую концепцию [Пистрак, 1940].

Однако открытие докембрийских отложений в составе чехла платформы действительно вскоре произошло – на рубеже 40–50-х годов, хотя картина оказалась более сложной. Оно явилось результатом коренного пересмотра стратиграфии, литологии и палеогеографии древнейших отложений чехла, вскрытого многочисленными нефтепоисковыми скважинами. Было обосновано [Соколов, 1952; Соколов, Александрова, 1952], что базальное подразделение чехла, так называемый “нижний кембрий”, “нижний палеозой” или просто “додевон”, на самом деле представляет собой два совершенно разновозрастных комплекса – балтийский, заключающий самую раннюю фауну нижнего кембрия, и нижележащий – вендский (название от имени древних западных славян), представляющий самое молодое подразделение протерозоя, естественно претендующее на статус новой геологической системы уже в силу самого стратиграфического положения. Я ее назвал вендской (венд), что прочно укрепилось в литературе [Соколов, 1964, 1984; The Vendian System, 1990].

Общенаучные последствия из открытия венда – этого нового прорыва в наших знаниях о докембрийской истории платформы и органическом мире этого периода – оказались значительно большими, чем первоначально казалось. Прежде всего выяснилось, что венд не является платформенным аналогом рифея Урала, что с ним коррелируется только ашинская серия и, таким образом, возраст рифея в составе его трех основных серий (бурзьянской, юрматинской и каратавской) является довендским, а не докембрийским и, наконец, что нерешенная в планетарной шкале проблема границы докембрия и кембрия сводится к границе венда и балтийской серии Восточно-Европейской платформы и их более или менее близких стратиграфических аналогов на других континентах. Что касается рифейских отложений, то в пределах платформы все они (в основном начиная со среднего рифея) оказались приуроченными к узким рифтогенным структурам фундамента – своеобразным “грабенообразным прогибам”, как их первоначально называли. В них возникли очаги и наиболее раннего вендского осадконакопления (в том

числе и тиллитоносного), которое далее широко распространилось на огромной площади платформы, что привело к формированию сложно развивавшихся, достаточно разнотипных в тектоническом и ландшафтном отношении, крупных осадочных бассейнов – Московского, Мезенского, Волго-Уральского, Волыно-Подольского. В конечном счете они составили общий поставлакогеновый вендский чехол платформы. В рифтогенных зонах он как бы “запечатал” более древние комплексы рифейских отложений, но в основном непосредственно перекрыл архейско-карельские выступы (рельеф) фундамента. Наиболее полные разрезы венда с плохо известными пока промежуточными осадочными сериями между типичными рифеем и вендом могут быть вскрыты, таким образом, только в зонах авлакогенизации и перикратонных погружений, таких как Тиманское, с вероятным выходом в Арктику, и Волго-Уральское. Эти зоны наиболее благоприятны в нефтегазопоисковом плане. На самой платформе первостепенный интерес представляют мощные разрезы, приуроченные к авлакогенным структурам, где в комплексах рифейских отложений содержатся темноцветные пачки аргиллитов, обогащенные остатками планктон-бактериально-водорослевого биоса, т. е. биоса того типа, который принимал главное участие в образовании фанерозойской нефти [Вассоевич, 1988]. Поиски мест локализации углеводородов, конечно, требуют своего особого литолого-палеотектонического подхода, но, вероятно, в рамках этих же крупных структур.

Обоснование рифея и венда Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления как особых подразделений верхнего докембрия имело огромное значение для изучения докембрийских отложений Сибирской платформы и позволило впервые по-новому взглянуть на раннюю историю других древних платформ, которые я первоначально называл досинийскими [Соколов, 1958], т. е. близкими к Южно-Китайской платформе или платформе Янцзы. Эти новые представления дали основание пересмотреть противоречивые взгляды и на стратиграфическое положение так называемых “инфракембрийских комплексов” разных стран, а гипотеза Ч. Волкотта [Walcott, 1914] о “липалийском пробеле” в геологической истории Земли вообще отпала.

В стратиграфии СССР–России трехчленный рифей ($1650 \pm 50 - 650 \pm 20$ млн лет или несколько менее, по другим данным) и венд ($650 \pm 20 - 570 \pm 20$ млн лет, по другим данным – до 540 ± 10 млн лет) с начала 60-х годов официально используются как основные подразделения верхнего протерозоя и, соответственно – верхнего докембрия. Историко-геологические, палеонтологические и хронометрические данные достаточно убедительно позволяют их коррелировать с верхнедокембрийскими отложениями других континентов, где принята иная стратиграфическая номенклатура. В последние годы это становится особенно важным в связи с выделением планетарно устойчивых эпох формирования различных полезных ископаемых в верхнем докембрии (нефть, газ, фосфориты, руды металлов). Осадочно-породные бассейны (по терминологии Н.Б. Вассоевича [1988] и др.) этого возраста, т. е. рифейские и особенно вендские, очень часто сложены породами (песчаники, глины, аргиллиты, алевролиты, известняки, доломиты и др.), подвергшимися изменениям того же характера, что и в фанерозое, с хорошо выявляемыми фаціальными переходами, а палеогеография этих бассейнов легко реконструируется. В сущности, литолого-палеогеографический и биофаціальный анализы и стали первоосновой выработки моих новых представлений о стратиграфии нижнего кембрия, венда и верхнего–среднего рифея Восточно-Европейской и Сибирской платформ.

Хотя в породах докембрийского возраста уже давно известны локальные скопления углеводородов, они почти всегда рассматривались как вторичные, а

богатые высокометаморфизованным органическим веществом протерозойские шунгиты и спорадические проявления черносланцевых формаций никогда в прошлом не принимались в качестве серьезных оснований для поисков нефти и газа в докембрии. Только открытие мощных серий нормально-осадочных рифейских и вендских отложений, выполняющих синеклизы древних платформ и краевых прогибов, комплексное литолого-фациальное и палеогеографическое изучение докембрийских осадочно-породных бассейнов изменило устоявшийся скептицизм, и рифей и венд постепенно приобрели значение геохронологически нового объекта нефтегазописковых работ.

Но если установление тектонической позиции и структуры бассейнов древней седиментации, как и близкий к фанерозойскому характер последней, были многообещающим фактором для прогнозных оценок, оставались, по крайней мере, еще две проблемы, требовавшие фундаментальной разработки – это стратиграфия верхнего докембрия и представление о докембрийской биоте на всех стадиях ее развития, продуктивности и судьбе органического вещества в длительной истории литогенеза. Строго говоря, эти проблемы были достаточно новыми для докембрия вообще и в первую очередь для верхнего протерозоя, т. е. для рифея и венда, охватывающих около 1 млрд лет, что вдвое превышает продолжительность всего фанерозоя. Хорошо известно, что ни один из разделов геологических наук не стимулировал столь эффективно разработку наиболее новых и тонких методов стратиграфии и палеонтологии, литологии и палеогеографии, детальной тектоники и геофизики и, конечно, органической геохимии (палеобиохимии), чем нефтяная геология, сформировавшая весь свой огромный опыт и важнейшие эмпирические обобщения на примере изучения нефтегазоносности фанерозоя. Так произошло и с изучением докембрия, необходимость “фанерозойского” подхода к которому так ярко обосновывал А.В. Сидоренко [1969; и др.], опираясь на представления В.И. Вернадского [1967] об эволюции биосферы.

Классическая фанерозойская модель стратиграфии, разрабатывавшаяся на примере Европейского континента около полутора веков (с 1820 г.), по сути своей является биостратиграфической, а в 1972 г. на Монреальской сессии Международного геологического конгресса биологический, т. е. палеонтологический, принцип типизации границ основных стратиграфических подразделений (от зоны до системы) был принят как обязательный для всего фанерозоя. Для отечественной стратиграфии такой подход был традиционным, и в полном соответствии с ним верхняя граница венда на западе Восточно-Европейской платформы определялась по подошве нижнего отдела кембрийской системы, в основании которой я выделил балтийский ярус [Соколов, 1965] в составе зон *Sabellidites* (будущий ровенский горизонт) и *Platysolenites* (лонтоваский горизонт в современном смысле). На Сибирской платформе горизонт с зоной *Sabellidites* (немакит-далдынский) обычно определялся как самая верхняя часть венда, подстилающего томмотский ярус нижнего кембрия. Одновозрастность этих горизонтов двух платформ представляется несомненной, поэтому теперь вопрос о мировом стандарте границы докембрия (в данном случае венда) и кембрия сводится к стратиграфическому положению именно немакит-далдынского горизонта: либо им венчается вендская система, либо начинается кембрийская. Группа международных экспертов, основываясь на одном из разрезов о-ва Ньюфаундленд (Канада) и используя лишь следы жизнедеятельности неизвестных организмов, а не сами их остатки, как принято во всем фанерозое, к сожалению, склонилась к последнему варианту [Brasier et al., 1994] – достаточно бесполезному для международной практики, если судить по стратотипу. Развернутая критика этого решения была недавно нами сделана [Розанов и др., 1997]. Обсуждение, несомненно, должно быть продолжено,

но неизбежным остается положение, что при любом варианте отход от полноценного универсального для шкалы фанерозоя палеонтологического принципа определения границы докембрия и кембрия невозможен, поскольку типизируется подоснова классической фанерозойской системы.

Что нам было известно о палеонтологической характеристике отложений, подстилающих кембрий, и вообще об истории докембрийской биоты Земли полвека назад? Ничтожно малое количество конкретных сведений, поставивших в тупик еще Ч. Дарвина с его концепцией “неполноты геологической летописи”; редкие проблематики предположительно органического происхождения (например, типа *Cryptozoon*, *Newlandia*, *Collenia* и т. п.), но не укладывающиеся в какие-либо генетические последовательности; чаще всего это были просто артефакты. Одновременно существовала основанная на эмпирических обобщениях убежденность В.И. Вернадского о “геологической вечности жизни”. В системе представлений о биосфере и ее эволюции это было вполне логичным, хотя на уровне современных знаний одно из основных его положений, вероятно, нуждается сейчас в некоторых коррективах: “количество живого вещества, по-видимому, является планетарной константой со времени архейской эпохи, т. е. за все дление геологического времени” [Вернадский, 1934]. Если эти коррективы оправданны, то недостаток очевидна и неизменность среднего химического состава живого вещества в геологическом времени.

С точки зрения геохимических процессов, совокупную биоту Земли, конечно, можно было метафорически определить как живое вещество, участвующее в этих процессах, и в этом смысле справедливость заключения Вернадского была бесспорной. Его биогеохимический подход к эволюции биосферы Земли на многие десятилетия опередил появление значительно менее содержательной, но ныне модной гипотезы “Гея” Дж. Левлока и Л. Маргулис [Lovelock, Margulis, 1974; Earth's..., 1983]. Но теперь нам известны важные дополняющие данные: химическая видоспецифичность организмов, их прогрессивное и изменчивое биоразнообразие в ходе длительного исторического развития, не только адаптация к различной среде обитания, но и создание ими самими специфической для себя среды в разных экосистемах и на разных уровнях эволюции. Словом, количественное и качественное постоянство совокупной биоты Земли (“живого вещества”), вероятно, не столь уж неизбежная константа, к тому же биота переживала периодические кризисы, сопровождавшиеся великими вымираниями и обновлениями жизни в совершенно новых экологических условиях [Global events..., 1995], физико-химические параметры которых не могли не сказываться на биохимии живых систем – организмах, их ценозах и, конечно, на их тафономической судьбе.

Оставим, однако, эти необходимые, но общие рассуждения и вернемся непосредственно к полученным новым знаниям в области палеонтологии и суммарных представлений о докембрийской биоте в связи с установлением границы докембрия и кембрия и первым опытом распространения фанерозойского палеонтологического метода на изучение подстилающих отложений венда и рифея. Этот путь в 40-е годы был в полном смысле поисковым, но он принес, как уже было отмечено, совершенно неожиданные результаты, которые с полным основанием можно отнести еще к одному научному прорыву. Метод, считавшийся чуждым стратиграфии докембрия вообще, довольно быстро привел к открытию новых биохронологических критериев, позволил на этой основе выявить последовательность характерных признаков стратиграфических подразделений и найти в них место тем разрозненным палеонтологическим находкам, которые ранее либо ставились под сомнение по своей природе, либо им а priori приписывался более молодой воз-

раст: кембрийский, ордовикский, силурийский и даже девонский [Соколов, 1998]. Именно таковыми считались находки, сделанные еще в 20–30-х годах в Подолии, Прионежье, Сибири; как кембрийская(?) была определена и знаменитая фауна бесскелетных Эдиакары в Австралии [Sprigg, 1947], ставшая типовой для венда.

Керн многочисленных глубоких скважин, пробуренных на территории Восточно-Европейской платформы, оказался уникальным и навсегда бесценным материалом для постановки разносторонних исследований – специфических для нефтяной геологии, но и в такой же мере важных для других направлений геологии, поскольку чехол платформы и обнаженные разрезы обрамления (в первую очередь Урала) впервые оказалось возможным рассматривать в общем плане геологической корреляции. Первоочередным, естественно, стало решение стратиграфических задач, палеогеографии и палеотектоники, что вскоре оказалось такой же острой проблемой для Сибирской платформы, ее складчатого обрамления и вообще для верхнего докембрия всей территории СССР. В конце 40-х и в 50-е годы ни одна страна в мире не была так хорошо подготовлена к постановке подобных исследований: начался в полном смысле “золотой век” отечественной геологии, хорошо обеспеченной высококвалифицированными кадрами, крупными исследовательскими центрами и превосходной региональной геологической службой.

Литологические исследования и литостратиграфия, с учетом некоторых историко-геологических данных, составляли наиболее обычную рабочую основу расчленения и сопоставления разрезов верхнего докембрия, но она не обеспечивала достаточную надежность стратиграфической корреляции и вырабатываемых региональных стратиграфических схем, особенно важных при нефтепоисковых работах. Поэтому первые же палеонтологические материалы привлекли особое внимание и стали объектом наиболее углубленного изучения; в этом и заключался главный смысл возможного использования фанерозойских стратиграфических моделей. Но специфический состав остатков органического мира позднего докембрия выявился довольно скоро; постепенно отпало защищаемое мною и некоторыми другими исследователями (М. Глесснер, П. Клауд и др.) представление о возможности включения венда и его аналогов в состав фанерозоя.

Вместе с тем обнаружилось резкие различия в экосистемах венда и рифея, особенно в морских бассейнах с доминирующими типами терригенного (преимущественно силицикластического) и карбонатного осадконакопления. В конечном счете стали широко известными следующие группы ископаемых и прямых продуктов их жизнедеятельности.

1. Разнообразные микрофоссилии, как сборная группа не связанных между собой прокариотных и эвкариотных организмов, несомненно образующих (суммарно и в разной форме фоссилизации) гигантскую биомассу по всему докембрию: богатейший фитопланктон; так называемые акритархи; нитчатые и коккоидные цианобактериальные донные сообщества, образующие пластинчатые маты или другие скопления; актиномицеты и, вероятно, другие грибные организации.

2. Макрофитопланктон, представленный очень крупными шарообразными или вытянутыми формами типа *Chuarina*, *Beltanelloides*, *Mezenia* и др.

3. Слоевищные многоклеточные лентовидные или ветвящиеся водные растения типа *Vendotaenia*, *Tyrasotaenia*, *Eoholynia* и др.; их скопления иногда образуют сплошные циновки.

4. Исключительно многообразные карбонатные, окремненные или фосфатизированные строматолиты и микрофитолиты – продукты жизнедеятельности бентосных цианобактерий, главным образом представляющие собой микрослойчатые постройки; возможно, их аналогами в некарбонатных бассейнах, где отсутствует

минеральная фоссилизация слизистых матов, являются так называемые сапропелитовые пленки.

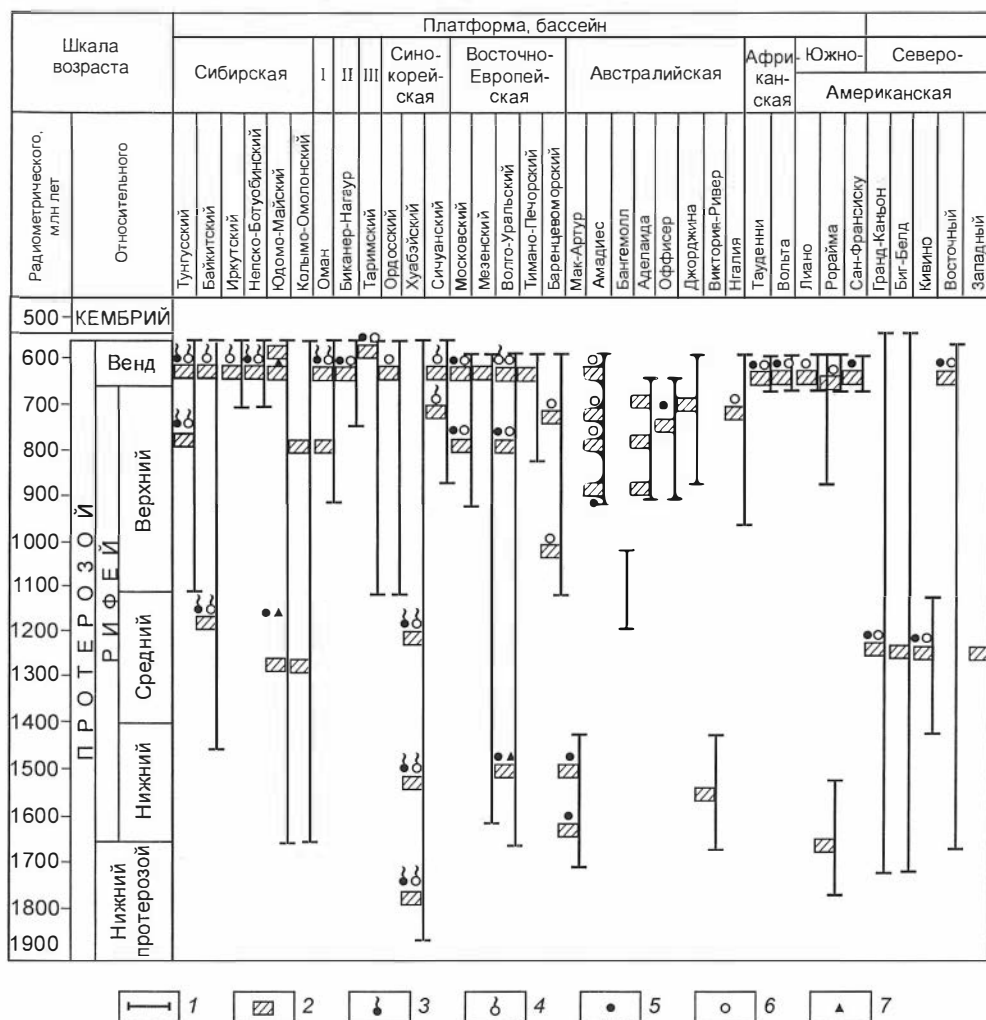
5. Бесскелетные мягкотелые многоклеточные животные организмы крупных новых таксонов эдиакарского типа, очень часто достигающие гигантских размеров (до 60–100 см), как *Charnia*, *Dickinsonia*, *Cyclomedusa* и др.; известны в основном по прекрасно сохранившимся отпечаткам на тонких осадках.

6. Древнейшие тубулярные аннелидоморфные и погонофороморфные организмы с органическими оболочками и первыми проявлениями минеральной скелетизации и хитинизации (сколекодонты); трубки *Sabelliditida* местами образуют массовые скопления, иногда вместе с вендотенидами.

7. Разнообразные следы жизнедеятельности подвижного бентоса – илоедов (ихнофоссилии); судя по динамике, обогащенный органикой ил местами полностью перерабатывался этими организмами – в основном, вероятно, артикулятами.

Остатки организмов всех этих групп с большей или меньшей полнотой, в тех или иных фациях и в тех или иных климатических зонах известны в отложениях вендского возраста, но только микрофитопланктон и характерные сообщества цианобактерий – особенно строматолитообразователей и, вероятно, водных грибов характеризуют рифей и более древний протерозой и архей. Таким образом, в таксономическом и биоценотическом отношении непродолжительный вендский период (несколько десятков миллионов лет) и три продолжительных суперпериода (эратемы) рифея – ранний, средний и поздний (около 1 млрд лет) – существенным образом различны. Но фундаментальное значение имеет то обстоятельство, что вся последовательность четырех мощных, подстилающих кембрий толщ, традиционно считавшихся немymi, впервые получила хорошую палеонтологическую характеристику, ставшую важнейшей основой стратиграфической корреляции венда и трехчленного рифея с разновозрастными отложениями верхнего докембрия других континентов. Последние стратиграфические обобщения М.А. Семихатова [1993] это превосходно иллюстрируют. А начало совершенно новому направлению исследований официально положено Первым симпозиумом по палеонтологии докембрия и раннего кембрия [Всесоюзный симпозиум..., 1965], проведенному еще в 1965 г. в Академгородке г. Новосибирска. С тех пор казавшиеся несочетаемыми базовые понятия (палеонтология и докембрий) уже никого более не смущают, а микропалеонтология (включая бактериальную) докембрия стала одним из наиболее бурно развивающихся направлений палеонтологии вообще. Эта область исследований вызвала огромный интерес со стороны общей и эволюционной биологии, исторической микробиологии, биосферологии и, конечно, органической геохимии, включая происхождение углеводов в ранней истории Земли, поскольку полностью отпало представление о безжизненности планеты в докембрии или уничтожении продуктов биогенеза многократными фазами глубокого метаморфизма докембрийских пород.

Как замечает Г.А. Заварзин [1995], “палеонтология докембрия нанесла сильнейший удар по традиционному мировоззрению в естествознании. И хотя палеонтология всегда была фактически опорой эволюционной теории, в области эволюции прокариот и геологической летописи докембрия она дает основание для новых подходов”. Следы живых систем – прокариотных, но уже обладавших “аппаратом фотосинтеза” – установлены с несомненностью в древнейших породах водно-осадочного происхождения, имеющих изотопный возраст около 3,8 млрд лет. Уже на этом уровне кажется возможным предполагать явление симбиогенеза в простейшей бактериальной клетке и, следовательно, допускать существование не единственного “ствола жизни”. Представляется несомненным существование на Земле примитивной бескислородной биосферы, по крайней мере 4 млрд лет



Сопоставление нефтегазоносных верхнедокембрийских отложений главных седиментационных бассейнов древних платформ.

1 – этаж возможной нефтегазоносности; 2 – нефтегазогенерирующие толщи; 3 – залежи нефти; 4 – залежи газа; 5 – нефтепроявления; 6 – газопроявления; 7 – битумопроявления. Римскими цифрами обозначены кратоны: I – Аравийско-Нубийский, II – Индостанский, III – Таримский.

тому назад. В дальнейшей эволюции она только усложнялась, переживала критические рубежи, но никогда не прерывалась. А эволюция диверсифицирующих живых существ в направлении многоклеточности и совершенствования морфофизиологических функций не была простой эволюцией видов; эволюционировали ценозы, экологические системы, в которые входили и удивительно устойчивые прокариотные и эвкарриотные микроорганизмы со своими особыми функциями воздействия на макромир.

В рамках этой статьи я ограничиваюсь рассмотрением только позднего докембрия, т. е. рифея и венда, и его биоты, оказавшейся столь важной для построения стратиграфической шкалы отложений этого возраста, максимально приближенной к использованию биохронологических критериев, и для оценки биопродуктивности этой биоты, ее отдельных компонентов как исходной базы органического вещества в процессах его преобразования в природные углеводо-

роды в условиях, которыми характеризовались седиментационные бассейны этого возраста на древних платформах.

В истории позднедокембрийской биоты, несомненно, был важнейший критический период, связанный с довольно длительной эпохой пограничного вендрифейского площадного оледенения, последовавшего за заключительной фазой рифтогенеза, когда авлакогены были в основном загружены терригенными отложениями среднего и верхнего рифея. Отложения нижней части венда (лапландский горизонт и его аналоги), тяготеющие обычно еще к авлакогенным структурам, формировались в условиях холодноводного постгляциального режима; они нередко включают тиллиты – остатки вытаявших морен и перемытые мариногляциальные толщи. Палеонтологически они содержат бедные комплексы микрофоссилий, растительный детрит и местами еще более редкие остатки простейших *Cyclozoa*, сохраняющиеся иногда в межтиллитовых пачках. Богатейшая венд-эдиакарская фауна бесскелетных, получившая мировую известность после работ М.А. Федонкина [1983, 1987; и др.], пришла лишь с дальнейшим эвстатическим повышением уровня моря, трансгрессивно перекрывшего фундамент, авлакогенные трог и зоны перикратонных опусканий.

Типичной эдиакарской фауны в отложениях позднего рифея с достоверностью обнаружить не удалось, однако, судя по новейшим данным М.Б. Гниловской (Притиманье, юго-восток Синокорейского кратона), выявляются остатки древнейших аннелидоморфных организмов, известных у китайских исследователей как *Protoarenicola* и др. [Chen, 1988], изотопный возраст по глауконитам – 738,5 млн лет. В целом же для очень длительного рифея характерен значительно более однообразный бактериально-фитопланктонный биос. В мелководных эпиконтинентальных теплых морях, на шельфах и в лагунах резко доминировал цианобактериальный бентос, обычно формировавший мощные толщи строматолитов. А пелагиали были заселены разнообразным фитопланктоном, богатым липидами и вносящим огромный вклад в накопление органического вещества в донных илах. Такая же картина была характерна и для вендских морей Восточно-Европейской платформы, где концентрация фитопланктона, бактериального бентоса и водорослей вендотениевого типа [Вендотениды, 1988] местами достигала особой плотности, что создавало благоприятные условия для накопления сапропелевых илов и для нефтеобразования [Баженова и др., 1996; Бурзин, 1996]. Распространение основных экологических групп организмов на разных геохронологических уровнях венда детально рассмотрено М.Б. Бурзиным [Bursin, 1996].

В целом проблема нефтегазоносности докембрия была недавно рассмотрена в специальном номере журнала “Геология и геофизика” (1996, т. 37, № 8), посвященном 85-летию акад. А.А. Трофимука – одного из выдающихся геологов-нефтяников, который более чем кто-либо другой стимулировал разработку этой проблемы, опираясь на сделанный им прогноз нефтегазоносности рифея и венда Сибирской платформы. Из работ А.Э. Конторовича и др. [Конторович и др., 1996] я заимствую корреляционную схему (см. рисунок), которая иллюстрирует фактическое состояние наших знаний в этой новой области, уже для всех древних платформ Земли.

ЛИТЕРАТУРА

Баженова О.К., Соколов Б.С., Егоров В.А., Постникова И.Е. Особенности генерации углеводородов докембрийскими нефтематеринскими толщами Русской плиты // Нефтегазоносные и угленосные бассейны России. М.: Изд-во МГУ, 1996. С. 117–128.

Бурзин М.Б. Древнейшие организмы – источник нефти на Русской платформе // Природа. 1996. № 2. С. 38–44.

- Вассоевич Н.Б.* Нефтегазоносность осадочных бассейнов. Избр. труды. М.: Наука, 1988. 260 с.
- Вендотениды* Восточно-Европейской платформы / Ред. М.Б. Гниловская. Л.: Наука, 1988. 144 с.
- Вернадский В.И.* Очерки геохимии. 2-е рус. изд. М.; Л.; Грозный; Новосибирск, 1934. 380 с.
- Вернадский В.И.* Биосфера. (Избранные труды по биогеохимии). М.: Мысль, 1967. 376 с.
- Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия.* 25–30 окт. 1965 г.: Тез. докл. / Под ред. Б.С. Соколова. Новосибирск, 1965. 115 с.
- Гарань М.И.* Докембрийские отложения западного склона Южного Урала и связанные с ними полезные ископаемые // XVII Междунар. геол. конгр., Москва, 1937. Т. II. М.: ГОНТИ, 1939. С. 173–181.
- Заварзин Г.А.* Смена парадигмы в биологии // Вестн. РАН. 1995. Т. 65, № 1. С. 8–23.
- Конторович А.Э., Трофимук А.А., Башарин А.К. и др.* Глобальные закономерности нефтегазоносности докембрия Земли // Геология и геофизика. 1996. Т. 37, № 8. С. 6–42.
- Пистрак Р.М.* О возрасте нижней части осадочной серии Боенской скважины // Сов. геология. 1940. № 10. С. 12–14.
- Розанов А.Ю., Семихатов М.А., Соколов Б.С. и др.* 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.* Новейшие шкалы общего расчленения докембрия: сравнение // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1993. Т. 1, № 1. С. 6–20.
- Сидоренко А.В.* О едином историко-геологическом принципе изучения докембрия и постдокембрия // Докл. АН СССР. 1969. Т. 186, № 1. С. 166–169.
- Соколов Б.С.* О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1952. № 5. С. 21–31.
- Соколов Б.С., Александрова Е.П.* Системы – синийская, кембрийская, ордовикская и силурийская // Атлас литолого-палеогеографических карт Русской платформы. Т. 1. Л.: Изд-во ВНИГРИ, 1952. 11 карт.
- Соколов Б.С.* Проблема нижней границы палеозоя и древнейшие отложения досинийских платформ Евразии // Геологический сборник. № 3. Л.: Гостоптехиздат, 1958. С. 5–67. (Тр. ВНИГРИ; Вып. 126).
- Соколов Б.С.* Вендский комплекс (венд) и проблема границы докембрия и палеозойской группы // Геология докембрия. М.: Недра, 1964. С. 135–150. (Международ. геол. конгр. XXII сес. Докл. сов. геол. Пробл. 10).
- Соколов Б.С.* Древнейшие отложения раннего кембрия и сабеллитиды // Всесоюз. симпоз. по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 25–30 окт., 1965 г. (Тез. докл.). Новосибирск, 1965. С. 78–91.
- Соколов Б.С.* Вендский период в истории Земли // Природа. 1984. № 12. С. 3–18.
- Соколов Б.С.* Очерки становления венда. М.: КМК Scientific Press Ltd., 1998. 148 с.
- Федонкин М.А.* Органический мир венда // Итоги науки и техники. Стратиграфия, палеонтология. Т. 1. М.: Изд-во ВИНТИ, 1983. 128 с.
- Федонкин М.А.* Бесскелетная фауна венда и ее место в эволюции метазоа. М.: Наука, 1987. 176 с.
- Шатский Н.С.* Очерки тектоники Волго-Уральской нефтеносной области и смежной части западного склона Южного Урала. М.: Изд-во МОИП, 1945. 132 с.
- Brasier M., Cowie J., Taylor M.* Decision the Precambrian–Cambrian boundary stratotype // Episodes. 1994. Vol. 17, N 1–2. P. 3–8.
- Burzin M.B.* Late Vendian (Neoproterozoic-III) microbial and algal communities of the Russian Platform: models of facies-dependent distribution, evolution and reflection of basin development // Rivista Italiana Paleontol. Stratigr. 1996. Vol. 102, N 3. P. 307–316.
- Chen Junyuan.* Precambrian metazoans of the Huai River drainage area (Anhui, E. China): their taphonomic and ecological evidence // Senckenberg. Leth. 1988. B. 69, N 3–4. S. 189–215.
- Earth's earliest Biosphere. Its origin and evolution* / Ed. I.W. Schopf. Princeton (New Jersey), Princeton Univ. Press. 1983. 543 p.
- Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic* / Ed. O.H. Walliser. Berlin, Heidelberg, N.Y.: Springer-Verlag, 1995. 333 p.

Lovelock J.E., Margulis L. Atmospheric homeostasis, by and for the biosphere: the Gaia hypothesis // *Tellus*. 1974. N 26. P. 1–10.

Sokolov B.S., Fedonkin M.A. The Vendian as the terminal system of the Precambrian // *Episodes*. 1984. Vol. 7, N 1. P. 12–19.

Sprigg R.C. Early Cambrian(?) jellyfishes from the Flinders Ranges, South Australia // *Trans. Roy. Soc. South Australia*. 1947. Vol. 71. P. 212–224.

The Vendian System, 1990. Vol. 1. Paleontology / B.S. Sokolov, A.B. Iwanowski, Eds. 383 p.; Vol. 2. Regional Geology / B.S. Sokolov, M.A. Fedonkin, Eds. 273 p.

Walcott Ch.D. Cambrian Geology and Paleontology, III. N 2. Pre-Cambrian Algonkian algal Flora. Washington: Smithsonian Misc. Geol. 1914. Vol. LXIV, N 2. P. 77–156.

**ПАЛЕОНТОЛОГИЯ.
ПАЛЕОЗОЙСКИЕ КОРАЛЛЫ,
ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР
ДОКЕМБРИЯ И КЕМБРИЯ**

К ИСТОРИИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМАТИКИ ТАБУЛЯТ*

В палеозоологической литературе табуляты известны более 200 лет. Первоначально они включались в отряд так называемых Zoophyta, а затем Линней описал их как представителей Lithophyta в известной “Dissertatio Corallia Baltica”. В дальнейшем они многократно описывались главным образом под общим названием полипов в работах Кювье [Cuvier, 1798], Г.И. Фишера [Fischer, 1807–1837], Соверби [Sowerby, 1812–1818], Шлетгейма [Schlotheim, 1820], Гольдфуса [Goldfuss, 1826–1833], Э.И. Эйхвальда [Eichwald, 1829–1861], С.С. Куторги [Kutorga, 1835, 1837], Штейнингера [Steininger, 1831], Блэнвилля [Blainville, 1830, 1831], Гизингера [Hisinger, 1837–1841], Филлипа [Phillips, 1836, 1841], Лонсдэйла [Lonsdale, 1839, 1845], Конинка [Koninck, 1841–1877], Дэна [Dana, 1846–1849], Мак-Коя [McCoу, 1847–1855], Голла [Halla, 1847–1883] и многих других.

Современное название “Tabulata” эти кораллы впервые получили в 1849 г. от Сильн-Эдвардса и Гейма [1849, 1850–1855, 1851], которые рассматривали их как особый подотряд отряд кораллов Zoantharia. Мильн-Эдвардс и Гейм дали следующую классификацию Zoantharia tabulata:

- 1) семейство Milleporidae (роды: *Millepora*, *Heliopora*, *Polytremacis*, *Heliolites*, *Fistulipora*, *Plasmopora*, *Propora*, *Lyellia*, *Axopora*, *Battersbya*);
- 2) семейство Favositidae с четырьмя подсемействами:
 - а) Favositinae (роды: *Favosite*, *Emmonsia*, *Michelinia*, *Roemeria*, *Koninckia*, *Alveolites*),
 - б) Chaetetinae (роды: *Chaetetes*, *Dania*, *Beaumontia*, *Dekayia*, *Constellaria*, *Labechia*),
 - в) Halysitinae (роды: *Halysites*, *Syringopora*, *Thecostegites*, *Chonostegites*, *Fletcheria*),
 - г) Pocilloporinae (роды: *Pocillopora*, *Coenites*);
- 3) семейство Seriatoporidae (роды: *Seriatopora*, *Dendropora*, *Rhabdopora*, *Trachypora*);
- 4) семейство Thecidae (роды: *Thecia*, *Columnaria*).

В Zoantharia tubulosa оказались включенными роды *Pyrgia* и *Aulopora*.

Таким образом, в составе табулят были объединены различные представители кишечнополостных и мшанок, что было основной причиной большого расхождения взглядов последующих исследователей на систематическое положение табулят. В это подразделение оказались включенными, помимо собственно Tabulata, представители Hydrozoa, Alcyonaria, Hexacoralla, Rugosa, Heliolitida и Bryozoa и в то же время в нем не нашли места аулопориды.

Накопившаяся с тех пор литература о табулятах насчитывает несколько сотен работ – преимущественно мелких статей и кратких описаний, сделанных очень часто не специалистами по кораллам и попутно с описанием другой фауны. Исследований, в которых затрагиваются общие вопросы систематики табулят, срав-

* Табуляты палеозоя европейской части СССР. Л.; М.: Гостоптехиздат, 1955. С. 61–72.

нительно мало. Среди них можно назвать работы Веррилла [Verrill, 1867, 1872], Линдстрёма [Lindström 1873, 1876; и др.], Никольсона [Nicholson, 1879; и др.], Неймайра [Neumayr, 1889], Сардесона [Sardeson, 1896, 1924], Бичера [Beecher, 1891–1893], Вентцеля [Wentzel, 1895], Вейссермеля [Weissermel, 1899, 1937, 1939], Н.И. Лебедева [1902], Почта [Pošta, 1902], Герта [Gerty, 1921; и др.], Окулича [Okulitch, 1935–1939], Ведекинда [Wedekind, 1937], Лекомта [Lecomple, 1939, 1952], Ле Мэтр [Le Maitre, 1947], Б.Б. Чернышева [1941, 1951], Б.С. Соколова [1947–1953], Сванна [Swann, 1947], Бэслера [Bassler, 1950], Мура [Moore, 1952] и ряда других исследователей, в работах которых попутно с описанием фауны делаются замечания о систематике и родственных взаимоотношениях табулят.

Обзор взглядов различных исследователей обнаруживает исключительную разноречивость существующих представлений по самым основным вопросам систематики и филогении табулят и в целом приводит к выводу о неудовлетворительном состоянии теоретических исследований в этом направлении.

Высказанные представления показывают, что одни исследователи, вслед за Мильн-Эдвардсом и Геймом, относят табулят к подклассу или отряду Zoantharia, другие связывают их с подклассом Alcyonaria, третьи видят в табулятах искусственную группу, которая частично или полностью должна поглотиться различными подразделениями кишечноротовых, наконец, четвертые рассматривают табулят как самостоятельный подкласс Anthozoa.

При этом те, кто относит табулят к подклассу Zoantharia, считают их либо самостоятельным отрядом, либо лишь подотрядом Madreporaria; другие же частично или полностью связывают табулят то с Hexacoralla, то с Tetracoralla. Те, кто видят родственные отношения между табулятами и альционариями, включают их в различные отряды последних или рассматривают в качестве особого подразделения Alcyonaria. Однако большинство исследователей не находят возможным решать вопрос о систематическом положении табулят в целом, так как считают их принадлежащими различным группам Anthozoa и даже Hydrozoa и мшанок. Эти исследователи разделяют табулят между гексакораллами и альционариями, часть из них относят к тетракораллам, устанавливают для них новые подразделения (Schizocoralla, Thallocoralla), исключают из них гелиолитид и хететид и, таким образом, по-разному и значительно меняют первоначальный объем этой систематической единицы.

Термин Zoantharia Tabulata, как уже отмечалось, был предложен вместе с классификацией кораллов Мильн-Эдвардсом и Геймом [Milne-Edwards, Haime, 1849] и принимался в дальнейшем (с тем или иным составом семейств) многими исследователями: Орбиньи [Orbigny, 1850], Э.И. Эйхвальдом [Eichwald, 1855–1861], Фроментелем [Fromentel, 1861], выделившим из Halysitinae Milne-Edwards et Haime семейства Syringoporidae и Thecostegitidae и установившим семейство Dendroporidae (из сериатопорид), Дунканом [Duncan, 1872], установившим семейство Alveolitidae и перенесшим хететид в Alcyonaria, Ромингером [Rominger, 1876], несколько изменившим группировку родов, Шлютером [Schlüter, 1889], Рёмером [Röemer, 1883], выделившим семейства Palaeacididae и Syringophyllidae и рассматривавшим их вместе с Auloporidae в качестве семейств неопределенного систематического положения, Н.И. Лебедевым [1902], исключавшим из Zoantharia Tabulata лишь семейства Syringoporidae (с родом *Aulopora*) и Heliolitidae, Почта [Pošta, 1902], исключившим Auloporidae, Heliolitidae и Monticuliporidae как представителей Alcyonaria, и другими.

По существу, в том же объеме рассматривает табуляты Чэпман [Chapman, 1893], выделяя дополнительно семейство Beaumontidae и отдельно определяя, как и многие его предшественники, аулопориды и гелиолитиды. При этом всех палеозойских Anthozoa он считает особым подразделением в систематике кишечноротовых.

лостных (*Hydrocorallia*). Во взглядах Чэпмена наиболее существенно то, что палеозойские кораллы в целом (табуляты и ругозы) противопоставляются молодым *Alcyonaria* и *Hexacoralla*.

В последние годы делаются новые попытки вернуться к систематике Мильн-Эдвардса и Гейма, хотя и на несколько иной основе. Необходимо отметить, что основоположники систематики кораллов считали палеозойские *Tabulata* и *Rugosa* не только зоантариями, но и в такой же степени *Madreporaria*, подобно ныне живущим скелетообразующим кораллам. Восстанавливая эту мысль и опираясь на сходство микроструктуры скелетных образований табулят, ругоз и гексакораллов, Джонс и Хилл [Jones, Hill, 1940] стали рассматривать табуляты как особое подразделение *Zoantharia Madreporaria*, не считая их, однако, естественной группой. В таком же систематическом положении и ранге они рассматривают гелиолитид, ругоз и гексакораллов.

Пересматривая систематику палеозойских и мезозойских кораллов, Шиндевольф [Schindewolf, 1942] также приходит к выводу, что *Tabulata*, *Pterocorallia* (= *Rugosa*) и *Cyclocorallia* (отвечают части *Hexacoralla*) представляют собой равноценные подразделения (подотряды) отряда *Zoantharia Madreporaria*. Этим же термином пользуются Мур и Джеффордс [Moog, Jeffords, 1945], которые отмечают, что табуляты почти наверняка не являются естественной филогенетической группой (с. 81) и что большая часть их родов кажется близкой гексакораллам (с. 167). Ле Мэтр [Le Maitre, 1947] и Леконт [Lecompte, 1952] вслед за Джонсом и Хилл считают табулят подотрядом *Madreporaria*, хотя последний из этих авторов ранее [1939] рассматривал их как подкласс *Anthozoa*. В недавней работе Хилл [Hill, 1953] описывает табуляты ордовика Норвегии как *Zoantharia Tabulata*.

В связи с последними работами необходимо заметить, что стремление указанных исследователей поместить палеозойских табулят в рамки отряда *Madreporaria* вряд ли может быть оправдано, так как, во-первых, нет никаких доказательств такого тесного родства между табулятами и современными мадрепорариями (основные типы микроструктуры являются общими не только для большинства *Anthozoa*, но и значительной части *Hydrozoa*) и, во-вторых, отряд *Madreporaria* был установлен для скелетообразующих гексакораллов. Последнее обстоятельство заставляет считать недоразумением включение ругоз, гексакораллов, табулят и гелиолитид в этот отряд, тем более что в современной зоологической систематике и скелетные *Madreporaria*, и бесскелетные *Zoantharia* вместе с *Actiniaria*, *Seriantharia* и *Antipatharia* рассматриваются как равноценные отряды подкласса *Hexacoralla*. Таким образом, новейшие попытки подчинить табуляты мадрепорариям представляют собой искусственное навязывание устаревшей зоологической систематики ископаемой фауне.

Другое направление в истории разработки систематики табулят характеризуется уже более определенным стремлением установить их связи полностью или частично с *Hexacoralla*.

Веррилл [Verrill, 1867, 1872] был одним из первых исследователей, которые доказывали, что *Zoantharia Tabulata Milne-Edwards et Haime* не являются естественной группой и должны быть распределены между гидроидными и мадрепоровыми кораллами. Веррилл решительно возражал Агассицу [Agassiz, 1858] против отнесения к гидроидам всех табулят. Его аргументированная критика имела значение в том отношении, что окончательно исправляла ошибку Мильн-Эдвардса и Гейма [Milne-Edwards, Haim, 1850] в отнесении миллепорид (включавших также *Heliolites*, *Plasmopora*, *Propora*) к *Zoantharia Tabulata*, под влиянием которой Агассиц [Agassiz, 1858], доказавший принадлежность *Millepora* к гидроидам, отнес к *Hydrozoa* и всех табулят. Однако Веррилл считал возможным отнести к гидроидам гелиолитид, хотя основную массу табулят и прежде всего фавозитид (в широкой трактовке французских систематиков) он связывал с новейшими мадрепоровыми кораллами.

Серьезной ревизии подверглись табуляты в ранних работах Линдстрема [Lindström, 1873, 1876], который подчеркивает обособленность и неоднородность этой группы и совершенно справедливо исключает из нее роды *Labechia*, *Millepora*, *Axopora*, а также *Monticulipora*, *Fistulipora* как принадлежащие Hydrozoa и Bryozoa. Он подчеркивает также обособленность положения гелиолитид, но вместе с фавозитидами относит их к Zoantharia Perforata, т. е. к Hexacoralla. При этом такие роды, как *Calapoecia*, *Thecostegites*, *Halysites*, *Thecia*, включаются им в состав гелиолитид, а роды *Syringopora*, *Fletcheria*, *Michelinia* исключаются совершенно, как близкие к ругозам.

Взгляды Веррилла и Линдстрёма в отношении систематического положения палеозойских поритид и мадрепорид (т. е. Favositacea в широком смысле) были восприняты Циттелем [Zittel, 1876], который также отнес их к Hexacoralla. Остальные табуляты (*Aulopora*, *Syringopora*, *Halysites*, *Thecia*, *Calapoecia*) и все гелиолитиды были им отнесены к Alcyonaria. С шестилучевыми кораллами связывают значительную часть табулят Вааген и Вентцель [Waagen, Wentzel, 1886, 1895], опиравшиеся главным образом на предполагаемое родство *Heliolites* и *Heliopora* и строение скелета последней – близкое к Hexacoralla. Они подвергли значительному пересмотру систематику табулят и выделили ряд новых подсемейств в составе Favositidae s. lato (Trachyporinae, Michelininae, Syringolitinae и др.). Род *Araeopora* относился ими к семейству Alveoporidae.

Неймайр [Neumayr, 1889] отмечает, что вопрос о систематическом положении табулят принадлежит к числу наиболее спорных в систематике кораллов и что в первоначальном своем объеме эта группа не являлась естественной. Он обращает внимание на то, что в септальном аппарате этих кораллов преобладает 12 септ или рядов шипиков, и что среди современных кораллов немало таких, которые по своим признакам отвечают диагнозу табулят. Под впечатлением этого сходства Неймайр приходит к выводу, что табуляты в составе семейств Favositidae, Halysitidae, Heliolitidae, Chaetetidae и Monticuliporidae наиболее близки к поритидам среди Hexacoralla.

Никольсон [Nicholson, 1889] считает возможным связывать с гексакораллами (Perforata) только фавозитиды, допуская мшанковую природу Monticuliporidae и рассматривая остальных табулят как альционарий. Такое же разделение табулят на Madreporaria Perforata и Alcyonaria (в составе семейств Heliolitidae, Halysitidae и Tetradiidae) мы находим у Лемба [Lambe, 1899], который совершенно не пользуется термином Tabulata.

Эти же взгляды в ряде работ излагает и Герт [Gerth, 1908, 1910, 1921]. В наиболее поздней из них он делает попытку подразделить табуляты на две группы – Cruptoseptata и Pseudoseptata. Типичными представителями первой он считает гелиолитиды и частично фавозитид (в широком смысле), т. е. такие кораллы, у которых септальный аппарат “стремится” к консолидации и гексамерности, в чем обнаруживается их родство с шестилучевыми кораллами. Наоборот, Pseudoseptata, включающие, например, пермские Trachypsammidae, Auloporidae, *Michelinia*, *Palaeacis* и другие роды, взаимоотношения которых недостаточно ясны, характеризуются слабо развитым септальным аппаратом с сильно изменчивым количеством рядов септальных элементов. Многие представители этой группы, по мнению Герта, обнаруживают близость к Alcyonaria. В доказательство близости большей части табулят к гексакораллам, особое значение Герт [Gerth, 1910] придает современному роду *Alveopora*, утверждая вслед за Верриллом [Verrill, 1872], Бернардом [Bernard, 1898] и некоторыми другими исследователями, что между *Favosites* и *Alveopora* нет фундаментальной разницы ни по характеру септального аппарата или пористости, ни по форме начальных стадий развития. Сверц и Праути [Sweartz, Prouty, 1923] относят к Hexacoralla Madreporaria весь подотряд Tabulata.

В русской литературе многие табуляты (роды *Michelinia*, *Beaumontia*, *Chaetetes* и др.) рассматривались в качестве представителей *Hexacoralla* А.А. Штукенбергом [1888, 1895, 1904, 1905], М.Э. Янишевским [1900] и некоторыми другими, тогда как сиринопориды и аулопориды относились к *Alcyonaria*. Н.Н. Богатырев [1899] считал все табуляты гексакораллами. В современной литературе от этого взгляда отказались, и Хенниг [Hennig, 1932], пожалуй, остался единственным из тех, кто помещает табуляты между *Hexacoralla* и *Helioporacea*. Взгляды Мура и Джеффордса [Moog, Jeffords, 1945] по этому вопросу высказаны очень неопределенно.

В целом представление о близости табулят и гексакораллов не является последовательным ни у одного исследователя: оно неизбежно предусматривает разделение табулят на *Hexacoralla* и *Alcyonaria*, причем грань между ними во всех случаях остается условной, несмотря на принципиальную разницу в устройстве скелета у современных *Hexacoralla* и *Alcyonaria*.

Одним из наиболее широко распространенных является представление о близости или даже родственности табулят с другим подклассом кораллов – *Alcyonaria* или *Octocoralla*. Уже Кинг [King, 1850], отчасти Дункан [Duncan, 1872] – в отношении хететид, Доллфусс [Dollfuss, 1875] и ряд других палеонтологов допускали, что по крайней мере часть табулят в объеме, установленном Мильн-Эдвардсом и Геймом, должна быть отнесена к *Alcyonaria*. Однако основное значение для судьбы этих взглядов имели исследования Мозли [Moseley, 1876, 1881], Никольсона [Nicholson, 1875, 1879, 1889], Бурна [Bourne, 1895] и Сардесона [Sardeson, 1896]; эти взгляды нашли отражение и в таких капитальных работах по палеонтологии, как сводка Циттеля [Zittel, 1876 и последующие издания].

Отправным пунктом этих исследований было сравнительное изучение *Heliolites* (как представителя табулят) и *Heliopora*, приведшее к выводу об их родстве, а вместе с тем и о родстве *Tabulata* и *Alcyonaria*. Не меньшее значение для развития этих взглядов имело поражающее сходство *Syringopora* и других сиринопоридных родов с современной *Tubipora*. Под влиянием сходства ископаемых форм с гелиопоридами и тубипоридами, в котором исследователи не подозревали явления конвергенции, были обнаружены и другие аналогии. Все это привело к тому, что табуляты стали рассматривать как вымершую группу, непосредственно предшествовавшую восьмилучевым кораллам. Новая точка зрения, благодаря ряду специальных исследований, посвященных современным *Alcyonaria*, получила широкую известность и прочно вошла в литературу.

В качестве древних *Alcyonaria* табуляты описывались Никольсоном (за исключением фавозитид и монтикулипорид), частично Циттелем [Zittel, 1876], Лэмбом [Lambe, 1899], Почта [Роѳта, 1902], Н.И. Лебедевым [1902], А.А. Штукенбергом [1888, 1895, 1904, 1905], Гертом [Gerth, 1921] и многими другими. Дальше всех в этом направлении пошел Сардесон [Sardeson, 1896, 1924], который распределил все палеозойские табуляты между отрядами современных *Alcyonaria*, опираясь на предполагаемое родство между *Heliopora* и палеозойскими *Heliolitidae*, *Tubipora* и *Syringoporidae*, *Cornularia* и *Auloporidae*, *Alcyonium* и *Favositidae* и т. д. В качестве основных линий *Cnidaria* Сардесон признавал *Tabulata–Octocoralla* и *Rugosa–Hexacoralla*. Им был установлен ряд новых семейств: *Trachyporidae*, *Coenitidae*, *Pleurodictyidae*, *Plasporidae* и предложена общая схема классификации *Alcyonaria–Tabulata*, в которой самостоятельность табулят, как определенной систематической единицы *Anthozoa*, по существу, ликвидировалась. Следует при этом отметить, что родовой состав палеозойских альционарий был сохранен почти в полном соответствии с объемом *Zoantharia Tabulata* Milne-Edwards et Haime.

В этом же составе рассматривает табуляты и Штейнман [1909], который также считает их предками современных *Alcyonaria*. Развивая эти взгляды, Свиннер-

тон [Swinnerton, 1923; и др. издания] отказывается вообще от употребления термина *Tabulata*, а Фентоны [Fenton C., Fenton M., 1938] употребляют его как условное обозначение палеозойских альционарий. Совершенно не пользуется этим термином и Пэнвен [Painvian, 1939], в классификационной схеме которого все семейства табулят входят в состав подкласса *Alcyonaria*.

Окулич [Okulitch, 1935–1939], предпринявший попытку ревизии систематики табулят, расчленяет их между тремя подклассами: *Tabulata*, *Alcyonaria* и *Schizocoralla* (новый подкласс в составе семейств *Heliolitidae*, *Chaetetidae* и *Tetradidiidae*). В составе *Alcyonaria* им оставляются роды *Lamottia*, *Palaeoalveolites*, *Billingsaria*, у которых он ошибочно предполагал присутствие пор, а также роды *Alveolites*, *Favosites*, *Syringopora* и некоторые другие. Таким образом, если большинство предшествующих исследователей, разделяющих табуляты между *Alcyonaria* и *Hexacoralla* (Линдстрём, Циттель, Лэмб, Штукенберг и др.), видело в пористых палеозойских табулятах – гексакораллов, то Окулич именно их стал считать альционариями, не пояснив, однако, своей точки зрения.

Шаймер и Шрок [Shimer, Shrock, 1947] вслед за Окуличем совершенно произвольно описывают в составе *Alcyonaria* только три рода: *Billingsaria*, *Palaeoalveolites* и *Alveolites*, а все остальные табуляты, за исключением схизокораллов, приводятся как “*Tabulata*” в приложении к альционариям. Поульсен [Poulsen, 1941] включает табулят в *Alcyonaria* в качестве отряда.

Как приложение к *Alcyonaria* описываются табуляты и Вудсом [Woods, 1950], который, однако, замечает, что они не могут быть уверенно отнесены ни к *Zoantharia*, ни к *Alcyonaria*, а образуют изолированную группу в *Anthozoa* и что в своем происхождении они могут быть связанными с древними формами ругоз.

В русской литературе эта точка зрения до недавнего времени имела безраздельное господство, и представление о тесной связи палеозойских табулят с *Alcyonaria* вошло во всю учебную литературу [Яковлев, 1925, 1932, 1937; Давиташвили, 1933, 1936, 1941, русское издание Циттеля в переработке советских авторов, 1934; и др.]. В.В. Меннер [1947], пытаясь согласовать различные представления о систематическом положении отдельных групп “*Tabulata*” в старом широком смысле и рассматривая выделение схизокораллов Окуличем, как ключ к такому согласованию, видит в табулятах самостоятельный отряд *Alcyonaria*, равноценный *Schizocoralla* и *Helioporacea*.

Таким образом, представление об альционариевой природе табулят сохранило свое значение до настоящего времени и до сих пор является одним из наиболее распространенных. Одной из наиболее слабых сторон этого представления является игнорирование того факта, что у альционарий и табулят скелет имеет совершенно различное происхождение; скелет табулят стоит наиболее близко к скелету синхронично развивавшихся с ними ругоз.

Черты сходства в строении скелетных образований и развитии табулят и ругоз подмечены сравнительно недавно, хотя стремление оттенить близость этих двух важнейших групп палеозойских кораллов уже можно было видеть в попытке Чэпмэна [Chapman, 1893] объединить их в едином подразделении, противопоставляемом современным зоантариям. Вероятно, Ведекинд [Wedekind, 1927] – первый исследователь, полагавший, что табуляты были предками ругоз. В дальнейшем [1937, с. 34] он несколько иначе выразил мысль о родстве табулят и ругоз, допустив, что табуляты (такие, например, как *Favositacea* и, вероятно, другие), рассматриваемые как самостоятельная ветвь кораллов, в действительности охватывают такие группы, которые многократно и в различное время возникали из одиночных *Palaeozoantharia*. В частности, *Favositacea* могли произойти, с его точки зрения, только из *Pholadophyllum* (т. е. *Tryplasma*) благодаря образованию колоний. *Heliolitacea* рассматриваются им (с. 30–31) так же, как ветвь настоящих *Palaeozoantharia*, родственная стволу одиночных кораллов *Streptelasmacea*.

Эти взгляды не имеют ничего общего с действительностью в смысле конкретных филогенетических взаимоотношений ругоз, табулят и гелиолитид, так как не учитывают общего хода истории развития этих групп кораллов, из которой видно, что каждая из них представляет вполне самостоятельный ствол.

Томас [Thomas, 1935] говорит о табулятах как о палеозойских кораллах неопределенного родства, но считает, что, вероятно, они относятся к ругозам. Смит [Smith, 1945] более осторожно выражает эту мысль и считает, что табуляты и ругозы отошли от общего предкового ствола, однако в своей работе он совершенно не пользуется термином *Tabulata*, описывая всех кораллов вместе. Еще дальше в этом отношении пошел Истон [Easton, 1944], который и ругоз, и табулят описывает как *Tetracoralla*, не поясняя, впрочем, своей точки зрения.

Весьма своеобразная трактовка табулят дается Бэслером [Bassler, 1950]. Оставляя в подклассе *Tabulata* семейства *Favositidae*, *Syringoporidae*, *Auloporidae* и *Halysitidae*, он включает в подкласс *Tetracoralla* такие роды, как *Lichenaria*, *Nyctopora*, *Saffordophyllum*, *Foerstephyllum*, *Eofletcheria*, *Liopora*, *Reuschia*, *Calapoecia*, объединяемые вместе с *Favistella*, *Palaeophyllum* и *Cyathophylloides* в одно семейство *Favistellidae*, а также роды *Tetradium* и *Palaeoalveolites*, объединяемые в семейство *Tetradiidae*. Условно к *Tetracoralla* относится им и семейство *Chaetetidae*. Эта классификация, созданная в противовес классификации Окулича, претендует быть более естественной, однако она плохо согласуется с результатами исследований других авторов.

Наиболее ценным во всех попытках связать в той или иной степени табулят с ругозами является установление ряда общих признаков между ними, которые исключают возможность отнесения табулят к *Alcyonaria*. Однако все попытки подчинить табулят ругозам в систематическом отношении наталкиваются на совершенно непреодолимые трудности и представляют, пожалуй, наиболее крайнюю точку зрения в ревизии систематики табулят.

Таким же сравнительно недавним является и представление о возможности обособления табулят в качестве самостоятельного подкласса *Anthozoa*. Абель [Abel, 1920] одним из первых противопоставил подкласс *Tabulata* двум другим подклассам *Anthozoa* – *Alcyonaria* и *Zoantharia*, так как видел в нем крупную самостоятельную ветвь палеозойских кораллов, хотя и недостаточно однородную по своему составу. Он не считал цененхиму типичной для табулят, поэтому говорил о гелиолитидах как о группе, занимающей особое место в систематике и рассматривал их отдельно от остальных семейств *Tabulata*.

В русской литературе табуляты в качестве подкласса *Anthozoa* были впервые выделены М.В. Павловой [1927], которая, однако, рассматривала гелиолитид как представителей *Alcyonaria*. В.Б. Порфирьев [1937] считал табулят отрядом, но подчинял его также непосредственно *Anthozoa*.

Точка зрения Абеля нашла отражение в ряде работ американских палеонтологов и, в частности, Твенхофела и Шрока [Twenhofel, Shrock, 1935] и Окулича [Okulitch, 1935–1939]. Последний, однако, значительно сузил объем табулят, так как гелиолитиды, хететиды и тетрадииды были выделены им в особый подкласс *Schizocoralla*, большинство пористых табулят оказалось перемещенными в *Alcyonaria* и только такие случайные роды, как *Lichenaria*, *Calapoecia*, оказались в составе табулят. В сущности говоря, высокий ранг подкласса для оставшейся группы семейств ничем не был оправдан, и Окулич справедливо считал такой подкласс не отвечающим требованиям естественной систематики. Значительно более последовательным оказался Лекомт [Lecompte, 1939], который отметил, что многократные попытки ликвидации табулят как самостоятельной единицы не увенчались успехом, хотя и привели к очищению группы от посторонних элементов. Он подверг справедливой критике систематику, предложенную Окуличем, отверг *Schizocoralla* как особый подкласс *Anthozoa*, но включил его в состав под-

класса Tabulata. В дальнейшем, как мы видели, взгляды Лекомта [Lecompte, 1952] несколько изменились, хотя целостность группы Tabulata он по-прежнему сохраняет, рассматривая обособленно лишь гелиолитид. Девис [Davis, 1949] также описывает табулят как подкласс Anthozoa, но не считает его натуральным.

В ряде работ нами [Соколов, 1947–1950] была сделана попытка установить родственные связи между отдельными крупными группами табулят и выделить из “Tabulata” в широком понимании группы чужеродные. Эти исследования привели к выводу, что прежде всего должны быть изолированы из табулят группы Chaetetida и Heliolitida, как резко отличающиеся по своей морфологии и систематическому положению, и что в суженном объеме табуляты представляют собой вполне самостоятельный и крупный подкласс Anthozoa значительно более родственной Rugosa, чем Alcyonaria. В одной из этих работ [1950] нами было предложено разделение подкласса Anthozoa Tabulata на два отдела – Communicata и Incommunicata в зависимости от развития или отсутствия соединительных образований между полостями кораллитов и дана новая систематика табулят, положенная в основу дальнейшей работы. Разработка систематики строилась на филогенетических представлениях. В настоящее время некоторые из этих представлений оказались ошибочными и они исправляются в предлагаемой работе.

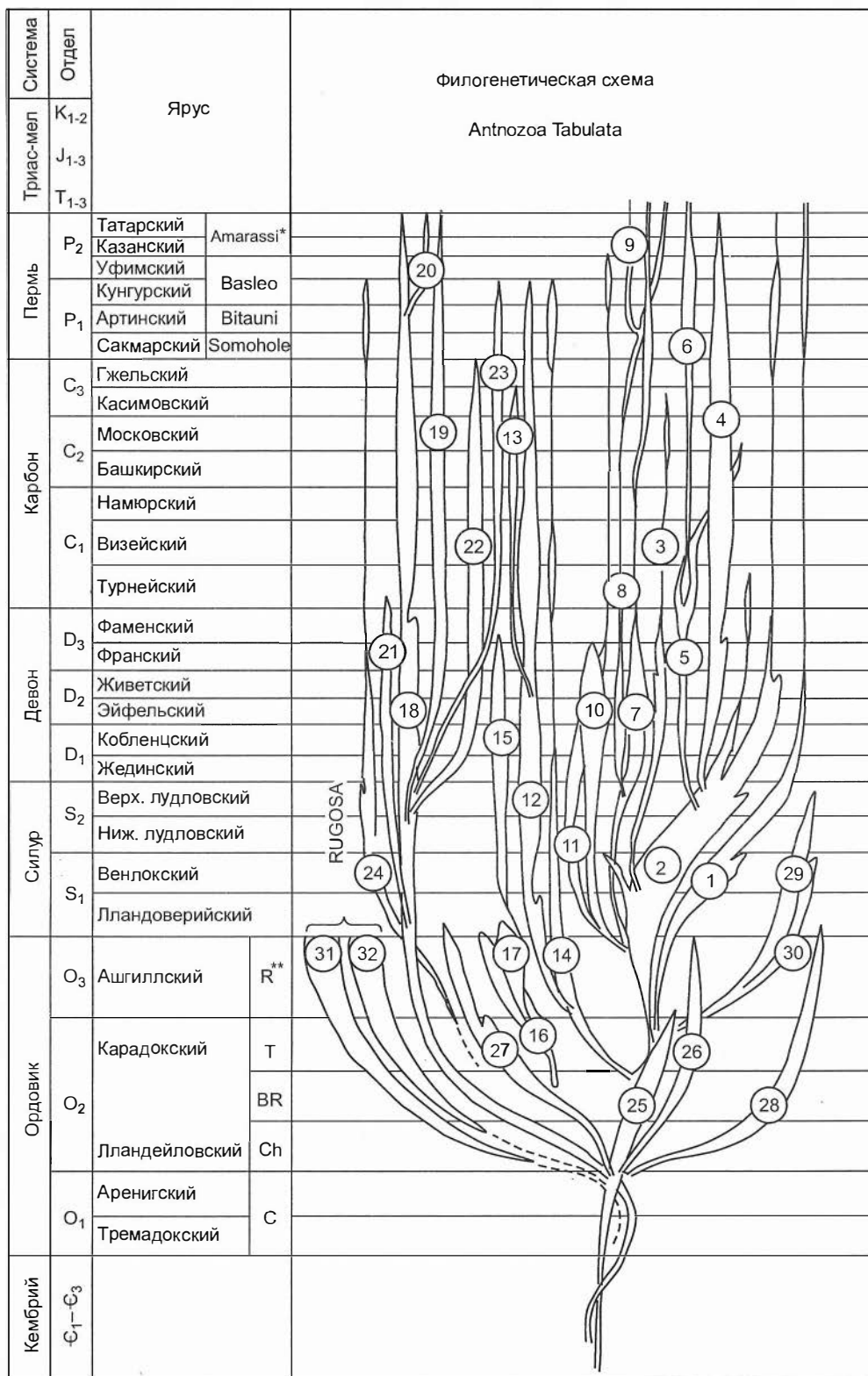
Одновременно была опубликована работа Бэсслера [Bassler, 1950], который также отметил значительную близость табулят с некоторыми ругозами, но пошел в этом отношении еще дальше: как уже было отмечено, он перенес ряд родов в состав Tetracoralla. Выводы Бэсслера расходятся с нашими данными, изложение которых дается в систематической части работы. Основными семействами подкласса Tabulata Бэсслер считает Favositidae, Syringoporidae, Auloporidae и Halysitidae. Гелиолитид он включает в подкласс Octocoralla, а отряд Madreporaria справедливо считает принадлежащим Hexacoralla, что совершенно исключает возможность подчинения ему палеозойских табулят.

Последней палеонтологической работой, в которой табуляты рассматриваются как подкласс Anthozoa, является работа Мура [Moore, 1952]. В основу систематики подкласса табулят он кладет способ их размножения и включает в состав Tabulata два отряда: Schizocoralla, характеризующийся делением, и новый отряд Thallocoralla, характеризующийся почкованием (боковым или столональным). Вызывает при этом удивление, что в качестве одного из древнейших достоверных схизокораллов автор называет *Lichenaria*, т. е. род, для которого характерно почкование, и что в составе таллокораллов оказывается типичный представитель схизокораллов Окулича – *Heliolites*, включенный к тому же в семейство Favositidae. Все это свидетельствует о большой несогласованности в предлагаемой систематике и непригодности ее для табулят в целом.

Заканчивая этот раздел, необходимо отметить, что современные успехи изучения табулят, показавшие их большое разнообразие и специфические особенности строения, приводят многих палеонтологов и зоологов к выводу о значительно более высоком таксономическом ранге этой группы палеозойских кораллов, их несомненной самостоятельности и независимости как от альционарий, так и от гексакораллов.

В.Н. Беклемешев [1952] в новейшей сводке системы животного царства называет табулят в числе основных подклассов Anthozoa. Другим таким же подклассом, с его точки зрения, являются гексакораллы, включающие в качестве отрядов: Rugosa, Madreporaria, Actinaria и Zoantharia.

Выше мы разобрали пять точек зрения, которые развивались на протяжении более чем вековой истории изучения табулят и которые сохранили своих сторонников до настоящего времени. Так, в новейших работах Лекомт [Lecompte, 1952] описывает табулят как подотряд Madreporaria Tabulata, Хилл [Hill, 1953] –



Отряды и семейства табулят и ругоз

Отряд Favositacea:

подотряд Favositina:

- 1 – семейство Theciidae,
 - 2 – семейство Favositidae,
 - 3 – семейство Syrgingolitidae,
 - 4 – семейство Micheliidae,
 - 5 – семейство Cleistoporidae,
 - 6 – семейство Palaeacidae;
- подотряд Thamnoporina:
- 7 – семейство Thamnoporidae,
 - 8 – семейство Dendroporidae,
 - 9 – семейство Trachypsammidae;
- подотряд Alveolitina:
- 10 – семейство Alveolitidae,
 - 11 – семейство Coenitidae.

Отряд Syringoporacea:

- 12 – семейство Syringoporidae,
- 13 – семейство Multithecoporidae,
- 14 – семейство Tetraporellidae,
- 15 – семейство Thecostegitidae.

Отряд Sarcinulacea:

- 16 – семейство Sarcinulidae,
- 17 – семейство Calapoeiidae.

Отряд Auloporacea:

- 18 – семейство Auloporidae,
- 19 – семейство Cladochonidae,
- 20 – семейство Auloheliidae,
- 21 – семейство Romingeriidae,
- 22 – семейство Aulocystidae,
- 23 – семейство Sinoporidae;
- 24 – изолированное семейство Fletcheriidae.

Отряд Lichenariacea:

- 25 – семейство Lichenariidae,
- 26 – семейство Billingsariidae,
- 27 – семейство Lioporidae.

Отряд Tetradiacea:

- 28 – семейство Tetradiidae.

Отряд Halysitacea:

- 29 – семейство Halysitidae,
- 30 – семейство Hexismiidae.

Ругозы:

- 31 – семейство Favistellidae,
- 32 – семейство Streptelasmidae.

* Стратиграфическая схема пермских отложений о-ва Тимор.

** Стратиграфическая схема ордовикских отложений Северной Америки: R – ричмонд, T – трентон, BR – блэкривер, Ch – чези, C – канадский отдел.

как Zoantharia Tabulata, Хенинг [Hennig, 1932] считает их промежуточными между Hexacoralla и Helioporacea, Истон [Easton, 1944] и, частично, Бэсслер [Bassler, 1950] относят к Tetracoralla, Соколов [1950] и Мур [Moore, 1952] считают особым подклассом Anthozoa, а подавляющее большинство исследователей в той или иной мере связывают табулят с Alcyonaria.

Главнейшей причиной расхождения взглядов на систематическое положение табулят явилось то обстоятельство, что Мильн-Эдвардсом и Геймом действительно была создана искусственная единица, а попытки произвести ревизию систематики этой группы кораллов обычно ограничивались рассмотрением частных вопросов, решение которых механически распространялось на все подразделение в целом.

Так, Агассиц [Agassiz, 1858], совершенно правильно решивший, что *Millepora* принадлежит Hydrozoa, без всяких оснований отнес к Hydrozoa и всех табулят; это же было сделано и А.А. Борисяком [1905]. Отражение подобных взглядов можно видеть в попытках Фёрсте [1924] относить к гидроидам роды – *Tetradium*, *Calapoecia*, *Protaraea*; Брэнсоном [Branson, 1948] – род *Araeopora*; Дампелем [1940] – род *Donetzites*. В составе табулят было объединено много мшанок и прежде всего трепостомат, долгое время занимавших сомнительное положение в систематике. Благодаря исследованиям Линдстрёма [Lindsröm, 1973], Бэсслера [Bassler, 1906, 1908], Кумингса [Cumings, 1912] и других, все они нашли свое истинное место в системе беспозвоночных. Однако были попытки отнести к мшанкам и настоящих табулят; так, Доллфусс [Dollfuss, 1875] относил к ним почти всех табулят, а Крайц [Kraicz, 1923] в качестве таковых считала *Roemeripora*. Возникшие в прошлом веке представления о родстве *Heliolites* и *Heliopora*, *Syringopora* и *Tubipora* и т. д. дали основание многим зоологам и палеонтологам считать всех табулят альционариями.

Положительной стороной всех этих исследований, преследовавших своей целью ревизию систематики табулят, было то, что многие чужеродные элементы в конце концов были исключены из табулят, хотя некоторые из них держатся до сих пор.

Нам представляется, что в настоящее время наибольшие затруднения в разработку систематики табулят и решение вопроса об их систематическом положении вносит продолжающееся стремление многих исследователей сохранить ценой любых компромиссов в составе табулят такие группы, как Heliolitida и Chaetetida [Moore, 1952] или, наоборот, распределить всех табулят между альционариями, схизокораллами и табулятами или табулятами и ругозами [Okulitch, 1935–1939; Shimer, Shrock, 1947; Bassler, 1950].

Такое же отрицательное влияние имеют мало обоснованные попытки улучшить классификацию кораллов путем создания новых искусственных единиц типа Schizocoralla или объединения последних вместе с табулятами и гелиолитидами в составе подкласса Alcyonaria [Меннер, 1947].

* * *

Далее в монографии приводится развернутая критика приведенных положений, обоснование самостоятельности групп Heliolitida, Chaetetida и новая систематика кораллов Tabulata (см. рисунок), которая сохраняет актуальность до настоящего времени (*прим. ред.*)

ЛИТЕРАТУРА

- Беклемешев В.Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных. М., 1952.
 Богатырев Н. Кораллы девонских отложений Урала // Тр. О-ва естествоиспыт. при Казанском ун-те. 1899. Т. XXXII, вып. 5. С. 5–71.

- Борисяк А.А. Курс палеонтологии. Ч. 1. Беспозвоночные. 1905. 268 с.
- Давиташвили Л.Ш. Курс палеонтологии. М.; Л., 1949. 835 с.
- Дамель Н.Х. О новом роде Coelenterata из каменноугольных отложений Донецкого каменноугольного бассейна // Докл. АН СССР. 1940. Т. XXVI, № 3. С. 317–319.
- Лебедев Н.И. Верхнесилурийская фауна Тимана // Тр. Геол. комитета. 1892. Т. XII, № 2. С. 5–48.
- Лебедев Н.И. Роль кораллов в девонских отложениях России // Тр. Геол. комитета. 1902. Т. XVII, № 2. 164 с.
- Меннер В.В. Систематическое положение *Schizocoralla Okulitch* // Тр. Моск. геол.-развед. ин-та. М., 1947. Т. XXII. С. 159–168.
- Павлова М.В. Палеозоология. Ч. 1. М.; Л., 1927.
- Порфирьев В.Б. О некоторых кораллах из группы *Tabulata* восточного склона Урала // Материалы ЦНИГРИ. Палеонтология и стратиграфия. 1937. Сб. 3. С. 22–34.
- Порфирьев Г.С. О стратиграфическом значении нижнепермских кораллов Башкирии и Среднего Урала // За Башкирскую нефть. 1937. № 6. С. 42–57.
- Соколов Б.С. Географическое распространение, стратиграфическое значение и систематическое положение рода *Multisolenia* Fritz, 1937 // Докл. АН СССР. 1947. Т. LVIII. С. 287–289.
- Соколов Б.С. Новые синингопориды Таймыра // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1947. Т. XXII, № 6. С. 19–28.
- Соколов Б.С. Новый род *Fistulimurina* gen. nov. из группы *Chaetetida* // Докл. АН СССР. 1947. Т. LVI, № 9. С. 957–960.
- Соколов Б.С. Новые *Tabulata* ордовика Гренландии // Докл. АН СССР. 1947. Т. LVIII, № 3. С. 469–472.
- Соколов Б.С. Род *Hattonia* Jones и его систематическое положение // Докл. АН СССР. 1947. Т. LVIII, № 8. С. 1765–1768.
- Соколов Б.С. Палеозойская история кораллов *Tabulata* // Научная сессия Ленинградского университета: Тез. докл. по секции геол.-почвен. наук. Л.: Изд-во ЛГУ, 1948. С. 28–30.
- Соколов Б.С. Комменсализм у фавозитид // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1948. № 1. С. 101–110.
- Соколов Б.С. О систематическом положении группы *Chaetetida* // Докл. АН СССР. 1948. Т. LXIII, № 6. С. 733–736.
- Соколов Б.С. *Tabulata* и *Heliolitida* // Атлас руководящих форм ископаемых фаун СССР. Т. 2. Силурийская система. М.: Госгеолиздат, 1949. С. 75–101.
- Соколов Б.С. Филогенетические отношения *Syringoporidae* и *Favositidae* // Докл. АН СССР. 1949. Т. LXIV, № 1. С. 133–135.
- Соколов Б.С. Систематическое положение группы *Chaetetida* и ее отношение к подклассу *Schizocoralla* // Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР. М., 1949. Т. XX. С. 327–338.
- Соколов Б.С. Силурийские кораллы запада Сибирской платформы // Вопросы палеонтологии. Т. 1. Л., 1950. С. 211–242.
- Соколов Б.С. Систематика и история развития палеозойских кораллов *Anthozoa Tabulata* // Вопросы палеонтологии. Т. 1. Л., 1950. С. 207–210.
- Соколов Б.С. Хететиды карбона северо-восточной Украины и сопредельных областей. Л.; М., 1950. 144 с. (Тр. ВНИГРИ; Нов. сер.; Вып. 27).
- Соколов Б.С. Табуляты палеозоя европейской части СССР. Ч. I. Ордовик Западного Урала и Прибалтики. Л.; М., 1951. 132 с. (Тр. ВНИГРИ; Нов. сер. Вып. 48).
- Соколов Б.С. Табуляты палеозоя европейской части СССР. Ч. II. Силур Прибалтики. (Фавозитиды лландоверийского яруса). Л.; М., 1951. 124 с. (Тр. ВНИГРИ. Нов. сер.; Вып. 52).
- Соколов Б.С. Табуляты палеозоя европейской части СССР. Ч. III. Силур Прибалтики (Фавозитиды венлокского и лудловского ярусов). М.; Л., 1952. 86 с. (Тр. ВНИГРИ. Нов. сер.; Вып. 58).
- Соколов Б.С. Табуляты палеозоя европейской части СССР. Ч. IV. Девон Русской платформы и Западного Урала. Л.; М., 1952. 208 с. (Тр. ВНИГРИ. Нов. сер.; Вып. 62).
- Соколов Б.С. О новом подклассе ископаемых кораллов (по поводу схизокораллов американских палеонтологов) // Ежегод. Всесоюз. палеонтол. о-ва. Т. XIV. М.; Л., 1953. С. 61–79.
- Чернышев Б.Б. *Tabulata* Главного девонского поля // Фауна Главного девонского поля. Т. 1. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1941. С. 119–132.

- Чернышев Б.Б.* О некоторых верхнесилурийских кораллах Восточного Верхоянья // Тр. Аркт. ин-та. Т. 158. Л., 1941. С. 65–73.
- Чернышев Б.Б.* Силурийские и нижнедевонские кораллы бассейна реки Тарей (Юго-Западный Таймыр) // Тр. Аркт. ин-та. Т. 158. Л., 1941. С. 9–58.
- Чернышев Б.Б.* Силурийские и девонские *Tabulata* и *Heliolitida* окраин Кузнецкого угленосного бассейна. М.: Гостеоліздат, 1951. 160 с.
- Штейнман Г.* Введение в палеонтологию / Пер. с нем. М. Янишевского, П. Казанского. Томск, 1909. 362 с.
- Штукенберг А.А.* Кораллы и мшанки верхнего яруса Среднерусского каменноугольного известняка // Тр. Геол. комитета. 1888. Т. V, № 4. 54 с.
- Штукенберг А.А.* Кораллы и мшанки каменноугольных отложений Урала и Тимана // Тр. Геол. комитета. 1895. Т. X, № 3. 178 с.
- Штукенберг А.А.* Кораллы и мшанки нижнего отдела Среднерусского каменноугольного известняка // Тр. Геол. комитета. Нов. сер. 1904. Вып. 14. С. 3–67.
- Штукенберг А.А.* Фауна верхнекаменноугольной толщи Самарской Луки // Тр. Геол. комитета. Нов. сер. 1905. Вып. 23. 144 с.
- Эйхвальд Э.И.* Палеонология России. Древний период. СПб, 1861. 521 с.
- Яковлев Н.Н.* Учебник палеонтологии. Л.; М., 1925. 264 с.
- Янишевский М.Э.* Фауна каменноугольного известняка, выступающего по р. Шартымке на восточном склоне Урала // Тр. О-ва естествоиспыт. при Казанском ун-те. 1900. Т. XXXIV, вып. 5. 384 с.
- Abel O.* Lehrbuch der Paläozoologie. Jena, 1920.
- Agassiz L.* The animals of Millepora are Hydroid Acalephs and not Polyyps // Silliman Journ. 1858. XXVI.
- Bassler R.S.* Faunal lists and descriptions of Paleozoic Corals // Geol. Soc. America Mem. 1950. N 44. 315 p.
- Beecher Ch.E.* Symmetrical cell development in the Favositidae // Trans. Connect. Acad. Arts. and Sci. 1891 (1893). Vol. VIII. P. 215–219.
- Bernard H.M.* Alveopora and the Favositidae // J. Linn. Soc. (Zool.). 1898. Vol. XXVI. P. 495–526.
- Blainville H.M.D.* Zoophytes // Dict. Sci. Nat. 1830. T. LX.
- Bourne G.C.* On the Structure and Affinities of *Heliopora Coerulea* Pallas // Phil. Trans. Royal. Soc., B. 1895. Vol. 186.
- Branson C.C.* Bibliographic Index of Permian Invertebrates // Geol. Soc. Amer. Mem. 1948. N 26.
- Chapman E.J.* On the Corals and coralliform types of Palaeozoic strata (1892) // Canada Roy. Soc. Proceed. et Trans. 1893. Vol. 10, sect. 4.
- Cuvier I.L.* C.F.D. Tablrau élémentaire de l'Histoire naturelle des Animaux. Paris, 1798.
- Dana J.D.* "Zoophytes" в "United States Exploring Expedition during the years 1838–1842 under the Command of Charles Wilkes, USN". P. X+1 – 740 и Atlas (61 pls.). (С. 1–120 и 709–720 предварительно появились в 1846 г. Полная работа вышла в 1848, а Atlas в 1849. С. 352–364 были опубликованы ранее на С. 178–189 Amer. J. Sci. 1846. Vol. 2, N 1).
- Davis A.M.* An Introduction to Palaeontology. London, 1949.
- Dollfuss M.G.* Observations critiques sur la classification des Polypiers paléozoïques // C. R. Acad. Sci. 1875. Vol. 80. P. 681–683.
- Duncan P.M.* Third Report on the British Fossil Corals // Rept. 41th Meet. Brit. Assoc. Edinb., Vol. XLI, for (1871). 1872. P. 116–137.
- Easton W.H.* Corals from the Chouteau and related formations of the Mississippi valley region // Illinois Geol. Survey. Rept. Inv. 1944. N 97. P. 3–94.
- Eichwals C.E.* Zoologia specialis quam expositis animalibus tum vivis, tum fossilibus potissimum rossiae in universum, et poloniae in specie, in usum, lectionum. I. Vilna, 1829. 314 p.
- Eichwals C.E.* Die Grauwackenschichten Vorbereitung der fossilen Thiere Russlands. Alte Periode // Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou, 1854. T. XXVIII, N 4. S. 433–466.
- Eichwals C.E.* Lethaea Rossica on Paléontologie de la Russie. 1. Atlas, 1855; Test, 1860.
- Fenton C.L., Fenton M.A.* The "Tabulate" corals of Hall's "Illustration of Devonian Fossils" // Ann. Carnegies Mus. 1938. Vol. XXV. P. 17–58.
- Fischervon Waldheim G.* Zoognosia tabulis synopticis illustrata etc. 1. Moscow, 1813. 465 p.
- Fischer von Waldheim G.* Notice sur les polypiers tubipores fossiles. Moscow, 1828. 23 p.
- Fischervon Waldheim G.* Oryctographie du Gouvernement de Moscou. Moscou. 1 ed. 1830; 2 ed. 1837. 202 p.

- Foerste A.F.* Upper Ordovician Faunas of Ontario and Quebec // *Geol. Surv. Canada. Dep. Min. Mem.* 1924. Vol. 138, N 121. *Geol. Ser.* 255 p.
- Fromentel M.E.* Introduction a l'Étude des polypiers fossiles. Paris, 1858–1861. 357 p.
- Gerth H.* Beitrage zur Phylogenie der Tubocorallier // *Zeitschr. Indukt. Abstamm. Vererbungslehre.* I. 1908. S. 11–68.
- Gerth H.* Fossile Korallen von der Molukkeninsel Buru nebst einigen Bemerkungen über die phylogenetischen Beziehungen der Gattung *Alveopora* // *Neues Jahrb. Miner.* 1910. Bd. II.
- Gerth H.* Die Anthozoen der Dyas von Timor // *Paläontol. Timor.* 1921. Lief. IX, N 16. 147 p.
- Goldfuss G.A.* *Petrefacta Germaniae*, I. Düsseldorf, 1826–1833. 176 s.
- Hall J.* *Natural History of New York. Pt. VI. Palaeontology of New York.* 1847. Vol. I.
- Hall J.* *New Genera of Fossil Corals from the Report by James Hall, on the Palaeontology of New York* // *Amer. J. Sci.*, ser. 2. 1851. Vol. XI. P. 398–401.
- Hall J.* *Natural History of New York. Pt. VI. Palaeontology of New York.* 1852. Vol. II.
- Hall J.* Descriptions of Bryozoa and Corals of the Lower Helderberg Group // 26th Ann. Rept. New York State Cabinet. *Nat. Hist.* 1874. P. 93–116.
- Hall J.* Fossil Corals of the Niagara and Upper Helderberg Groups of Indiana // 12th Ann. Rept. Dep. Geol. Nat. Indiana, for 1882, 1883.
- Hennig E.* *Wesen und Wege der Paläonologie.* Berlin, 1932. 463 s.
- Hill D.* The Middle Ordovician of the Oslo Region, Norway. 2. Some Rugose and Tabulate Corals // *Norks. Geol. Tidsskr.* 1953. Bd. 31. P. 143–168.
- Hisinger W.* *Lethaea Svecica seu Petrificata Sveciae, iconibus et characteribus illustrata.* Stockholm, 1837–1841. 124 s.
- Jones O.A., Hill D.* The Heliolitidae of Australia, with a Discussion of the Morphology and Systematic Position of the Family // *Proc. Roy. Soc. Queensl.* 1940. Vol. 51, N 12. P. 183–215.
- King W.* A Monograph of the Permian Fossils of England. *Palaent. Soc. London*, 1850. 258 p.
- Koninck L.G.* Description des Animaux fossiles qui se trouvent dans le Terrain carbonifère de Belgique. Liège, 1841–1844.
- Koninck L.G.* Nouvelles recherches sur les animaux fossiles du terrain Carbonifère de la Belgique // *Bull. Acad. Sci. Belg.* 1871. (2), XXXI, (5). P. 316–324.
- Koninck L.G.* Nouvelles recherches sur les animaux fossiles du terrain Carbonifère de la Belgique. Brussels, 1872. 178 p.
- Koninck L.G.* Recherches sur les fossiles paléozoïques de la Nouvelle-Galles de Sud (Australie). Brüssel, 1876, 1877.
- Kutogva S.* Beitrag zur Geognosie und Palaeontologie Dorpat's. St. Petersburg, 1835. 46 s.; 2 Auflage, 1837. 51 s.
- Lambe L.M.* A Revision of the Genera and Species of Canadian Palaeozoic Corals. The Madreporaria Perforata and the Alcyonaria // *Contrib. Canad. Geol. Surv. Paleont.* 1899. Vol. VI, pt. I.
- Le Maître D.* Contribution à l'étude des dévonien du Tafilalet. II. Le récif coralligène Ouhhalane // *Serv. Geol. Maroc., Mem.* N 67. Lille, 1947.
- Lecompte M.* Les Tabulés du dévonien moyen et supérieur du bord sud du bassin de Dinant // *Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. Mém.* 90. 1939. 227 p.
- Lecompte M.* Madréporaires paléozoïques // *J. Piveteau (Ed.). Traité de Paléontologie.* T. I. Paris, 1952.
- Lindström G.* Några anteckningar om Anthozoa Tabulata // *Öfvers. Kongl. Vetenskaps. Akad. Förhandl.*, XXX (for 1872). (4). 1873. S. 3–20.
- Lindström G.* Affinities of the Anthozoa Tabulata // *Ann. Mag. Nat. Hist.* 1876. Ser. 4. Vol. 18.
- Lonsdale W.* Corals // *Murchison R.I. The Silurian System. Pt. I–II.* London, 1839. P. 675–694.
- Lonsdale W.* Description of some characteristic Palaeozoic Corals of Russia // *Murchison R.I., E. Verneil and A. Keyserling. The Geology of Russia in Europe and the Ural Mountains*, I. London, 1845. P. 591–634.
- McCoy F.* On the Fossil Botany and Zoology of the Rocks associated with the Coal of Australia // *Ann. Mag. Nat. Hist.* 1847. Ser. I. Vol. XX.
- McCoy F.* On some new genera and species of Palaeozoic Corals and Foraminifera // *Ann. Mag. Nat. Hist.* 1849. Ser. 2. Vol. III. P. 1–20.

- McCoy F.* Description of the British Palaeozoic Fossils in the Geological Musseum of the University of Cambridge // *Sedgwick A.* A Synopsis of the Classification of the British Palaeozoic Rocks. London and Cambridge, 1851–1855.
- Milne-Edwards H., Haime J.* Mémoire sur polypiers appartenant aux groupes naturels des Zoanthaires perforés et des Zoanthaires tabulés // *C. R. Acad. Sci., Paris*, 1849. T. XXIX. P. 257–263.
- Milne-Edwards H., Haime J.* Monographie des Polypiers Fossiles des Terrains palaeozoiques // *Arch. Mus. Hist. Nat. V. Paris*, 1851. 502 p.
- Milne-Edwards H. et Haime J.* Monograph of the British Fossil Corals. Pt. I. Introduction, 1850; Pt. III, 1852; Pt. IV, 1853; Pt. V, 1855. *Monogr. Paleont. Soc. London*.
- Moore R.C., Jeffords R.M.* Description of Lower Pennsylvanian Corals from Texas and Adjacent States // *Univ. Texas Publ.* 1945. N 4401. P. 77–208.
- Moore R.C., Lalicker C.G., Fischer F.G.* Invertebrate Fossils. N. Y.; Toronto; London, 1952.
- Moseley H.N.* The structure and relationships of *Heliopora coerulea* // *Phil. Trans. Roy. Soc. London*. 1876. Vol. 166, pt. I.
- Neumayr M.* Die Stämme des Thierreiches. Bd. I. Wien, 1889. 603 s.
- Nicholson H.A.* Descriptions of Amorphozoa from the Silurian and Devonian Formations // *Rept. Geol. Surv. Ohio (Palaeontology)*. 1875. Vol. II, pt. 2. P. 243–255.
- Nicholson H.A.* On the Mode of Growth and Increase amongst the Corals of the Palaeozoic Period // *Trans. Roy. Soc. Edinb.* 1875. Vol. XXVII. P. 237–250.
- Nicholson H.A.* On the Structure and Affinities of the “Tabulate Corals” of the Palaeozoic Period. London, 1879. 342 p.
- Nicholson H.A.* On the relations between the genera *Syringolites* *Hinde* and *Roemeria* *E.H.*, and on the genus *Caliopora* *Schlüter* // *Geol. Mag., dec. 3.* 1889. Vol. VI. P. 433–438.
- Okulitch V.J.* Tetradiidae – a Revision of the Genus *Tetradium* // *Proc. Trans. Roy. Soc. Canada*, sect. 3 (IV). 1935. Vol. XXIX. P. 49–74.
- Okulitch V.J.* On the genera *Heliolites*, *Tetradium* and *Chaetetes* // *Amer. J. Sci.* 1936. Vol. XXXII, N 191. P. 361–379.
- Okulitch V.J.* Some Chazyan Corals // *Proc. Trans. Roy. Soc. Canada. Sect. 3 (IV)*. 1936. Vol. XXX. P. 59–73.
- Okulitch V.J.* Notes of *Fletcheria incerta* (*Billings*) and *Fletcheria sinclairi* n. sp. // *Trans. Roy. Can. Inst.* 1937. Vol. XXI, pt. 2, N 46. P. 313–316.
- Okulitch V.J.* Some Devonian Auloporoids from the Ohio Valley // *Amer. Mild. Nat.* 1937. Vol. 18, N 3. P. 442–445.
- Okulitch V.J.* Some Black River Corals // *Proc. Trans. Roy. Soc. Canada, sect. IV*. 1938. Vol. XXXII. P. 87–111.
- Okulitch V.J.* Evolutionary trends of some Ordovician Corals // *Proc. Trans. Roy. Soc. Canada, sect. IV*. 1939. Vol. XXXIII. P. 67–80.
- Orbigny A.* Prodrôme de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés. I. Paris, 1850. 394 p.
- Painvin G.-J.* Embranchement des Coérentérés. *Cahiere de Paléontologie*. Paris, 1939. 25 p.
- Phillips J.* Illustrations of the Geology of Yorkshire. Pt. II. London, 1836. 253 p.
- Phillips J.* Figures and Descriptions of the Palaeozoic Fossils of Cornwall, Devon and West Somerset. London, 1841. 231 p.
- Počta Ph.* Anthozoaires et Alcyonaires. Vol. VIII (2) // *Barrande. J. Système Silurien du Centre de la Bohême*. Prague, 1902. 347 p.
- Poulsen Chr.* The Silurian Faunas of North Greenland. II. The Fauna of the Ofley Island Formation. Pt. I. Coelenterata // *Medd. Gronland*. 1941. Vol. 72, N 2. 51 p.
- Roemer C.F.* *Lethaea geognostica*. I Theil. *Lethaea palaeozoica* 1 (2). Stuttgart, 1883.
- Rominger C.* Palaeontology. Fossil Cotals // *Geol. Surv. Michigan (Rept.)*. 1876. Vol. III, pt. 2. 161 p.
- Sardeson F.W.* Über die Beziehungen der fossilen Tabulaten zu den Alcyonarien // *Neues Jahrb. Min., Geol., Pal. Beil.* Bd. X. 1896. S. 249–262.
- Sardeson F.W.* *Tetradium* and coral evolution // *Pan.-Amer. Geol.* 1924. Vol. XVI, N 1. P. 1–16.
- Schindewolf O.* Zur Kenntnis der Polycoelien und Plerophyllen. Eine Studie über den Bau der “Tetracorallen” und ihre Beziehungen zu den Madreporarien // *Abh. Reich. Bodenf.* 1942. H. 204. S. 5–234.
- Schlothheim E.F.* Die Petrefactenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte durch die Beschreibung seiner Sammlung etc. Gotha, 1820. 437 s.

- Schlüter C.* Anthozoen des rheinischen Mittel-Devon // Abhandl. Geol. Specialkarte Preuss. Thüring. Staat. 1889. Bd. VIII, H. 4. S. 259–465.
- Shimer H.W., Shrock R.R.* Index Fossils of North America. N 4. N-Y; London; 1944. P. 277–365.
- Smith St.* Upper Devonian Corals of the Mackenzie River Region, Canada // Spec. Pap. Geol. Soc. Amer. 1945. Vol. 59. P. 3–120.
- Sowerby J.* The Mineral Conchology of Great Britain. Vol. I. London, 1812–1815. 234 p.
- Steininger J.* Bemerkungen über die Versteinerungen, welche in dem Übergangs-Kalkgebirge der Eifel gefungen werden. Trier, 1831.
- Swann D.H.* The Favosites alpenensis Lineage in the Middle Devonian Traverse Group of Michigan // Contr. Mus. Pal. Univ. Michigan. 1947. Vol. VI, N 9. P. 235–317.
- Swartz C.K., Prouty W.F.* Coelenterata. Systematic Paleontology of Silurian deposits // Maryland Geol. Surv. 1923. Vol. 8. Silurian Baltimore. P. 396–401.
- Swimmerton H.H.* Outlines of Palaeontology. London, 1923, 1949. 393 p.
- Thomas H.D.* Some Aspects of Evolution // Trans. South-Eastern Union Sci. Soc. Geol. Sect. 1935. Vol. XL. P. 57–59.
- Twenhofel W.H., Shrock R.R.* Invertebrate paleontology. N.Y., 1935.
- Verrill A.E.* On the Zoological Affinities of the Tabulate Corals // Proc. Amer. Assoc. Adv. Sci. 1867. P. 148–151.
- Verrill A.E.* On the Affinities of the Palaeozoic Tabulate Corals with Existing Species // Amer. J. Sci. Ser. 3. 1872. Vol. III. P. 187–194.
- Waagen W., Wentzel J.* Salt-Range Fossils. Vol. I. Productus-Limestone Fossils. Pt. 6. Coelenterata // Mem. Geol. Surv. India. Palaeont. Indica, ser. XIII. 1886.
- Wedekind R.* Die Zoantharia Rugosa von Gotland (Besonders Nordgotland) // Sver. Geol. Undersökning, ser. Ca. 1927. N 19. P. 1–94.
- Wedekind R.* Mikrobiostratigraphie die Korallen und Foraminiferenzeit. Stuttgart, 1937.
- Weissermel W.* Sind die Tabulaten die Vorläufer der Alcyonarien? // Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 1899. Bd. L, H. I–IV. S. 54–78.
- Weissermel W.* Coelenterata. (a) Anthozoa, Hydrozoa, Scyphozoa // Forsch. Paläont., I, 5. 1937. S. 84–96.
- Weissermel W.* Neue Beiträge zur Kenntnis der Geologie, Palaeontologie und Petrographie der Umgegend von Konstantinopel. 3. Obersilurische und devonische Korallen, Stromatoporidae und Trepostome von der Prinzeninsel Antirovitha und aus Bithynien // Abhandl. Preuss. Geol. Landesanst., N. F., CXC, 1939. S. 1–131.
- Wentzel J.* Zur Kenntnis der Zoantharia Tabulata // Denk. Kais. Akad. Wiss. Wien. 1895. Bd. LXII. S. 479–516.
- Woods W.* Palaeontology invertebrate. 10 ed. Cambridge, 1950.
- Zittel K.A.* Palaeozoologie. Bd. I. (Handbuch der Palaeontologie. Bd. I). München und Leipzig, 1876–1880.

КОММЕНСАЛИЗМ У ФАВОЗИТИД*

О комменсализме среди представителей ископаемой фауны известно очень мало, хотя нет сомнения, что в геологическом прошлом явление это было не менее обычным, чем в настоящее время. Нет необходимости перечислять все причины, объясняющие недостаточность наших знаний о характере и формах сожительств организмов прошлого, но думается, что две из них – отсутствие специальных палеобиологических наблюдений и слабые представления о функциональной зависимости отдельных элементов строения (нередко для нас загадочных) ископаемых организмов – являются главнейшими. Именно вследствие последнего обстоятельства целому ряду симбионтных явлений было придано значение таксономических признаков, приведших к установлению не только “новых” видов (у губок, кораллов, мшанок), но и даже “новых” родов, подобных *Caunopora* Lonsd., *Diapora* Barg. и т. д. Аналогичным путем, нам кажется, вошли в литературу и некоторые “новые” роды и виды палеозойских кораллов *Tabulata*.

В 1914 г. О. Holtedahl, занимаясь изучением силурийской фауны, собранной во время Норвежской арктической экспедиции *Fram*, описал новый род *Paralleloporella*, очень близкий к *Favosites*, но отличающийся присутствием тонких цилиндрических трубок, расположенных в углах кораллитов или идущих вдоль их стенок. Он считал, что эти трубки несут особую функцию в организме и своим присутствием достаточно резко обособляют новый род от *Favosites*.

Ю.А. Орлов [1930], занимаясь изучением силурийских фавозитид Ферганы, на основании тех же признаков установил новый род *Parafavosites*, рассматривая крупные полигональные и тонкие цилиндрические ячейки как принадлежащие двум типам особей одной колонии.

В настоящее время нет оснований сомневаться в том, что в обоих случаях речь идет об одних и тех же организмах, причем можно было бы ставить вопрос о приоритете названия, предложенного Holtedahl. Однако Е. Strand [1934] обратил внимание, что название *Paralleloporella* было дано уже ранее А. Bargatzky [1881] одному девонскому роду строматопорид, и предложил заменить его новым – *Paralleloporella*. При таком положении последнее название теряет смысл и восстанавливается приоритет названия *Parafavosites*, установленного в 1930 г. Под этим названием фигурирует род и в работе R. Bassler [1944]. Последний описывает небольшую коллекцию *Parafavosites*, собранную И.П. Толмачевым во время его Хатангской экспедиции и хранящуюся в Национальном музее США; в этой работе, помимо трех уже известных видов, описывается еще пять новых и дается сравнение с близкими родами: *Sapporiopora* Ozaki, *Hattonia* Jones, *Gephuropora* Etheridge, *Boreaster* Lambe и *Plasmodictyon* Wilson. Bassler, так же как и его предшественники, считает, что тонкие трубки *Parafavosites* имеют функциональную самостоятельность, а не являются юными кораллитами, так как выдерживают один и тот же диаметр на протяжении всех видоизменений коралла.

* Изв. АН СССР. Сер. биол. 1948. № 1. С. 101–110.

Противоположной точки зрения придерживается А.М. Обут [1939]. Он рассматривает цилиндрические трубки как почки юных кораллитов, нередко развивавшихся в угнетенном состоянии и слепо оканчивавшихся или резко переходивших в нормальные кораллиты. Как кораллиты в стадии почкования рассматриваются эти трубки и К. Ozaki [Schimuzu S. et. al., 1934] в его видах *Favosites kennihoensis* и *Favosites shimizui*, с которыми А.М. Обут сравнивает *Parafavosites weberi* Orlov и *Parafavosites urumbaschensis* (Sokolov) и которые также принимаются им за представителей рода *Parafavosites*.

Таким образом, как в более ранних работах, так и в последних тонкие цилиндрические трубки *Parafavosites* рассматриваются как органически связанные с самим кораллом либо в качестве его особых ячеек с более или менее самостоятельными функциями, либо в качестве тех же кораллитов в юной стадии их развития; если принять последнее, самостоятельность рода *Parafavosites* подвергается сомнению. Самостоятельность *Parafavosites* отстаивает также Л.Б. Рухин [1937], рассматривая его как подрод *Favosites*. Существенно иную точку зрения высказал Б.Б. Чернышев [1937]. Считая, что *Parafavosites* является синонимом *Parallelopora*, Чернышев приходит к выводу, что и в том и в другом случае цилиндрические трубки являются лишь следами симбионтов; он указывает на широкую распространенность последних у сибирских представителей *Favositidae*. Одного из таких *Favosites* sp. с симбионтами, очень близкого к *Parafavosites germana* Bassler, Чернышев описывает в своей работе, указывая на присутствие аналогичных трубок у *Pachypora* (*Thamnopora* – Б.С.) из Колымского бассейна и у *Alveolites* из девона Кузнецкого бассейна, причем в последнем встречаются типичные *Alveolites suborbicularis* Lam. с цилиндрическими трубками*.

Описание крайне близкого к *Parafavosites* нового рода *Gephuropora* было дано R. Etheridge [1920]. Этот род, похожий на *Favosites*, отличается присутствием тонких цилиндрических трубок, располагающихся главным образом в углах кораллитов и по своей природе несомненно родственных аналогичным образованиям у *Parafavosites*.

Можно было бы отметить еще ряд известных в литературе типичных *Favosites*, имеющих указанные цилиндрические трубки, но в этом нет необходимости; отметим лишь своеобразные узкие каналы со звездообразным сечением, характерные для некоторых девонских видов *Favosites* – *F. asteriscus* Frech (1911), *F. proasteriscus* Charlesworth (1914) и *F. stellaris* Tchernychev (1937). Эти образования, видимо, находятся в таких же соотношениях с самим организмом, как и цилиндрические трубки *Parafavosites*.

Какова же истинная природа всех этих трубчатых образований? Являются ли они органическими элементами строения фавозитид или это действительно чуждые им представители других групп, в той или иной мере сожительствовавшие с последними? Если это сожители, то к какой систематической группе они принадлежат?

За несколько лет работы над изучением *Tabulata* палеозоя СССР через наши руки прошел обширный материал, позволивший неоднократно сталкиваться с присутствием тонких цилиндрических трубок не только у фавозитид, но и многих других родов *Tabulata*. Многократно возвращаясь к рассмотрению этого явления, мы пришли, как и Б.Б. Чернышев, к выводу, что явление это, несомненно, симбиотического характера и свойственно кораллам всех палеозойских систем. Трубчатые каналы нам удалось наблюдать и у прибалтийских *Laceropora*, и у

* Выводы Б.Б. Чернышева были опубликованы в *Zoological Record*, 79. London, 1944.

ферганских *Favosites*, и у тунгусских *Alveolites*; они нередки у казахстанских *Thamnopora* девона и особенно у *Chaetetida* карбона европейской части СССР. Многократно их удавалось наблюдать и у различных строматопорид силура и девона Сибири и Средней Азии. Наблюдавшиеся трубки далеко не везде одинаковы, однако разнообразие их невелико; близкие типы цилиндрических трубок иногда повторяются у ряда родов.

Как уже отмечалось, располагаются эти трубки главным образом по углам кораллитов, на месте схождения нескольких ячеек, но нередко и вдоль самих стенок или между последними. В этих случаях тонкие цилиндрические трубки легко изгибаются и тогда их чужеродность подчеркивается особенно резко. Прекрасной иллюстрацией этому является изображение *Parafavosites germana* R. Bassler [1944, фиг. 11]. Петлеобразное изгибание трубок нам удалось также наблюдать у *Favosites fungites* Sokolov из верхнесилурийских отложений Тянь-Шаня и особенно у тунгусских силурийских *Alveolites*. Трубки, располагающиеся в углах, изгибаются значительно реже, однако наблюдаются и подобные случаи.

Распределение цилиндрических трубок в колонии не имеет никакой закономерности. Наиболее часты они в ферганских *Parafavosites*, где можно иногда наблюдать заполнение ими всех углов кораллитов почти целиком, однако значительно более распространены случаи их спорадического распределения; нередко в пределах всей колонии встречаются всего лишь одна-две трубки.

По своей форме трубчатые образования являются в большинстве случаев цилиндрическими, реже они имеют эллиптическое сечение; более редким, как указывалось, является звездчатое сечение, обусловленное, видимо, килеватостью самих трубок. Элементы строения этих трубок крайне примитивны, причем в большинстве случаев создается впечатление, что самостоятельной стенки они не имеют, а последняя строится зооидами кораллитов, как бы окружающих постороннее тело. В тех случаях, когда стенка наблюдается, она является или очень тонкой, однородной, или более или менее утолщенной (даже более толстой, чем стенка самого кораллита) и двуслойной. Такой характер стенки типичен для трубок некоторых *Favosites* Сибири (см., например, изображение *Parafavosites similis* у R. Bassler – фиг. 21) и, по-видимому, для рода *Gephyropora*. Интересную картину представляет переход тонких цилиндрических трубок из одних кораллитов через отверстия соединительных пор в другие. В редких случаях удается наблюдать, как висцеральная полость трубок почти целиком заполняется известковым веществом и остается лишь узкий осевой канал. Из внутренних образований таких трубок можно отметить очень редко наблюдающиеся слабо развитые потолочки; они указываются Ю.А. Орловым для некоторых *Parafavosites*, Etheridge – для *Gephyropora*, Б.Б. Чернышевым – для некоторых *Favosites* и наблюдались нами в зачаточной форме у червеобразно изгибающихся симбионтов *Chaetetes*. Уместно отметить, что R. Bassler считает потолочки характерными только для трубочек *Gephyropora*; видимо, с его точки зрения, однородный материал, описанный Ю.А. Орловым из Ферганы, должен быть распределен между двумя родами: *Parafavosites* и *Gephyropora*. Различия эти, с нашей точки зрения, могут иметь значение лишь для систематики симбионтов, но не фавозитид. Указание Ю.А. Орлова на присутствие пор в цилиндрических трубках, по всей вероятности, основано на недоразумении, так как мы уже отмечали, что трубки иногда проходят через соединительные поры и при соответствующем сечении через стенку кораллита с соприкасающейся трубкой могут оказаться в разрезе последней.

Размеры трубок в поперечном сечении сильно варьируют, но в основном сводятся к трем группам цифр: 0,2–0,3 мм (с толщиной стенки около 0,02 мм), 0,4 и 0,8 мм (до 1,0 мм). Наиболее часто наблюдается первый размер, причем иногда в

одной и той же колонии можно наблюдать среди полигональных кораллитов беспорядочно разбросанные цилиндрические трубки диаметром 0,2–0,3 и 0,8–1,0 мм. Эти трубки, видимо, принадлежат двум различным симбионтам. О длине цилиндрических трубок судить трудно, так как при изгибании их и кораллитов трудно изготовить сечение через всю длину трубки; обычно попадают сечения длиной от 3 до 5–8 мм. Весьма вероятно, что значительных размеров они и не достигают, тем более, что нередко заглушаются более интенсивным ростом самих кораллитов. Нередки слепо оканчивающиеся цилиндрические трубки. Диаметр трубок выдерживается по всей длине и увеличения его с ростом, как правило, не наблюдается.

Эта краткая характеристика трубчатых образований фавозитид показывает их обособленное положение внутри последних и позволяет думать о симбионтных отношениях двух групп различных организмов.

В защиту кораллового происхождения этих трубок делаются обычно два возражения: во-первых, считается возможным переход цилиндрических трубок в нормальные кораллиты и, во-вторых, присутствующие в ряде случаев потолочки трубочек рассматриваются как образования, аналогичные потолочкам кораллитов. Несостоятельность первого возражения вытекает из того, что никому не удавалось видеть нормального перехода мелких цилиндрических трубок в крупные полигональные кораллиты и наоборот: и Ю.А. Орлов, и О. Holtedah, и R. Bassler подчеркивают самостоятельность этих трубок, не имеющих ничего общего с юными кораллитами. Отметим кстати, что у нормальных *Tabulata* мы не знаем случаев дифференциации кораллитов (зооидов) на два типа особей; если *Parafavosites* действительно представлял бы собою такой организм, то его пришлось бы относить либо к мшанкам (например, *Trepotomata*), либо устанавливать для него новую систематическую группу типа *Heliolitida*. Отсутствие необходимости в том и другом кажется вполне очевидным.

А.М. Обут в качестве примера, иллюстрирующего постепенный переход цилиндрических трубок – “кораллитов в стадии почкования” – в нормальные кораллиты, приводит *Favosites shimizui* Ozaki, который действительно отличается сильной дифференциацией ячеек; именно благодаря этому обстоятельству, по всей вероятности, и создается ложное впечатление о постепенном переходе цилиндрических ячеек в полигональные.

Что касается вопроса о потолочках, то, как известно, последние характерны не только для многих представителей кишечнополостных, но также и для животных других типов и даже водорослей (например, *Solenoporacea*). Нам кажется, что присутствие их в некоторых экземплярах *Parafavosites* и *Gephyropora* отнюдь не противоречит предположению о чужеродности трубок.

Б.Б. Чернышев, единственный правильно, с нашей точки зрения, расшифровавший цилиндрические трубки *Parafavosites* как следы симбионтов, не коснулся вопроса о систематическом положении этих организмов; в этом отношении трубчатые образования не потеряли своей загадочности. В ископаемой фауне мы знаем примеры сожительства строматопорид и табулят (*Stromatopora* и *Syringopora*), табулят и ругоз (*Alveolites* и *Xylodes*), мшанок и табулят (*Fistulipora* и *Aulopora*), многочисленные примеры сожительства циррипедий, моллюсков, мшанок и т. д. с различными группами подвижного и полуподвижного бентоса; нам известны также примеры сожительства различных беспозвоночных с водорослями, но, кажется, ни один тип организмов не вступает в сожительство так легко, как черви. Черви являются самыми обычными комменсалистами и сожительствуют с губками, гидроидными полипами, кораллами, мшанками, морскими лилиями и водорослями. Примеры этих сожеств широко известны уже из палеозоя, а в современном мире черви сожительствуют в той или иной форме почти со всеми организмами.

Это обстоятельство в совокупности со своеобразными морфологическими особенностями симбионтов *Parafavosites*, *Gephuropora* и других фавозитид позволяет думать, что и в интересующем нас случае мы имеем дело с червями. Сравнение описанных выше симбионтов с аннелидными симбионтами других организмов убеждает нас в этом еще более. Большой интерес в этом отношении представляют работы G. Clarke [1908, 1921]. Он приводит многочисленные примеры сожительства червей и кораллов, считает, что в ряде случаев коралл сам может строить вокруг червя стенку, отмечает случаи прободения стенок коралла червем при отставании роста последнего от коралла и приводит примеры, когда сожительство коралла и червя начинается прямо от базальной пластинки. Как пишет G. Clarke, червь и коралл могут начинать сожительство в личиночном состоянии или же личинки Annelides селятся на взрослом организме коралла, причем в обоих случаях рост коралла заглушает рост червя, но сохраняется его апертура. Именно эта особенность, нам кажется, и характерна для описанных сожителей фавозитид. Из приводимых G. Clarke примеров особенно близки к цилиндрическим трубкам *Parafavosites* прямые трубки червей *Gitonia siphon*, сожителями с силурийскими строматопорами, известные у нижнедевонских *Favosites*. Нет сомнения, что в последнем случае форма должна быть вполне аналогична *Parafavosites*. Очень интересным является другой вид *Gitonia* – *Gitonia corallophilia*, который селится в одиночных кораллах и имеет трубки дугообразно изогнутые и открытые обоими концами в чашечку коралла у его щупальцев. Образующиеся в результате этого своеобразные пары отверстий довольно широко распространены у палеозойских колониальных организмов и, видимо, везде обязаны своим происхождением червям. Аналогичные пары можно видеть и у прибалтийских мшанок *Dianulites*, описанных Р. Геккером. Вслед за ним Н.Н. Яковлев [1939] описал новый паразитический род из *Gephyrea* (*Schizoproboscina*), обнаруженный им на руках каменноугольной лилии *Cromyocrinus* и также характеризующийся дугообразной формой, открывающейся парными отверстиями. Помимо прямых форм червей в числе сожителей кишечнополостных указываются и спирорбисоидные – завитые в спиральные трубки. В этом отношении особенно интересен *Streptendytes concoenatus* Calvin, встречающийся в колониях *Acervularia* и в строматопорах.

Чрезвычайно много интересного сообщает G. Clarke о сожительстве коралла *Pleurodyctium* с червем *Hicetes innexus*, причем это сожительство усложняется тем, что коралл первоначально селится на раковинах гастропод или брахиопод (у каждого вида свой выбор) и лишь потом обычно селится червь, растущий в дальнейшем параллельно с кораллом.

Развивающийся из личинки мягкотелый червь находит в полипнике жилище, и коралл, в силу свойственной ему способности выделять карбонатный секрет, видимо, автоматически строит его жилище – трубку. Отсутствие у большинства сожителей *Parafavosites* самостоятельной стенки, несомненно, свидетельствует о приспособлении червя к условиям обитания в хозяине.

Истинный характер сожительства червей и кораллов не всегда может быть легко понят; вряд ли, однако, это сожительство могло носить характер мутуализма (обоюдной пользы). Более вероятным кажется, что это сожительство со стороны червя носило характер нахлебничества, т. е. комменсализма. Червь, несомненно, пользовался остатками пищи коралла, а известковым полипником, или телом последнего, – как жилищем, но думается, что это не приносило существенного ущерба кораллу, так как мы не наблюдаем патологических явлений у коралла, вызванных этим сожительством; скорее наоборот – наблюдается, как черви заглушаются более интенсивным ростом организма своего хозяина. Настоящий паразитизм в этом сожительстве, по-видимому, отсутствует, хотя вряд ли можно сомневаться в том, что переход от комменсализма к паразитизму мог иметь в известных условиях существенное значение.

Одной из наиболее интересных особенностей в сожительстве червей и кораллов, судя по литературным данным и наблюдаемым соотношениям, является довольно строгая связь определенных видов или родов червей с определенными видами или родами кораллов. Это, несомненно, один из наиболее ярких примеров селективной адаптации.

Основываясь на изложенном, можно сделать попытку разобраться в формах известных комменсалистов фавозитид.

1. Выделяется широко распространенная группа червей, характеризующихся очень тонкими цилиндрическими трубками (0,2–0,3 мм) и селящихся главным образом в углах кораллитов; самостоятельной стенки представители этой группы не имеют. Внешне они наиболее близки к роду *Gitonia* и наиболее типично представлены у ферганского вида *Parafavosites ferganensis* Orlov. Отличительной особенностью этой группы является то, что ее представители совершенно не дают дугообразных форм подобно *Gitonia* и образуют лишь тонкие прямые цилиндры. Эту группу комменсалистов мы объединяем как род *Chaetosalpinx*, gen. nov. с двумя видами – *Chaetosalpinx ferganensis*, sp. nov. (генотип: рис. 1, 2) с диаметром трубок 0,2–0,3 мм и *Chaetosalpinx khatangaensis*, sp. nov. с диаметром трубок 0,4 мм (у *Parafavosites magna* Bassler, 1944).

2. Вторая группа характеризуется более или менее самостоятельной стенкой и отличается крупными размерами; диаметр трубок достигает 0,8–1,0 мм. Трубки не имеют типичной для первой группы прямой цилиндрической формы и нередко сильно изгибаются, переходя из кораллита в кораллит. Наиболее типично эта группа представлена у *Parafavosites germana* Bassler. Эту группу комменсалистов мы объединяем как род *Camptosalpinx*, gen. nov. с одним видом *Camptosalpinx siberiensis* sp. nov. (генотип: рис. 3–5).

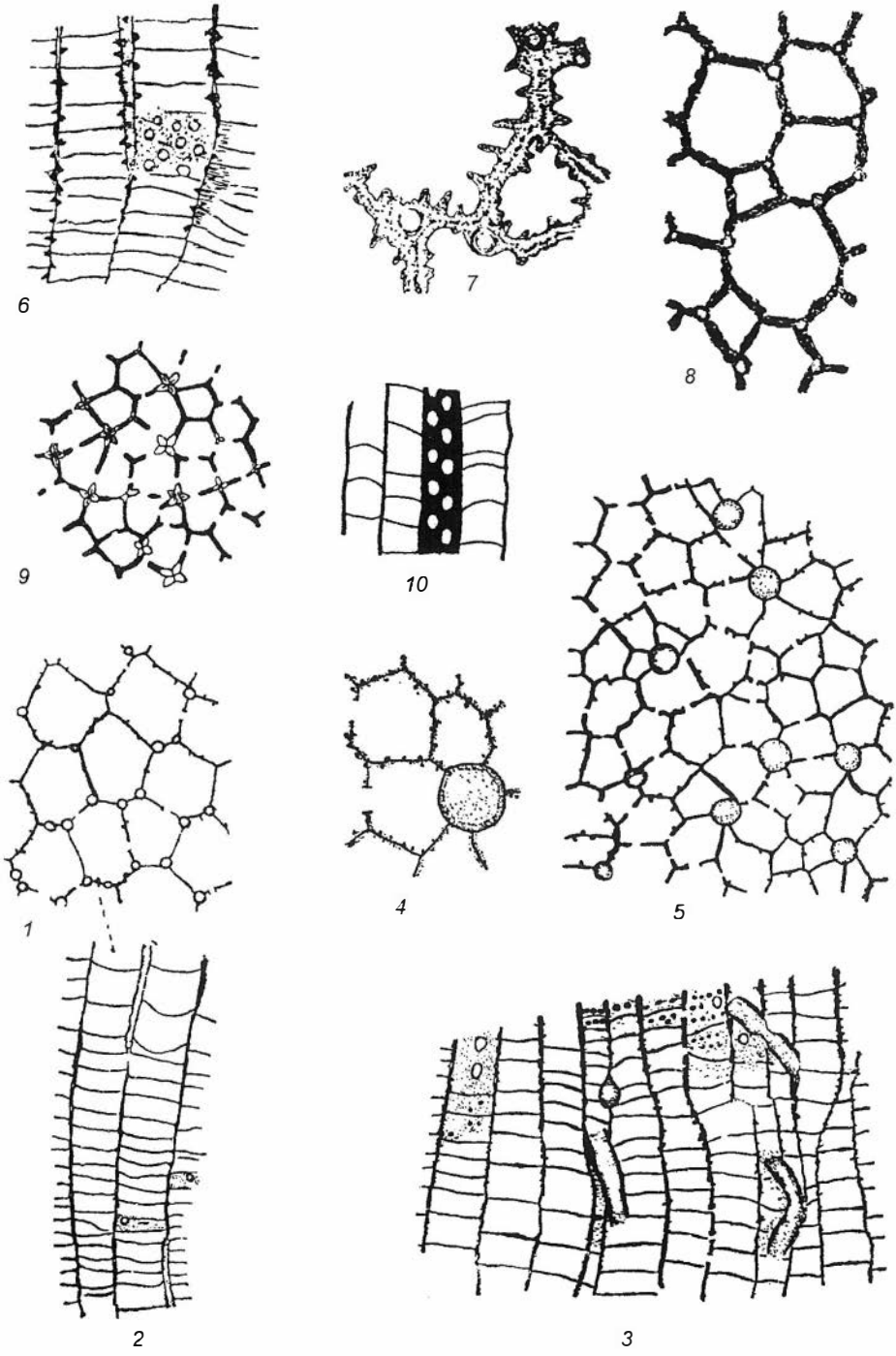
3. Третья группа имеет заметно утолщенную и отчетливо выраженную стенку, причем внутренняя полость трубки подразделяется слабыми потолочками. Организмы, которым принадлежат эти трубки, также селятся преимущественно в углах кораллитов, располагаясь в центральных частях узлов соприкасающихся ребер кораллитов. Мы затрудняемся назвать какого-либо близкого представителя из аннелид, хотя тип трубок не оставляет сомнения в том, что они принадлежат симбионтам и, вероятнее всего, аннелидным. Присутствие слабых потолочков указывалось Ю.А. Орловым у некоторых *Parafavosites* силура Ферганы, а также Б.Б. Чернышевым у некоторых форм девона Кузнецкого бассейна. Наиболее типично они выражены у *Gephuropora duni* Etheridge из девона Австралии. Эту груп-

Рис. 1, 2. *Chaetosalpinx ferganensis*, gen. et sp. nov. Тонкие трубки комменсалиста располагаются преимущественно по углам кораллитов. Изображен в поперечном и продольном сечениях "*Parafavosites ferganensis* Orlov". $\times 6$. Рисунки заимствованы у R.S. Bassler [1944]. Верхний силур, видимо, уэнлок Ферганы, Средняя Азия.

Рис. 3–5. *Camptosalpinx siberiensis*, gen. et sp. nov. Довольно крупные трубки комменсалиста с отчетливой самостоятельной стенкой изгибаются внутри кораллитов. Изображен в поперечных и продольном разрезах "*Parafavosites germana* Bassler". Рис. 3, 5 – $\times 6$; рис. 4 – $\times 12$. Верхний силур Хатанги, Сибирь.

Рис. 6–8. *Phragmosalpinx australiensis*, gen. et sp. nov. Тонкие трубки комменсалиста подразделены днищами. Сожительство известно в литературе под названием "*Gephuropora duni* (Etheridge)". Разрезы продольный и поперечные. Рис. 6, 8 – $\times 6$; рис. 7 – $\times 12$. Рисунки заимствованы у R.S. Bassler [1944]. Девон Нового Южного Уэльса, Австралия.

Рис. 9, 10. *Asterosalpinx asiaticus*, gen. et sp. nov. Тонкие трубки комменсалиста имеют звездчатое сечение. Поперечный и продольный разрезы "*Favosites stellaris* Tchernychev", представляющего сожительство фавозита и указанного комменсалиста. $\times 5$. Рисунки заимствованы у Б.Б. Чернышева [1937]. Вероятно, девон Новая Земля, Арктика.



пу комменсалистов мы объединяем как род *Phragmosalpinx*, gen. nov. с одним видом *Phragmosalpinx australiensis*, sp. nov. (генотип: рис. 6–8).

4. Наиболее своеобразной является четвертая группа комменсалистов, природа которых остается не совсем ясной. Условно мы их также рассматриваем как представителей червей. Эти комменсалисты образуют прямые трубки, довольно утолщенные, с узким висцеральным пространством и с характерным звездчатым (4–5-лучевым) сечением; располагаются они, так же как трубки комменсалистов вышеописанной группы в утолщениях сливающихся ребер кораллитов. Таким образом, эти трубки имеют килеватый характер, наблюдающийся иногда у некоторых серпулид, но мы не знаем ни одного рода сколько-нибудь близкого по форме к описываемой группе. Типичные черты представителей этой группы можно видеть у *Favosites stellaris* Tchernychev из валунов Новой Земли, а также у ранее описанных *Favosites asteriscus* Frech из среднедевонских отложений Центральной Азии и *Favosites proasteriscus* Charlesworth и нижнедевонских отложений Карнийских Альп. Комменсалисты этой группы объединяются нами как род *Asterosalpinx*, gen. nov. с одним видом *Asterosalpinx asiaticus*, sp. nov. (генотип: рис. 9, 10).

Здесь мы ограничиваемся выделением этих групп комменсалистов, но несомненно, что дальнейшие исследования приведут к установлению еще ряда новых родов, так как в этой области сделано пока очень мало.

Нам остается еще ответить на вопрос: каково же систематическое положение тех червей, которые описаны здесь как симбионты фавозитид? Те данные, которыми сейчас располагает палеонтология, позволяют прежде всего считать их представителями аннелид sensu lato; весьма вероятно, что многие из них являются родственными гефиреям; значительное сходство они имеют и с представителями других классов и, в частности, с современными турбелляриями. Сложность этого вопроса вполне очевидна, так как мы нигде не сталкиваемся с мягкими частями тех организмов, которым принадлежат следы их симбионтного пребывания в коралловых полипниках. Аналогия с современными представителями аннелид и даже с их типичными паразитическими группами не всегда может быть убедительной, так как в ходе геологической истории как форма и способы сожителства червей, так и их функциональная деятельность, вероятнее всего, прогрессировали по линии дегенеративной адаптации, сильно завуалировавшей черты первоначального облика червей-симбионтов. Следует, однако, отметить, что свойственная червям тенденция к переходу в зависимое состояние создает почву для широких конвергенций; в этом смысле аналогии могут пролить свет на происхождение тех или иных симбионтных групп червей геологического прошлого.

Освещаемые с этой точки зрения своеобразные черты строения родов *Parafavosites*, *Parallelopora* (*Paralleloporella*), *Gephuropora* и ряда видов *Favosites*, близких к *Favosites shimizui* Ozaki или *Favosites asteriscus* Frech, заставляют по-иному относиться к вопросу об их систематической самостоятельности и считать установление всех этих родов и видов (всего их известно 15) необоснованным, если, конечно, установленные виды не имеют тех новых отличительных черт, на которых основывается диагностика фавозитид вообще. Мы, таким образом, считаем необходимым упразднение и приведенных выше родовых названий, несомненно являющихся синонимами, и упразднение тех новых видов фавозитид, описание которых основывалось только на наличии того или иного типа своеобразных трубчатых образований, расшифровываемых нами как следы пребывания червей-комменсалистов. Упразднение всех этих названий является вполне оправданным с точки зрения зоологии. Вместе с тем необходимо отметить, что для целей стратиграфической геологии сохранение некоторых названий, конечно как искусственных (например, "*Parafavosites ferganensis*"), быть может, в ряде случаев и не лишено смысла, так как выделяемые группы червей-комменсалистов не только

отличаются более или менее ярко выраженной способностью селиться в определенных видах или развиваться в определенных районах, но и ограничиваются в истории своего развития какими-то стратиграфическими рамками. В этом отношении уже сейчас, видимо, можно говорить о приуроченности наиболее примитивного из выделенных нами родов комменсалистов *Chaetosalpinx* к низам верхнего силура, а *Asterosalpinx*, видимо, к девону. Таким образом, в будущем вопрос о стратиграфическом значении червей-комменсалистов может стать вполне реальной проблемой.

ЛИТЕРАТУРА

- Геккер Р.Ф.* Палеобиологические наблюдения над нижнесилурийскими беспозвоночными // Ежегод. Рус. палеонтол. о-ва. VII. 1928.
- Геккер Р.Ф.* К этологии и экологии населения верхнедевонского моря (Главное девонское поле) // Ежегод. Всерос. палеонтол. о-ва. X. 1935.
- Обут А.М.* Верхнесилурийские Tabulata центральной части Ферганского хребта // Уч. зап. Ленингр. гос. ун-та. 1939. № 49.
- Орлов Ю.А.* О некоторых новых фавозитах Ферганы // Изв. Глав. геол.-развед. упр. 1930. Т. 49, № 3.
- Рухин Л.Б.* Верхнесилурийские Tabulata Туркестанского хребта и Хан-Тенгри. М.; Л.: Изд-во ЛГУ. 1937. 75 с.
- Соколов Б.С.* Условия существования коралловой фауны в северо-западной части Московского бассейна. Л.: Изд-во ЛГУ. 1940.
- Чернышев Б.Б.* Верхнесилурийские и девонские Tabulata Новой Земли, Северной Земли и Таймыра // Тр. Аркт. ин-та. 1937. Т. 91.
- Яковлев Н.Н.* Явление паразитизма и симбиоза // Ежегод. Рус. палеонтол. о-ва. 1926. IV.
- Яковлев Н.Н.* Об открытии оригинального рода паразитов каменноугольных морских лилий // Докл. АН СССР. 1939. Т. 22, № 3.
- Bargatzky A.* Die Stromatoporen des rheinischen Devons // Verhand. der naturwis. Vereins der preuss. Rheinl. und Westph. 1881.
- Bassler R.S.* Parafavosites and Similar Tabulate Corals // J. Paleontol. 1944. Vol. 18, N 1.
- Charlesworth I.K.* Korallen und Stromatoporoiden // Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. LXVI. 1914.
- Clarke J.M.* The Beginnings of Dependent Life. New York St. Mus. 1908. Vol. 61, N 1.
- Clarke J.M.* Organic Dependence and Disease: their Origin and Significance. New Haven. 1921.
- Etheridge R.* New South Wales Geol. Survey Rec., 9, 2 (цит. по Bassler). 1920.
- Frech F.* Das Devon Chinas. Richthofen., China. 1911. V.
- Holtedahl O.* On the Fossil Faunas from per Scheils. Ser. B. // South-Western Ellesmereland. Rept. 2d. Norwegian Arctic Exp. Fram 1898–1902. 1914. Vol. IV, N 32.
- Orlov G.A.* Über einige neue obersilurische Favositiden aus Fergana // Zentrbl. Mineral., Geol. und Paleontol., Abt. 1931. B. 9.
- Schimizu S., Ozaki K., Obata T.* Gotlandian Deposits of Northwest Korea // J. Shanghai Sci. Inst. 1934. II, 1.
- Strand E.* New Name for Parallelopora Holtedahl // Folia zool. hydrobiol. 1934. Vol. 6. Zoological Record, 4. Coelenterata. 1944. 79. London, 1942.

ДРЕВНЕЙШИЕ ПОГОНОФОРЫ*

Открытие нового типа беспозвоночных – Pogonophora – среди глубоководных обитателей современного Мирового океана безусловно принадлежит к числу наиболее замечательных достижений зоологии в текущем столетии [Беклемишев, 1964; Иванов, 1960, 1964; Ivanov, 1963; Johansson, 1937]. В изучении этой удивительной группы животного мира больше всех сделал А.В. Иванов [1959, 1960, 1964], но только немногим более десяти лет тому назад им же была окончательно доказана принадлежность Pogonophora ко вторичноротым, что, собственно, и сделало это открытие выдающимся по своему научному значению. Архаические черты древнейших вторичноротых, характеризующие этот тип, и его известная близость к Nemichordata (птеробранхии, граптолиты) позволили предположить, что тип Pogonophora должен быть представлен и палеонтологическими находками [Иванов, 1964]. Однако доказательств такой гипотезы не существовало до самого последнего времени: лишь в 1963 г. В. Поульсен [Poulsen, 1963] сделал вывод о принадлежности кембрийских *Hyolithellida* (Part.) к погонофорам на основании сравнительного изучения *Hyolithellus micans* (Bill.) и современного рода *Galathealinum*, а в 1965 г. автор [Соколов, 1965, 1966] доложил предварительные результаты изучения раннекембрийских *Sabellidites* и близких к нему новых родов, свидетельствовавшие о значительно большей близости *Sabellidites* к погонофорам, чем к полихетным седентариям, с которыми этот род обычно связывался после исследований М.Э. Янишевского [1926].

Следует заметить, что выводы В. Поульсена не получают сейчас безусловного подтверждения со стороны палеонтологов [Розанов, 1966; Сысоев, 1965; Ahman, Martinsson, 1926]. В то же время природа хиолителлид с их явно конической слоистой раковиной седентарного характера, наличием, как многие считают, крышечки и фосфатным (возможно, вторично) составом скелета пока окончательно не выяснена. Недавние исследования Д. Карлизла [Carlisle, 1964] позволили обнаружить в раковине *Hyolithellus* наличие хитина, но мы еще не знаем филогенетической ценности этого признака; Л. Хаймэн [Hume, 1958] по этому поводу высказывает сомнение.

Представляется, что со значительно большей определенностью можно говорить о принадлежности к Pogonophora сабеллидитид, многочисленные находки (и даже скопления) которых установлены теперь в пределах всей площади распространения раннекембрийского бассейна Русской платформы (балтийский ярус, т. е. надляминаритовые слои и “синие глины” до их границы с зофитоновыми слоями, где появляются первые *Holmia*, *Volborthella* и, по-видимому, *Discinella*) и в пределах отложений позднего докембрия (венда)–раннего кембрия Сибирской платформы. Общая характеристика сабеллидитид и описание их важнейших представителей приводятся ниже.

* Докл. АН СССР. 1967. Т. 177, № 1. С. 201–204.

ТИП POGONOPHORA BEKLEMISHEV, 1944

Класс Pogonophora, Johansson, 1937

Отряд Sabelliditida Sokolov, 1965

В ископаемом состоянии известны только трубчатые оболочки или их отпечатки. Трубки неветвящиеся, одиночные, тонкие, цилиндрические, по-видимому, очень длинные, устойчивого диаметра, эластичные. Стенки толстые или очень тонкие, нередко с отчетливой волокнистой структурой, легко спадаются. Внутренняя поверхность стенок гладкая, наружная – гладкая (особенно в конечных участках трубок) или морщинистая, но без сегментации аннелидного типа и без фузеллярных элементов. У одной из групп трубки построены по типу плотно вложенных друг в друга воронок с правильными кольцевыми оторочками, что придает им отчетливую членистость. Окраска трубок меняется от блестящей черной и темно-бурой до прозрачной желтой и, вероятно, бесцветной. Вещество трубок органическое, при сжигании сгорает [Янишевский, 1926]; по всей вероятности, содержит хитин, но химическим путем это не подтверждено. Любезно выполненные Т.В. Дроздовой (Лаборатория биогеохимии ГЕОХИ АН СССР) анализы вещества трубок (правда, на крайне малых количествах) позволяют лишь говорить, что при качественных пробах на хитин иногда наблюдалось некоторое изменение окраски, сходной с окраской, которую дает хитозан.

От седиментарных полихет (Annelida) сабеллидитид отличают совершенно иные пропорции трубок (даже во фрагментах с устойчивым поперечником отношение диаметра к длине превышает 1:100), отсутствие аннелидной сегментации, отсутствие муфты из илистых частиц по оболочке трубок, ничтожность конического сужения трубок и другие. От птеробранхий они отличаются отсутствием фузеллярной структуры оболочек и полным отсутствием всяких признаков колониальности. Наоборот, большинство перечисленных выше признаков сабеллидитид оказываются очень близкими к характерным признакам трубок Pogonophora, играющим существенную роль в систематике этих организмов. Особенно же важно отметить, что А.В. Иванов, познакомившийся с описываемым здесь материалом, подтвердил это сходство.

Семейство Sabelliditidae Sokolov, 1965

Трубки черного, бурого или светлого желтого цвета, очень эластичные, легко спадающиеся, длинные и тонкие. Стенки сравнительно толстые или тонкие, морщинистые или совершенно гладкие, сегментация отсутствует. Поздний вендранний кембрий (балтийский ярус). Включает несколько родов.

Род *Sabellidites* Yanichevsky, 1926 (типовой вид *S. cambriensis* Yanichevsky, 1926, балтийский ярус нижнего кембрия Русской платформы). Трубки черные, блестящие плотные и довольно толстые, нередко сильно скрученные. Стенки морщинистые, но могут переходить в совершенно гладкие (по-видимому, в передней части). Встречаются скоплениями, крупные фрагменты достигают в длину 70–120 мм при постоянном диаметре разных экземпляров 0,5–2,0 мм, реже до 2,8–3,0 мм. *S. cambriensis* Yan. (голотип из “синих глин” окрестностей Ленинграда, р. Кикенка, к югу от Стрельны; хранится на кафедре палеонтологии Ленинградского университета) – рис. 1,а–г: черные плотные трубки от гладких до грубо морщинистых с тонкой штриховатостью наружной поверхности; внутренняя поверхность гладкая; диаметр разных трубок от 0,75 до 2,0 мм; самый распространенный вид в балтийском ярусе Русской платформы.

Род *Parasabellidites* Sokolov, gen. n. (типовой вид *P. yanichevskyi* Sokolov, gen. et sp. n., балтийский ярус нижнего кембрия Русской платформы). Трубки почти черные с красновато-бурым оттенком, довольно толстые, изогнутые. Стенки тон-

ко морщинистые с отчетливым волокнистым строением; периодически наблюдаются слабые пережимы. *P. yanchevskiyi* Sok. (голотип из “синих глин”, вскрытых в Гатчине, скв. 33, глубина 205,9 м, коллекция Л.Б. Паасикиви) – рис. 1, 2а, б: цилиндрические сплюснутые трубки несут отчетливые следы роста и имеют устойчивый диаметр около 1,2 мм.

Род *Sokoloviina* Kirjanov, 1967 (типовой вид *S. costata* Kirjanov, 1967, ровенские слои балтийского яруса Волыно-Подолии). Трубки черные плотные, как у *Sabellidites*, но с резко выдающимися ребристыми морщинами, не имеющими правильного замыкания. Размеры обычные для сабеллитидитид. *S. costata* Kir. (голотип из ровенских слоев Волыни) описана В.В. Кирьяновым.

Род *Paleolina* Sokolov, 1965 (типовой вид *P. Evenkiana* Sokolov, 1965, верхний венд–базальные слои кембрия Сибирской платформы). Трубки обычно очень тонкие прозрачные (чайного цвета) или полупрозрачные. Стенки гладкие или чаще неправильно-морщинистые с острыми прерывающимися складочками-ребрами; местами слабо намечается волокнистое строение стенки. Встречаются большими скоплениями. Наиболее крупные фрагменты достигают в длину 100–120 мм; диаметр различных трубок колеблется от 0,2 до 1,0 мм. *P. evenkiana* Sok. (голотип из нижней части платоновской свиты, Сухая Тунгуска, коллекция В.У. Петракова) – рис. 1, 3: сплюснутые, сильно изгибающиеся цилиндрические трубки, чаще всего с характерной тонкой прерывающейся морщинистостью, напоминают смятые “капроновые чулки” (рис. 2, 4); диаметр различных трубок колеблется от 0,5 до 1,0 мм. Другие виды этого рода известны в древнейших отложениях балтийской серии Русской платформы, а также в венде Сибирской платформы (мотская, сухаринская и излучинская свиты, немакит-далдынский горизонт). Форма, описанная В.И. Драгуновым [1958] как *Sabellidites* ex gr. *cambriensis*, принадлежит к этому же роду (= *Paleolina dragunovi* Sok. sp. n.). К этому же роду относятся и так называемые *Sabellidites* из мотской свиты (р. Хидуса).

Семейство Saarinidae Sokolov, 1965

Трубки цилиндрические, тонкие, светлые или желтоватые, построены по типу сложенных друг в друга воронок с более или менее четкой оторочкой, что придает им ясную членистость. Во многих случаях трубки хорошо сохранились благодаря тонкой пленочной пиритизации органической оболочки. Ранний кембрий Русской платформы (балтийский ярус), реже поздний венд Сибирской платформы.

Род *Saarina* Sokolov, 1965 (типовой вид *S. tenera* Sokolov, 1965, балтийский ярус нижнего кембрия Русской платформы). Трубки, по-видимому, были очень тонкими, их структура превосходно сохранилась благодаря замещению органического вещества оболочки пиритовой пленкой. Воронковидная сегментация очень регулярная с четкой оторочкой. Диаметр отдельных трубок разных видов колеблется от 2–3 до 4–7 мм. *S. tenera* Sok. (голотип из надляминаритовых слоев, вскрытых в Гатчине, скв. 13, глубина 213–221 м, коллекция Л.Б. Паасикиви) – рис. 2, 1а–1в: трубки построены по типу плотно вложенных друг в друга воронок с четкими несколько уплотненными краями, которые выступают в виде окаймляющих валиков (иногда сдвоенных), диаметр трубок обычно 3,5–5,0 мм, расстояние между воронковидными оторочками (сегментами) 0,5–0,7 мм.

Род *Calyptrina* Sokolov, 1965 (типовой вид *S. partita* Sokolov, 1965, верхи венда Сибирской платформы). Трубки светло-желтые, возможно бесцветные, с неправильной воронковидной сегментацией и без резких оторочек, как у *Saarina*. *S. partita* Sok. (голотип из немакит-далдынского горизонта, бассейн р. Котуй, руч. Вилуй, коллекция В.П. Сафронова) – рис. 2, 2: трубки с неправильной, прерывающейся воронковидной структурой, очень тонкие; диаметр трубок 1,5–2,0 мм.

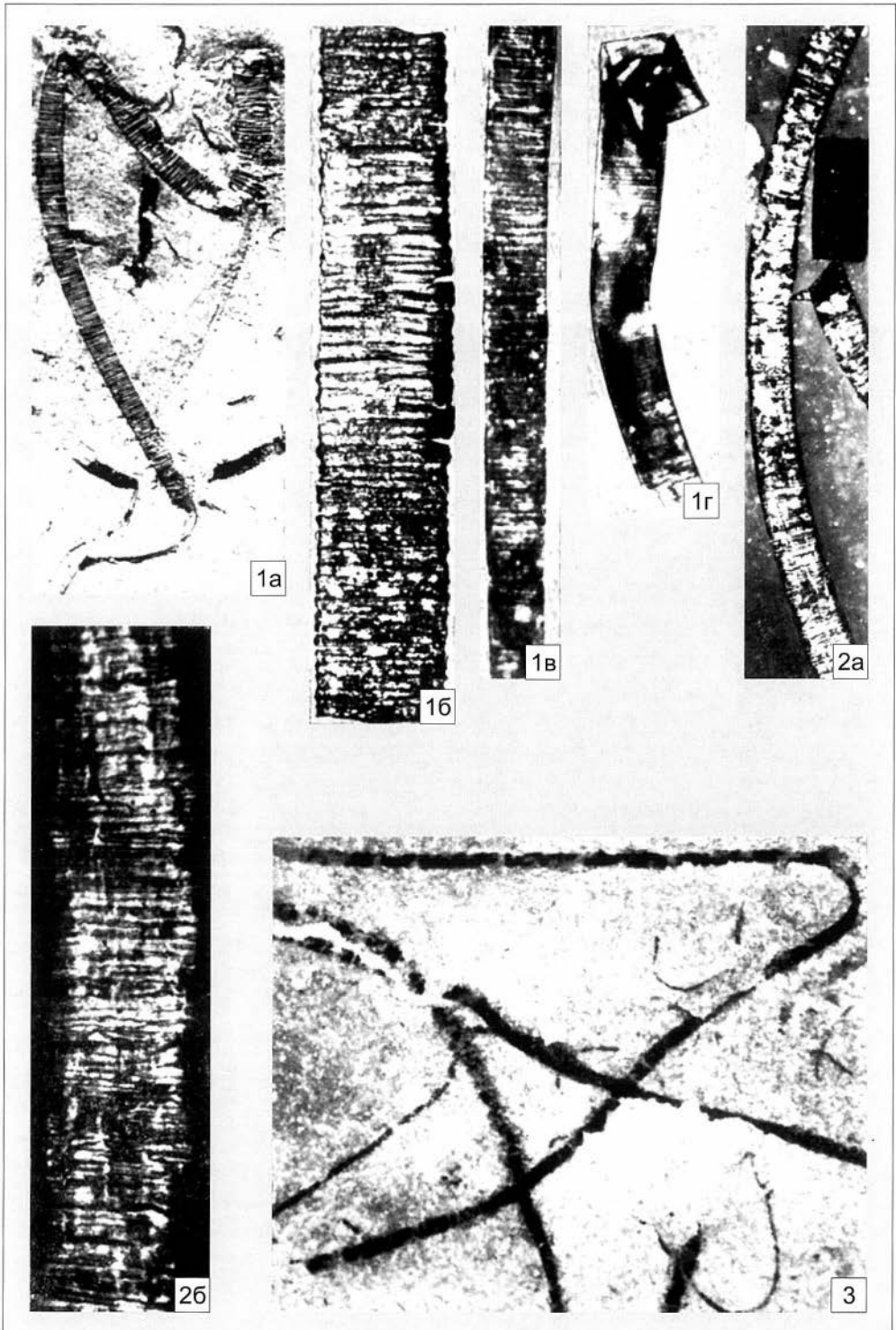


Рис. 1. Sabelliditidae.

1а-г – *Sabellidites cambriensis* Yan.: 1а – $\times 4$ (Гатчина, скв. № 13, глубина 213–221 м, надляминари-
товые слои), 1б – $\times 10$ (Луга, скв. № 8, глубина 514 м, “синие глины”), 1в, 1г – $\times 10$ (Гатчина, скв. № 13,
глубина 221 м, надляминаритовые слои). 2а, б – *Parasabellidites yanichevskiyi* Sok., gen. et sp. n., голотип:
2а – $\times 4$, 2б – $\times 15$ (Гатчина, скв. № 33, глубина 205,9 м, надляминаритовые слои). 3 – *Paleolina evenkiana*
Sok., голотип; $\times 4$ (Сухая Тунгуска, низы платоновской свиты). Уменьшение при печати 7 : 8.



Рис. 2. Saaginidae и род *Paleolina*.

1а–1в – *Saarina tenera* Sok., синтинь; $\times 25$ (Гатчина, скв. 13, глубина 213–221 м, надляминаритовые слои). 2 – *Calyptrina partita* Sok., голотип; $\times 4$ (р. Котуй, руч. Вилюй, немакит-далдынский горизонт). 3 – *Calyptrina striata* Sok. sp. n., голотип; $\times 4$ (Обозерская скв., глубина 303,5 м, “синие глины”). 4 – *Paleolina* sp.; $\times 10$ (Сухая Тунгуска, низы платоновской свиты). Уменьшение при печати 7:8.

Другой вид – *C. striata* Sok. sp. n. (голотип из нижней части балтийского яруса Русской платформы, Обозерская скв. 1, глубина 303,5 м, коллекция Н.С. Иголкиной) – рис. 2, 3 характеризуется неправильной воронковидной структурой трубок без оторочки, но с характерной поперечной кольчатостью, возможно обусловленной разной степенью хитинизации трубки или уплотнением ее вещества; диаметр до 5,0–6,0 мм.

Все известные находки сабеллидитид связаны с обстановками спокойноводного шельфа. Открытие столь древних представителей рода *Pogonophora*, характеризующего главным образом глубоководные впадины современного океана, свидетельствует об очень ранней миграции погонофор и древности Мирового океана.

Описанный материал хранится в музее Института геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР в Новосибирске.

ЛИТЕРАТУРА

- Беклемишев В.Н.* Основы сравнительной анатомии беспозвоночных. 1–2. М., 1964.
- Драгунов В.И.* Находка Sabellidites в синийских отложениях западного обрамления Тунгусской синеклизы // Докл. АН СССР. 1958. Т. 122, № 4. С. 685–686.
- Иванов А.В.* О принадлежности класса Pogonophora к особому типу вторичноротых – Beachiata A. Ivanov. phylum nov. // Докл. АН СССР. 1955. Т. 100, № 3. С. 595–596.
- Иванов А.В.* Погонофоры // Фауна СССР. Нов. сер. № 75. М.; Л., 1960. С. 1–271.
- Иванов А.В.* Тип Pogonophora. Погонофоры // Основы палеонтологии. Т. 10. М., 1964. С. 359–367.
- Розанов Ю.А., Миссаржевский В.В.* Биостратиграфия и фауна нижних горизонтов кембрия. М.: Наука, 1966. 126 с.
- Соколов Б.С.* Древнейшие отложения раннего кембрия и сабеллидитиды // Всесоюз. симпоз. по палеонтологии докембрия и раннего кембрия: Тез. докл. Новосибирск, 1965. С. 78–91.
- Соколов Б.С.* Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия // Палеонтол. журнал. 1966. № 4. С. 114–117.
- Сысоев В.А.* Основные черты эволюции хиолитов // Палеонтология и стратиграфия палеозойских и триасовых отложений Якутии. М.: Изд-во АН СССР, 1965. С. 5–20.
- Янишевский М.Э.* Об остатках трубчатых червей из кембрийской синей глины // Ежегод. Рус. палеонтол. о-ва. Т. IV. Л., 1926.
- Ahman E., Martinsson A.* Fossiliferous Lower Cambrian at Äspelung on the Skäggenäs Peninsula // Geol. Fören. Stockholm Förhandl. 1965. Vol. 87. Pt. 1. P. 139–151.
- Carlisle D.B.* // Biochem. J. 1964. Vol. 90, N 2.
- Hyman L.H.* // Biol. Bull. 1958. Vol. 114, N 106.
- Ivanov A.V.* Pogonophora. London: Acad. Press, 1963.
- Johansson K.E.* // Zool. Anz. 1937. 117, 23.
- Poulsen V.* Notes on *Hyolithellus* Billings, 1871. Class Pogonophora Johansson, 1937 // Biologiske Medd. Dan. Vid. Selsk. 1963. Vol. 23, N 12.

САБЕЛЛИДИТИДЫ (ROGONOPHORA) ВЕНДА И РАННЕГО КЕМБРИЯ СССР*

Первые находки представителей рода *Sabellidites* Yanichevsky, установленного М.Э. Янишевским [1926], сделаны в 1921–1924 гг. под Ленинградом, в районе Стрельны в небольшом береговом выходе синих глин (балтийская серия нижнего кембрия) по берегу р. Кикенка. Это были древнейшие палеонтологические находки в кембрийских отложениях СССР. На основании некоторого сходства обнаруженных фрагментов трубок черного цвета с трубками современных седентарных полихет рода *Sabellidites* M.-Edwards они были отнесены М.Э. Янишевским также к сидячим многощетинковым червям группы *Tubicola* (подкласс *Sedentaria*) и по аналогии с упомянутым родом получили новое название *Sabellidites cambriensis* Yan.

Хотя в послевоенные годы в связи с начавшимся на Русской платформе глубоким бурением, вскрывшим весь осадочный чехол до кристаллического фундамента, были сделаны новые многочисленные находки раннекембрийских *Sabellidites*, в литературе этот род до сих пор известен главным образом по статье М.Э. Янишевского и по единственному рисунку Р.Ф. Геккера, повторенному во многих последующих изданиях [Howell, 1962; и др.], или по оригинальной фотографии того же образца [Янишевский, 1940; Геккер, Ушаков, 1962].

Между тем в настоящее время остатки *Sabellidites* и родственных организмов с трубчатыми оболочками обнаружены по всей площади распространения раннекембрийского моря Русской платформы: от Прибалтики на западе до центральных районов Московской синеклизы на востоке и от северной окраины Русской платформы (Архангельская область и др.) до ее юго-западного погружения в области Волыно-Подоллии (включая Молдавию). Диапазон стратиграфического распространения этих остатков очень определенный: от основания надляминаритовых (ломоносовских) слоев до кровли синих глин (лонтовская свита Эстонии), т. е. в пределах балтийского яруса нижнего кембрия [Соколов, 1965]. Из более молодых по возрасту эофитоновых слоев (верхняя часть балтийской серии) не известно ни одной находки (так же как нет ни одной достоверной находки и в подстилающих балтийскую серию отложениях венда). В последних имеются лишь очень редкие отпечатки бесскелетных беспозвоночных (*Beltanelloides*, *Cyclomedusa*, *Vendia* и др.) и более обычно – пиритизированные следы длинных трубчатых образований, но безо всяких остатков какой-либо оболочки. Их трудно пока связывать с какими-либо сабеллидитидами, хотя такая связь не исключена.

Столь же широко установлены теперь остатки сабеллидитоидных трубок в самых молодых отложениях венда – низов нижнего кембрия Сибирской платформы. Это нижняя часть платоновской свиты Туруханского поднятия (находки

* Проблемы палеонтологии. М.: Наука, 1968. С. 73–79. (Международ. геол. конгр. XXIII сес. Докл. сов. геологов).

В.У. Петракова) и более древние отложения туруханского комплекса [Драгунов, 1958], нижняя часть сухарихинской и излучинская свиты Норильско-Игаркского района (находки В.И. Драгунова), мотская свита Иркутского амфитеатра (находки Г.Г. Лебедь и др.), немакит-далдынский горизонт Анабарского поднятия (находки В.В. Миссаржевского и др.). Только в последнем сравнительно часто встречаются мелкие трубки, близкие к *Sabellidites*, в основном же сибирские сабеллидитиды представлены несколькими видами другого рода *Paleolina* Sokolov, несомненно, более архаического, чем *Sabellidites* из отложений раннего кембрия западной части СССР.

Материал, о котором идет речь, накапливался в течение многих лет, но только сейчас удалось начать его всестороннее изучение. Успеху исследования в значительной степени способствовало применение химических методов растворения пород и извлечения остатков организмов, фиксируемых в глицерине. Материалы по кембрию Литвы изучаются также В.А. Коркутисом [1966], который рассматривал *Sabellidites cambriensis* Zan. как представителей типа Annelida, а по кембрию Украины – В.В. Кирияновым (1967), исследовавшим сабеллидитиды главным образом в биостратиграфическом отношении (ровенские слои).

Изучение нового разнообразного материала, очень часто превосходной сохранности, привело к выводу, что *Sabellidites* и близкие к нему раннекембрийские трубчатые организмы, обладающие органической оболочкой, в действительности очень далеки от седентарных полихет и ближе всего стоят к типу *Rogonophora*, сенсационное открытие представителей которого в глубинах современного океана теперь стало широко известным [Иванов, 1960, 1964]. Первое предварительное сообщение по поводу новых выводов о природе сабеллидитид было сделано мною в 1965 г. на Всесоюзном симпозиуме по палеонтологии докембрия и раннего кембрия в Новосибирске. Вскоре я имел возможность познакомиться со всеми палеонтологическими материалами знатока современных погонофор профессора А.В. Иванова (Ленинград), еще совсем недавно [Иванов, 1964] высказавшего предположение, что ископаемые остатки неопознанных погонофор, возможно, имеются в палеонтологических материалах среди “червей” и их трубок. Приятно отметить, что этот прогноз и мои выводы полностью подтвердились.

Факт открытия древних представителей *Rogonophora* настолько важен в палеонтологическом, историко-биологическом и палеогеографическом отношении, что более широкая информация о нем представляется нужной уже сейчас. В настоящее время имеются все основания считать, что ископаемые представители погонофор должны быть объединены в самостоятельный отряд, который по типовому роду уже был назван *Sabelliditida* [Соколов, 1965, 1967]. Вполне естественно, что диагноз отряда, как и подчиненных таксонов, формулируется только на основании изучения трубчатых оболочек или их более или менее ясных следов. Кратко он сводится к следующему: эластичные тонкие и очень длинные цилиндрические трубки со спадающимися стенками, довольно толстыми или очень тонкими, нередко с ясной волокнистой структурой, гладкие (особенно в конечных участках) или неправильно морщинистые (но без сегментации аннелидного типа и без фузеллярных элементов); у одной из групп построены по типу вложенных друг в друга воронок с правильными кольцевыми оторочками, лишённые всяких следов ветвления или колониальности; окраска меняется от обычно черной и темно-бурой до прозрачной желтой (чайного цвета) и, по-видимому, белой; вещество трубок органическое, с различной степенью хитинизации, при обжигании, как установил еще М.Э. Янишевский, сгорает.

В состав отряда *Sabelliditida* входит не менее двух семейств и несколько родов (иллюстрации см. [Соколов, 1967]).

Семейство Sabelliditidae Sokolov, 1965 (типовой род *Sabellidites* Yanichevsky, 1926). Трубки черного, бурого или светло-желтого цвета, относительно толстые или тонкие, всегда длинные, совершенно не сегментированные, но морщинистые или с одного конца (переднего) гладкие, свободно спадающиеся и обладающие высокой эластичностью. Поздний венд–ранний кембрий (балтийский ярус). Включает по крайней мере четыре рода: *Sabellidites* Yanichevsky, *Sokolovina* Kirjanov, *Parasabellidites* Sokolov, *Paleoline* Sokolov.

Род *Sabellidites* Yanichevsky, 1926 (типовой вид *S. cambriensis* Yanichevsky, 1926, балтийский ярус нижнего кембрия Русской платформы). Трубки черные плотные, снаружи неправильно морщинистые или гладкие, с внутренней стороны всегда гладкие. Известно несколько видов. Несмотря на многочисленные скопления, цельные экземпляры не обнаружены; фрагменты достигают 70–120 мм в длину, диаметр отдельных цилиндрических трубок по длине практически не меняется (0,5–2,0, реже до 3,0 мм).

Род *Sokolovina* Kirjanov, 1968 (типовой вид *S. costata* Kirjanov, 1967, ровенские слои балтийского яруса Вольно-Подольи). Отличается от *Sabellidites* резко выдающимися ребристыми морщинами наружной поверхности трубок.

Род *Parasabellidites* Sokolov, 1967 (типовой вид *P. yanichevskiyi* Sokolov, 1967, балтийский ярус нижнего кембрия Русской платформы). Трубки почти черные, с красновато-коричневым оттенком, отчетливо волокнистого строения, с тонкой неправильной поперечной морщинистостью. Этот род наиболее близок к современным погонофорам.

Род *Paleoline* Sokolov, 1965 (типовой вид *P. evenkiana* Sokolov, 1965, нижняя часть платоновской свиты, по-видимому, верхний венд; Туруханский район, Сибирская платформа). Трубки очень тонкие незначительного диаметра – от полупрозрачных до прозрачных, желтого цвета; поперечная морщинистость резкая, прерывающаяся, может отсутствовать. Известно несколько видов. Наиболее древние вендские представители характеризуются, по-видимому, нехитинизированной очень тонкой оболочкой; их отпечатки отчетливо наблюдаются на плоскостях наложения в сланцевых породах (например, сухарихинская и излучинская свиты Игарского района). Фрагменты достигают 120 мм в длину при поперечнике обычно не более 1,0–1,2 мм.

Семейство Saarinidae Sokolov, 1965 (типовой род *Saarina* Sokolov, 1965). Трубки прозрачные или светло-желтые, очень тонкие, построены по типу вложенных друг в друга воронок с более или менее четкой оторочкой, что придает им ясную членистость; во многих случаях хитинизация не наблюдается. Венд, главным образом ранний кембрий (балтийский ярус). Включает пока два рода: *Saarina* Sokolov, *Calyptrina* Sokolov.

Род *Saarina* Sokolov, 1965 (типовой вид *S. tenera* Sokolov, 1965, нижняя часть балтийского яруса Русской платформы). Трубки, по-видимому, не хитинизированы, известны по хорошо сохранившимся оболочкам благодаря тонкой пленочной пиритизации; правильная оторочка воронковидных выступов хорошо выражена. Известно несколько видов; диаметр наиболее крупных экземпляров достигает 4–7 мм.

Род *Calyptrina* Sokolov, 1965 (типовой вид *C. partita* Sokolov, 1965, немакитдалдынский горизонт, по-видимому, верхний венд, бассейн р. Котуй на северо-западе Анабарского поднятия). Трубки светло-желтого цвета с узкими воронковидными краями сегментов, но без резких как у *Saarina* оторочек.

Даже эта очень краткая характеристика сабеллидитид, их семейств и некоторых родов резко отличает их от седентарных полихет. Наиболее близкие из последних (и то лишь к роду *Sabellidites*), как, например, трубки *Sabellides* и других амфаретид, отличаются совершенно иными пропорциями и величиной [Ушаков,

1955], более заметным коническим сужением, развитием по пергаментообразной хитинизированной оболочке муфты из илистых или песчаных частиц, нередко проявлением типичной кольчатости; а многие сабеллидитиды (например, *Bispira*), кроме того, образуют характерные крупные колониальные сростки, совершенно отсутствующие у кембрийских сабеллидитид.

В то же время с погонофорами сабеллидитиды сближают хитиноидный облик оболочек, их цвет – от черного до прозрачного желтого и, по-видимому, белого, отсутствие аниелидной кольчатости, ветвления, цилиндрическая форма, однотипность перехода от морщинистых участков трубки к гладким (по всей вероятности, к переднему краю, как у *Siboglinum*), развитие у одной из групп своеобразной членистости с воронковидными оторочками (как у *Polybrachia* или *Lamellisabella*), несвойственная седентарным полихетам длина трубок и резко отличные от полихет пропорции: даже во фрагментах отношение диаметра к длине трубок достигает 1:100 и при этом не наблюдается никаких признаков сужения трубок.

Членистые трубки типа *Saarina* можно было бы сравнить с трубками *Pterobranchia*, обнаруженными теперь уже в ордовике [Kozlowski, 1961], но последние имеют совершенно иную структуру с фузеллярными элементами и принадлежат колониальным организмам, тогда как все сабеллидитиды, безусловно, одиночные. Нет оснований связывать сабеллидитиды и с *Hyolithellida* [Сысоев, 1957, 1962, 1965] или с *Hyolithelminthes* [Fisher, 1962; Розанов, Миссаржевский, 1966], хотя В. Поульсен [Poulsen, 1963], занявшийся сравнительным изучением раковин *Hyolithellus micans* Bill. из нижнего кембрия Борнхольма и трубок современных погонофор рода *Galathealinum*, вероятно, был первым из палеонтологов, кто обратился непосредственно к поискам ископаемых погонофор и сделал вывод о принадлежности *Hyolithellida* (part.) к типу *Rogonophora*.

Заключение В. Поульсена о природе хиолителлид оспаривается сейчас Э. Оманом и А. Мартинсоном [Ahman, Martinsson, 1965] и не получило пока поддержки у советских специалистов, занимающихся изучением разнообразных материалов по хиолителлидам из нижнего кембрия Сибири. В то же время и эти исследователи расходятся между собою в вопросе о происхождении хиолителлид. Одно сейчас представляется достаточно определенным: седентарные хиолителлиды стоят, вероятно, дальше от погонофор, чем сабеллидитиды, и они отличаются от тех и от других как по морфологии раковины – более короткой, отчетливо конической, значительно менее эластичной и снабженной билатерально симметричной крышечкой, так и по составу раковины – фосфатной и слоистой (слои идут параллельно стенке). Допущение В. Поульсена, что фосфатность раковины *Hyolithellus* является вторичной, так же как и полученные им сходные результаты химического анализа трубок *Hyolithellus* и *Galathealinum* (концентрации кальция, никеля, цинка), и данные рентгеноסקопии не снимают первостепенного значения морфологических различий.

Таким образом, сабеллидитиды – первые наиболее достоверные представители древнейших погонофор и первое неоспоримое свидетельство огромной длительности палеонтологической истории типа *Rogonophora*. Однако поразительным является не столько факт их неожиданного открытия, сколько то, что до сих пор не были известны или не распознавались ископаемые остатки этого весьма архаического типа беспозвоночных.

Хорошо известные данные о морфологии и распространении *Hemichordata* уже в раннем палеозое (с кембрия – стереостолонатные граптолиты, а с ордовика – птеробранхии) позволили Р. Козловскому [Kozlowski, 1966] сделать вывод, что гемихлодаты должны были начать свое развитие в раннем кембрии. Уже давно известны древнейшие архаические иглокожие, даже если не принимать во внима-

ние эдиакарский *Tribrachidium* [Glaessner, Wade, 1966]. Как представитель среднекембрийских аппендикулярий была интерпретирована *Oesia disjuncta* Walcott [Tarlo, 1960]. Следовательно, имелись и имеются важные факты чрезвычайно ранней дивергенции всех вторичноротых, не было лишь прямых доказательств существования на заре фанерозоя погонофор. Сабеллидитиды венда и особенно раннего кембрия заполняют этот очень существенный пробел в эволюции и филогении Deuterostomia.

Посткембрийских палеонтологических данных о погонофорах пока ничтожно мало. В последнее время было опубликовано сообщение профессора Р. Козловского [1967] о находке трубок погонофор (роды *Ivanovites* и *Sokolovites*) в ордовикских породах эрратического происхождения в Польше, и мною получены фрагменты типичных сабеллидитоидных трубок из силура Таймыра (материал А.М. Обута). Некоторое подозрение вызывают немногие хитиноидные трубки, описываемые среди остатков древних “червей”; наиболее полный обзор последних дает Б. Хоуэлл [Howell, 1962]. Наконец, есть указания на скопления следов очень длинных тонких трубок в конкрециях нижнего плиоцена Антверпенского бассейна в Бельгии; эти трубчатые образования отнесены к погонофорам – род *Tasselina* de Heinzelin, 1965. Предположительно к погонофорам отнесен и новый род *Adekunbiella* из олигоцена Орегона [Adegoke, 1967].

По всей вероятности, нас не должно удивлять то обстоятельство, что наиболее яркое проявление древних погонофор оказалось приуроченным к рубежу докембрия и кембрия. Во всех известных случаях остатки этих организмов (иногда массовые скопления) приурочены к мелководному и спокойно-водному шельфу, который уже к началу трилобитовой экспансии (в пределах того же раннего кембрия) стал ареной интенсивного заселения и напряженной экологической конкуренции. Вполне вероятно, что в ходе этого процесса легко уязвимые сабеллидитиды оказались оттесненными в более глубоководные зоны Мирового океана, и очень медленно эволюционируя, дали таких потомков, как современные погонофоры. Примеров длительного переживания близких потомков обитателей палеозойских шельфов в глубоководных океанических впадинах при вполне естественном пониженном темпе их эволюции в этих условиях сейчас известно достаточно много, и Л.А. Зенкевич [1966] совершенно правильно усматривает в этом одно из доказательств огромной древности Мирового океана. Открытие мало изменившихся за 600 млн лет венд-кембрийских погонофор – важнейшее новое подтверждение сделанных выводов.

ЛИТЕРАТУРА

- Геккер Р.Ф., Ушаков П.В. Vermes. Черви // Основы палеонтологии. М., 1962.
- Драгунов В.И. Находка *Sabellidites* в синийских отложениях западного обрамления Тунгусской синеклизы // Докл. АН СССР. 1958. Т. 122, № 4. С. 685–686.
- Зенкевич Л.А. О древности океана и о значении в решении этого вопроса истории морской фауны // Океанология. 1966. Т. 6, вып. 2. С. 195–207.
- Иванов А.В. Погонофоры // Фауна СССР. Нов. сер. № 75. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 1–271.
- Иванов А.В. Тип Pogonophora. Погонофоры // Основы палеонтологии. Т. 10. М.: Недра, 1964. С. 361–367.
- Коркутис В.А. Трубчатые черви нижнего кембрия Южной Прибалтики // Палеонтология и стратиграфия Прибалтики и Белоруссии. Сб. I (VI). Вильнюс, 1966. С. 7–29.
- Крандиевский В.С., Ищенко Т.А., Кирьянов В.В. Палеонтология и стратиграфия нижнего палеозоя Вольно-Подольи. Киев: Наук. думка, 1968. 125 с.
- Розанов А.Ю., Миссаржевский В.В. Биостратиграфия и фауна нижних горизонтов кембрия. М.: Наука, 1966. 126 с.
- Соколов Б.С. Древнейшие отложения раннего кембрия и сабеллидитиды // Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 25–30 окт. 1965 г.: Тез. докл. Новосибирск, 1965. С. 78–91.

- Соколов Б.С. Древнейшие погонофоры // Докл. АН СССР. 1967. Т. 177, № 1. С. 201–204.
- Сысоев В.А. К морфологии, систематическому положению и систематике хиолитов // Докл. АН СССР. 1957. Т. 116, № 2. С. 304–307.
- Сысоев В.А. Хиолиты кембрия северного склона Алданского щита. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 65 с.
- Сысоев В.А. Основные черты эволюции хиолитов // Палеонтология и стратиграфия палеозойских и триасовых отложений Якутии. М.: Изд-во АН СССР, 1965. С. 5–20.
- Ушаков П.В. Многощетинковые черви Дальневосточных морей СССР (*Polychaeta*) // Определители по фауне СССР. № 56. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955.
- Янишевский М.Э. Об остатках трубчатых червей из кембрийской синей глины // Ежегод. Рус. палеонтол. о-ва. 1926. IV (1922–1924).
- Янишевский М.Э. Класс Annelida // Атлас руководящих форм ископаемых фаун СССР. Т. 1: Кембрий / Под ред. А.Г. Вологодина. М.; Л., 1940. С. 103.
- Adegoke O.S. A probable pogonophoran from the early Oligocene of Oregon // J. Paleontol. 1967. Vol. 41, N 5. P. 1090–1094.
- Ahman E., Martinsson A. Fossiliferous Lower Cambrian at Äspelund on the Skäggenäs peninsula // Geol. Fören. Stockhol. Förhandl., 1965. Vol. 87. Pt. 1. P. 139–151.
- Fisher D.W. Small Conoidal Shells of uncertain affinities // Treatise on Invertebrate Paleontology / Ed. R.C. Moore. Pt. W. Miscellanea. 1962.
- Glaessner M.F., Wade M. The late Precambrian fossils from Ediacara South Australia // Paleontology. 1966. Vol. 9. Pt. 4. P. 599–628.
- Heinzelin J. de. Pogonophores fossiles? // Bull. Soc. Belge géol., paléontol. et hydrol., 1964 (1965). Vol. 73, N 3. P. 501–510.
- Howell B.F. Worms // Treatise on Invertebrate Paleontology / Ed. R.C. Moore. Part W. Worms, 1962.
- Ivanov A.V. Pogonophora. London: Academic Press. 1963.
- Kozłowski R. Découverte d'un Rhabdopleuroïdé (Pterobranchia) ordovicien // Acta Palaeontol. Polonica. 1961. Vol. 6, N 1. S. 3–15.
- Kozłowski R. On the structure and relationships of graptolites // J. Paleontol. 1966. Vol. 40, N 3. P. 489–501.
- Kozłowski R. Sur certains fossiles ordoviциens a test organique // Acta Palaeontol. Polonica. 1967. Vol. 12, N 2. S. 99–131.
- Poulsen V. Notes on *Hyolithellus* Billings, 1871. Class Pogonophora Johansson, 1937 // Biologiske Medd. Dan. Vid. Selsk. 1963. Vol. 23, N 12.
- Tarlo L.B. The Invertebrate Origins of the Vertebrate // Rep. XXI Ses. Intern. Geol. Congr. Pt. 22. Copenhagen, 1960. P. 113–123.

О ЗНАЧЕНИИ ДРЕВНЕЙШИХ МИКРОФОССИЛИЙ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРИРОДЫ*

Остатки органического мира, о которых пойдет речь, известны уже более 100 лет, но только в последние 20–25 лет, благодаря главным образом работам советских ученых и несколько позднее – американских, они приобрели широкую известность, определенное значение в стратиграфии и вызвали к себе огромный историко-биологический интерес [Опарин, 1968; Glaessner, 1962; Cloud, 1968; Termier G., Termier H., 1968; Calvin, 1969; Urbanek, 1970; Barghoorn, 1971; и др.].

История изучения древнейших микрофоссилий с органической оболочкой в СССР фактически начинается с пионерных исследований С.Н. Наумовой [1951, 1960] и Б.В. Тимофеева [1952, 1955]. Мы не можем сказать, что этот более чем двадцатилетний путь был триумфальным, правильнее всего его назвать просто трудным, как и всякое новое поисковое направление в науке: здесь было немало ошибок и заблуждений относительно природы микрофоссилий, неверных стратиграфических трактовок и обычных “эмоциональных перегрузок”, связанных с преувеличенной оценкой еще слабо разработанного нового метода.

Сенсацией стал доклад академика Н.С. Шатского [1948] Общему собранию АН СССР в 1947 г. об открытии С.Н. Наумовой [1946] спор наземных *Pteridophyta* с трехрадиальной щелью разверзания в “синих глинах” (включая и так называемые ламинаритовые глины, т. е. верхний венд в современном понимании) Прибалтики, а позднее – и в рифейских толщах Урала [Наумова, 1951]. Аналогичное представление о подобных микрофоссилиях высказано уже более десяти лет до этого [Reissinger, 1939], но оно приобрело широчайшее распространение лишь после упомянутой академической сессии, когда соответствующие исследования были поставлены во многих геологических учреждениях Ленинграда, Москвы, Иркутска, Киева и других городов. Однако многое в этом новом вопросе было на первых порах заблуждением. Если палеофитологи теперь отлично знают, что открыты были не споры наземных растений, а преимущественно остатки древнего микрофитопланктона, то очень жаль, что широким кругам геологов и негеологов СССР так и не было разъяснено столь же популярно истинное положение вещей. До сих пор в литературе появляются ссылки на давно устаревшие сообщения об открытии советскими учеными наземной флоры высших растений докембрийского возраста.

Нет смысла анализировать здесь сложную историю этого запутанного вопроса, к тому же специалистам она хорошо известна, особенно после интересных критических исследований последних лет [Волкова, 1964, 1965; Тимофеев, 1963, 1966; и др.] и Первого Всесоюзного симпозиума по палеонтологии докембрия и

*Микрофоссилии СССР. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние. 1974. С. 5–11.

Из вступительного слова на Всесоюзном коллоквиуме по микрофитофоссилиям протерозоя и раннего палеозоя. Ленинград, Институт геологии и геохронологии докембрия АН СССР, 12–16 апреля 1971 г.

раннего кембрия (Новосибирск, 1965). Более важно сейчас ясно представить современное состояние научного изучения древних микрофоссилий, добиться максимального понимания исследователями друг друга, отбросить все устаревшие биологические и биостратиграфические представления, с какими бы авторитетами они не связывались.

Что же можно теперь считать бесспорным и положительным из многолетнего опыта деятельности советских и зарубежных акритархологов, занимающихся микрофоссилиями докембрия и раннего палеозоя? Можно назвать по крайней мере следующее.

1. В существенной степени выяснена природа многих микрофоссилий: это главным образом разнообразный микрофитопланктон, который отнюдь не безразличен, как часто принято думать, в отношении палинологических комплексов наземной и амфибиальной растительности, к среде захоронения, а прямо зависит от фациальной обстановки среды жизни [Ивановская, Тимофеев, 1971]. Признание этого факта заставляет серьезно пересмотреть тот оптимизм, с которым многие стратиграфы подходят к решению вопросов отдаленной корреляции по комплексам древних микрофоссилий, явно преувеличивая эоловый фактор разноса; но вместе с тем микрофитопланктон не теряет при этом ни одного биостратиграфического качества, свойственного живым организмам водной среды.

В систематическом отношении древние микрофоссилии принадлежат к одноклеточным водорослям (синезеленым, включая превосходно сохранившиеся нитчатые формы, зеленым, возможно, пиррофикофитам и другим типам), грибам (фикомицетам), бактериям. Достаточно определено именно о такой систематической трактовке микроорганизмов, скрывааемых под названиями “микрофоссилии”, “акритархи”, “сфероморфиды” и другие, свидетельствуют недавние работы ряда исследователей [Schopf, Blacic, 1971; Timofeev, 1970; и др.].

2. Установлено отсутствие в древних отложениях (есть основание считать – до среднего ордовика) спор высших наземных растений с тетрадным рубцом, что хорошо согласуется с современными представлениями о геохимической истории древней атмосферы Земли [Cloud, Gibor, 1970]. Ее свободный кислород, несомненно, является продуктом жизнедеятельности прежде всего древнего фитопланктона Мирового океана; только таким путем мог начать формироваться озоновый щит Земли, обеспечивающий выход на сушу как высших растений, так и животных. Достижение десятой доли современного уровня кислорода в атмосфере могло стать критической точкой.

3. Полностью рассеян очень устойчивый и даже воинствующий скептицизм относительно возможности обнаружения растительных микрофоссилий в древнейших отложениях Земли (особенно подвергшихся эпигенетическим изменениям). После открытий, сделанных в Южной Африке в различных подразделениях “системы” Свазиленд [Schopf, Barghorn, 1967; Brooks, Shaw, 1970], стало возможным утверждать, что породы, имеющие древнейшие изотопные датировки (3,1; 3,4; 3,7 млрд лет), уже содержат микрофоссилии с органической оболочкой, заключающей такой бесспорный растительный индикатор, как спорополлени. Этот факт приобретает исключительное значение для решения проблемы происхождения (или появления) жизни на Земле – практически почти одновременно с формированием коры! Находки растительных микрофоссилий более молодого докембрийского возраста теперь широко известны по многочисленным работам, касающимся уже всех континентов.

4. Доказано стратиграфическое значение растительных микрофоссилий, в чем особенно велики заслуги советских исследователей в последние годы. Оно совершенно бесспорно для кембрия, венда и большей части рифея, и есть все осно-

вания считать, что диапазон стратиграфической ценности древних микрофоссилий будет существенно расширен. Я полагаю, что постепенно микрофоссилии с органической оболочкой, как целостные в биологическом смысле группы организмов, займут ведущее место в биостратиграфии всего докембрия, отодвинув на второй план, даже в позднем докембрии, обе группы фитолитов сложного происхождения (строматолиты и микрофитолиты). Последние, будучи лишь продуктами жизнедеятельности тех же синезеленых водорослей и бактерий, способных внеклеточно фиксировать карбонатные структуры микробиогермного характера, очень трудны для диагностики и применения обычных таксономических процедур палеоботаники. Разнообразие в последовательности сменяющихся фитолитических образований докембрия бесспорно, но вряд ли стратиграфический эффект этого явления (пока довольно грубый) окажется более значительным, чем экологический.

5. Разработаны современная химическая методика извлечения растительных микрофоссилий из горных пород различного состава, методика их палеонтологического изучения в различных условиях и методы их изображения, включая использование электронной сканирующей микроскопии, вероятно, бесполезной для фитолитов.

Однако остаются еще вопросы, требующие разрешения и напряженного, терпеливого и целеустремленного труда в изучении древних микрофоссилий. Приведем главнейшие из них.

1. Дальнейшее выяснение природы всех групп древних микрофоссилий, основанное на более глубоких, чем современные, и точных значениях, включая палеобioхимические исследования и исследования с использованием растровых электронных микроскопов. Необходимо таксономическое разграничивание микрофоссилий с учетом условности современного обозначения "растительные микрофоссилии" (здесь определено заключаются представители нескольких неанимальных царств и типов). Со всех точек зрения чрезвычайно существенно точное определение времени становления эукариот (по-видимому, это произошло около начала рифея), что имело фундаментальное значение для дальнейшей эволюции органического мира Земли. По этой причине, например, исключительно важно открытие таких родов, как *Nucellospheeridium* Tim., 1963; *Caryosphaeroides* Schopf, 1968; *Glenobotrydion* Schopf, 1968; *Fibularix* Pflug, 1965, и ряда других с проявлениями кариокинеза.

Эти исследования постепенно должны привести к устранению названия *Acritarcha* как вынужденного и условного сборного понятия, не имеющего ценности в системе органического мира. Кажется, что особого внимания заслуживает группа древних и постпалеозойских "гистрихосферид", нуждающаяся в ревизии в первую очередь.

2. Выработка или принятие единой (общепринятой) морфологической классификации древних микрофоссилий с учетом во всех таксономических операциях принципов и правил Международного кодекса ботанической номенклатуры [1956, 1959]. Параллельное существование нескольких классификаций (С.Н. Наумовой, Б.В. Тимофеева, А. Эйзенака, Ч. Дауни и др.) исключает возможность получения сравнимых результатов изучения микрофоссилий и значительно обесценивает как исследуемый (часто уникальный) материал, так и научные и практические выводы, вытекающие из его рассмотрения. Должна быть немедленно начата терпеливая работа в этом направлении и в конечном счете принято общее решение, обеспечивающее полное взаимопонимание специалистов в СССР и за его пределами по вопросам процедур, таксономии и номенклатуры. Такое решение совершенно не исключает поисков лучших классификаций в будущем, но оно может

скорее всего привести к той полезной стабилизации, в которой так нуждается практика стратиграфической корреляции и вообще научный язык.

3. Полная ревизия родового и видового состава микрофоссилий на основе сравнительного изучения родовых и видовых типов (их выделение совершенно обязательно) и исследования “внутривидовой” изменчивости “акритарх”, стадий жизненного цикла и других явлений в жизни фитопланктонных протистов. Должны быть составлены исчерпывающие списки синонимов и выведены из употребления все невалидные названия (сейчас они составляют большинство в употребляемой номенклатуре). Очень важно воспользоваться при этой абсолютно необходимой ревизии опытом палинологов и палеоботаников.

4. Строгое установление типовых комплексов видов фитопланктона для всех основных стратиграфических подразделений докембрия (прежде всего верхнего, т. е. рифея и венда) и раннего палеозоя (доордовика) на основе изучения стратиграфического материала опорных разрезов различных регионов, хорошо обоснованных палеонтологически и радиологически. Уже с достаточной определенностью можно относить, например, преимущественное распространение или появление таких родов, как *Leiosphaeridia* (*Kildinella*) – к верхнему рифею, *Bavlinella* – к венду, а *Micrhystridium*, *Baltisphaeridium* и *Tasmanites* – к балтийской серии, обычно связываемой с кембрийской системой.

Но надо твердо помнить, что комплексы палеофитопланктона только тогда станут надежным инструментом стратиграфической корреляции, когда будут самым тщательным образом изучены из типовых разрезов, возраст и стратиграфическое положение подразделений которых заранее ясны и исчерпывающе обоснованы всеми другими данными. Сами по себе случайно выделенные комплексы фитопланктона докембрия и раннего палеозоя никакой существенной возрастной информации без выполнения этого предварительного условия не несут; стратиграфическую ценность им придает только строгая привязка к тому или иному исходному стратиграфическому стандарту. Без этого неперемennого положения никакая стратиграфическая практика не может повысить ценность комплексов любых микрофоссилий.

Не следует закрывать глаза на то, что многие наши работы по древним микрофоссилиям выполнены на низком научном уровне, с примитивно понимаемыми стратиграфическими целями. Поэтому необходимо выдвинуть сейчас задачу переизучения растительных микрофоссилий опорных стратиграфических разрезов рифея, венда и кембрия СССР, ясно отдавая себе отчет в том, что речь идет прежде всего о фитопланктоне, связанном с определенной средой обитания, требующем современного биологического подхода к изучению и использования современных методических и научно-технических средств.

5. Обеспечение стерильности комплекса микрофоссилий; установление строжайшего кодекса правил (инструкций), обеспечивающих эту стерильность. Далеко не всякий материал может быть использован, и надо твердо знать, какие обстоятельства могут влиять на “загрязнение” полученных результатов. Нам хорошо известны многие примеры роковых ошибок, необоснованно становившихся причиной дискредитации самого микропалеофитологического метода.

Традиционно и методически изучение древних микрофоссилий входит в сферу палинологии, но, скорее всего, акритархологические исследования затрагиваемого здесь направления должны рассматриваться в качестве раздела палеоальгологии или палеопланктонологии. Это вопрос не второстепенный, так как от него зависит научный подход к материалу соответствующей природы (преимущественно палеофитопланктону) и соответствующей среды жизни, т. е. весь стиль научного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

- Волкова Н.А.* Фитопланктон древнейших отложений Северо-Западного Подмосквья и его значение для стратиграфии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1964. № 4. С. 74–84.
- Волкова Н.А.* О природе и классификации микрофоссилий растительного происхождения из докембрия и нижнего палеозоя // Палеонтол. журнал. 1965. № 1. С. 13–25.
- Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия*, 25–30 окт., 1965 г.: Тез. докл. / Ред. Б.С. Соколов. Новосибирск, 1965. 115 с.
- Ивановская А.В., Тимофеев Б.В.* Зависимость между соленостью и фитопланктоном (на примере рифея Туруханского р-на) // Геология и геофизика. 1971. № 8. С. 114–118.
- Наумова С.Н.* Споры из кембрийских и силурийских отложений // Вестн. АН СССР. 1946. № 10.
- Наумова С.Н.* Споры нижнего кембрия // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1949. № 4. С. 49–56.
- Наумова С.Н.* Споры древних свит западного склона Южного Урала // Труды Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. Т. 1. 1951.
- Наумова С.Н.* Спорово-пыльцевые комплексы рифейских и нижнекембрийских отложений СССР // Междунар. геол. конгресс, XXI сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 8. М., 1960. С. 109–117.
- Опарин А.И.* Жизнь, ее природа, происхождение и развитие. М., 1968. 173 с.
- Тимофеев Б.В.* Древнепалеозойские отложения в Молдавии // Докл. АН СССР. 1952. Т. 86, № 6. С. 1207–1209.
- Тимофеев Б.В.* Находки спор в кембрийских и докембрийских отложениях Восточной Сибири // Докл. АН СССР. 1955. Т. 105, № 3. С. 547–550.
- Тимофеев Б.В.* Микрорифеологическое исследование додевонских отложений: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. Л., 1963. 38 с.
- Тимофеев Б.В.* Микрорифеологическое исследование древних свит. М.; Л.: Наука, 1966. 148 с.
- Тимофеев Б.В.* Микрорифеологические протерозоя и раннего палеозоя // Вестн. АН СССР. 1971. № 9. С. 106–107.
- Шатский Н.С.* О нахождении спор наземных растений в древнейших кембрийских отложениях и значение этого открытия для геологии. (Общее собрание АН СССР 13–17 июля 1947 г.). М., 1948.
- Barghorn E.S.* The oldest fossils // Sci. Amer. 1971. Vol. 224, N 5.
- Brooks J., Shaw G.* Sporopollininen – ein Beweis für extraterrestrisches Leben // Umschau. 1970. Bd. 70, N 18.
- Calvin M.* Chemical Evolution. Oxford, 1969. (Рус. изд. М., 1971).
- Cloud P.E., Jr.* Pre-Metazoan evolution and the origins of the Metazoa // Evolution and environment. N. Haven–London: Yale Univ. Press. 1968.
- Cloud P.E., Jr., Gibor A.* The Oxigene cycle // Sci. Amer. 1970. Vol. 223, N 3.
- Glaessner M.F.* Pre-Cambrian fossils // Biol. Rev. 1962. Vol. 37.
- International Code of Botanical Nomenclature.* Utrecht, 1956. (Рус. пер.: Международный кодекс ботанической номенклатуры. М.; Л., 1959).
- Pflug H.D.* Organische Reste aus der Belt-Serie (Algonkium) von Nord-America // Paläont. Z. 1965. Bd. 39, N 1/2.
- Reissinger A.* Die Pollenanalyse auf alle Sedimentgesteine der Geologischen Vergangenheit // Palaeontograph. 1939. Bd. 84, Abt. B, L. 1–2.
- Schopf J.W.* Microflora of the Bitter Springs Formation Late Precambrian, Central Australia // J. Paleontol. 1968. Vol. 42, N 3.
- Schopf J.W., Barghorn E.S.* Alga-like fossils from the Early Precambrian of South Africa // Science. 1967. Vol. 156, N 508.
- Schopf J.W., Blacic J.M.* New microorganisms from the Bitter Springs Formation (Late Precambrian) of the north-central Amadeus Basin, Australia // J. Paleontol. 1971. Vol. 45, N 6.
- Termier H., Termier G.* Evolution et biocinèse. Paris, 1968.
- Timofeev B.V.* Une découverte de Phycomycetes dans le Précambrien // Rev. Palaeobotan. Palynol. 1970. T. 10.
- Urbanek A.* Życie prekambru – problemy powstania i wczesnych etapów życia na ziemi // Postępy nauk geologicznych (1970). Warszawa, 1970. N 2.

ИХНОЛОГИЯ ДРЕВНЕЙШИХ МЕТАЗОА: НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ*

Одной из наиболее ярких черт современной палеонтологии является стремительное углубление ее методов в исследовании биологических и биохимических особенностей организмов геологического прошлого, методов, находящихся базу в достижениях современной генетики популяций, фенетики, новом понимании сложных путей эволюционного прогресса и задач таксономии, химической эволюции и в применении сканирующей электронной микроскопии. С другой стороны, для палеонтологии также важны развивающиеся методы эволюционной экологии, изучения экологических систем и взаимоотношений органического мира с эволюцией абиотических процессов, адаптаций популяций к меняющимся условиям среды, информацию о которых геология никогда в прошлом не могла доставить палеобиологии столь полно. В значительной мере это – сфера палеоэкологии. Последняя еще совсем недавно казалась какой-то специфической отраслью палеонтологии, требующей особых специалистов. В принципе это верно, но вряд ли уже можно сомневаться в том, что палеоэкология в палеонтологии, как и экология в современной биологии и в развитии эволюционной теории, становится общим методом, обязательным для каждого палеонтолога, какими бы вопросами он не занимался. Более того, она совершенно по-новому связывает историко-биологический и историко-геологический процессы, без понимания единства которых, по крайней мере на протяжении 3,5 млрд лет, мы не в состоянии понять ни историю формирования уникальной биосферы Земли, ни причины, обусловившие ее современную структуру, как и структуру подразделений подчиненных уровней организации.

Однако если палеоэкология в целом и тесно с ней связанные исследования по эволюции экологических систем (биогеоценология) прочно становятся все более универсальным методом палеонтологии как науки, пограничной между биологией и геологией, то есть как один весьма существенный раздел палеоэкологии, который продолжает сохранять известную обособленность, так как будучи экологическим по своему содержанию требует вместе с тем более конкретной таксономической типизации объектов своего исследования и номенклатурных стандартов, более свойственных описательной палеонтологии. Я имею в виду палеоихнологию или просто ихнологию [Winkler, 1886], поскольку актуалистическая ихнология (актуоихнология) так и не смогла выделиться в неонтологии в какое-либо свое направление, оказавшись решительно оттесненной в биологии на самый задний

*Геология и геофизика. 1974. № 5. С. 37–48.

Доклад на расширенном заседании Комиссии по ископаемым следам жизнедеятельности и советской части Международной ихнологической группы МПА (Киев, АН УССР, 11 октября 1973 г.).

план. Я не думаю, что это следствие какого-либо сознательного пренебрежения биологов, но последние определенно видят в расшифровке следов жизнедеятельности современных организмов нечто более близкое седиментологам, чем им самим.

Поэтому не должно быть удивительным и неожиданным, что палеонтологи уже не в первый раз становятся инициаторами и более активными исследователями некоторых объектов из современной живой природы, что вновь и вновь свидетельствует о неразрывной связи между палеонтологией и неонтологией. Так произошло с изучением пыльцы и спор современных растений, что необычайно форсировало развитие палинологии и создание важнейшей, особенно в практическом отношении, отрасли палеонтологии – палеопалинологии; так формируется экология древних микроорганизмов; так из биохимии рождается молекулярная палеонтология, исходящая прежде всего из изучения химизма современных организмов.

Необходимость интерпретации следов жизнедеятельности древних организмов заставила и здесь именно палеонтологов обратиться к изучению следов механической и физиологической деятельности современных беспозвоночных, позвоночных, растений, грибов, различных редуцентов и просто фагов в различных жизненных средах. Именно по этой причине многие наблюдения современных биологов, экологов, географов, океанологов вызывают очень часто больший интерес у палеонтологов, чем у их коллег, естественно предпочитающих исследовать сами живые организмы и их действующие физиологические и экологические механизмы. Может быть, по этой причине известный “Атлас фотографий дна Тихого океана” Н.Л. Зенкевича [1970] и другие аналогичные издания палеонтологи воспринимают с более захватывающим интересом и одновременно разочарованием, так как обычно явно недостаточными оказываются расшифровка связи следов жизни с конкретными организмами и объяснение биологической природы этих следов.

Подобным образом связи и управление в самих живых системах, на всех уровнях организации все более становятся предметом пристального внимания далеко не одних биологов и биохимиков и даже не всегда последние бывают пионерами постановки таких исследований.

Интерес к палеоихнологии и число публикаций в этой области растут чрезвычайно быстро. Если до 30-х годов следами жизни интересовались лишь очень немногие палеонтологи (у нас Н.И. Андрусов, В.В. Богачев, Н.Н. Яковлев и др.; во Франции – Т. Винклер; в Германии – О. Абель, В. Дэке, Р. Рихтер; в США – Дж. Джемс, Дж. Кларк и немногие другие), то сейчас библиография по палеоихнологии насчитывает многие сотни названий [Вялов, 1966; Геккер, 1964, 1966; Марковский, 1966; Crimes, Harper, 1970; Glaessner, 1969; Häntzschel, 1962; Lessertisseur, 1955; Müller, 1962; Seilacher, 1953, 1956; Wilckens, 1947; Winkler, 1886]. В СССР особенно много сделали Р.Ф. Геккер (1927–1968), О.С. Вялов (1952–1972), Б.П. Марковский (1966), а из зарубежных исследователей – Л. Зейлахер (начиная с 1951 г.), Ж. Лессертиссер (1955), А. Мюллер (1951–1962) и В. Хенцшель (1935–1965), давшие превосходные сводки по следам жизни и жизнедеятельности древних организмов. В 1970 г. в Англии была созвана специальная международная конференция по следам ископаемых, труды которой [Crimes, Harper, 1970] представляют выдающийся интерес для всех палеонтологов. Стали регулярными встречи советских исследователей, интересующихся палеоихнологией, а в 1972 г. на генеральной ассамблее Международной палеонтологической ассоциации в Канаде по инициативе О.С. Вялова (СССР) и Дж. Хауэрда (США) была создана и первая международная организация палеоихнологов.

Однако все это не означает, что предмет палеоихнология стал полностью ясен, создана безупречная система представлений в этом разделе палеонтологической науки и определены все ее задачи. Скорее наоборот: отдавшие, вслед за Ж. Кювье, Ж.-Б. Ламарком, Ч. Дарвином и В.О. Ковалевским, столько изоощренного внимания организмам прошлого большинство из нас только сейчас начинает понимать, как много оставалось вне поля зрения палеонтологов, как мало еще мы почерпнули из тех многообразных следов, которые оставил органический мир во всей биосфере минувших геологических эпох. Нет сомнения, что давно устаревшее дарвиновское представление о неполноте геологической (палеонтологической) летописи, которое Алан Шоу [Shaw, 1964] так язвительно назвал “профессиональным комплексом неполноценности” палеонтологов, не имеет прежних прав на существование. Эта научная концепция привлекается всякий раз натуралистами и особенно людьми, стоящими около изучения природы, когда они хотят подчеркнуть несовершенство палеонтологического метода в познании истории органического мира Земли. Наша профессиональная аргументация в борьбе с этим архаизмом имеет все основания стать неизмеримо более мощной, чем сейчас, и в первую очередь в освещении наиболее древнего докембрийского и раннефанерозойского этапов органической эволюции. Здесь особенно широки и привлекательны возможности, открываемые палеоихнологией, палеоальгологией, экологической геохимией.

Но что же следует называть следами жизни и жизнедеятельности древних организмов, ископаемых; что такое *trace fossils* или *ichnofossils* англичан и *Lebensspuren* – немцев? Строго говоря, любой остаток или след функционирования ископаемых организмов (или ископаемых остатков организмов, как любят подчеркивать пуристы) – есть след жизни: и раковина, и ее отпечаток или слепок, и проблематический фрагмент скелета, и след движения или покоя, и фоссилизированные следы физиологических функций, стадий онтогенеза, и даже продукты любой биогеохимической деятельности. Очевидно, что в палеоихнологии это понятие должно быть достаточно строго ограничено во избежание экспансии представлений о принадлежности объекта исследования или свойств этого объекта к предмету занятий той или иной науки (или ее раздела) о жизни в геологическом прошлом. Бесспорно, что весь этот материал принадлежит палеонтологии и палеоэкологии, но что же конкретно остается на долю палеоихнологии?

Я не принадлежу к максималистам и не склонен трактовать палеоихнологию слишком широко, до стирания ее границ с самой палеоэкологией или тафономией, палеобиологической систематикой или каким-либо из вариантов палеофизиологии. Мне более близки взгляды А. Зейлахера [Seilacher, 1953], стоящего в изучении следов жизнедеятельности организмов прошлого на строго экологических позициях и исключающего из сферы объектов палеоихнологии те, на которые с большим правом может претендовать сама палеонтология или какие-либо специализированные ее разделы. Вместе с тем было бы вероятно ошибочным ограничить палеоихнологические объекты только механическими следами и не видеть в части физиологических следов (например, копролиты) также объекты, более присущие палеоихнологии, чем морфологической палеонтологии. В этом отношении некоторые из представлений О.С. Вялова [1966] должны быть приняты, тем более, что фекальные образования, физиологические по своей природе, нередко прямо связаны со следами движения.

Таким образом, объекты исследования собственно палеоихнологии – это *механические следы* движения, ползания, бега, покоя, зарывания, проедания, сверления, норобразования и других активных или пассивных действий организмов,

связанные с питанием (в том числе и пастбищным), образованием убежищ, отдыхом, иногда борьбой, гибелью, таксофобией и другими формами поведения, сохранившиеся в пределах ихнотопа. Таковым для эпифауны может быть поверхность рыхлого, в различной степени уплотненного или просто твердого грунта (сессильный бентос, литофаги, различные сверлильщики), а для эндобиоса или инфауны – приповерхностный слой ила, сохраняющий питательный материал и пригодный для внедрения, – обычно это несколько сантиметров и, по-видимому, не более 60 см. Другими объектами палеоихнологии, непосредственно связанными с перечисленными, являются различные формы отпечатков этих следов, слепков ходов, при их вторичном заполнении, вообще биоглиптоморфозы, особенно хорошо сохраняющиеся, как давно показал Р.Ф. Геккер [1957; и др.], на нижней поверхности пластов, поскольку осадок перекрывающего пласта всегда играет роль скульптурного материала, заменяющего в природе латекс, используемый в практической палеонтологии. В изучении следов одинаково важны как отпечатки, так и противоотпечатки. Наконец, третью категорию следов, уже физиологической природы, составляют главным образом различные фекальные образования, широко известные под названием копролитов.

Ни один из типов этих следов не содержит самих остатков древних организмов – ни их скелетных защитных образований (включая и органические оболочки), ни опорных конструкций, ни каких-либо фоссилизированных остатков мягких тканей, но все они дают основание судить о биогенном происхождении этих следов, в ряде случаев реконструировать морфологию организма или его отдельных элементов, судить о его таксономической принадлежности (хотя биогенные проблематики всегда останутся) и делать выводы об образе жизни этих организмов. Трудно переоценить значение всей этой информации для палеонтологии и палеоэкологии. Я бы даже сказал, что успехи морфологической палеонтологии и палеобиогеоэценологического анализа немыслимы без глубоких палеоихнологических исследований, так как очень часто только они позволяют реконструировать морфологию мягкотелых организмов или нефоссилирующиеся элементы строения ископаемых и только они наиболее полно раскрывают важнейшую и конкретную картину трофических явлений в биоценозах прошлого. Нельзя забывать, что многие типы горных пород (от шельфовых до глубоководных) – это если и не биолиты в прямом смысле, то, во всяком случае, практически полностью переработанный организмами первичный продукт седиментогенеза. И даже геохимиколитоги не могут упускать из виду это важнейшее обстоятельство в становлении осадочных пород: так называемые литофации во многих случаях – чистейший продукт биофаций.

К спорным и бесспорно не палеоихнологическим объектам исследования я бы отнес следующие:

1. Отпечатки, слепки и ядра скелетных структур (раковин прежде всего) беспозвоночных; эти литоморфографические отражения скелета – прямой объект морфологической палеонтологии, и палеонтологи обычно сами искусственно прибегают к аналогичному способу получения таких объектов исследования. Здесь почти всегда существует возможность в соответствующей фации, не затронутой глубоко эпигенетическими процессами, обнаружить сами остатки скелетных образований. Однако этого может и не случиться, и в руках палеонтолога будет только след раковины, требующий изучения.

2. Фоссилизированные мягкие ткани животных или растительных организмов. В первом случае они довольно редки (например, известны у артропод, аннелид, головоногих и др.), во вторых – часты в случаях фоссилизации древесины и

также редки, например, у сифоновых водорослей с известковым чехлом, где может происходить железистая минерализация самих слоевищ [Гниловская, 1972] или быстрое кремнистое замещение всей скелетной структуры (например, у *Vermiporella*, *Aphroporella* и др.). Во всех случаях это объекты исследований палеозоологии, палеофитологии, палеоальгологии.

3. Стадии индивидуального развития организмов, в том числе эмбриогенеза: личинки, продукты линьки, яйцевые кладки аннелид, гастропод и т. д., цисты, нередко скрывающиеся под названием хитинозоа (кстати, в последнее время доказано отсутствие хитина у настоящих хитинозоа [Voss-Foucart, Jeuniaux, 1972]), изолированные эмбриональные камеры беспозвоночных, эмбриональные капсулы (например, эласмобранхий), яйца различных тетрапод и т. д. Эти образования должны быть объектом исследования скорее самой палеонтологии, так как, несмотря на нередкую свою проблематичность, они являются не следами жизнедеятельности в ихнологическом смысле, а остатком самих организмов, стадий их развития.

4. Различные типы симбиоза – паразитизма, мутуализма, комменсализма, распространенные в прошлом столь же широко, как и в настоящее время, и нередко имеющие фундаментальное значение для нормальной жизнедеятельности организмов, как, например, сожительство представителей Anthozoa и других классов с зооксантеллами и многие другие. Сюда относятся и такие своеобразные сожительства аннелид и книдарий и последних друг с другом, как известные в палеонтологии под названиями *Pleurodyctium problematicum*, *Parafavosites*, *Counopora*, *Trachypora* и др. [Соколов, 1948], когда, в сущности, формируется единая скелетная структура совершенно разнородных организмов. Несомненно, все это объекты палеоэкологии, как и другие симбиозы с большей индивидуализацией сожителей. Деятельность сверлильщиков, актиномицетов и т. п., наоборот, сюда не относится, так как это, действительно, чисто ихнологические явления, развивающиеся на твердом ихнотопе, образованном скелетом одного или многих организмов.

5. Следы различных прижизненных повреждений, болезней, включая явления залечивания и регенерации. Они хорошо известны остеологам у многих древних позвоночных, у моллюсков, книдарий, брахиопод и т. д. Иногда эти повреждения глубоко затрагивают весь ход индивидуального развития, вплоть до возвратного проявления пройденных в филогенезе стадий [Коробков, 1950]. Изучение этих явлений, вероятно, правильнее всего считать областью палеопатологии, а не палеоихнологии, имеющей дело со следами жизнедеятельности нормально развитых организмов.

6. Убежища организмов (преимущественно трубчатые), являющиеся продуктом их морфофизиологической деятельности, прямо связанной с секреторной деятельностью эктодермального покрова. В палеонтологической таксономии они рассматриваются как полноценные объекты изучения и классификации. Известное сомнение могли бы вызвать домики ручейников и близкие к ним постройки, однако от этих грубоагглютинированных форм к деликатным агглютинированным раковинам некоторых полихет и фораминифер существует совершенно постепенный переход, в основе которого везде лежит один и тот же секреторный механизм. В конечном счете на нем же основано формирование и неагглютинированных жилых трубок как хитиноидного и вообще органического состава (некоторые *Polychaeta*, *Pogonophora*, *Sabelliditida*), так и трубок с их первичной минерализацией, начиная от таких, как трубки преимущественно кремнистых кембрийских *Platisolenites* или эоценовых *Bathysiphon* – фораминиферовая природа тех и других очень сомнительна [Malecki, 1973], и кончая многочисленными и разнообразными фосфатно-карбонатными и карбонатными трубками древнейших в фанеро-

зое хиолительминтов и современных седентарных полихет. Во всех этих случаях организмы остаются либо совершенно независимыми от своих вместилищ, свободно в них перемещаясь, либо связаны с ними ограниченно, хотя и не покидают. В палеонтологии это такие же объекты исследования, как и любые другие скелетные покровы, физиологически (как, например, у брахиопод) более тесно связанные с живыми продуцентами минерализованной раковины.

7. Фрагментарные остатки скелетных структур организмов, такие как конодонты, сколекодонты, отолиты, ихтиодорулиты, пластинки плакодерм, чешуя рыб, зубы акул, микро- и макросклеры губок, дисперсные остатки различных иглокожих, подобных больбопоритам, аптихи и вообще оперкулярные образования многих беспозвоночных. Даже при проблематичности природы некоторых из них они представляют собою целостные элементы, а не следы жизнедеятельности организмов и в ряде случаев (как конодонты) с огромным успехом изучаются в палеонтологии и биостратиграфии.

8. Литогенные продукты жизнедеятельности организмов. Это могут быть различные постройки беспозвоночных или смешанного характера – рифогенные образования, биогермы, биостромы, банки, ракушняки и т. п. Несомненно, это один из наиболее классических объектов палеоэкологии. Известную спорность продукты жизнедеятельности организмов вызывают лишь тогда, когда организмы-породообразователи не могут быть выделены и когда объектом исследования становится только сама постройка как обособленное тело – будь то огромный рифоподобный массив, его отдельная часть или элементарная калиптра [Лучинина, 1973]. Почти во всех случаях это – результат деятельности синезеленых водорослей и других прокариот. Эти образования хорошо известны по строматолитам, микрофитолитам, онколитам, катаграфиям. Многие из них, уже после введения в науку сомнительных в биологическом смысле “родов” *Archaeozoon*, *Cryptozoon*, *Newlandia Collenia*, *Gymnosolen*, *Osagia* и т. п., получили множество бинарных обозначений и, действительно, привлекают к себе внимание палеонтологов и биостратиграфов удивительным разнообразием своих структур, биогенная природа которых в целом в большинстве случаев бесспорна. Однако в такой же степени бесспорно и то, что изучение этих образований на палеонтологическом уровне почти невозможно, так как лишь в редких случаях (уникальные условия силицификации) доступны для исследования те остатки микрофлоры нитчатых синезеленых водорослей, фитопланктона и бактерий, обволакивавшая которые слизь только и подвергалась карбонатизации. Таким образом, все фитолиты ни в малейшей степени не отражают (в отличие от любых беспозвоночных или водорослей с обызвествленным слоевищем, как, например, *Siphonales*) строение исходных организмов, а только структуры карбонатизации слизи (возможно, в большинстве случаев не секреторно), изменчивость которых во времени была крайне медленной и очень зависимой от разнообразия экологических условий.

Если принять во внимание недавно предложенную Г. Хофманном [Hofmann, 1972] классификацию объектов изучения на *fossils*, *pseudofossils*, *dubiofossils* и то фитолиты – типичные *parafossils* (парафоссилии), так как это не окаменелости организмов, а лишь продукты их хемогенной деятельности, но не отражающие морфологических признаков организма – продуцента. Представляется, что и этот объект далек от предмета палеоихнологии, как и палеонтологии в строгом смысле, хотя в литолого-экологическом и макростратиграфическом отношении фитолиты представляют большой интерес.

Полагаю, что исключение всех этих восьми групп объектов из палеоихнологии (а многие из них уже давно в ней не считаются своими) несколько не обедни-

ло бы палеоихнологию, а наоборот придало бы ей большую определенность. Но сказанное не означает, что ихнологию не должны интересовать проблематики (Problematica). Это очень обширная группа палеонтологических объектов, интерес палеоихнологов к которой не может ослабевать уже только потому, что проблематики прежде всего нуждаются в расшифровывании своей природы и только после этого они попадут по принадлежности в соответствующий раздел палеонтологии. Они могут и не оказаться следами жизнедеятельности организмов в собственном смысле, но им грозит опасность вообще не стать предметом внимания палеонтологов, которые обычно замкнуты узкими рамками своей профессиональной специализации. На совести этих палеонтологов немало погибшего материала, который, будучи тщательно хранимым и доступным для максимально широкого обозрения, мог бы привести к открытиям очень большого научного значения. Почти сорок лет тому назад К.В. Войновский-Кригер [1945] обратился к палеонтологам и геологам СССР с призывом собирать, беречь и централизованно хранить такой материал, но сделано с тех пор ничтожно мало. Это должно стать делом палеоихнологов, постоянной заботой Комиссии по изучению ископаемых следов жизни. Речь идет не о кунсткамерных раритетах, а о важнейших для биологии и геологии объектах изучения.

Палеоихнологию следует рассматривать в первую очередь как особый раздел палеоэкологии, занимающейся изучением собственно следов жизнедеятельности древних организмов, по которым можно судить о систематической принадлежности организмов (таксономическая задача), их образе жизни (этологическая и биономическая задачи) и среде обитания (биогеоценотическая и фациальная задачи). В общем виде объектами исследования в палеоихнологии должны быть, во-первых, биогенные текстуры (биогенные гиероглифы), для которых Н.Б. Вассоевич [1953] предложил наиболее удачный термин – *биоглифы* (он более удачен, чем ихниты или ихнолиты); во-вторых, *ихноценозы* как сообщества следов, оставшихся свидетелями физической жизнедеятельности организмов прошлого; в-третьих, *ихнотопы* – конкретные места обитания и жизнедеятельности этих организмов. Названные три понятия должны быть в палеоихнологии основными и они особенно важны потому, что в отличие от многих других типов палеоценозов ихноценозы характеризуются бесспорной связью с ихнотопами (что в данном случае эквивалентно понятию биотоп) и в силу своей заведомой неперемещенности могут дать исключительно ценный материал для палеоэкологических реконструкций, понимания многих важнейших характеристик среды обитания. Но необходимо еще раз подчеркнуть, что *ихнологические остатки* – это прежде всего следы физической и отчасти физиологической деятельности организмов, оставленные только на субстрате или в его пределах (в условиях жизненной активности это очень узкая, т. е. тонкая зона) в виде разнообразных биоглифов или связанных с ними биоглиptomорфов и своеобразных ихноценозов, которые всегда *in situ* отражают какую-то часть биоценоза прошлого.

Классификации следов жизнедеятельности организмов посвящено несколько важных исследований, но они противоречивы. Вероятно, чисто формальным или формально-морфологическим классификациям следует предпочесть генетические и среди них в первую очередь экологические и морфолого-экологические. Однако многое в предложенном мне кажется излишне громоздким и надуманным. Классификация должна быть простой и строго логичной, точно отражающей *связное разнообразие* классифицируемых объектов. Не должна быть сложной и таксономическая иерархия. Я бы считал важнейшими описательные экологические категории, соответствующие основным группам биоглифических объектов.

Важнейшими таксономическими единицами в палеоихнологии мне представляются *род* и *вид*, или ихногенус и ихноспециес, как формальные таксоны. Биномен здесь также нужен, как в любой биологической таксономии. Однако вряд ли есть особая необходимость подчеркивать всякий раз приставкой *ихно* (как это делают многие зарубежные исследователи), что речь идет о роде-следе или виде-следе, ведь и так очевидно, что в палеоихнологии мы имеем дело только с паратаксономией. Формальные роды и виды существуют во множестве палеонтологических систем (палинология, конодонты, криноидеи, акритархи и др.), но при этом не возникает необходимости при всяком описании древнего пыльцевого зерна писать, например, *palinospecies*.

Значительно более важной задачей мне представляется разработка основных понятий палеоихнологии, общей типизации объектов ее исследования, палеоихнологической терминологии. Много сделано и здесь, но следует отобрать лучшее, наиболее удачное, так как строгость и точность научного языка лучше всего дисциплинирует исследовательское мышление.

Возможно, я с излишней подробностью коснулся общих проблем палеоихнологии, но я находился под впечатлением вопросов, поставленных недавно для широкого обсуждения О.С. Вяловым. К тому же все эти вопросы имеют самое прямое отношение к следам жизни древнейших Metazoa – предмету моих особых интересов уже длительное время.

Более восьми лет тому назад в Новосибирске мы провели первый Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия [Соколов, 1965] и к десятилетию этого события будет организован второй симпозиум в Ленинграде. За эти годы необычайно бурно шел прогресс наших знаний в этой совершенно новой области и уже сейчас можно подвести некоторые итоги. Мы с полным правом можем теперь отвергнуть некоторые концепции, которые тогда представлялись фундаментальными или во всяком случае заслуживающими первостепенного внимания. Во-первых, концепцию возможности одновременного появления на Земле *Protophyta* и *Protozoa* (эта концепция особенно поддерживалась противниками гетерохронии в развитии животного и растительного мира) и, во-вторых, концепцию необычайной длительности докембрийской эволюции Metazoa, поскольку уровень раннекембрийской дивергенции животного мира, казалось, требовал для своего формирования времени, во много раз превосходящего фанерозойский эон; продолжительность последнего несколько менее 600 млн лет.

Однако теперь мы знаем на основании чисто палеонтологических документов, а не теоретических построений, что древнейшие организмы Земли – прокариоты, лишенные обособленного клеточного ядра (синезеленые водоросли и бактерии), появились около 3,5 млрд лет тому назад; что примерно только в начале рифея (1,6–1,0 ± 0,1 млн лет) возникли первые эукариотические организмы с важнейшими внутриклеточными образованиями и процессами (ядро, митоз и др.), коренным образом повлиявшими на весь дальнейший путь эволюции; что не ранее этого времени появились первые настоящие многоклеточные водоросли и что, строго говоря, с точки зрения развития животного мира, только рифей может быть обозначен как криптозой, поскольку невозможно среди дорифейских прокариот усмотреть организмы животного царства [Соколов, 1972a].

Мы не располагаем бесспорными палеонтологическими свидетельствами о нахождении каких-либо следов жизнедеятельности в глубоком рифее или в позднем дорифее, и это теперь достаточно удовлетворительно объяснимо ходом эволюции важнейшего жизнеобеспечивающего процесса формирования кислородной атмосферы Земли. По-видимому, древнейшими достоверными биографами (свя-

занными с питанием) следует считать спиральные образования типа *Helminthoidichnites*; они установлены в средней части серии Бэлт США, в Виндийской системе Индии и в верхнем рифее Иркутского амфитеатра [Соколов, 1972а; Seilacher, 1956]. Никаких следов отпечатков мягких тканей организмов ни в этих случаях, ни в каких-либо других при изучении раннерифейских и одновозрастных с ними отложений пока не установлено. Вместе с тем *Helminthoidichnites* – безукоризненное свидетельство того, что на илистом дне рифейских морей уже миллиард лет тому назад существовали мелкие аннелидоморфные организмы-иллоеды.

Из рифейских отложений приблизительно того же возраста (около 900 млн лет) на Урале известны столь же редкие находки и вытянутых гельминтоидных образований [Sabrodin, 1971]. Все это безоговорочно заставляет считать уже первую треть рифея временем появления многоклеточных животных (как и многоклеточных водорослей). Однако никаких морфологически определенных биологических структур или отпечатков (образований “телесных”, по выражению Р.Ф. Геккера), кроме ихнологических (ходы проедания, копролиты), на протяжении всего рифея нам не известно. Судя по всему, нет оснований для получения каких-либо существенных данных о самих рифейских организмах и в дальнейшем, поскольку ткани оболочек этих организмов, по всей вероятности, были еще слишком слабо укреплены коллагеновыми волокнами (возможно, их не было совсем), а только в этом случае могли возникнуть на илистом шельфе отпечатки животных. По степени изученности осадочных пород и характеру их эпигенеза рифей и венд древних платформ примерно однотипны, но палеозоологически венд резко отличается.

Венд-эдиакарская фауна Metazoa, безусловно, является первой морской фауной Земли, о которой мы теперь имеем достаточно полное представление как по многочисленным следам жизнедеятельности животных организмов [Соколов, 1972а,б; Crimes, Harper, 1970; Germs, 1972; Glaessner, 1969; Seilacher, 1956; Young, 1972; и др.], так и по их отпечаткам [Соколов, 1972а,б; Cloud, 1968; Glaessner, 1972; Glaessner, Wade, 1966; и др.], в ряде случаев прекрасно сохранившихся на поверхностях наслоения аргиллитов, туфоаргиллитов, глин, песчаников и карбонатных пород. Эта фауна образует настолько яркую биоту, проявившуюся приблизительно в одновозрастных отложениях Австралии, Африки, Европы, Сибири и Северной Америки, что не может быть уже никаких сомнений в ее связи с возникновением совершенно специфических условий, обеспечивших ее быстрое расселение, приспособление к разнофациальным условиям шельфовых морей и устойчивую сохранность, несмотря на то, что в ее составе резко преобладали совершенно бескелетные мягкотелые организмы.

Массовое расселение этой фауны началось, как я считаю, вслед за ранневендским (лапландским) оледенением, планетарный характер которого на рубеже рифея и венда (около 675 ± 25 или 690–650 млн лет, по Л.И. Салопу [1973]) определяется все увереннее. Возможно, эпоха (или сближенные эпохи) устойчивого похолодания создала известный экологический барьер в развитии и экогенезе рифейских Metazoa, и вместе с тем начало потепления и огромная трансгрессия послужили толчком к изменению многих важнейших экологических параметров Земли, способствовавших прогрессу и экспансии вендских мягкотелых беспозвоночных – книдарий, аннелид, членистоногих, вероятно, моллюсков и погонофор.

С биохимической точки зрения важнейшим условием было возникновение более прочных защитных оболочек, которые, хотя и оставались органическими, однако их коллагеновая субстанция (а для ее формирования был необходим уже

очень высокий уровень свободного кислорода в окружающей среде) стала значительно более прочной, что обеспечивало и экологический прогресс в захвате новых экологических ниш с их новыми пищевыми ресурсами – в первую очередь, ставшим массовым фитопланктоном мелководья. Это одна из причин, которая обеспечила массовость отпечатков мягкотелых животных в шельфовых зонах морей венда. На другую недавно обратил внимание Л.Ш. Давиташвили [1969], и мне она представляется очень существенной. Он, вероятно, прав, объясняя обилие сохранившихся следов мягкотелых венда–эдиакария, которые во многих случаях, как, например, широко распространенные желеобразные медузоиды, представляли собой легко разрушаемые формы, условиями существования и захоронения этих организмов в среде с чрезвычайно слабой деятельностью различных редуцентов и консументов. Вероятно, это действительно так: биотический комплекс гнилостных бактерий и различных поедателей организмов – гетеротрофов, перешедших целиком на питание готовыми продуктами органического вещества, еще далеко не достиг того уровня, который характеризует вторичных гетерофов более поздних периодов фанерозоя и особенно современной эпохи.

Если это верно в отношении животного мира венда, то тем более верно в отношении предшествующего органического мира рифея. И если при этом мы до сих пор не знаем достоверных отпечатков рифейских морских животных, а только следы их питания, то мы с большим основанием можем сделать вывод о вообще малой численности животной биоты рифея и слабости защитных покровов этих первых Metazoa морских биотопов рифейских бассейнов.

Современный этап исследования докембрийских Metazoa, а точнее Metazoa самого позднего периода протерозоя или начального периода фанерозоя, получившего у нас с 1950 г. название венда [Соколов, 1972б], а в зарубежной литературе – эдиакарского яруса E_1 [Termuer H., Termuer G., 1960] или палеозойского эдиакария, как его теперь стал называть П. Клауд [19], берет свое начало с серии блестящих работ по эдиакарской фауне Южной Австралии, принадлежащих М.А. Глесснеру [Glaessner, 1969, 1972; Glaessner, Wade, 1966; и др.]. Переизучение аналогичных фаун других областей мира и совершенно новые находки полностью изменили наши представления о ее уникальности и географии вообще. Теперь она значительно шире известна в самой Южной и Центральной Австралии (Паундинские песчаники Эдиакары и их аналоги в синеклизе Амадеус), в Юго-Западной Африке (группа Нама), в Англии (Чарнийская “система”), Скандинавии (поздний докембрий группы Вестертана), Британской Колумбии (позднейший докембрий группы Карибу), Ньюфаундленде (совершенно изумительная фауна группы Консепшн) и, конечно, в СССР, где наиболее точно датированная из всех известных вендская фауна обнаружена во многих местах Русской и Сибирской платформ.

Систематический состав этой фауны таков по своему разнообразию и расхождению филогенетических путей важнейших типов первично- и вторичноротых Metazoa, что нам приходится полностью отвергнуть и еще одну уживчивую концепцию о внезапном популяционном взрыве Metazoa в кембрии. Эффект этой внезапности очень обманчив. Мы, действительно, должны признать, что кембрий поражает любое воображение обилием скелетообразующих организмов в большинстве филумов, сразу определивших их типично фанерозойские (или уже)–палеозойские черты. Но нельзя забывать, что функция скелетообразования была заложена ранее в самой протеиновой матрице плотных органических оболочек мягкотелых многоклеточных животных венда. Нужны были лишь небольшой физико-химический толчок в среде обитания (некоторые изменения в темпера-

турном режиме, солёности, давлении, рН среды) и некоторый экологический сдвиг (приспособление к новым участкам жизненного пространства резко расширившихся шельфовых морей), чтобы началась минерализация соответствующих узлов протеиновой основы защитных оболочек бесскелетных беспозвоночных и колоссальный успех тех групп, которые оказались наиболее приспособленными к новым условиям обитания. Истинное историко-биологическое (эволюционное) значение рубежа между вендом и кембрием заключается, таким образом, в эколого-биохимическом скачке, а не в неожиданном вторжении “криптогенных” скелетообразующих организмов. Этот скачок был подготовлен всем ходом эволюции многоклеточных беспозвоночных в венде, представленных в нем уже многочисленными, полностью обособленными типами беспозвоночных, и с этой точки зрения венд нерасторжимо связан с фанерозойским, а не с криптозойским этапом органической эволюции.

Непонимание этого важнейшего биологического процесса заставляет еще многих исследователей связывать венд с рифеем и сводить всю проблему палеонтологического подхода к решению фундаментальной стратиграфической задачи – определению границы докембрия и кембрия, к истории развития уже упомянутых карбонатных продуктов жизнедеятельности прокариот – различных “фитолитов”. Монотонность хода развития прокариот и создаваемых ими биолитических образований совершенно естественно связывает со всем докембрием не только вендские, но и все последующие аналогичные образования фанерозоя, вплоть до современной Багамской строматолитовой банки.

Но переход от мягкотелых бесскелетных венда к скелетным беспозвоночным кембрия также был в сущности процессом, а не внезапным скачком. Все больше накапливается данных о находках настоящих скелетообразующих организмов в венде: это хитиноидные *Sabelliditida*, карбонатно-фосфатные и карбонатные хиолительминты (типа *Anabarites*), редкие хиолиты, по всей вероятности, предшественники археоциат (*Cloudina* из крибрициатид в группе Нама, обнаруженная вместе с эдиакарскими мягкотелыми), наконец, представляющая огромный интерес находка целого скопления мелких черно-бурых панцирей древнейших членистоногих (вероятно, из *Protonychophora*) в редкинской свите венда Русской платформы (Непейцино). Однако, вне всякого сомнения, остаются прочно установленными фактами: 1) массовость распространения скелетообразующих беспозвоночных с началом кембрия и 2) широчайшее распространение разнообразных мягкотелых в венде, вплоть до очень крупных форм, как в Эдиакаре или на Ньюфаундленде.

Наши знания о венд-эдиакарской фауне, имевшей совершенно исключительное значение для понимания эволюции Metazoa, основаны почти полностью на отпечатках или следах жизнедеятельности организмов (они особенно многообразны в верхнем венде и низах балтийской серии Русской платформы), т. е. на данных палеоихнологии. Эти новые данные обладают всеми качествами совершенно полноценных палеонтологических документов, позволяющих подвергнуть существенному пересмотру, уже на фактологической основе, наши представления о процессе эволюции и те (нередко крайне упрощенные) филогенетические схемы животного мира, которые предлагались как палеозоологами, так и зоологами, начиная с Э. Геккеля. Они заставляют сделать вывод об исключительно высоком темпе органической эволюции и особенно эволюции Metazoa с началом формирования венд-эдиакарской биоты Земли. Наконец, они свидетельствуют об очень раннем возникновении параллелизма в эволюционном процессе в целом.

ЛИТЕРАТУРА

- Вассоевич Н.Б.* О некоторых флишевых текстурах (знаках) // Труды Львов. геол. о-ва. Геол. сер. 1953. вып. 3.
- Войновский-Кригер К.Г.* О значении проблематических окаменелостей и о необходимости их сбора и изучения // Ежегод. ВПО. Т. XII (1936–1939). М., 1945. С. 145–147.
- Вялов О.С.* Следы жизнедеятельности организмов и их палеонтологическое значение. Киев, 1966. 220 с.
- Геккер Р.Ф.* Введение в палеоэкологию. М.: Госгеолтехиздат, 1957. 125 с.
- Геккер Р.Ф.* Современное состояние изучения следов вымерших беспозвоночных (палеоихнология беспозвоночных) // Вопросы закономерностей и форм развития органического мира. М.: Недра, 1964. С. 178–192.
- Геккер Р.Ф.* (ред.). Организм и среда в геологическом прошлом. М.: Наука, 1966. 258 с.
- Гиловская М.Б.* Известковые водоросли среднего и позднего ордовика Восточного Казахстана. М.: Наука, 1972. 196 с.
- Давиташвили Л.Ш.* Причины вымирания организмов. М.: Наука, 1969. 440 с.
- Зенкевич Н.Л.* Атлас фотографий дна Тихого океана. М.: Недра, 1970. 134 с.
- Коробков И.А.* О возможности выявления родственных взаимоотношений некоторых двустворчатых моллюсков по раковинам, имеющим следы прижизненных повреждений // Докл. АН СССР. 1950. Т. 23, № 6. С. 1279–1282.
- Луцинина В.А.* Экология водорослей и микроструктура водорослевых биостромов нижнего кембрия среднего течения р. Лены // Среда и жизнь в геологическом прошлом. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. С. 69–71.
- Марковский Б.П.* Методы биофациального анализа. М.: Недра, 1966. 271 с.
- Салоп Л.И.* Докембрийские тиллиты и великие оледенения // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1973. № 6. С. 74–80.
- Соколов Б.С.* Комменсализм у фавозитид // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1948. № 1. С. 101–110.
- Соколов Б.С.* (ред.). Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 25–30 окт. 1965 г.: Тез. докл. Новосибирск, 1965. С. 1–115.
- Соколов Б.С.* Докембрийская биосфера в свете палеонтологических данных // Вестн. АН СССР. 1972а. № 8. С. 48–54.
- Соколов Б.С.* Вендский этап в истории Земли // Междунар. геол. конгресс. XXIV сессия (Докл. сов. геологов. Палеонтология). М.: Наука, 1972б. С. 114–124. Табл. I–V.
- Cloud P.E. Jr.* Pre-metazoan evolution and the origins of the Metazoa // Evolution and environments / Ed. E.T. Drake. N. Haven: Yale Univ. Press., 1968. P. 1–72.
- Cloud P.* Some early microbiotas and their bearing on the evolution of the primitive earth // Проблемы палинологии. М.: Наука, 1973. С. 91–94.
- Crimes T.P., Harper J.C.* (eds.). Trace fossils // Geol. J. Spec. Issue N 3. Liverpool: Seel House Press., 1970. P. I–VIII+1–547.
- Germes G.J.* Trace fossils from the Nama group, South West Africa // J. Paleontol. 1972. Vol. 46, N 6. P. 864–870.
- Glaessner M.F.* Trace fossils from the Precambrian and basal Cambrian // Lethaia. 1969. Vol. 2. P. 369–393.
- Glaessner M.F.* Precambrian Palaeozoology // Univ. Adelaide, Centre for Precambrian Res., Spec. Paper. 1972. N 1. P. 43–52.
- Glaessner M.F., Wade M.* The late Precambrian fossils from Ediacara, South Australia // Palaeontology. 1966. Vol. 9, pt. 4. P. 599–682.
- Häntzschel W.* Trace fossils and problematica // Treatise on Invertebrate Paleontology / Ed. R. Moore. Pt. W: Miscellanea. 1962. P. 177–225.
- Hofmann H.J.* Precambrian Remains in Canada: Fossils, Dubiofossils and Pseudofossils // Int. Geol. Congr., XIV sess. Sect. I. 1972. P. 20–30.
- Lessertisseur J.* Traces fossils d'activité animale et leur signification paleobiologique // Soc. geol. France., Mém. New ser. 1955. N 74. P. 1–150. Pl 1–11.
- Malcki J.* Bathysiphon from the eocene of the Carpathian flysch, Poland // Acta pal. Polonica. 1973. Vol. XVIII, N 2. P. 163–173. Pl. I–II.
- Müller A.H.* Zur ichnologie, Taxilogie und Okologie fossiler Tiere. Berlin, 1962.
- Sabrodin W.* Leben im Präkambrium // Ideen des exacten Wissens. Stuttgart, 1971. 12. S. 835–842.

Seilacher A. Studien zur Palichnologie. I, II // N. Jahrb. Geol. Pal. Abhandl. 1953. Vol. 96. S. 421–452. Taf. 14; Vol. 98. S. 87–124. Taf. 7–13.

Seilacher A. Der Beginn des Kambriums als biologische Wende // N. Jahrb. Geol. Pal. Abhandl. 1956. Vol. 103, N 1–2. S. 155–180.

Shaw A.B. Time in stratigraphy. N.Y.–London: McGraw–Hill Book Comp. 1964. P. 1–365.

Termier H., Termier G. L'Ediacarien, premier étage paléontologique // Rev. génér. scien. pures et appliquées. Paris, 1960. T. LXVII. P. 79–87.

Voss-Foucart, Jeuniaux Ch. Lack of chitin in a sample of Ordovician Chitinozoa // J. Paleontol. 1972. Vol. 46, N 5. P. 769–770.

Wilckens O. Paläontologische und geologische Ergebnisse der Reise von Kohl-Larsen (1928–1929) nach Süd-Georgien // Senckenberg. Naturf. Gesell., Abhandl. 1947. N 474. S. 1–75. Taf. 1–9.

Winkler T.C. Histoire de l'ichnologie. Etude ichnologique sur les empreintes de pas d'animaux fossils // Arch. Musée Teyler. 1886. Ser. 2. Vol. 2. P. 241–440. Pl. 8–19.

Young F.G. Early Cambrian and Older Trace Fossils from the Southern Cordillera of California // Canad. J. Earth Sci. 1972. Vol. 9, N 1. P. 1–17.

О ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ НАХОДКАХ В ДОУСОЛЬСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ИРКУТСКОГО АМФИТЕАТРА*

В последние годы я имел возможность познакомиться с целым рядом важных палеонтологических находок и проблематик из карагасской, олхинской, ушаковской и мотской свит Иркутского амфитеатра и подвергнуть их предварительному изучению. Эти материалы в разное время были мне переданы В.С. Галимовой, Е.М. Галперовой, Ю.А. Исаковым, Н.В. Сухановой, Г.И. Рензиным, В.Ю. Шенфилем и др. Я также познакомился с некоторыми другими коллекционными материалами Е.М. Галперовой и материалами, опубликованными в последнее время.

Несмотря на скудость этих данных, их появление представляет совершенно исключительный научный и практический интерес для обсуждения вопроса о границе кембрия и докембрия и выделения венда в древних толщах Иркутского амфитеатра.

Ниже дается краткий обзор сделанных находок, приводится их палеонтологическая и хронологическая интерпретация и делаются некоторые замечания по поводу опубликованных данных и обсуждаемых представлений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТКОВ ДРЕВНИХ ОРГАНИЗМОВ И ПРОБЛЕМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

1. Река Ия, у с. Аршан, карагасская свита, обн. 1, обр. 1006, кол. Е.М. Галперовой.

1-й экз. – небольшой “отпечаток” округлой формы (есть фотография). Образование явно неорганического происхождения. Это не отпечаток мягкотелого организма, а след разрушенной плоской глинисто-сланцевой галечки темного цвета на красном песчанике. Литологически материал породы и “отпечатка” резко разнороден, что само по себе исключает возможность интерпретации этого образования как окаменелости или отпечатка организма.

2-й экз. – след, по-видимому, такого же образования (есть фотография). Глинистое вещество не сохранилось, поверхность образца сглаженная.

З а м е ч а н и е. Из карагасской свиты на р. Ия (лев. берег) А.Л. Додиним в 1961 г., а А.Г. Вологдиним в 1964 г. собраны проблематичные образования, позднее описанные А.Г. Вологдиним как древние гигантостраки: *Karagassia*, а также *Ijaia*, *Arshania*. Аналогичные находки сделаны И.К. Королюк из карагасской же свиты на р. Уда у дер. Муксут, г. Богатырь. Того же типа образования известны из бурдуской свиты (средняя часть) мукунской серии на р. Котуйкан (кол. В.П. Сафронова) и из инфракембрия Марокко (кол. П. Юпе, 1952; материал описан). Нет ни малейшего сомнения, что все эти “карагассииды” не имеют отношения ни к членистоногим, ни к остаткам животных вообще. Это чисто литологические образования, связанные с “захоронением” свернутых усохших глинистых пленок в бо-

* Аналоги вендского комплекса в Сибири. М.: Наука, 1975. С. 112–117.

лее грубых песчаных наносах. Близкие текстуры “шелушения” возникают на поверхности современного такыра в условиях засушливой обстановки.

Таким образом, в карагасской свите пока нет ни одной достоверной палеозоологической находки!

2. Кук-Юртовская скв., олхинская свита, обр. 17, гл. 404–413 м, кол. В.С. Галимовой.

1-й экз. – многочисленные мелкие спирально закрученные в одной плоскости образования (табл. II, фиг. 1–4). Более всего они напоминают *Helminthoidichnites spiralis* Walcott, но последние крупнее. Подобные образования известны из средней части серии Бэлт США и из Виндийской системы Индии. Серия Бэлт, несомненно, является довендской и ближе всего стоит к верхам рифея; возраст прорывающих ее даек около 1000 млн лет. Указанные образования Волкотт и Зейлахер интерпретируют как следы анелид. Олхинские формы также могут рассматриваться как следы жизнедеятельности червеобразных организмов. Эта находка важна как одно из немногих достоверных свидетельств существования примитивных животных организмов в позднем рифее.

2-й экз. – мелкие сдавленные проблематичные образования, по всей вероятности, неорганической природы.

3. Горячие ключи, ушаковская свита, кол. В.С. Галимовой.

Слабый отпечаток и противоотпечаток слоевища лентовидной водоросли (вероятно, из бурых). Подобные формы известны как в позднерифейских (донамские отложения Южной Америки, серия Бэлт, США), так и в вендских отложениях. Точное определение находки исключено.

4. Марково, нижнемотская подсвита, скв. 60, гл. 2810,4 м (2 экз.), кол. В.С. Галимовой.

Плохо сохранившийся отпечаток, возможно, медузоидного организма. Ядро отпечатка имеет форму почки. Совершенно такие же образования известны из алешинской свиты Енисейского края (кол. К.Н. Конюшкова).

5. Марково, нижнемотская подсвита, скв. 60, гл. 2812–2812,7 м, кол. В.С. Галимовой.

Проблематичный отпечаток без ясных признаков следов органической ткани; образование, возможно, литологическое.

5а. Ахинская скв. 5, гл. 2706 м, нижнемотская подсвита (кол. А.А. Мокрецова и В.Ю. Шенфиля).

Скопление очень мелких форм, по всей вероятности, лентовидных водорослей из группы *Vendotaenides*.

6. Омолойская площадь, скв. 8, гл. 2604 м, нижнемотская подсвита, кол. Е.М. Галперовой.

Фрагмент очень крупного слоевища бурой водоросли (табл. II, фиг. 4, 5) из группы *Vendotaenides*, возможно, новый род (определение М.Б. Гниловской). Эта группа лентовидных водорослей с неизвещенным слоевищем очень характерна для венда Русской и Сибирской платформ.

7. Река Хидуса, обн. 901, верхнемотская подсвита, кол. В.С. Галимовой.

а) Массовое скопление лентовидных водорослей, напоминающих скопления *Vendotaenia* (=“*Laminarites*”) в валдайской серии венда Русской платформы.

б) Небольшой отпечаток дискообразной формы с неправильными, скорее спиральными, чем концентрическими морщинами (табл. I, фиг. 5). Образование, несомненно, органическое. Более всего, на первый взгляд, напоминает *Chuarina*, *Fermoria* и близкие к ним формы, известные из верхнего докембрия разных стран.

З а м е ч а н и е. Различными исследователями из верхнемотской свиты в среднем течении р. Хидусы указывались находки *Sabellidites cambriensis* Yan. Имеются многочисленные образцы оттуда же, собранные в 1966 г. В.Ю. Шенфилом (ниже пади Хурга). Тщательный пересмотр всего материала показывает, что в хидусин-

ских сланцах заключены остатки *Peleolina* ex gr. *evenkiana* Sok. того же типа, что в платоновской свите (низы) Сухой Тунгуски и сухарихинской свите (низы) Норильского района; здесь же еще чаще встречаются и остатки вендотенидной флоры: *Vendotaenia* sp. sp. – табл. II, фиг. 1–3 (определение М.Б. Гниловской). По моим представлениям, хидусинское местонахождение древних погонофор (*Paleolina*) и водорослей из группы *Vendotaenides* имеет верхневендский возраст.

8. Баяндаевская партия, обр. 1-й, 1958 г., верхняя часть мотской свиты, р. Хиндуса, устье руч. Ангадайского, кол. Н.В. Сухановой. Образец заключает *Paleolina* ex gr. *evenkiana* Sok. (табл. I, фиг. 6, 7), крупную форму *Paleolina* sp. n. (табл. I, фиг. 8–10) и лентовидные водоросли группы *Vendotaenides*. Точное местонахождение мне неизвестно. Возраст вендский.

9. Река Мал. Анай, верхняя часть мотской свиты (низы иркутского горизонта), кол. Ю.А. Ивакова, 1968 г.

а) *Baikalina sessilis* Sok. [Соколов, 1972] – небольшие мешкообразные формы с морщинистой поверхностью (табл. III, фиг. 1). По заключению д-ра Г.Д. Пфлюга (ФРГ), близки к известным, но более крупным формам из системы Нама Южной Африки;

б) *Pteridium* sp. – только небольшие фрагменты (табл. III, фиг. 2–3);

в) “*Cylindrichmus*” sp. (табл. III, фиг. 2) – четко видимое образование, очень близкое к описанным М. Глесснером [Glaessner et al., 1969] из эдиакария Австралии;

г) другие проблематики, пока не определенные более точно.

Остатки этой фауны, несомненно, свидетельствуют о вендском возрасте вмещающих слоев, но положение внутри венда необходимо уточнить.

10. Река Куртун, точка Б-25ф, верхняя часть мотской свиты, кол. Г.И. Рензина, 1967 г.

Отпечаток крупной мешкообразной формы с морщинистой поверхностью; по всей вероятности, может быть определен как *Baikalina* sp. n. (табл. III, фиг. 5), так как значительно отличается от *Baik. sessilis* Sok.

11. Восточный Саян, Боксон, средняя часть боксонской свиты, кол. В.В. Жабина, 1967 г.

?*Ovatoscutum* sp. Плохо сохранившаяся форма (в керне) напоминает *Ovatoscutum concentricum* Glaessn. et Wade, описанный из эдиакария Австралии, т. е. из отложений, эквивалентных венду (табл. III, фиг. 4).

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

ПО ПОВОДУ ДРУГИХ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В сборнике “Геология и нефтегазоносность Юга Восточной Сибири” (М.: Недра, 1969) приведены некоторые палеонтологические данные в обоснование нижнекембрийского возраста всей мотской свиты (т. е. мотского и иркутского горизонтов в трактовке В.В. Хоментовского, М.А. Жаркова и др.). Я ознакомился со статьями этого сборника и частично видел сами палеонтологические объекты, показанные Е.М. Галперовой на совещании по венду Сибири в ноябре 1971 г., и хочу по этому поводу сделать некоторые замечания.

1. “*Cambrica laevis*”, описанная из нижнемотской подсвиты (Ермаковская скв. 2-р) как древнейший хиолит не имеет ни малейших следов скелетной оболочки, лишь по очертанию может быть принята за “ядро” хиолита (причем совсем не древнейшего) и в лучшем случае должна определяться как проблематическое образование, органическую природу которого доказать нельзя. Такие формы нельзя описывать как бесспорные палеонтологические объекты под латинскими названиями. Это образование совершенно не доказывает нижнекембрийского возраста нижнемотской подсвиты, и я убежден, что ни один специалист по хиолитам такого вывода не сделает.

2. *Lenella optata* Kozl., описанная как происходящая из среднемотской подсвиты (Киренская опорн. скв. № 1) и ранее известная как “брахиопода из семейства Paterinidae”, действительно представляет собою бесспорную окаменелость, но, во-первых, она нуждается в более серьезном изучении, так как семейство это в палеонтологическом отношении труднейшее, а, во-вторых, существует мнение, что упомянутый образец (единственный экземпляр!) происходит из более молодых отложений, вскрытых скважиной. Сомнение в точности стратиграфической привязки должно быть полностью рассеяно, так как в настоящее время доказана ошибочность всех имевшихся в литературе указаний о находках брахиопод древнее подошвы нижнего кембрия с его характерной ассоциацией хиолитов и археоциат, а мотская свита большинством исследователей признается доаяцициатусовой (досуннагинской), поскольку она перекрывается усольской свитой. Указанная находка больше ставит вопросов, чем решает, особенно если учесть, что патериниды вообще появляются лишь в конце раннего кембрия. Остается, кроме того, сомнение, что *Lenella* действительно новый род, поскольку дано лишь ее поверхностное палеонтологическое описание.

3. *Pelagiella* cf. *primaeva* Bill. из среднемотской подсвиты (р. Мота, гора Соболиная) и *Pelagiella* sp. (Божеханская скв. № 1) также очень часто принимаются как доказательство нижнекембрийского возраста мотской свиты. Однако совершенно нет указаний, что от этих форм сохранилась раковина, т. е. скелет. Если же определение давалось по отпечатку или “ядру”, то след мог принадлежать и другому организму из мягкотелых, каковых в венде было много.

4. Образец “гастроподы” с полуразвернутым последним оборотом (низы нижнемотской подсвиты, Устькутская скв. № 1, гл. 2575 м), демонстрировавшийся Е.М. Галперовой, также не имеет никаких следов раковины даже по линии плотно соприкасающихся оборотов. Этот экземпляр мог бы быть принят за ядро гастроподы, но тогда должен был бы остаться след от растворившейся раковины по линии шва. Принадлежность образца к следам органического происхождения несомненна, но наиболее вероятно, что это копролит мягкотелого организма. Во всяком случае, эта форма не доказывает нижнекембрийский возраст мотской свиты.

5. Обсуждавшаяся в последнее время находка “остракод” из нижней части мотской свиты (а возможно, и древнее) при просмотре ее специалистами остракодологами ИГиГ СО АН СССР не получила подтверждения такого определения и можно только допускать, что это, возможно, следы каких-то организмов. Эта находка абсолютно не может доказывать кембрийский возраст вмещающих пород.

6. Мотская свита богата остатками различных микрофоссилий, в большинстве своем принадлежащих микрофитопланктону. Его роль в стратиграфическом расчленении и корреляции древних толщ бесспорна и в дальнейшем, несомненно, будет возрастать. Но в отношении этой группы организмов необходимо твердо помнить по крайней мере два предостерегающих обстоятельства: 1) древний микрофитопланктон продолжает оставаться плохо изученным с точки зрения его изменчивости (внутривидовой, экологической, географической, геохронологической) и до сих пор классифицируется по разным системам, что исключает стабильность и универсальность номенклатуры, и 2) его возрастная интерпретация оказалась в абсолютной зависимости от существовавших и меняющихся представлений о возрасте вмещающих толщ, который определяется другими методами – историко-геологическим, радиологическим, положением в разрезе относительно заведомо древнейших слоев нижнего кембрия, имеющих палеозоологическую характеристику. Сколь подвижна эта база, мы хорошо знаем. Микрофитопланктон – один из сложнейших объектов палеонтологического исследования, требующий отличной современной техники, обеспечивающей полную стерильность исследовательского эксперимента, и большой научной культуры от исследователя.

Наше доверие к стратиграфическому значению древних микрофоссилий длительное время подхлестывалось ошибочным заключением, что мы имеем дело со спорами древних наземных или амфибиальных растений, которые географически очень широко разносились атмосферными агентами, захороняясь в полной независимости от фациальных обстановок и тем самым оказались универсальным средством для межрегиональной корреляции и корреляции фациальных отложений. Сейчас все теоретические предпосылки подобного характера должны быть полностью пересмотрены с учетом того, что в действительности речь идет о самостоятельных организмах, обитавших в водной среде и полностью зависимых от фациальных обстановок, биогеографических барьеров и т. д. Главная задача состоит в строжайшей ревизии всего того, что сделано, в переоценке метода сравнительных исследований, в коренном упорядочении номенклатуры. Древняя палеопланктонология должна пережить новое рождение.

Строго говоря, современные знания о комплексах микрофоссилий, например мотской свиты, позволяют говорить только о том, что они мотские, а каков их возраст – кембрийский или вендский, или какой-либо еще, зависит от взгляда на возраст самой мотской свиты, на границу кембрия и докембрия и других общих стратиграфических представлений, поскольку при современном уровне знаний мотский комплекс микрофитопланктона несет или очень ограниченную собственную информацию о своем возрасте, или не несет ее совсем. Это совершенно не исключает корреляционной ценности мотского комплекса микрофитопланктона в рамках Иркутского бассейна и может быть шире, но его обнаружение позволяет говорить лишь об установлении стратиграфических аналогов мотской свиты, об отложениях, имеющих мотский возраст, а не о том, что он доказывает принадлежность вмещающих отложений к кембрийской системе.

7. Вопрос о стратиграфической оценке фитолитов карбонатных фаций более прост, поскольку в Сибири имеются исходные эталоны: юдомская свита как эквивалент венда в карбонатной фации и алданский ярус s. I. как признанное основное подразделение низов кембрия. Конечно, некоторые вариации во взглядах на границу между ними автоматически сказываются и на возрастной оценке комплексов микрофитолитов и строматолитов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При подходе к определению границы докембрия и кембрия в пределах Иркутского амфитеатра представляются важными следующие факты, связанные с пограничными стратиграфическими толщами на Сибирской платформе вообще:

1) Установление массового распространения разнообразной скелетной дотрилобитовой фауны в суннагинском горизонте, который с большим основанием принят в СССР как определяющий нижнюю границу кембрия. С полной определенностью можно сказать, что стратотипический разрез кембрийской системы в Англии не содержит в своем основании фауны более древней, хотя в этом разрезе и нет непрерывного перехода от докембрия к кембрию, как это наблюдается в ряде разрезов СССР. 2) Открытие в мотской свите (включая и верхнемотскую подсвиту), в юдомской свите и ее аналогах венд-эдиакарской фауны, которая на всех континентах, несмотря на свою редкость, везде интерпретируется как позднекембрийская, в том числе и в Англии, хотя и за пределами стратотипического разреза кембрия.

Исходя из этих фактов, есть все основания полагать, что сложившееся представление об эквивалентности нижней части усольской свиты суннагинскому или суннагинско-кенадинскому горизонту следует считать достаточно близким к действительности и принципиально важным для рассмотрения подстилающей мот-

ской свиты как аналога юдомской свиты и, следовательно, имеющей вендский возраст. О нижней границе венда я сейчас не говорю, хотя замечу, что нет решительно никаких оснований считать подошву юдомского стратотипа более древней, чем подошву венда Русской платформы.

Существенным (но единственным!) спорным вопросом пограничной стратиграфии венда и кембрия Сибири остается вопрос о положении немакит-далдынского горизонта и его аналогов. Если в пределах Иркутского амфитеатра этот горизонт приходится на уровень нахождения венд-эдиакарской фауны р. Мал. Анай и вендотенидной флоры р. Хидуса, то я склонен считать немакит-далдынский горизонт еще вендским и, следовательно, признавать вендскими все отложения, относимые к мотской свите и ее аналогам. Вполне вероятно, что такое заключение заставит несколько пересмотреть вопрос о границе венда и кембрия на Русской платформе в сторону ее некоторого повышения – например, до верхней границы ровенских слоев. В таком случае найдет объяснение отмечаемое сходство некоторых микрофоссилий верхней мотской подсвиты и “синих глин” Прибалтики. Однако вопрос может решиться и иначе – в сторону некоторого понижения границы венда и кембрия в Сибири. Но в любом случае будут затронуты лишь верхи мотской свиты или юдомской свиты, а не весь юдомский комплекс Сибирской платформы.

Поскольку сейчас граница венда и кембрия является в известной степени условной, то, вероятнее всего, мы сохраним максимальное приближение к истине, если будем принимать за подошву кембрия в пределах Иркутского амфитеатра подошву усольской свиты, нижнекембрийский возраст которой наиболее обоснован.

Наконец, последний вывод, вытекающий из сделанного обзора, сводится к необходимости признания вендского (докембрийского) возраста знаменитой марковской нефти, что резко расширяет стратиграфический диапазон нефтепоисковых работ в Сибири.

Таблица I

- Фиг. 1–4. *Helminthoidichnites?* aff. *spiralis* Walcott, 1899 (×5, ×10, ×20). Верхний рифей, олхинская свита; Кук-Юртовская скв., обр. 17, гл. 404–413 м (кол. В.С. Галимовой). Вероятно, новый вид, относящийся к группе *H.?* *spiralis*, известен в средней части серии Бэлт США и в нижней части Виндийской системы Индии: 1–3 – экз. на поверхности керна: натуральная величина 2,5–3,5 мм (×5); 2 – экз. из левого нижнего участка первой фотографии (×10); 3 – тот же экземпляр (×20); 4 – экз. из правого нижнего участка первой фотографии (×20).
- Фиг. 5. Очень маленький дискообразный отпечаток около 1 мм в поперечнике (×20). Внешне напоминает *Chuarina* или *Fermoria* (?*Protobolella*), однако морщинистость имеет скорее спиральный, чем концентрический характер. Венд, верхнемотская подсвита; р. Хидуса, обн. 901 (кол. В.С. Галимовой).
- Фиг. 6, 7. *Paleolina* ex gr. *evenkiana* Sokolov, 1967 (×5). Венд, верхнемотская подсвита; р. Хидуса у устья руч. Андайского, обн. 1-и (кол. Н.В. Сухановой, 1958). Фрагменты неправильно-морщинистых трубок (ядро), диаметром 1,2–1,5 мм.
- Фиг. 8–10. *Paleolina* sp. nov. (×5). Возраст и местонахождение те же. Фрагменты крупных грубоморщинистых трубок (ядро), диаметром около 6,0 мм, т. е. в 3–4 раза превышающих диаметр *Paleolina*.

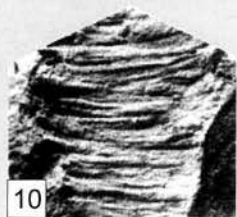
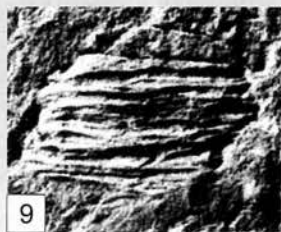
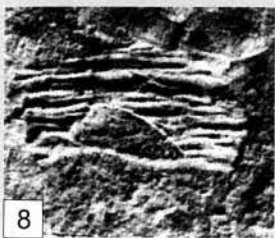


Таблица II

Фиг. 1–3. *Vendotaenia* sp. nov. Венд, верхнемотская свита; р. Хидуса, ниже пади Хурга (кол. В.Ю. Шенфиля, 1966): 1 – скопление фрагментов лентовидных водорослей ($\times 1$); 2, 3 – то же ($\times 5$).

Фиг. 4, 5. Крупное слоевище лентовидной водоросли из группы *Vendotaenides* ($\times 1$, $\times 2$). Венд, нижнемотская подсвита, Омолойская площадь, скв. 8, гл. 2604 м (кол. Е.М. Галперовой). Фрагмент, по всей вероятности, принадлежит новому таксону.



Таблица III

- Фиг. 1. *Baikalina sessilis* Sokolov, 1972. Голотип (×3). Верхний венд, нижняя часть Иркутского горизонта; Прибайкалье, р. Мал. Анай (кол. Ю.А. Исакова, 1968). Ядро организма, имевшего мешкообразное тело.
- Фиг. 2. "*Cylindrichnus*" sp. (левый верхний угол фотографии) и фрагмент *Pteridinium* sp. (средняя часть фотографии) (×3). Возраст и местонахождение те же.
- Фиг. 3. *Pteridinium* sp. (×3). Возраст и местонахождение те же.
- Фиг. 4. ?*Ovatoscutum* sp. (×1). Венд, боксонская свита, средняя часть, слои с *Voxonia gracilis* Ког.; Восточный Саян, Боксон (кол. В.В. Жабина, 1967). Отпечаток неполного экземпляра.
- Фиг. 5. *Baikalina* sp. nov. (×1). Венд, верхняя часть мотской свиты; р. Куртун, обр. Б-25ф (кол. Г.И. Рензина, 1967). Крупная мешкообразная форма с менее правильной морщинистостью, чем у *B. sessilis*, поперечник до 70 мм.

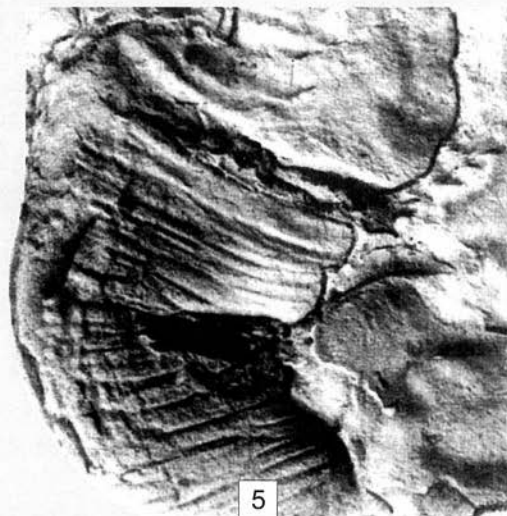
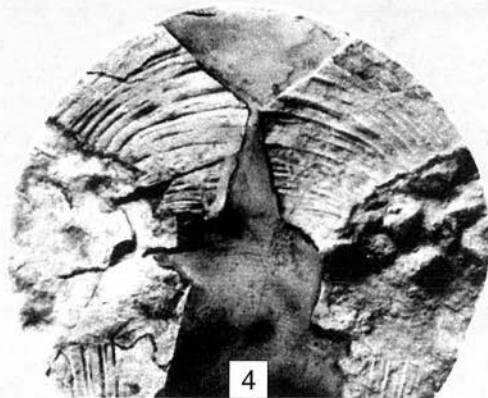
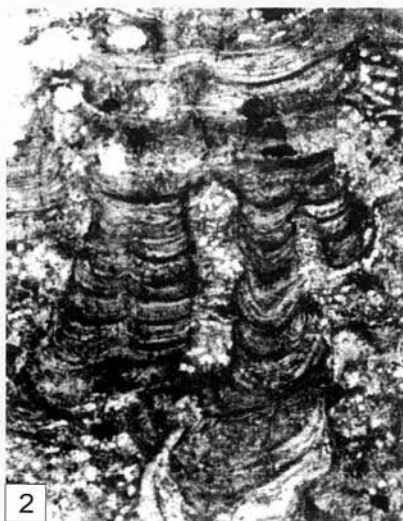
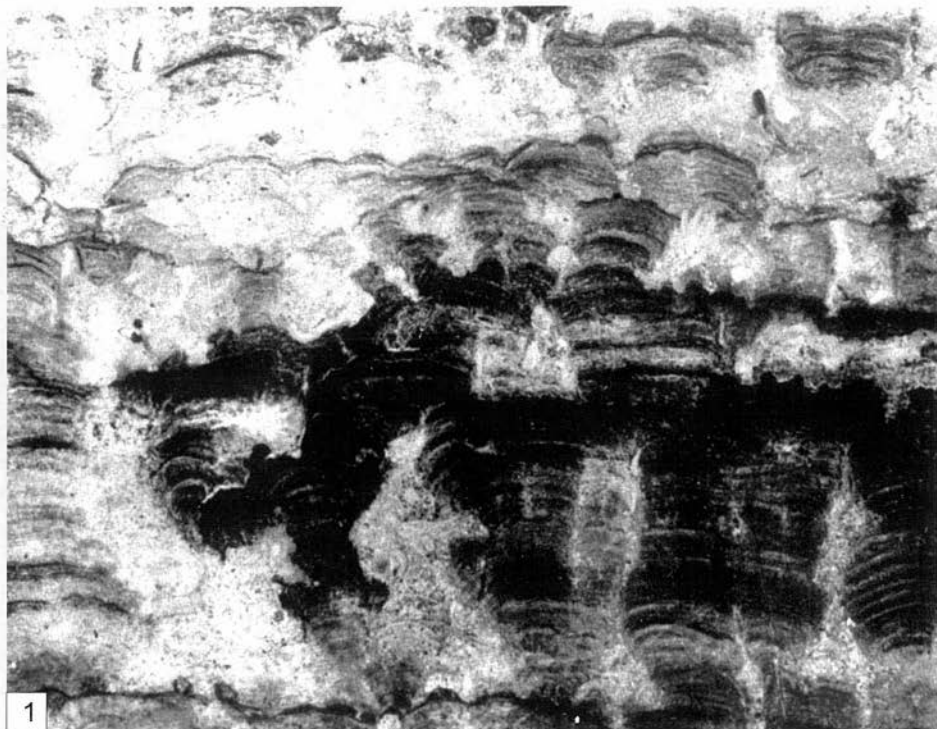


Таблица IV

Фиг. 1, 3. *Charaulachia zhuravlevae* Shenf. Голотип, обр. 310/22, Хараулах, р. Лена, у устья р. Уктаа, тьюсэрская свита; основание нижнего кембрия: 1 – форма постройки в срезе, перпендикулярном слоистости (шлиф, $\times 4$); 3 – микро-структура (шлиф, $\times 20$).

Фиг. 2. *Charaulachia zhuravlevae* Shenf. Обр. 7118б, Юдомо-Майский прогиб, р. Сев. Уй в 10 км выше устья, основание пестроцветной свиты; основание нижнего кембрия.



МЕТАЗОА ДОКЕМБРИЯ И ВЕНДО-КЕМБРИЙСКИЙ РУБЕЖ*

I

За последние 15 лет наши представления о живой природе докембрия претерпели коренные изменения. По-прежнему остается скрытым важнейший скачок от химической эволюции к биологической – его время, место и условия, а в своих суждениях об этом скачке мы по-прежнему опираемся на ту или иную теоретическую концепцию. Однако в геологическом смысле нам теперь твердо известно, что древнейшие осадочные породы Земли, древнейшие заключенные в них органические вещества, близкие к спорополленину (биополимер, связанный с организмами растительной природы), и древнейшие, уже морфологически различимые “микроскопаемые” (их связывают с бактериями и цианофитами), имеют примерно одну и ту же изотопную датировку, близкую к 3,5 млрд лет. Таким образом, палеонтология докембрия фактически становится реальностью с момента установления древнейших водно-осадочных образований стратисферы Земли [Сokolov, 1972a; Сидоренко, 1975; и др.]. Этот факт имеет огромное значение для всех наук о Вселенной, Земле и истории жизни.

Докембрийская биосфера перестала быть гипотетической; более того, цепь открытий древнейших микробиот [Тимофеев, 1966, 1974; Barghoorn, Schopf, 1966; Cloud, 1974; Schopf, 1974; и др.] и установление истинного возраста последовательности уровней строматолитообразования с нижним пределом древнее 3,0 млрд лет [Салоп, 1973; Семихатов, 1974; и др.] вызвали совершенно новый подход к объяснению самой структуры и истории докембрийской биосферы, ее связи с ходом развития атмосферы Земли, и прежде всего оксигенизации, с рядом других геохимических процессов, протекавших в гидросфере и литосфере. Среда жизни и жизнь примитивной Земли привлекли необычайный интерес геологов, геохимиков, палеонтологов, генетиков, биохимиков, океанологов и многих других исследователей. Но результаты новейших исследований дали не только ответы на стоявшие мучительные вопросы биологии докембрия, они привели к постановке новых вопросов, а некоторые из старых еще нельзя считать удовлетворительно решенными в свете накапливающихся данных. Так, можно с достаточной определенностью утверждать, что планктонные Eukaryota появились не ранее рифея (его основание, обычно принимаемое в СССР, – $1,6 \pm 0,1$ млрд лет), что они происходят от каких-то Prokaryota, вероятнее всего, из цианофит, но и цианофиты, и бактерии, а позднее и низшие грибы (около середины рифея) сразу предстают в докембрийской летописи как уже резко разошедшиеся стволы органического мира. Очевидна лишь параллельность их эволюции, но общность происхождения палеонтологически не доказана.

* Палеонтол. журнал. 1976. № 1. С. 3–18.

Достоверные Protozoa известны по палеонтологическим данным с кембрия, т. е. позднее, чем Metazoa (поздний рифей), однако не трудно представить, что последние ведут свое происхождение от бесскелетных простейших типа Zoomastigina [Иванов, 1968]. Но как бы рано животные жгутиконосцы ни возникли, гетерохрония в истории “Protophyta” и “Protozoa” представляется неизбежной. Вместе с тем эволюционный разрыв (если таковой был) между линиями этих двух царств значительно сократился с началом формирования многоклеточности. Представляется, что процесс клеточной агрегации, а затем дифференциации многоклеточных структур нерасторжимо связан с тем уровнем оксигенизации атмосферы, который принято называть точкой Пастера (1 % O₂ от современного уровня) и который оказал коренное влияние на биоэнергетические явления. С этого времени резко усиливается темп эволюции и множатся пути морфофизиологических усложнений в животном и растительном мире. Предполагаемое многими исследователями положение точки Пастера около границы кембрийского периода (570–600 млн лет) вряд ли верно, поскольку следы жизнедеятельности Metazoa, а следовательно, и существование их самих достоверно фиксируется с началом позднего рифея, т. е. около 1,0 млрд лет назад. Приблизительно к этому же времени относится и появление первых достоверных представителей Metaphyta.

Таким образом, сейчас уже нельзя признать, как 10 лет назад и ранее, ни внезапность появления кембрийских Metazoa, ни гипотезу их криптогенности (одну из наиболее устойчивых и привлекательных своей таинственностью), ни тот хронологический уровень в быстрой перестройке метаболических механизмов (переход к кислородному дыханию), который, вслед за Л. Беркнером и Л. Маршаллом [Berkner, Marshall, 1965], многие исследователи связали с рубежом протерозоя и палеозоя и увидели в этом переломе объяснение раннекембрийской вспышки разнообразных многоклеточных беспозвоночных. Значение этого рубежа в развитии животного мира чрезвычайно велико, но не с ним связано появление Metazoa. Около этого рубежа стабилизируется биоминералогическая функция покровных оболочек в большинстве филумов беспозвоночных, а сами они появляются значительно раньше. Только в этом смысле я считаю, что фанерозой захватывает часть позднего докембрия и что ему предшествует фанерофит, включающий по крайней мере весь афебий [Соколов, 1969, 1972а,б, 1974а–в].

II

В литературе прошлых лет (включая русскую и советскую) накопилось немало указаний на находки остатков животных организмов в различных отложениях докембрия, вплоть до глубокого протерозоя; изредка появляются такие сообщения и до сих пор. Однако, как уже было показано [Cloud, 1968; Hofmann, 1972; Соколов, 1974в; и др.], большинство из них при тщательной проверке оказались либо псевдоископаемыми (чаще всего литологическими образованиями, даже такие, как Rhysonetron или Karagassia), либо следами жизнедеятельности филаментарных Oscillatoriaceae, наннофоссильных одноклеточных Chroococcaceae и других прокариотических (преимущественно альгоидных) строматолито- и онколитообразователей, либо эти остатки (подобно Xenusion или примитивным брахиоподам острова Виктория) в действительности относятся к кембрию; некоторые находки из-за плохой документации, спорности возрастного положения или трудности морфологической интерпретации нуждаются в дополнительном изучении (это особенно относится к протерозою Карелии, Алданского щита и Кривого Рога).

В СССР чаще других в качестве остатков дорифейских тубулярных животных называют *Udokania problematica* Leit. из Забайкалья [Розанов и др., 1969]. Но строгая геометричность этих форм и наличие минеральной (в основном альбито-

вой) рубашки вокруг призматического ядра (размеры 20–25 × 3–4 мм) ставят их животное происхождение, по меньшей мере, под вопрос. В противном случае нам предстоит объяснить причину двукратного возникновения минерального скелетообразования у древнейших беспозвоночных с интервалом в 1,5 млрд лет. На современном уровне биохимических представлений о минерализации органических оболочек животных это необъяснимо. Как другой пример довендских находок остатков животных часто приводят *Sabellidites* ex gr. *cambriensis* Yan. из верхнего рифея Туруханского края, вскрытого на р. Сухая Тунгуска бурением. Визуальное знакомство с этими находками (стратиграфически они интерпретируются по-разному) привело меня в свое время [Соколов, 1967] к выводу, что это не трубки *Sabellidites*, а скорее пленочные оболочки *Paleolina*. Однако недавняя попытка извлечения из того же образца свободных фрагментов оболочек путем химического растворения породы не подтвердила и этого вывода. М.Б. Гниловская [1971] считает их остатками лентовидных водорослей из группы *Vendotaenides*; их остатки очень часто встречаются в темно-серых аргиллитах верхнего докембрия во многих районах северо-запада Сибирской платформы. Эти водоросли с необызвествленным слоевищем несомненно относятся к *Metaphyta*; близкие к ним остатки известны из донамских (т. е. довендских) отложений Южной Африки и из Балта Северной Америки.

О существовании бентосных *Metazoa* в рифее вполне определенно можно судить по следам их жизнедеятельности, начиная с 0,9–1,0 млрд лет, т. е. с позднего рифея (или гиперборейя s. str. в толковании Гараня, 1941–1946). Это – самое четкое подразделение рифейской зонотемы, которое М.И. Гарань [1946] и Б.М. Келлер [1952] первоначально совершенно правильно отделяли от вышележащих отложений Урала и Русской платформы, вошедших в состав венда. Позднерифейскую биоту *Metazoa* отличают чрезвычайно характерные особенности: 1) отсутствие вполне достоверных следов “телесных отпечатков” и скелетных форм, что приходится связывать с еще недостаточной развитостью биохимической функции выделения защитных склеропротеинов, слабой хитинизацией и вероятным отсутствием даже фосфатной минерализации покровных оболочек беспозвоночных; 2) распространение только ихнологических свидетельств существования донных организмов, оставивших следы ползания, проедания и фекальные структуры простой вытянутой, извилистой или спиральной формы, напоминающие *Planolites*, “?Helminthoidichnites” и др. [Соколов, 1972a], вероятнее всего, принадлежащие аннелидам; следы более совершенных артикулят – типа *Cruziana* или *Rusphycus* – неизвестны; 3) большая редкость достоверных следов жизнедеятельности подвижных бентосных организмов по сравнению с вендом и особенно ранним кембрием; это обстоятельство – твердо установленный факт, поскольку в СССР степень полевой изученности разрезов верхнего рифея и венда одинакова.

Приведенные данные представляются многозначительными, поскольку они касаются заведомо мегаскопических форм билатеральных *Metazoa*. Однако вряд ли можно сомневаться в том, что в позднем рифее, как и в его более ранние эпохи, уже существовали бесскелетные одноклеточные животные и, вероятно, должны были существовать организмы типа очень мелких первичнополостных червей (*Askelminthes*), а также наиболее примитивных желеобразных пелагических *Radialia*.

III

В официальной стратиграфической шкале, принятой Стратиграфическим комитетом СССР (1963), венд (V) занимает положение самого верхнего подразделения протерозоя, ниже которого располагается трехчленный рифей (R_{1-3}). Его радиологические границы приблизительно определены интервалом 680 ± 20 –

570 ± 10 млн лет. По стратотипической области Русской платформы для венда принято двухчленное деление: нижний – волынская серия и верхний – валдайская серия с рядом региональных стратиграфических подразделений. Принципиальное значение имеет то обстоятельство, что венд впервые был выделен (1949–1950 гг.) как докембрийское подразделение, непосредственно подстилающее в нормальной морской, стратиграфической последовательности древнейшие отложения кембрия, которые включают фауну самого нижнего из известных подразделений системы. Стратиграфически это граница валдайской серии с разнообразным фитопланктоном и лентовидными водорослями – вендотенидами [Гниловская, 1971] и балтийской серии с древнейшими кембрийскими беспозвоночными – хитиноидными сабеллидитами, тубулярными *Platisolenites*, *Hyolithellus*, *Coleolella* и другими редкими беспозвоночными, образующими зону, заведомо более древнюю, чем зона *Mobergella* и первых беззамковых брахиопод и следующая за ней зона *Volborthella*. Поскольку последние две зоны и их стратиграфические аналоги в различных областях мира всегда рассматривались как базальные отложения кембрийской системы [Cowie et al., 1972], было вполне естественно сделать вывод, что венд, а может быть, и сабеллититовые слои относятся еще к докембрию. В современной стратиграфической схеме Польши [Aren, Lenzion, 1974] граница докембрия и кембрия также соответствует границе венда и климонтовского (субхолмиевого) яруса, т. е. той же балтийской серии.

В советской стратиграфии широко принято сопоставлять границу венда и балтийской серии с границей юдомского комплекса Сибирской платформы (как азиатского аналога венда) и суннагинского горизонта, как базального горизонта томмотского яруса нижнего кембрия, заключающего самую разнообразную фауну дотрилобитных слоев этой системы. Возможно, это сопоставление не вполне точно [Соколов, 1974а,б], так как не исключено корреляционное перекрытие верхней части юдомского комплекса (немакит-далдынский горизонт) Сибирской платформы и нижней части балтийской серии (ровенский горизонт) Русской платформы: оба эти горизонта в одинаковой мере и в сравнительно узком стратиграфическом интервале характеризуются исключительно широким распространением своеобразных *Sabelliditida*, лентовидными водорослями типа *Tyrasotaenia* и “балтийским” обликом ассоциации фитопланктона. Однако в Сибири, как и в Европе, принципиальное значение имеет ненарушенная последовательность нормальных морских пограничных отложений докембрия и кембрия с разнообразными палеонтологическими остатками, особенно богатыми в районах Сибирского Заполярья.

Первостепенное значение имеет то обстоятельство, что некоторая дискусионность положения границы докембрия и кембрия в СССР связана не с отсутствием полных переходных разрезов морских отложений и не с недостатком палеонтологической информации, а с различием биостратиграфической интерпретации этих данных и продолжающимся обсуждением самих критериев типизации этой важнейшей стратиграфической границы, поскольку в стратотипическом регионе (Уэлс) терригенное основание кембрийской системы с крупным несогласием покоится на метаморфическом докембрии. В настоящее время палеонтологический критерий (во всем фанерозое он является палеозоологическим) стандартизации докембрийско-кембрийской границы получил всеобщее признание [Кауи, Розанов, 1973; и др.], а применительно к СССР проблема этой границы полностью сводится к проблеме окончательного выбора границы венда и кембрия.

Акцент, который я придаю вендо-кембрийской границе как границе докембрия и кембрия, совершенно необходим потому, что в последнее время некоторые исследователи [Меннер, 1974] вольно или невольно сводят проблему границы докембрия и кембрия к проблеме границы вообще рифея и кембрия, или вендомия и кембрия. Такая постановка вопроса недопустима по трем причинам: 1) “ри-

фейская группа” не только в стратотипическом регионе Горной Башкирии, но и на всем Урале и даже в Восточном Приуралье, где рифей вскрыт глубоким бурением, перекрывается с резким перерывом и несогласием (главным, по Н.С. Шатскому) разновозрастными отложениями от ордовика до девона; физическое отсутствие кембрийских отложений исключает даже возможность постановки вопроса о границе докембрия и кембрия на Урале; 2) так называемый терминальный рифей, или вендомий, образован в стратотипической местности Южного Урала из двух совершенно различных, разделенных перерывами подразделений – терригенно-карбонатной укской свиты каратоуской серии (верхний рифей) и всей терригенной ашинской серии (в основном венд), которая также перекрывается отложениями ордовика, силура и девона, но не кембрия; 3) основой выделения вендомия послужило установление в карбонатных породах укской свиты (нижний вендомий) микрофитоцитов юдомской свиты Якутии (IV комплекс микропроблематик) и строматолитов формального рода *Linella*, один из видов которого, *L. simica*, определен в укской и юдомской свитах; поскольку карбонатных пород с фитолитами в ашинской свите (верхний вендомий) нет и нет карбонатного кембрия ни на западном склоне Урала, ни на Русской платформе, фитолитические образования вообще не могут использоваться в европейской части СССР для отделения вендомия от кембрия. Впрочем, стандарт границы докембрия и кембрия не может быть обоснован на любых биолитных образованиях прокариотических организмов ни в одном, даже непрерывном, карбонатном разрезе, включая и юдомско-алданскую последовательность в Сибири. Именно по этой причине все внимание исследователей, занятых этой проблемой, приковано сейчас к палеозоологическим данным и данным изучения фитопланктона, который пока еще слабо изучен на рассматриваемом рубеже, но который несомненно будет играть значительную роль при стратиграфической корреляции пограничных отложений докембрия и кембрия независимо от окончательного выбора границы между ними: на уровне, близком к кровле или к подошве немакит-далдынского горизонта.

Введение в стратиграфию позднего докембрия понятия “терминальный рифей” и “вендомий” не связано с какой-либо необходимостью. Во всяком случае, это нельзя рассматривать как вынужденную альтернативу в связи с тем, что некоторые исследователи венд в названном выше объеме (венд *s. str.*) стали употреблять в более широком смысле, опуская его нижнюю границу в пределы верхнего рифея. Наиболее показательна ошибочность такой трактовки венда *s. lato* была недавно показана А.С. Махначем и др. [1975] на примере стратиграфии верхнего протерозоя Белоруссии. Классический для Евразии, вероятно, Австралии [Чумаков, 1975] и, возможно, других частей света “лапландский ледниковый горизонт” (т. е. варангерский), лежащий в основании венда в моем смысле, попал в среднюю часть венда *s. lato* (или вендомия). При этом нижняя граница последнего оказалась значительно менее обоснованной, чем тщательно проведенная Н.М. Чумаковым фактически планетарная климато-стратиграфическая корреляция тиллитов и тиллоидов лапландского уровня, являющегося, несомненно, важнейшим историко-геологическим разделом между рифеем и вендом, имевшим огромные последствия для биологической эволюции.

Источник возникающих сейчас некоторых затруднений в стратиграфии в палеонтологии позднего докембрия заключается в пропаганде трех постулатов.

1. Юдомская свита как стратотип юдомского комплекса (юдомия) охватывает больший стратиграфический объем, чем венд Русской платформы. Между тем существует и диаметрально противоположная, а также наиболее распространенная точка зрения о полном соответствии юдомского комплекса венду [Соколов, Хоментовский, 1975]. По существу, этот вопрос затрагивает только возраст нижней границы венда–юдомия (=вендомия) и ее геологические особенности.

Трансгрессивный характер распространения юдомского комплекса на всей Сибирской платформе с перекрытием разновозрастных доюдомских отложений протерозоя – твердо установленный факт; эта геологическая ситуация вполне аналогична трансгрессивному распространению вендского поставлакогенного осадочного чехла Русской платформы. Возраст предъюдомской щелочной интрузии на Алданском щите, как широко известно, колеблется в пределах 610–690 млн лет; возраст нижней части самой юдомской свиты в стратотипе – 630–650 млн лет [Келлер, 1973]; возраст предвендских глауконитов Пачелмского прогиба 670–680 млн лет; наибольшие значения возраста базальтов волынской серии на Волыни до 660 млн лет [Махнач и др., 1975]. Как эти, так и многие другие возрастные даты по венду и юдомскому комплексу получены преимущественно К-Аг-методом; они в достаточной мере подвижны, но они не дают основания для сколь угодно значительного противопоставления возраста венда на Русской платформе и в Сибири. Да, строго говоря, в отношении нижней границы венда, как границы внутрипротерозойской, где палеозоологический критерий фанерозойской типизации стратиграфических границ пока исключен вообще, это и не имеет того принципиального значения, которое сейчас совершенно справедливо придается границе венда и кембрия как границе протерозоя и палеозоя.

Я думаю, что это прекрасно понимают все геологи, признающие венд в качестве самого молодого подразделения протерозоя и вводящие его в этом качестве в общую стратиграфическую шкалу не только в СССР, но и на других континентах: например, в Австралии, где к венду отнесены огромной мощности кварциты Паунд и их аналоги с эдиакарской фауной в основании [Webby, 1974], или в Южной Африке, Англии и Северной Америке, где объем венда, возможно, несколько увеличен, так как к нему отнесены не только группа Нама, группа Концепшн, но и стратиграфически менее определенные чарнвудские отложения с *Charnia* [Pflug, 1974]. Впрочем, возраст последних и венда Оленекского поднятия с *Glaessnerina* (ранее мною определялась как *Charnia*) одинаков – около 675–680 млн лет. Соотношение вендского чехла с более древним докембрийским субстратом, как выражался Н.С. Шатский, более всего напоминает “клавиатуру рояля”. Это образное сравнение имеет множество подтверждений на всех континентах, поэтому даже включение или невключение в состав венда отложений лапландской ледниковой формации несомненно отходит на второй план по сравнению с тем первостепенно важным фактом, что планетарное распространение вендская фауна эдиакарского типа (бескелетные *Metazoa*) получила в “посттиллитовое время” и что венд непрерывным переходом связан с кембрием. Легко понять, что непрерывность этого перехода и непрерывность монофациального перехода рифея *s. str.* в венд или вендомий (а такие разрезы должны быть) качественно различны.

2. Второй постулат заключается в том, что микрофитолиты IV вендского или юдомского комплекса З.А. Журавлевой, выявленные в стратотипическом разрезе юдомской свиты Якутии, представляющие вместе с сопутствующими строматолитами (*Linella*, *Voxonia* и др.) безупречный и полноценный в палеонтологическом смысле эталон для отнесения любых карбонатных отложений, содержащих юдомские фитоциты, к стратиграфическим аналогам венда или юдомского комплекса Сибири. Между тем 10-летний опыт работ в СССР показал, что многие “виды” юдомских микрофитолитов проходят от среднего рифея до нижнего кембрия [Якшин и др.: Соколов, Хоментовский, 1975], и более или менее уверенное определение возраста отложений возможно лишь при тщательном изучении повторяющихся ассоциаций микрофитолитов, а не по их единичным находкам. Преувеличение стратиграфической роли юдомской ассоциации микрофитолитов прежде всего породило мысль о существовании второго венда – венда *s. lato* – и заставило отнести к венду подтиллитовые отложения Белоруссии, Пачелмского прогиба, Сред-

него Урала, Северной Норвегии, Западного Шпицбергена, Восточной Гренландии и др. По другим представлениям [Соколов, 1973; Красильщиков, 1973; и др.], во всех упомянутых случаях мы имеем дело с отложениями верхнего рифея.

Главная же причина допущенных стратиграфических ошибок заключается в том, что фитолитическим образованиям (микрофитолиты и строматолиты) без надлежащих палеобиологических исследований была приписана столь же эффективная роль в стратиграфии, как *Metaphyta* или *Metazoa* в фанерозое. Строго говоря, любые фитолиты не являются даже отраженным морфологическим подобием организмов-фитолитообразователей. К их изучению неприменима обычная палеонтологическая методика, за исключением тех редких случаев, когда в строматолитах и онколитах оказываются сохранившимися сами филаменты синезеленых водорослей. Но даже и при этом стратиграфы должны считаться с большой консервативностью в развитии нитчатых водорослей и трудностями морфологического изучения ископаемых *Monera* вообще. А именно они или, точнее, обволакивавшая их слизь, подвергшаяся минерализации, дошла до нас в виде фитолитических образований. Значительно более определенным является морфологическое разнообразие фитолитических макроструктур (особенно строматолитов), связанное с разнообразием экологических обстановок. Формальные “роды” и “виды” фитолитов прежде всего и выражают их экологические типы. Эволюция фитолитов, таким образом, есть результат развития и смены экологических условий, и, вероятно, главным образом в этом смысле должна оцениваться стратиграфическая последовательность ассоциаций микрофитолитов и строматолитов. Грубое сравнение хронологической последовательности ассоциаций фитолитов на протяжении протерозоя с радиометрической шкалой протерозоя и опорными изотопными датами региональных разрезов, особенно разных континентов, позволяет сделать вывод, что предел точности определения возраста протерозойских отложений по микрофитолитам и строматолитам чаще всего не выходит за рамки 100–200 млн лет. Бесспорно, это крупнейшее достижение в стратиграфии докембрия, но из него не следует, что мы располагаем палеонтологическим инструментом для полноценного определения границы рифея и венда или вендомия.

3. Третье допущение состоит в приравнивании определения возраста отложений к их стратиграфической корреляции. Конечно, обе операции могут совпадать, но в фанерозойской биостратиграфии твердо установлено, что возраст любого общего стратиграфического подразделения определяется через зональный стандарт или его эквивалент. Для этого вполне достаточно, например, единичных находок *Didymograptus bifidus* и *Pleurograptus linearis*, чтобы сделать заключение о среднеордовикском возрасте отложений, заключенных между подошвами этих зон в опорных разрезах. Корреляция же среднеордовикских отложений непременно будет основываться на использовании наиболее массовых групп организмов, специфичных для тех или иных фаций в рассматриваемом возрастном интервале. В отношении докембрия и даже венда, возраст которого наиболее типично определяет фауна бесскелетных организмов эдиакарского типа, заведомо расположенная ниже уровня массового распространения скелетной фауны томмотского типа и выше уровня (около 650 млн лет) массового распространения гимносоленид (строматолиты верхов рифея), аналогичный образ действий сторонники строматолитовой стратиграфии считают недопустимым. Как первейшее требование выдвигается необходимость массового для корреляции материала, т. е. строматолитов и микрофитолитов. При этом совершенно забывается, что строматолиты приурочены только к карбонатным фациям докембрия, что они не могут быть пока использованы для стандартизации возрастных границ подразделений ни афебия, ни рифея, что по самой своей природе это не ископаемые организмы, а, как справедливо указывается самими строматолитологами [Hofmann, 1973], – биоседиментарные структуры.

IV

Вне всякого сомнения, фауна эдиакарского типа делает венд наиболее полноценным и четким по палеонтологическому определению подразделением протерозоя. Кроме того, это наиболее дробное подразделение докембрия вообще, отвечающее основному требованию, предъявляемому сейчас к стратиграфии докембрия: замене расплывчатых крупных подразделений (архей, протерозой: PC_1 – PC_V ; нижний, средний, верхний докембрий и т. д.) подразделениями более узкими, но главное – более четко ограниченными уровнями, пригодными для планетарной корреляции. Как минимум, нижний–средний рифей, верхний рифей и венд удовлетворяют этому требованию в интервале докембрийских отложений, заключенных между афебием (верхняя граница 1,7–1,6 млрд лет) и кембрием (нижняя граница около 570 млн лет по шкале СССР). Стремление исследователей к установлению только равновеликих подразделений – несомненное насилие над природой.

Прямые и косвенные данные о развитии Metazoa в позднем рифее не дают и, вероятно, не дадут в ближайшее время основания для строгого определения типовой границы рифея и венда на палеозоологической основе. Пока эти данные представляют огромный интерес лишь для эволюционной теории, определения общего положения пород в геохронологической шкале, но не для стратиграфической практики. Однако еще большей иллюзией было бы надеяться, что типовая граница между верхним и терминальным рифеем или рифеем и вендом может быть обоснована биоседиментарными структурами. Этот метод типизации границы исключается как самой природой рассматриваемых структур, так и конкретным стратотипом терминального рифея на Южном Урале, где его обе границы сопровождаются перерывами неопределенной продолжительности и физическим отсутствием микрофитоцитов и строматолитов во всей пограничной с верхним рифеем нижней части терминального рифея (укская свита). К тому же наиболее вероятный аналог свиты на Западном Шпицбергене – свита Рюссё до своей кровли содержит самый типичный для верхнего рифея “вид” группы *Gymnosolen ramsayi* Steinm. [Красильщиков, 1973]; покров тиллитов Полярисбрен (т. е. варангерских) залегает здесь непосредственно выше.

Широко распространенный перерыв одинаково характерен как для основания венда, так и для терминального рифея (основание укской свиты Урала, юдомской свиты Якутии, лапичской свиты Белоруссии и т. д.). Но решение стратиграфической проблемы общего значения мы не можем связывать с оказанием предпочтения тому или иному перерыву. При современном уровне наших знаний было бы осторожнее вендский период распространения фауны эдиакарского типа определять как период, отделенный от собственно рифея либо эпохой лапландского оледенения, либо концом расцвета очень характерной группы гимносоленид. Многие исследователи именно в таком объеме понимают эокембрий Скандинавии, но префикс eos с самого начала был введен для того, чтобы подчеркнуть принадлежность отложений, близких к современному венду, к кембрийской системе (эокембрий = заря кембрия), что теперь всеми отвергается.

Общая характеристика вендских Metazoa и следов их жизнедеятельности дана в последнее время в целой серии работ [Webby, 1970; Glaessner, 1972; Wade, 1972; Соколов, 1972а,б, 1974а, 1976; Germs, 1973; Pflug, 1974; Келлер и др., 1974; Заика-Новацкий, Палий, 1974], а также в многочисленных более ранних публикациях М. Глесснера (см. библиографию в работе [Соколов, 1974а]). Исследования Глесснера затронули разнообразную фауну бесскелетных, сосредоточенных главным образом в 18-метровом прослое в низах мощных кварцитов Паунд окрестностей Эдиакары (Южная Австралия), но они оказались столь важными, что эта фауна и близкая к ней во всем мире стала называться фауной “эдиакарского типа”.

Как было отмечено, эта фауна Metazoa отнюдь не может считаться древнейшей в позднем протерозое, но она очень специфична и, по нашему общему с Глесснером представлению, везде является постгляциальной, но докембрийской (доалданской). В стратиграфическом отношении ее предпочтительно называть вендской, так как в Советском Союзе стратиграфический разрез венда Русской и Сибирской платформ характеризуется максимальной полнотой, разнообразием фаций и, как следствие этого, – разнообразием ассоциаций фауны, ихнофоссилий Metazoa, фитопланктона, вендотенидных водорослей с необызвествленным слоевищем и фитолитов. Но особенно важной является ненарушенная последовательность вендо-кембрийских отложений, заключающая границу двух систем, и наиболее полный для этого отрезка геологической истории ряд изотопных датировок возраста отложений, заключающих бесскелетных и скелетных Metazoa. Эти характеристики венда вполне естественно делают его важным эталоном, с которым связываются соответствующие разрезы Австралии, Африки, Европы и Северной Америки [Pflug, 1974; Webby, 1974; и др.].

Наименее ясным в палеозоологическом отношении повсеместно остается уровень пограничных с рифеем тиллитоносных и вулканогенно-осадочных пород Русской платформы, в той или иной мере связанных по возрасту с лапландской ледниковой эпохой. Палеонтологическая характеристика отложений этого пограничного стратиграфического уровня везде слабая (ее не имеет и близкий уровень предэдиакарского тиллита Марино в Австралии), хотя рассматриваемой эпохе отвечает один из важнейших климато-стратиграфических корреляционных реперов на рубеже рифея и венда. Однако если справедливо отнесение к марино-гляциальным отложениям древнейших слоев могилевской серии Подолии, то здесь уже наблюдаются следы жизнедеятельности бентосных Metazoa. Но в целом ранний венд Русской платформы, по-видимому, еще не содержит каких-либо вполне определенных телесных отпечатков бентосных или пелагических животных. В этом можно видеть сходство с поздним рифеем. Но возможно, что отсутствие телесных отпечатков – лишь местная особенность раннего венда. Во всяком случае, Г. Пфлюг [Pflug, 1974] в качестве ранневендских рассматривает такие биоты крупных Metazoa, как биота Намы в Африке и Чарнийская биота в Англии. По изотопным датировкам такой параллелизации не противоречит отнесение к раннему венду юдомских отложений с *Glaessnerina sibirica* (Sok.) Оленекского поднятия в Сибири и, возможно, самой яркой, Авалонской биоты Ньюфаундленда (группа Концепшн), которую Г. Пфлюг, вместе с эдиакарской биотой Австралии, рассматривает как уже поздневендскую.

По всей вероятности, сейчас еще преждевременно располагать упомянутые биоты в строгой хронологической последовательности, хотя с известной условностью, опираясь на радиоизотопные и геологические данные, это допустить можно. По крайней мере, некоторые из этих биот могут оказаться ранневендскими. Но внимание палеонтологов более привлекает другое обстоятельство: несмотря на индивидуальные особенности и большую географическую разобщенность биот фауны эдиакарского типа, все они имеют ряд очень важных общих черт. При значительном таксономическом разнообразии как для пелагических (вероятно, доминирующих), так и для бентосных групп этой фауны типично отсутствие скелета. Вместе с тем их органические покровные образования уже достигли такого уровня плотности и структурной цельности, что на илистом дне шельфовых морей венда бесскелетные животные оставили морфологически очень четкие отпечатки, позволяющие реконструировать важнейшие черты строения организмов. Условия сохранности ярко характеризуют и экологическую обстановку мелководья, резко отличную от современной, вероятно, очень слабым развитием различных консументов и редуцентов органических тканей погибших организмов.

Во многих случаях (Эдиакара, Авалон, Подолия, Чарнвуд) для эдиакарской фауны характерен своеобразный гигантизм. Это явление кажется весьма неожиданным, поскольку не может быть сомнения, что рифейские предки вендских Metazoa должны были обладать мелкими размерами; мелкие размеры характеризуют и древнейшую скелетную фауну дотрилобитовых слоев нижнего кембрия. Достижение размера тела у птеридиниид, многочленистых аннелидоморф и медузоидных до нескольких десятков сантиметров вряд ли может быть объяснено какими-либо наследственными причинами общего эволюционного прогресса. Причины и в этом случае скорее экологические и физиологические: неуплотненность экологических ниш, особенно пелагиали, благоприятные условия питания и отсутствие явлений минерализации покровных и защитных оболочек, которые бы неизбежно сдерживали рост тела, заключенного в раковину. Формирование последней, очень ограниченное в двух-трех группах организмов в позднем венде и в необычайно широком масштабе с началом кембрия, во всех случаях началось у мелких форм, заселявших донные биотопы. Но и в этих условиях еще сохранились крупные ползающие мягкотелые, оставившие следы типа *Didymaulichnus* и *Plagiogmus*.

В связи с таксономическим разнообразием поздневендских Metazoa (гидроидные, сцифоидные и другие медузоиды, а также первые бентосные книдарии; аннелиды – вероятно, разных групп, включая тубулярных седентарий; артроподы; моллюски, судя по следам ползания; в конце периода сабеллидитиды, являющиеся гипотетическими предками погонофор; проблематичные иглокожие; крибрициаты и даже недавно обнаруженные в Сибири примитивные конодонтофоры) обращает на себя внимание как важнейший палеонтологически доказанный факт явно докембрийская дивергенция Metazoa на уровне фактически всех главных типов. Несмотря на недоказанность достоверных находок в венде археоциат, брахиопод, мшанок, трилобитов и требующие проверки, как считают некоторые исследователи, указания на находки губок, разнообразие представителей почти всех этих типов в томмотском ярусе Сибири с неизбежностью заставляет сделать вывод, что и они уже существовали в венде, но были представлены бесскелетными формами или формами редкими, со слабо минерализованными покровами. Таким образом, прямые свидетельства и следующие из рассмотрения пограничной вендо-кембрийской фауны представления о филогенезе беспозвоночных Metazoa заставляют признать венд периодом становления основного разнообразия фанерозойских типов. Закрывающееся в этом признании коренное отличие венда от рифея s. str. имеет неизмеримо большее значение, чем связь рифея и венда по истории Prokaryota и даже эукариотического фитопланктона.

V

Если вендские макробиоты Земли не могут быть построены в более или менее строгий хронологический ряд, подобный построенному для 20 микробиот Северной Америки, Австралии, Африки и Индии [Schopf, 1975] в пределах афебия и рифея (интервал 2,3–0,7 млрд лет), то это вполне естественно: во-первых, довендские микробиоты разделены интервалами примерно в 50–100 млн лет (максимально до 200–250 млн лет); во-вторых, продолжительность всего венда приблизительно укладывается в интервалы 675–570 млн лет, и мы во всех палеонтологических аспектах еще недостаточно знаем пограничный ранний венд. Схематическая его характеристика, включающая следы жизнедеятельности Metazoa, приведена выше. Она может быть дополнена полученными теперь данными изучения микрофитофоссилий и нитчатых *Oscillatorites*, а также фитолитов, но эти данные не имеют принципиального значения для определения биологической специфики раннего венда (вильчанская–волынская серии и их возрастные аналоги).

Специфически вендскими ассоциациями Metazoa на Русской платформе я считаю ассоциации: 1) редкинской серии (или свит ее возраста) Московской синеклизы, Волго-Уральской области, особенно чехла платформы в зоне юго-восточного погружения Балтийского щита, и 2) могилев-подольской серии Приднестровья или Подолии, т. е. зоны юго-западного погружения Украинского щита. В одной из работ я допускал возможную разновозрастность этих ассоциаций, и в корреляционном отношении этот вопрос окончательно не снят. Однако необходимо отметить, что в целом между ними много общего, и в венде Русской платформы они являются наиболее характерными носителями черт фауны эдиакарского типа. Я бы назвал эту биоту Могилевско-Редкинской. С нею связаны первые находки *Cyclomedusa plana* Glaes. et Wade, Medusinites и других многочисленных медузоидных, вероятные отпечатки Charniodiscus; как древнейших полипоидных В.М. Палий описал отсюда роды *Nemiana* и *Tirasiana*. Особенно интересен первый, наиболее древний, бентосный род квидарий, у которого в радиальной структуре внутренних слепков мешкообразного тела можно усмотреть некоторую аналогию с эдиакарским *Conomedusites*, однако австралийский род интерпретируется как представитель *Conulata* [Glaessner, 1971]. Обильные слепки с радиальной структурой обнаружены в венде Онежского полуострова. Здесь же М.А. Федонкиным в 1975 г. открыты первые в СССР Dickinsonia и другие эдиакарские роды.

К редкинской серии относится широко известный род *Vendia*, очень близкий к эдиакарскому роду *Praescambrium*. Впервые в этой ассоциации на Онежском полуострове открыты В.А. Степановым несколько видов *Pteridinium*, близких к *P. simplex* (Gürich) из группы Нама [Келлер, Меннер и др., 1974], а в глубокой скважине к югу от Чешской губы (Нижняя Пеша) впервые найдены остатки *Charnia*, близкие к известным в Англии *C. masoni* Ford (кол. Мезенской экспедиции, 1974, переданная мне Л.С. Коссовым). Эта находка приурочена к слоям (гл. 3800 м), подстилающим слои с обильными лентовидными водорослями группы *Vendotaenides*, руководящей для верхнего венда, и разнообразными остатками сфероморфид и *Oscillatorites* sp. sp., что служит первым палеонтологическим подтверждением возраста рода *Charnia*, поскольку возраст классического в Чарнвуде английского стратотипического местонахождения чарнийской фауны определялся до сих пор только косвенными радиоизотопными данными, хотя тип этой фауны несомненно эдиакарский. На этом же стратиграфическом уровне в Московской синеклизе (буровая скважина в Непейцино, гл. 1417–1428 м) появляются самые первые из известных в венде очень мелких членистоногих(?) с хорошо сохранившимся черно-коричневым сплошным панцирем [Соколов, 1976].

В Сибири Юдомская биота Metazoa, включающая многочисленные остатки медузоидных (*Cyclomedusa*, *Suvorovella*, ?*Kimberella* и, возможно, оленекских *Glaessnerina*), вполне вероятно, занимает близкое возрастное положение. Но положение Байкальской биоты иркутского горизонта в связи с изолированностью местонахождения в пределах Байкальского хребта (р. Малый Анай) не может быть пока точно определено в границах верхнего венда. Из известных в литературе она более всего напоминает биоту Намы, так как содержит такие роды, как *Pteridinium*, *Nasepia* и др. Но особенно интересен здесь род *Baikalina* (встречаются мелкие и крупные формы), обнаруживающий поразительное сходство с некоторыми из родов африканских петалонам семейства *Ernionormidae* [Pflug, 1972, 1974]. В схеме Г. Пфлюга биота Намы рассматривается как ранневендская, что вряд ли верно, так как в группе Нама, помимо давно известных бесскелетных эдиакарского типа и многочисленных следов жизнедеятельности, встречены крибрициатиды (род *Cloudina*); в Сибири эту своеобразную группу скелетных организмов большинство специалистов считают раннекембрийской.

Вполне определенно более молодое возрастное положение занимает на Русской платформе валдайская серия *s. str.* с ее многочисленными региональными стратиграфическими подразделениями. В целом она имеет значительно большую мощность (до 1000 м) и не везде четко отделяется от редкинской серии (или подсерии). В отличие от последней в органическом мире валдайской серии доминируют разнообразные следы жизнедеятельности Metazoa типа *Arthropycus* (*Harlaniella*), “*Bilobites*”, *Berganeria*, *Curvolithus*, *Torrowangea*, *Cochlichnus* и т. п. Размеры их от нитчатых, часто сильно извилистых, до грубых, близких к *Didymaulichnus*. Особенно многочисленны эти следы в котлинской, любимской и каниловской свитах, а также в предбалтийских слоях типа воронковской свиты Прибалтики или тернавских слоев Подолии и, видимо, их аналогов в Польше. Валдайская ихнобиота нуждается в специальном изучении, но уже сейчас можно сказать, что она имеет скорее фанерозойский характер: морфологические типы следов обычно приходится сравнивать с типично фанерозойскими “ихнородами”, хотя в них и есть своя специфика.

Продолжительность существования Валдайской биоты, судя по многочисленным изотопным датам, полученным разными методами по основанию балтийской серии (545–585 млн лет) и по глауконитам котлинской свиты Зимнего берега на Белом море (600 млн лет) – около 30 млн лет. Отсутствие или крайняя редкость сомнительных следов телесных отпечатков животных на этом отрезке вендской истории – факт очень примечательный и требующий объяснения. Он особенно поразителен после эпохи распространения более ранней Могилевско-Редкинской биоты бесскелетных Metazoa и в связи с тем, что ихнологические типы следов животных более позднего валдайского времени несомненно принадлежат разнообразным сидячим, подвижным билатеральным или роющим Metazoa (аннелидам и другим артикулятам, вероятно, моллюскам и бентосным книдариям). Экологически это может быть объяснимо только переходным характером эпохи, когда гетеротрофные пожиратели органического вещества, гнилостные бактерии и прочие консументы уже сильно размножились, а Metazoa еще не выработали достаточно устойчивых хитиноидных и минерализованных защитных покровов, которые могли бы сохраняться в ископаемом состоянии. Высказанная в общей форме мысль Л.Ш. Давиташвили [1969, с. 307], что “сохранение ископаемых эдиакарского типа стало невозможным, очевидно, еще до начала кембрия”, находит в рассматриваемом случае первое подтверждение в установлении реальной, имеющей датированные границы, эпохи – единственной в своем роде – господства консументов. Валдайская эпоха расцвета консументов не подавила жизнь эдиакарских биот (в том числе и Могилево-Редкинской), но в значительной мере стерла ее морфологическое лицо в результате деструкционных и трофических процессов. Обилие следов жизнедеятельности Metazoa в позднем венде полностью это подтверждает. Но консументы, несомненно, сыграли и положительную роль в эволюционном прогрессе – и не только как ассенизаторы шельфовых биотопов, но и как стимуляторы отбора Metazoa по их защитным физиологическим функциям, что с максимальной эффективностью проявилось к началу кембрия.

На Русской платформе, как уже отмечалось, к нижнему кембрию относится балтийская серия *s. str.* (=балтийский ярус = климонтовский ярус), два горизонта которой, ровненский и лонтоваский, содержат древнейшую в Европе дотрилобитовую фауну. В старой литературе уже неоднократно высказывалась мысль о докембрийском возрасте и этой серии, но до недавнего времени такая идея не имела сторонников. Ее оживление связано с начавшимися исследованиями по стратиграфии пограничных протерозойско-кембрийских отложений и региональными поисками возможного стандарта границы докембрия и кембрия. В СССР, где имеются превосходные непрерывные разрезы, эта проблема фактически свелась к

определению стратиграфического положения немакит-далдынского (манькайского) горизонта Сибирской платформы и его корреляции с соответствующей частью вендо-кембрийской последовательности отложений на Русской платформе. Однако в настоящее время более или менее определенно можно говорить о наиболее вероятном соответствии своеобразных комплексов фауны немакит-далдынского горизонта Западного Прианбарья (стратотипический регион) и ровненского (нижнебалтийского) горизонта запада Русской платформы.

Главными связующими признаками их палеонтологической характеристики являются: 1) новая фаза распространения Metazoa, оставивших не только многочисленные следы жизнедеятельности (новые типы и их большее разнообразие), но и сами остатки организмов; 2) обилие трубчатых хитиноидных Sabelliditida (вероятно, погонофоры или аннелиды) с доминирующими родами *Sabellidites*, *Sokolovina* и *Saarina* на Русской платформе и родом *Paleolina* на Сибирской при качественной общности состава сабеллидитид этих и других родов группы; 3) первое появление тубулярных же седентарных организмов (вероятно, полихет) с минеральной раковиной – кремнистой (*Platisolenites*, *Yanicveysyites*), карбонатной (*Anabarites*, *Cambrotubulus*, *Caleolella*) или фосфатной (*Hyolithellus*, *Torelrella*).

Судя по отпечаткам, существовали тубулярные организмы и с протеиновой оболочкой, несомненно исходной для формирования хитиноидных трубок и трубок с проявлениями различной минерализации. Всех их, как правило, характеризуют незначительные размеры поперечника, свидетельствующие о мелких размерах самих организмов. По всей вероятности, хиолительминтный тип трубки-домика строго не отражает систематической принадлежности организмов-трубкожилов. Это было на первых порах чисто экологическое приспособление к защите аннелид, возможных погонофор, моллюсков и некоторых проблематичных организмов. Трудно сомневаться, что в это время уже существовали археогастроподы, моноплакофоры, хиолиты, но имеется лишь ничтожно мало спорных данных о наличии в немакит-далдыньском горизонте представителей *Pelagiella* и *Hyolithes*.

Наиболее полно и объективно характерные структурные, стратиграфические, литолого-фациальные и палеонтологические особенности немакит-далдыньского горизонта были недавно рассмотрены В.Е. Савицким [Соколов, Хоментовский, 1975], который считает его совершенно самостоятельным досуннагинским подразделением, но более склонен включать в состав нижнего кембрия. Общий смысл палеонтологической аргументации при этом остается тем же: тубулярные беспозвоночные немакит-далдыньского горизонта не могут противопоставляться скелетным дотрилобитовым ассоциациям организмов томмотского яруса (и его нижнего суннагинского горизонта), а поэтому немакит-далдыньский горизонт, как содержащий еще более древнюю скелетную фауну, должен быть отнесен к кембрийской системе, а нижняя граница последней должна быть определена по подошве этого горизонта. Такая аргументация лежит и в основе определения границы венда и кембрия на Русской платформе по границе валдайской и балтийской серий s. str. Верхняя часть последней – лонтоваский горизонт и его близкий аналог в Польше – завишенские слои субхолмиевого горизонта содержат первые и древнейшие достоверные остатки инартикулят, скелетных моноплакофор? (*Mobergella*), раковинных археогастропод (*Aldanella*), вероятных меростомат (*Gdowia*), бесспорных хиолитов и другие группы организмов, которые численно менее обильны, чем в томмотском ярусе Сибирской платформы, но столь же типичны для древнейших слоев нижнего кембрия.

Аналоги немакит-далдыньского горизонта в Европе несомненно занимают положение ниже подошвы лонтоваского горизонта или зоны *Mobergella* всей Скандо-Балтики, но пока существует только допущение, что нижняя граница немакит-далдыньского горизонта соответствует нижней границе балтийской серии. Та-

кая корреляция весьма вероятна, но требуют обоснования: 1) корреляция немакит-далдынского горизонта в пределах самой Сибирской платформы и 2) определение его нижней границы в стратотипе юдомского комплекса, поскольку юдомско-томмотская последовательность отложений на юго-востоке Сибирской платформы рассматривается многими исследователями как типовая для выбора стандарта вендо-кембрийской границы.

Открытие в немакит-далдыньском горизонте на севере Сибирской платформы родов *Paleolina*, *Sabellidites*, *Calyptrina*, *Anabarites*, *Cambrotubulus*, *Huolithellus*, *Didymaulichnus* и других животных организмов и следов их жизнедеятельности, а также обильного фитопланктона и вендотенид типа *Tyrasotaenia* (они известны и из балтийской серии) не оставляет сомнения, что ниже базальной зоны томмотского яруса, т. е. зоны *Oelandiella korobkovi*–*Anabarella plana* (на севере) и зоны *Aldanocyathus sunnaginicus*–*Tiksitheca lialis* (на юго-востоке), очень близких, но, возможно, не в полной мере эквивалентных, располагается еще более древняя зона *Anabarites trisulcatus* (В.Е. Савицкий) или *Paleolina evenkiana* (Б.С. Соколов). Но если почти на всей территории Сибирской платформы верхняя граница этих более или менее эквивалентных зон с древнейшими томмотскими отложениями, заключающими десятки видов беспозвоночных (в том числе и археогастропод рода *Vemella*, открытых в формации Парачилна Южной Австралии), достаточно четкая, то нижняя граница немакит-далдыньских фаунистических ассоциаций биостратиграфически значительно менее определена.

На севере немакит-далдыньский горизонт имеет не только резкую (хотя и в непрерывном разрезе) литолого-фациальную границу с вышележащими отложениями зоны *Oelandiella korobkovi*, но и еще более резкую нижнюю, которая во многих случаях трансгрессивно срезает даже дислоцированные более древние толщи. В этих условиях установить типовую границу между докембрием и кембрием по преднемакит-далдыньскому перерыву совершенно невозможно, и остается только один реальный выбор – по подошве зоны *Oelandiella korobkovi*.

На юге и юго-востоке платформы дело обстоит еще труднее. Возможность открыть разрезы с более или менее однотипными условиями фациальной смены отложений юдомского комплекса полным томмотским ярусом [Соколов, 1974а,б] в Учуро-Майском районе (например, в бассейнах рек Белой и Аллах-Юнь) здесь вполне вероятна, но мы пока совершенно не представляем, какое место в непрерывной последовательности юдомского комплекса займет нижняя граница немакит-далдыньского горизонта. Одни исследователи определяют ее место в самых верхах юдомского комплекса, фактически сводя вопрос к расширению объема суннагинского горизонта (И.Т. Журавлева); другие видят его аналог в верхнеюдомской подсвите (или собственно юдомской свите Ю.К. Дзевановского), отделенной перерывом от нижнеюдомской подсвиты (т. е. аймской свиты В.Т. Работнова и Л.И. Нарожных); третьи приравнивают к нему полностью или частично иркутский горизонт Прибайкалья, как верхнюю часть юдомского комплекса; наконец, четвертые допускают полную эквивалентность немакит-далдыньского горизонта севера Сибирской платформы и юдомского комплекса юга. Основная причина стремления опустить нижнюю границу кембрийской системы внутрь юдомского комплекса, вплоть до его подошвы, что, конечно, абсурдно, заключается в том, что в верхней части комплекса (до 80 м) периодически делаются редкие находки тубулярных организмов.

Постулативная зависимость определения нижней границы кембрия от появления первых скелетных организмов в непрерывном вендо-кембрийском разрезе, конечно, не оставляет другого выбора. Однако такой подход к решению вопроса о границе докембрия и кембрия неизбежно привел бы нас к необходимости отказа от выбора типовых разрезов, заключающих стандарт границы, и к призна-

нию невозможности использования палеонтологического метода, как инструмента типизации стратиграфических границ. В действительности состояние проблемы не столь безнадежно. Было бы грубой ошибкой полагать, что все скелетообразующие организмы в разных филумах появились на Земле внезапно и одновременно. Уже приведенные выше данные о первых находках хитиноидных панцирных организмов в средней части венда Русской платформы (редкинская серия), хитиноидных сабеллитидитид в верхнем венде (платоновская свита Сухой Тунгуски, иркутский горизонт Прибайкалья и др.) и специфических тубулярных *Angustiochreida* в юдомских отложениях ряда районов Сибири, как и другие хорошо известные данные о постепенной скелетизации многих групп беспозвоночных на протяжении кембрия и раннего ордовика, ярко показывают в целом ступенчатый характер мобилизации организмами различных веществ, укрепляющих покровные структуры. Но существенным кажется другое – резкое количественное и качественное разнообразие скелетообразующих организмов с уровня, примерно отвечающего подошве суннагинского горизонта в его полном объеме в Сибири, и с лонтоваского горизонта и его аналогов в Скандо-Балтике. Через этот рубеж транзитно проходят тубулярные группы беспозвоночных и сходные ихноценозы несомненных артикулят и моллюсков. Либо этот рубеж, либо предшествующий ему вендо-балтийский рубеж на Русской платформе в настоящее время представляют два самых важных варианта возможной типовой границы докембрия и кембрия.

ЛИТЕРАТУРА

- Гарань М.И.* Возраст и условия образования древних свит западного склона Южного Урала. М.: Госгеолиздат, 1946. 51 с.
- Гниловская М.Б.* Древнейшие водные растения венда Русской платформы (поздний докембрий) // Палеонтол. журнал. 1971. № 3. С. 101–107.
- Давиташвили Л.Ш.* Причины вымирания организмов. М.: Наука, 1969. 440 с.
- Заика-Новацкий В.С., Палий В.М.* Древнейшие ископаемые организмы в отложениях вендского комплекса Приднестровья // Палеонтол. сб. № 1. Львов, 1974. С. 59–65.
- Иванов А.В.* Происхождение многоклеточных животных. М.: Наука, 1968. 287 с.
- Кауи Д.В., Розанов А.Ю.* Отчет Международной рабочей группы о симпозиуме по проблеме границы кембрия и докембрия // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1973. № 12. С. 72–82.
- Келлер Б.М.* Рифейские отложения краевых прогибов Русской платформы. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 63 с.
- Келлер Б.М.* Венд, юдомий и терминальный рифей (вендомий) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1973. № 1. С. 86–92.
- Келлер Б.М., Меннер В.В., Степанов В.А. и др.* Новые находки Metazoa в вендомии Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1974. № 12. С. 130–134.
- Красильщиков А.А.* Стратиграфия и палеотектоника докембрия–раннего палеозоя Шпицбергена. М.: Недра, 1973. 120 с.
- Махнач А.С., Веретенников Н.В., Шкуратов В.И.* Стратиграфия верхнепротерозойских отложений Белоруссии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1975. № 3. С. 90–102.
- Меннер В.В.* (ред.). Вендомий (терминальный рифей) и его региональные подразделения. М.: Изд-во ВИНТИ, 1974. 126 с.
- Розанов А.Ю., Мисаржевский В.В., Волкова Н.А. и др.* Томмотский ярус и проблема нижней границы кембрия. М.: Наука, 1969. 380 с.
- Салоп Л.И.* Общая стратиграфическая шкала докембрия. Л.: Недра, 1973. 309 с.
- Семихатов М.А.* Стратиграфия и геохронология протерозоя. М.: Наука, 1974. 302 с.
- Сидоренко А.В.* Осадочная геология докембрия и ее значение для познания допалеозойской истории Земли // Сов. геология. 1975. № 2. С. 3–16.
- Соколов Б.С.* Древнейшие погонофоры // Докл. АН СССР. 1967. Т. 177, № 1. С. 201–204.
- Соколов Б.С.* Палеонтологические данные о древнейших представителях органического мира океана (хронология важнейших таксонов) // Океанология. 1969. № 5. С. 906–907.
- Соколов Б.С.* Докембрийская биосфера в свете палеонтологических данных // Вестн. АН СССР. 1972а. № 8. С. 48–54.

- Соколов Б.С. Вендский этап в истории Земли. Палеонтология. М.: Наука. 1972б. С. 114–124. (Международ. геол. конгр. XXIV сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 7).
- Соколов Б.С. Проблема границы докембрия и кембрия // Геология и геофизика. 1974а. № 2. С. 3–29.
- Соколов Б.С. Основные результаты Международного симпозиума по границе докембрия и кембрия // Геология и геофизика. 1974б. № 4. С. 18–26.
- Соколов Б.С. Ихнология древнейших Metazoa, некоторые проблемы и перспективы // Геология и геофизика. 1974в. № 5. С. 37–48.
- Соколов Б.С. Органический мир Земли на пути к фанерозойской дифференциации // Вестн. АН СССР. 1976. № 1. С. 123–140.
- Соколов Б.С., Хоментовский В.В. (ред.). Аналоги вендского комплекса в Сибири. М.: Наука, 1975. 251 с.
- Тимофеев Б.В. Микрорепродуктологическое исследование древних свит. М.: Наука, 1966. 146 с.
- Тимофеев Б.В. (ред.). Микрофитофоссилии протерозоя и раннего палеозоя СССР. Л.: Наука, 1974. 80 с.
- Чумаков Н.М. Докембрийские тиллиты и тиллоиды (Диагностика и стратиграфическое значение). М., 1975. 46 с.
- Aren B., Lenzion K. Organic remains at the Vendian–Cambrian boundary in the platform sediments in Poland // Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Terre. 1974. Vol. 22, N 1. P. 49–53.
- Barghoorn E.S., Schopf J.W. Microorganisms three billion years old from the Precambrian of South Africa // Science. 1966. Vol. 152. P. 758–763.
- Berkner L.V., Marshall L.C. History of major atmospheric components // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1965. Vol. 53, N 6. P. 1215–1225.
- Cloud P.E., Jr. Pre-Metazoan evolution and the origins of the Metazoa // Evolution and Environment / Ed. E.I. Drake. Yale Univ. Press. 1968. P. 1–72.
- Cloud P.E., Jr. Evolution of Ecosystems // Amer. Sci. 1974. Vol. 62, N 1. P. 54–66.
- Cowie J.W., Rushton A.W., Stubblefield C.J. A correlation of Cambrian rocks in the British Isles // Geol. Soc. London. Spec. Rep. 1972. Vol. 2. P. 1–42.
- Germis G.I.B. A reinterpretation of Ranga schneiderhoehni and the discovery of a related new fossil from the Nama group, South West Africa // Lethaia. 1973. Vol. 6. P. 1–9.
- Glaessner V.F. The genus Conomedusites Glaessner and Wade and the diversification of the Chidaria // Paläontol. Z. 1971. Bd. 45, N 1, 2. S. 7–17.
- Glaessner V.F. Precambrian Palaeozoology // Univ. Adelaide. Spec. Pap. 1972. Vol. 1. P. 43–52.
- Hofmann H.J. Precambrian remains in Canada: fossils, dubiofossils and pseudofossils // 24th Intern. geol. Congr. Sect. 1 (Montreal, 1972). 1972. P. 20–30.
- Hofmann H.J. Stromatolites: characteristics and utility // Earth-Sci. Rev. 1973. Vol. 9. P. 339–373.
- Pflug H.D. Zur Fauna der Nama-Schichten in Südwest Africa // Palaeontographica. Abt. A. 1972. Bd. 139. S. 134–170.
- Pflug H.D. Vor- und Frühgeschichte der Metazoen // Neues Jahr. Geol. und Paläontol. Abhandl. A. 1974. Bd. 145, N 3. S. 328–374.
- Schopf J.W. The development and diversification of Precambrian Life // Origins of Life. 1974. Vol. 5. P. 119–135.
- Schopf J.W. Precambrian paleobiology: problems and perspectives // Ann. Rev. Earth Planet. Sci. 1975. Vol. 3. P. 212–249.
- Sokolov B.S. Vendian of Northern Eurasia / Ed. M.G. Pitcher // Arctic Geol. Tulsa, USA, 1973. P. 204–218.
- Wade M. Hydrozoa and Scyphozoa and other medusoids from the Precambrian Ediacara fauna, South Australia // Palaeontology. 1972. Vol. 15, N 2. P. 197–225.
- Webby B.D. Late Precambrian trace fossils from New South Wales // Lethaia. 1970. Vol. 3. P. 79–109.
- Webby B.D. Lower Palaeozoic rocks of the craton of Australia // Univ. Sydney, Rep. 1974. Vol. 3. P. 1–95.

ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР ЗЕМЛИ НА ПУТИ К ФАНЕРОЗОЙСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ*

...мы должны рассматривать возникновение жизни в пределах солнечной системы в целом, а не обязательно только на Земле. Однако только на Земле мы можем детально изучить эволюцию жизни, особенно ее поздние стадии.

Дж. Бернал

Хотя понимание биохимических основ живых систем, их организации и управления достигло в последние 15–20 лет совершенно удивительного прогресса, многие исследователи до сих пор явно недооценивают еще одну крайне специфическую черту жизни – исключительную длительность и непрерывность этого явления. Возможно, когда-то существовало некоторое объяснение такому ограниченному пониманию жизни: молекулярная эволюция далекого прошлого лишь отдаленно затрагивала интересы биологов-систематиков, а морфологи либо не стремились приблизиться к “точке отсчета” геологического времени в эволюции живых существ, либо считали это дело безнадежным. К тому же четко сформулированная Ч. Дарвином мысль о неполноте геологической летописи воспринималась как одна из аксиом палеонтологии. Что же касается самих наук о Земле, то после открытия долгоживущих изотопов прошел достаточно большой срок, прежде чем была создана основа радиометрической шкалы времени, позволившая впервые (лишь в эти же 15–20 лет) понять, каким гигантским было геологическое время, предшествовавшее той классической панораме постпротерозойского эволюционного процесса, истоки которого казались навсегда скрытыми. Не это ли обстоятельство пробудило известную самоуверенность некоторых биологов при ретроспективных филогенетических построениях, в которых скудным сравнительным данным о строении ДНК современных таксонов нередко отдается слишком безоговорочное предпочтение перед реальными фактами палеонтологической истории органического мира?! Вероятно, мы еще далеко не все знаем о конвергенции биохимических сукцессий, так же как и об ограниченности возможного разнообразия, например биоминеральных скелетных ультраструктур у организмов, весьма отдаленных друг от друга в плане родства.

Историческая последовательность событий пронизывает все геологическое и биологическое прошлое планеты, и представление о времени в геологии, о длительности, периодичности и необратимости геобиологических процессов едва ли не самое фундаментальное в науке о развитии природы Земли. Плодотворность этого представления связана прежде всего с тем, что все бывшие биосферы Земли оставили свой след в истории развития ее коры (В.И. Вернадский и др.), а страти-

* 250 лет Академии наук СССР. М.: Наука, 1977. С. 423–444.

сфера представляет собой прямой продукт развития биосферы. Самая уникальная и примечательная особенность Земли как планеты солнечной системы – стратисфера – включает пока наиболее полную “запись” событий, касающихся истории как самой Земли, так и Вселенной на протяжении последних 4 млрд лет. Даже самый предварительный анализ данных о Луне, полученных в последние годы, оказался достаточным, чтобы сказать, что Луна лишена стратисферы и что возраст ее пород близок к возрасту древнейших “достратисферных” пород Земли. Более отдаленные планеты, судя по данным, поступающим по мере их изучения, в рассматриваемом плане также не сулят существенно большего. Сейчас, я полагаю, с полным основанием можно сделать вывод, что стратисфера Земли должна стать одним из важнейших объектов исследования специалистов, изучающих солнечную систему. Должны быть найдены новые методы извлечения информации из этого удивительного ее “конденсатора”, более совершенные, чем те, которыми пользуются теперь геологи, геохимики, геофизики и палеонтологи, естественно ограниченные в своих интересах прежде всего земными проблемами.

Современное изучение древнейших кратонных областей Земли (или так называемого кристаллического фундамента древних платформ), а также, хотя и в значительно меньшей мере, ее подвижных поясов показало чрезвычайно раннее формирование осадочной оболочки планеты, причем даже в древнейших породах таких щитов, как Балтийский, Африканский, Канадский и другие, под покровом, казалось бы, непроницаемого метаморфизма обнаружены первичные осадочные текстуры. Поэтому и эти последние – несомненный элемент стратисферы. Однако длительное время господствовавший подход к метаморфизму кратонов как к явлению, стершему грань между магматическими и осадочными породами, сыграл роковую роль в формировании основных геоисторических понятий геологии, оставив за историей Земли право заниматься лишь изучением палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Вся предшествующая история получила лишь общее название докембрия.

Строго говоря, положение не изменилось и после введения Дж. Чэдвиком (1930) временных, а точнее биоисторических понятий – фанерозоя (палеозой, мезозой и кайнозой, взятые вместе) и криптозоя, поскольку последний оказался полным эквивалентом докембрия – зоном “скрытой жизни” (этимологически точно – животной жизни), непостижимой в силу того же влияния метаморфизма пород или консервации этой жизни в глубинах альгонкского океана. В сущности этими новыми понятиями еще более укреплялся мистический характер “липалийского интервала” Ч. Волкотта (1914) – между докембрием как первозданным кристаллическим субстратом земной коры и кембрием как древнейшей системой палеозойского (или фанерозойского) чехла.

Было бы, однако, ошибкой недооценивать понятие фанерозой даже при некоторой неопределенности его нижней границы. Это понятие получило особое значение в наши дни, хотя, как стало ясно, на фанерозой приходится лишь 1/7 часть земной истории (около 600 млн лет). Именно на базе изучения фанерозойского эона были сформулированы самые фундаментальные историко-геологические и биохронологические концепции, превратившие геологию в подлинно историческую науку.

Фанерозой (а вся дарвиновская эволюционная теория ограничивалась только им) дал геологии первый и пока самый совершенный инструмент измерения относительного геологического времени, биологического по своей природе. Он основан на эволюционном прогрессе, направленности и необратимости эволюции. За 115 лет своего развития эволюционизм в целом обогатился многими открытиями, новыми законами, но не изменилась его суть. Палеонтология принесла науке бесчисленные свидетельства реального действия эволюционного процесса, но вместе с тем она отвергла представление о постепенности, плавности этого про-

цесса, фактически доказав неравномерность темпов эволюции в пределах и отдельных филумов и целых биот. Палеонтология, как и неонтология, показала единство и взаимозависимость в развитии жизни и среды обитания, единство всего биосферного и биогеоценотического процесса, вскрыла его периодичность (которую нередко называют этапностью), ставшую эмпирической основой геологической хронологии и биостратиграфии. Природа этой периодичности до сих пор остается недостаточно выясненной, несмотря на множество гипотез, но к ее пониманию трудно приблизиться без понимания космических влияний на всю планету. Хотя нельзя забывать, что внутренние законы развития Земли и региональная специфика существования крупных элементов земной коры (хотя бы дрейфующих плит) должны были находиться в постоянном противоречии с этими космическими факторами. Вероятно, поэтому рубежи между геологическими периодами обозначены далеко не всегда с одинаковой четкостью и нередко представляют собой целые эпохи, планетарная асинхронность событий внутри которых постоянно ставит перед нами мучительные загадки.

Одной из таких загадок принято считать развитие геологических процессов и органическую эволюцию на рубеже докембрия и кембрия, что по существующим представлениям отвечает началу палеозоя или в целом фанерозоя. В настоящее время не установлено международного стандарта нижней границы кембрийской системы, поскольку в стратотипическом районе Великобритании (Уэлс), где А. Седжвиком (1855) была выделена сама система, как раз и наблюдается тот характерный скачок в свойствах и возрасте пограничных горных пород, который так устойчиво поддерживал идею невосполнимого пробела в эволюции. Однако успехи стратиграфической корреляции уже давно привели палеонтологов и геологов к выводу, что древнейшие кембрийские отложения Земли (включая и такие, как балтийские “синие глины” Русской платформы или томмотские известняки Сибирской платформы) хранят скелетные остатки почти всех известных типов беспозвоночных, а со следующего, ордовикского, периода известен уже последний и высший тип животных – позвоночные; к этому времени относится и первый наиболее вероятный выход псилофитоподобных растений на сушу (А. Луха, 1967). Таким образом, мы имеем все основания говорить, что от кембрия до современной эпохи продолжается единый фанерозойский биологический мегахрон. В свете досконально изученной фанерозойской эволюции даже появление такого феноменального существа, как *Homo sapiens*, не представляется чем-то совершенно неожиданным и непредсказуемым. Но воображение естествоиспытателя поражает другое: внезапная и глубокая дивергенция филогенетических путей органического мира уже в начале самого кембрия или фанерозоя, в его чэдвиковской трактовке.

Что же мы знаем об этих предшествующих фанерозою 3,5 млрд лет истории Земли и ее жизни, о дифференциации органического мира на его основные царства, о хронологии этих фундаментальных для развития живой природы событий? Действительно ли все это прошлое – таинственный криптозой, тянущийся из протопланетной бездны эогея?

Прежде всего необходимо сказать, что за последнюю четверть века претерпели коренные изменения наши геологические представления о самой физической картине перехода от докембрия к кембрию. Во многих областях Земли (как на лавразийских, так и на гондванских континентах) установлена либо полная непрерывность этого перехода, либо амплитуда перерыва сузилась до обычно наблюдаемой в последовательности структурно-формационных комплексов. Нашли свое место в стратиграфической шкале мощные толщи неметаморфизованных или слабо метаморфизованных пород, которые обычно совершенно механически присоединялись к кембрийской системе. Были впервые разработаны стратиграфия и радиоизотопная хронология этих супракрустальных, но докембрийских пород.

Подверглись полной ревизии наши прежние представления о палеонтологии докембрия, и было открыто множество новых групп организмов, как одноклеточных, так Metaphyta и Metazoa. Особенно выдающуюся роль сыграли результаты глубокого бурения, проводившегося вскоре после войны в европейской части СССР. Впервые был вскрыт древнейший осадочный чехол Русской платформы (по последним данным, его мощность в районе Москвы достигает 4000 м), показавший непрерывность позднейших докембрийских отложений (их верхнюю часть я назвал в 1950 г. вендом – по имени славянского племени вендов или венедов) и их фациальную однотипность с древнейшими палеонтологически охарактеризованными кембрийскими отложениями всей Скандо-Балтики.

Это открытие позволило найти истинное стратиграфическое место так называемых “древних немых свит складчатого Урала”, получивших в 1945 г. от Н.С. Шатского название рифейской группы. К сожалению, верхняя граница последней в самом стратотипическом районе до сих пор палеонтологически не обоснована, так как рифей перекрывается там средним ордовиком или девонем. Однако особенно важная для науки непрерывная последовательность рифейских, вендских и кембрийских отложений была выявлена в Сибири.

Успехи изучения позднего докембрия в СССР в 50-х годах заметно активизировали интерес к этим отложениям и в других частях мира: Австралии, Африке, Северной Америке и Европе. Главный итог проведенных работ – выявление хорошо сохранившихся разнообразных остатков поздней дофанерозойской жизни, установление переломных эпох в усложнении уровней организации древнейших живых систем (и хотя бы частичное объяснение этого процесса), наконец, вполне естественное стремление к изучению самых древних пород стратисферы с надеждой обнаружить если не сами протобионты, то их молекулярные следы. Результаты оказались выдающимися. Другой не менее важный практический итог заключается в проникновении палеонтологического метода в стратиграфию всего докембрия и в окончательном выводе о том, что дальнейшую геохронологическую дезинтеграцию криптозооя – докембрия (включая и миллиард лет рифея–синия) можно считать сейчас главной задачей стратиграфии допалеозойских отложений.

Современное отношение исследователей ко всей проблеме происхождения жизни хорошо выражено в предпосланном этому докладу эпиграфе. Строго говоря, геологам и биологам действительно лучше пользоваться выражением “появление жизни” на Земле, так как гипотезы Опарина–Холдейна и Бернала являются гипотезами биохимического предопределения жизни, все еще требующими глубокой экспериментальной проверки. И хотя воззрения этих ученых вполне разделяются многими геологами, биологами и биохимиками, реалистической базой наших рассуждений в конечном счете может служить лишь обнаружение древнейших следов *активной, развивающейся в земных условиях жизни*. То, что М. Кэлвин (1968) называет “молекулярной палеонтологией” докембрия, я полностью отношу к таким фактам.

Первостепенный интерес в этом отношении представляют некоторые формации углеродистых отложений древнейшего докембрия, ставшие сейчас предметом особого внимания исследователей А.В. Сидоренко и др. Уже из данных Дж. Брукса (1971) и Дж. Шоу (1973) стало известно об открытии в серии Онвервахт в Южной Африке такого характерного биополимера, как спорополленин, входящего в состав экзины современных и древних растительных микроорганизмов, а также об открытии там же мельчайших органических телец, вероятно, бактериального происхождения. Возраст этих пород достигает 3,5 млрд лет (возможно, и более), а изотопные отношения $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ как будто бы не оставляют сомнения, что между 4,0 и 3,5 млрд лет на Земле уже существовали фотосинтезирующие автотрофные организмы наряду, вероятно, с еще более древними гетеротрофными

эобионтами, жизненная активность которых могла поддерживаться атмосферой, полностью лишенной кислорода. Еще лучше сохранившиеся остатки организмов обнаружены в несколько более молодой серии Фиг Три Свазиленда (3,2–3,0 млрд лет по Rb-Sr методу). Это нитеобразные *Eobacterium isolatum* длиной до 0,7 мкм, сфероидальные цианобактерии *Archaeosphaeroides barbertonensis* диаметром до 17–20 мкм и, вероятно, первые продукты жизнедеятельности цианобактериальных (синезеленых водорослей) и бактерий – древнейшие строматолиты. Последние занимают уже существенное место в карбонатных породах серии Булавайо, залегающих под полосчатыми железняками и прорываемых интрузиями, возраст которых, определенный с помощью Rb-Sr метода, заставляет считать остатки строматолитов и связанные с ними микрофоссилии (видимые в шлифах и выделенные химическим препарированием) несколько более древними, чем 3,0–2,9 млрд лет.

Таким образом, уже в раннем архее, несомненно, идет совершенно *параллельное развитие* цианобактериальных и бактериальных (быть может, даже не единственного филогенетического ствола) – организмов, еще не имеющих обособленного клеточного ядра (Прокариота), но обладающих достаточно развитой системой обмена веществ, способностью к размножению и уже действующим в некоторых ветвях аппаратом фотосинтеза, открывшего впервые в истории планеты биогенный (т. е. основной), возможно, специфически земной, путь формирования кислорода. Энергетика простейших организмов по-прежнему опиралась на медленные процессы брожения, так как кислород мгновенно связывался неорганическими окислительными реакциями, но геохимические исследования, например изотопов серы, с достаточной определенностью свидетельствуют о поступлении биогенного кислорода в гидросферу по крайней мере 3,0 млрд лет назад.

Нет никаких оснований относить этот наиболее ранний на Земле биологический мегахрон ($4,25 \pm 0,25$ – $2,6 \pm 0,1$ млрд лет) к началу криптозоэ, поскольку нет решительно никаких данных, которые свидетельствовали бы о существовании в то время даже самых примитивных одноклеточных животных организмов. Не может быть сомнения, что органическая эволюция к началу архея прошла уже самый сложный путь от “палеонтологических молекул” к самовоспроизводящимся системам, завершила, возможно, самую фундаментальную часть “программы” отбора строительного биологического материала – аминокислот и азотистых оснований ДНК (а их очень ограниченное число) – и привела к возникновению наиболее простых организмов, способных к дальнейшей самостоятельной эволюции. В этом и заключается основополагающее значение древнейшей земной прокариотической биоты, жизненная активность популяций которой могла опираться уже на автономные биоэнергетические механизмы. Говоря о независимо эволюционирующих, мы имеем в виду такие резко различные крупнейшие филумы, как бактерии и цианобактериальные, и у нас нет надежды когда-либо палеонтологически доказать их монофилетическое происхождение. Единство, вероятнее всего, заключено в универсальности самого их биохимического субстрата. Если рассматриваемый мегахрон нуждается в каком-то общем определении, то название криптофит, несомненно, будет более удачным, чем криптозоэ.

Разнообразие организмов еще более увеличивается с началом протерозоя, нижнюю границу которого большинство геологов на основе тектономагматических данных относит примерно к $2,6 \pm 0,1$ млрд лет. Понятие протерозоя вводилось тогда, когда еще не существовало удовлетворительных представлений ни об истинном масштабе геологического времени, ни о развитии докембрийской жизни. Сейчас в сохранении такого понятия, обозначающего гигантский мегахрон как единое целое, остается все меньше смысла, хотя мы и вынуждены им достаточно широко пользоваться. Л.И. Салопом (1970–1973) была сделана очень интересная попытка общего синтеза данных о геологической эволюции в докембрии и рас-

членения верхнего архея и всего протерозоя на четыре группы (эры) под общим названием протозой. Но это название не получило пока распространения. Вероятно, для обозначения основных мегахронов старого протерозоя удачны предложенные Н.А. Штрейсом (1962) палеогей и мезогей или еще более нейтральные – афебий К. Стоквелла (1964) и рифей Н.С. Шатского, конечно, с рядом необходимых уточнений (Семихатов, 1974; и др.), поскольку понятия всегда уточняются и развиваются, и это не должно сказываться на стабильности номенклатуры.

Уже ранний афебий (или карелий) примечателен во многих отношениях. Огромного масштаба достигла деятельность ферробактерий (результаты этой деятельности – железорудные серии Кривого Рога на Украине, в Канаде, Австралии, Южной Африке и др.) и цианофитных (благодаря им образовались карбонатные толщи, сложенные строматолитами и микрофитолитами). Знаменитый золото-ураноносный бассейн Витватерсранда (Южная Африка), по-видимому [Шидловски, 1970; и др.], был переполнен микроорганизмами (бактерии и одноклеточные водоросли, способные создавать колониального типа агрегаты клеток), геологический возраст которых, безусловно, древнее 2,15 млрд лет. Характерная “углистая субстанция” витватерсрандских пород, возможно, связана с этими же организмами как продукт радиогенной полимеризации первично биогенных углеводородов. С еще большей определенностью свидетельствует о биогенной природе почти столь же древнего углерода новейшее изучение (Херме, 1972) изотопных отношений $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ в оболочечных пленках *Coquidium enigmaticum* из сланцев Темпере (Финляндия).

Биогенный кислород (O_2) в гидросфере оказался первым реальным геохимическим барьером (Мельник, 1973), способным приостановить беспрепятственную миграцию железа и вызвать его химическое осаждение (Fe^{2+}). Однако, как считает С.М. Розкэ (1973), изучавший верхние гуронские красноцветы серии Коболт в Канаде, только около 2,3 млрд лет назад свободный O_2 впервые проник в атмосферу. Еще более поздней (около 1,8 млрд лет) считает эту дату и П. Клауд (1972), хотя в кислородно-водородной модели Земли Н.П. Семенов (1974) окисные железистые породы занимают уровень более 3,5 млрд лет. Необходимо, однако, заметить, что основной источник O_2 Н.П. Семенов видит в фотолизе паров воды в верхних слоях стратосферы. Сейчас трудно сказать, сколь непримирима биогенная модель кислородного цикла с абиогенной (в последнем случае окислительные процессы могли иметь локальное значение), но, отвергнув биогенную модель, мы определенно не сможем объяснить твердо установленную цепь событий в органической эволюции. Началу оксигенизации атмосферы в конце раннего афебия предшествовала эпоха наиболее древних в докембрии гуронских оледенений. Последовавшая оксигенизация атмосферы (2,3–2,1 ± 0,1 млрд лет) подготовила новые процессы в развитии жизни.

С рубежом около 1,9 ± 1 млрд лет (граница раннего и позднего афебия) в серии Ганфлинт (южная часть Онтарио) связаны одни из наиболее ярких палеонтологических находок последнего времени (Бэргхурн, 1965–1971; Клауд, 1965–1974; Хофманн 1971; и др.). Помимо строматолитов стали здесь известны десятки родов фитопланктонных организмов шарообразной, звездчатой и нитчатой форм со следами перегоронок (?клеток) и явлениями колониальности. Прекрасно сохранились филаменты *Animikiea*, *Gunflintia*, достигающие в длину 300 мкм при диаметре 0,5–10 мкм, а также сфероидальные одноклеточные водоросли *Huroniospora* и др.; *Eoastrion simplex*, возможно, является древнейшим представителем актиномицет. По систематическому составу эта биота средней части афебия представлена обильными цианофитными, бактериями и, видимо, первыми грибами.

В СССР примерно такое же стратиграфическое положение занимает ятулий Карелии. Возраст ятулийской седиментации, по данным К.О. Кратца и др.

(1971), около 2,0 млрд лет или несколько меньше. Здесь встречаются богатейшие проявления продуктов жизнедеятельности водорослей – строматолитов (Р.В. Бутин, В.А. Соколов, 1966, и др.); фитопланктонные организмы в изобилии обнаружены Б.В. Тимофеевым (1969) в углистых сланцах Шуньги (*Protosphaeridium* и др.), но изучены они еще слабо. О микрофлоре позднего афебия или среднего протерозоя ($1,9 \pm 0,1 - 1,6 \pm 0,1$ млрд лет) мы теперь получаем разнообразные данные и в других районах мира (Канада, Гренландия, Сибирь и т. д.). Впрочем, необходимо иметь в виду, что многие остатки из протерозоя вообще, описанные как “организмы” и даже как организмы высокой организации (вплоть до *Metazoa*), в действительности таковыми не являются и требуют к себе крайне осторожного отношения.

Для афебия бесспорно широкое распространение бактерий, растущее разнообразие цианобитных (одноклеточных и сложных филаментарных) и увеличение среди последних массы хлорофилловых организмов, продуцировавших в атмосферу все большее количество свободного O_2 (увеличение красноцветных пород, обогащенных окислами железа).

Тектономагматический рубеж между афебием и рифеем на Русской платформе, возможно, лучше всего фиксируется интрузиями рапакиви, рвущими ятулий ($1,62 - 1,65$ млрд лет по определениям, произведенным с помощью К-Аг- и U-Th-Rb-методов); Бердяшский плутон рапакиви Урала может оказаться на этом же хронологическом уровне. В таком случае иотний и его стратиграфические аналоги неизбежно должны попасть в состав рифея, причем, вероятно, лишь его среднего подразделения. Несмотря на то что при такой трактовке объема рифея возникает серьезное противоречие с первоначальными представлениями Н.С. Шатского, выделявшего рифей как постиотнийскую группу, все же кажется более предпочтительным сохранить за поздним подразделением протерозоя наиболее популярное сейчас в СССР название рифей (или синий – по терминологии китайских геологов).

Как биологический мегахрон, рифей представляет исключительный интерес. Ни одно из стратиграфических подразделений докембрия не характеризуется столь грандиозным распространением разнообразных пороодообразующих строматолитов и микрофитолитов. Карбонатные фации этого возраста на всех континентах почти повсеместно содержат строматолитовые постройки. Наиболее значительны результаты стратиграфического и макроструктурного изучения последних в СССР. Однако лишь недавно началось исследование самих водорослей-строматолитообразователей. В одной из последних работ Дж. Ликари и П. Клауда (1972), касающейся древнейших рифейских строматолитов Австралии (около 1,6 млрд лет), было подтверждено, что строматолитообразователи – это прокариоты, представленные чрезвычайно однообразными филаментами цианобитных, одноклеточными сфероидальными формами того же типа и значительно реже бактериями. Морфологический консерватизм этих прокариот находится в совершенно очевидном противоречии с макроструктурным разнообразием строматолитовых построек и заставляет думать, что последние в большей мере имеют экологический смысл, чем таксономический. Это, конечно, резко ограничивает стратиграфическое значение строматолитов определенными фациями и крупными периодами (до 100–300 млн лет) экологического выравнивания условий развития древних бассейнов.

В биологическом отношении рифей значительно более важен тем, что с ним уже несомненно связано развитие эукариот. Мы пока не можем точно датировать этот фундаментальный скачок в эволюционном процессе, но он, вне всяких сомнений, произошел не ранее начала рифея и не позднее границы между ранним и средним его этапами (около 1,35 млрд лет). Во всяком случае, в доломитах Бэк Спринг в Калифорнии уже обнаружены зеленые одноклеточные эукариотные во-

доросли (П. Клауд и др., 1969), возраст которых достигает 1,3 млрд лет. Но, вероятно, одна из богатейших флор конца среднего рифея (около 1,0 млрд лет) существовала в Сибири (мироедихинская свита Туруханского района и нижняя часть лахандинской серии Учуро-Майского района). Она стала известной благодаря работам Б.В. Тимофеева (1969). В ее составе прекрасно сохранившиеся чайного цвета одноклеточные водоросли *Nucellosphaeridium* и др. с резко обособленным внутренним телом, сходным с ядром и различными стадиями амитоза и клеточного деления; многочисленны цепочечные агрегаты “ядерных” клеток и массовые скопления водорослевых филаментов. Здесь же открыты древнейшие достоверные формы *Phycomycetes*, также содержащие четкое внутреннее тело.

Подлинной сенсацией стало открытие позднерифейской микрофлоры в формации Биттер Спрингс в Центральной Австралии (возраст около 900 млн лет). Эта микрофлора, блестяще изученная теперь Дж. Шопфом и др. (1968–1975), стала важнейшим объектом интерпретации наиболее древних эукариотических организмов, что впервые позволило на столь древнем геохронологическом уровне в истории жизни достаточно правдоподобно рассмотреть не только обычное клеточное деление, но митоз и даже мейоз, вскрыв эволюционную направленность развития от преимущественно гаплоидного к преимущественно диплоидному жизненному циклу среди позднедокембрийских *Thallophyta*. Роль эволюционного скачка Дж. Шопф и др. (1973) справедливо приписывают возникновению полового процесса у *Eukaryota*; по принятой в СССР шкале это примерно соответствует рубежу между средним и поздним рифеем. Превосходно сохранившиеся объекты этих исследований – разнообразные зеленые водоросли (такие как близкие к *Nucellosphaeridium*–*Caryosphaeroides*, *Glenobotrydion* и др.), возможно, красные и пиррофитовые водоросли (*Zosterosphaera*), а также очень обильные осцилляторные прокариотные водоросли из цианофитных.

Необходимо отметить, что несколько более поздние по возрасту вендские (отчасти и более ранние позднерифейские) отложения Русской и Сибирской платформ дают сейчас не менее яркий материал, свидетельствующий о коренных цитогенетических процессах, происходивших у эукариотических организмов позднего рифея. На Сибирской платформе в отложениях интервала 675–1000 млн лет имеются сейчас обильные материалы, которые показывают чрезвычайно четкие последовательности цикла деления клеток, почти не отличающиеся от наблюдаемых у современного фитопланктона. Еще несколько лет назад казалось, что эти тонкие клеточные процессы никогда не удастся обнаружить на палеонтологическом материале.

Все, что нам удалось пока документировать палеонтологическими данными на протяжении рассмотренных 2,5 млрд лет, предшествовавших среднему (и отчасти позднему) рифею, свидетельствует лишь о медленном, постепенном и параллельном прогрессе основных филогенетических стволов “растительных царств” одноклеточных организмов – бактерий, цианофитных, грибов, зеленых и, быть может, пиррофитных и красных(?) водорослей. важнейшим итогом этого развития к рубежу среднего и позднего рифея явилось формирование клеточного ядра, усложнение внутриклеточных процессов и возникновение в ряде случаев простой колониальности без сколько-нибудь заметной специализации отдельных клеточных агрегатов. По сути своей весь этот огромный биологический мегахрон может быть определен как эофанерофит, поскольку нам еще не известны ни настоящие многоклеточные растения (*Metaphyta*), ни достоверные остатки животных этого периода, чтобы с полным правом говорить о наступлении криптозооя. Кажется, есть все основания вообще считать сомнительной гипотезу прямого происхождения *Metazoa* от каких-то доклеточных предков, да и из упомянутых ископаемых *Prokaryota* и древнейших *Eukaryota* мы не можем с уверенностью назвать ни одной группы, которую можно было бы считать родоначальной многоклеточных животных.

Происхождение Metaphyta и особенно Metazoa по-прежнему остается жгучей проблемой; с ней связан ряд остроумных гипотез, очень важный критический анализ которых был сделан А.В. Ивановым (1968). Огромное значение могло бы иметь открытие докембрийских достоверно анимальных жгутиконосцев, а точнее – Protozoomastigina, так как лишь из них легче всего можно было бы вывести простейший организм многоклеточного животного. Однако этих данных нет, хотя в последнее время в венде Русской платформы были открыты своеобразные очень мелкие, но многочисленные эпибионты на поверхности клеточных слоевищ вендотенид, напоминающие по своей форме сильно вытянутые спермии с обособленной внутренней структурой. Они четко выделяются и на поверхности полураспавшегося растительного вещества, заключенного в аргиллитах венда Русской платформы. Вполне вероятно существование подобных организмов и в рифее. Важность этого палеонтологического открытия бесспорна, но пока трудно сказать, имеет ли оно какое-либо отношение к протозоологии.

Независимо от того, какую гипотезу происхождения многоклеточных организмов мы примем и будем ли считать, что обе группы этих организмов возникли независимо и одновременно, три обстоятельства имеют сейчас значение хорошо обоснованных фактов: появление макроскопических органических форм не ранее позднего рифея (900–1000 млн лет); более или менее близкое по времени (в пределах позднего рифея и особенно венда) появление бентосных Metaphyta с необызвествленным слоевищем и следами жизнедеятельности, а позднее – самих отпечатков и остатков Metazoa; несомненно, достаточно высокий уровень содержания свободного O_2 в атмосфере того времени, так как только переход к кислородному дыханию мог стать важнейшим энергетическим импульсом в развитии всех жизнеобеспечивающих систем многоклеточных организмов. Этот скачок, как известно, получил название “эффекта Пастера” (переход от брожения к окислению) и означает он достижение концентрации атмосферного O_2 до примерно 1/100 современного уровня. Л. Беркнер и Л. Маршалл (1965) относили этот момент к началу кембрийского периода. Полученные к настоящему времени палеонтологические данные заставляют понизить критическую границу почти на 400 млн лет и поставить ее примерно на один уровень со стратиграфической границей среднего и верхнего рифея.

Что же нам теперь достоверно известно о многоклеточных организмах позднего рифея и венда и чем различаются эти две биоты между собой как непосредственно предшествующие кембрийскому “популяционному взрыву” водных скелетообразующих животных, за которым последовало завоевание органическим миром Земли всей суши?

Ботанический аспект. Если оставить в стороне сложные продукты жизнедеятельности цианофитных (строматолиты и сходные с ними образования), принимавшиеся иногда за остатки высших растений, и вообще все спорные находки, то до самого последнего времени едва ли не один Aldanophyton (Криштофович, 1953) рассматривался в качестве наиболее достоверного древнейшего растения (нижний кембрий Сибири), стоящего на пути к флоре палеофита. Начало последнего, как и выход позвоночных на сушу, обычно связывают с границей силура и девона, когда содержание свободного O_2 в атмосфере достигло 1/10 современного уровня (“точка Беркнера–Маршалла”), обеспечившего создание защищающего от губельных ультрафиолетовых лучей озонового экрана. Но, по-видимому, и эта граница должна быть понижена до среднего ордовика, так как уровень дифференциации жизни на девонских континентах (сосудистые растения, насекомые, позвоночные) свидетельствует уже о значительной стабилизации кислорода до начала девонского периода.

Однако поскольку происхождение самого *Aldanophyton* остается загадочным, главный интерес, конечно, представляют макроскопические многоклеточные водные растения позднего докембрия с необызвествленным слоевищем. Древнейшими из известных являются лентовидные пиритизированные или обугленные формы (донамские отложения Юго-Западной Африки, средняя часть бэлта Северной Америки и др.), которые могли бы рассматриваться как фитобентос, но эти остатки редки и совершенно не изучены. Поэтому первостепенного внимания заслуживает макрофлора вендских бассейнов Русской и Сибирской платформ (Гниловская, 1971–1975). Она представлена обильными остатками в большинстве случаев сильно вытянутых, лентовидных эластичных, иногда кустистых или дихотомирующих форм, объединенных общим названием *Vendotaenides* (роды *Vendotaenia*, *Tyrassotaenia* и несколько других). Уникальные условия сохранности слоевищ, особенно фиксированных на сапропелитовых пленках, позволили в последнее время сделать ряд замечательных морфологических открытий в строении вендотенид: установлены четкое клеточное строение образующих их нитей и наличие ориентированных спорангиев в различных стадиях формирования, заключающих внутри мелкие споры. Цвет слоевищ – от прозрачного светло-чайного до темно-коричневого. Максимальная их длина достигает 150 мм при ширине у разных форм от 0,25 до 3,5 мм. Вероятнее всего, это представители древнейших бурых водорослей. В вендотенидах сейчас естественнее всего видеть предшественников высших споровых растений, чем в какой-либо другой группе докембрийских растительных организмов.

Другая чрезвычайно интересная группа растительного мира, но значительно более примитивная, ведущая свое развитие непосредственно от микрофитопланктона, – *Chuariamorphida* (Соколов, 1974). Представители рода *Chuararia* уже давно известны в литературе, посвященной докембрию. Их происхождение получило самое разнообразное объяснение (от неорганического до брахиопод), но в действительности, как показал еще Б.В. Тимофеев (1960), они являются фитопланктоном. Следует, однако, отметить одно крупное отличие *Chuararia* средне-позднерифейского возраста (Швеция, США, Индия, СССР и др.), имеющих размеры 1,5–3,5 мм, от вендских *Beltanelloides* (я их принимал первоначально за медузоидных) Русской платформы, характеризующихся гигантскими размерами от 5,0 до 45 мм, хрупкими, а не эластичными оболочками и, возможно, их значительно более сложной структурой. Обильные скопления *Beltanelloides* в редкинской серии венда Русской платформы позволяют считать, что воды вендского бассейна были переполнены этими свободно плавающими сферическими гигантами макропланктона, внешне, вероятно, напоминающими *Volvox*. Я должен отметить совпадение точек зрения моей и Д. Форда (Англия) на природу этих своеобразнейших организмов, сыгравших очень большую роль в стратиграфической корреляции вендских отложений в европейской части СССР. Возможно, им родственны одновозрастные *Bronicella* (Подолия) и ?*Aspidella* (Ньюфаундленд).

Зоологический аспект. Если мы можем допустить возникновение еще в среднем рифее одноклеточных планктонных эукариотических организмов – уже гетеротрофных (вторичных относительно протобионтов раннего архея) предшественников Metazoa, то фактические свидетельства развития многоклеточных животных известны палеонтологии лишь с верхнего рифея. Однако эти свидетельства, по-видимому, еще более редки, чем остатки Metaphyta (бурых водорослей упомянутого типа, или зеленых, но с обызвествленным слоевищем, как *Papillomembrana* из эсмарка, т. е. верхнего рифея Норвегии). Представлены эти свидетельства только следами жизнедеятельности бентосных организмов – мелкими спиралеобразно закрученными копролитами или вытянутыми следами проедания на илистом

дне. Породы, заключающие эти редкие остатки в верхнерифейских отложениях Урала, Южной Сибири, Индии и Северной Америки, не содержат никаких морфологических отпечатков тех организмов, которым эти следы принадлежали; представляется, что это были какие-то аннелидоморфные животные. Вероятнее всего, была бы встреча с отпечатками медузоидных – предшественников известной ассоциации Эдиакары (Южная Австралия), но пока соответствующие данные весьма спорны. Отсутствие следов отпечатков покровных тканей верхнерифейских Metazoa может объясняться еще и крайней слабостью уплотнения этих защитных образований. Специализация экологических функций в условиях морского дна только начиналась, так как первые Metazoa возникли в пелагиали, были очень мелкими и не нуждались в специфических покровных структурах.

Важнейшей позднедокембрийской биотой многоклеточных животных, несомненно, оказалась вендская или вендо-эдиакарская, особенно широко ставшая известной после многолетних работ М.А. Глесснера (1958–1972) и его коллег в Южной Австралии. Несмотря на то, что типовое местонахождение этой фауны в Эдиакаре отделено от подошвы кембрия перерывами и многими сотнями метров немых пород и представляет собою всего лишь 18-метровый горизонт песчаников, эдиакарская фауна бесскелетных беспозвоночных стала эталоном животного мира рассматриваемого хронологического уровня и имеет свои аналоги во многих странах мира и на всех континентах. По полноте стратиграфической характеристики, непрерывности разреза, благоприятности и разнообразию фаций и особенно по четкости границ всего этого позднейшего стратиграфического подразделения докембрия, наибольшее значение, безусловно, имеет венд Русской и Сибирской платформ и его многочисленные аналоги в СССР и других странах (Соколов, 1972–1975). Венд связан непрерывным переходом с нижним кембрием, заключающим самую древнюю в фанерозое фауну разнообразных скелетных организмов (около 570 млн лет), и отделен от собственно верхнего рифея и его аналогов важнейшим климатостратиграфическим уровнем распространения отложений последнего докембрийского ледникового комплекса (тиллиты) – варангерским или лапландским горизонтом, по Н.М. Чумакову (1974). Подошва этого горизонта, как и обычно трансгрессивное залегание венда на площади древних платформ, значительно более четко, чем какие-либо другие данные (включая микрофитолиты и строматолиты), определяет положение нижней границы венда в общей стратиграфической шкале (675 ± 25 млн лет).

Самая характерная черта венда как биохронологического этапа – его уникальная и в планетарном масштабе повсеместно постледниковая биота бесскелетных Metazoa. Последние в венде далеко не так многочисленны, как продолжающие свое развитие прокариоты (планктонные и фиксирующие карбонат кальция в виде различных “фитолитов”) или планктонные эукариоты, но именно появление на Земле вендо-эдиакарской биоты Metazoa вместе с обильным бентосом Metaphyta делают венд особенно значительным и неповторимым историко-биологическим и историко-геологическим подразделением, близким по своему содержанию с периодами фанерозоя (вендская протосистема). Ни одно из более древних подразделений докембрия–криптозоя не может в этом отношении идти в сравнение с вендом. Исключение, но совсем в другом геохронологическом ранге, возможно, составит только сам рифей, если будет доказано, что фитопланктонные эукариоты появляются не раньше $1,6 \pm 0,1$ млрд лет.

В советской стратиграфии обычно принято считать эквивалентными понятия верхний докембрий, верхний протерозой и рифей в широком смысле. Однако Межведомственный стратиграфический комитет СССР еще в 1961 г. одобрил отделение венда (эокембрия) в рассматриваемом здесь объеме как от рифея, так и от кембрия (палеозоя). Многочисленные палеонтологические и геологические

материалы, полученные с тех пор, очень хорошо подтвердили справедливость этого решения. Чрезвычайно важным является международное решение о применении фанерозойского (палеозоологического) принципа определения границы докембрия и кембрия, что делает необходимым первоочередное изучение венд-эдиакарских Metazoa.

Постгляциальная экологическая обстановка и широкое распространение вендского моря на эродированные континенты, вероятно, более всего способствовали не только широкому расселению ранее появившихся пелагических и в меньшей степени бентосных беспозвоночных, но и выработке у них более плотных защитных и покровных образований, необходимых в среде достаточно подвижного шельфового мелководья. В этом – главная причина сравнительной частоты встречаемых отпечатков и других следов вендо-эдиакарских беспозвоночных и такого качества их сохранности, которое впервые позволило реконструировать морфологические признаки беспозвоночных и установить значительное разнообразие представителей очень крупных таксонов. Подавляющее большинство последних представлено бесскелетными формами – и это еще одна характернейшая особенность вендо-эдиакарской биоты. Но в редких случаях в позднем венде начинают появляться организмы с хитиноидными покровами и с защитными структурами, в той или иной степени подвергшимися фосфатной, кремнистой и даже карбонатной минерализации.

По своему составу вендо-эдиакарская биота представлена следующими типами беспозвоночных: различными пелагическими и бентосными кишечнополостными (классы Hydrozoa, Siphonophora, Scyphozoa, Conulata и Anthozoa с вероятными Pennatulacea и ?Actiniaria); аннелидами (различные Polychaeta и следы их жизнедеятельности); артроподами (классы Trilobitomorpha, Crustacea и, вероятно, Onychophora); ?безраковинными моллюсками (следы ползания), ?погонофорами (Sabelliditida), а также, возможно, эхинодерматами, ?крибрициатидами и проблематичными тубулярными организмами, пересекающими вендо-кембрийскую границу в Сибири и, вероятно, на Русской платформе.

Представление о доледниковых позднекембрийских Metaphyta и Metazoa (кишечнополостные, артикулятные и, возможно, губки) опирается в большинстве случаев лишь на более или менее верную интерпретацию редких следов жизни, и, как уже отмечалось, редкость находок отнюдь не является следствием действия процессов метаморфизма пород, а может быть объяснена легкой деструкцией органических покровов первых многоклеточных. Однако в биологическом смысле сам по себе скачок от планктонных гетеротрофных микроорганизмов к планктонным и затем бентосным многоклеточным имел огромное значение. Яркий результат этого скачка – животный мир венд-эдиакарского этапа. Поразителен совершенно новый темп дивергенции, приведший еще до начала кембрия фактически к формированию главнейших типов беспозвоночных. Решающую роль здесь, несомненно, сыграла адаптивная радиация в завоевании совершенно новых экологических ниш, дна шельфовых морей, заселенного растительным бентосом, и возникновение новых пищевых цепей, что явилось следствием резко усилившегося разнообразия и обилия планктона. О запасах пищи для гетеротрофных Metazoa дают полное представление так называемые “ламинаритовые пленки” в отложениях венда, представляющие собою желтое сапропелевидное вещество, в котором наблюдаются фрагменты растительной ткани, нередко сплошной “войлок” нитчатых водорослей и разнообразные акритархи.

Совершенно неверно представление, что позднекембрийские Metazoa отличались незначительными размерами. Прекрасно сохранившиеся сложные отпечатки и тела различных медузоидных (Cyclomedusa, Suvorovella и др.), птеридиниид

(*Ranea*, *Pteridinium*, *Charnia*, *Glaessnerina*), аннелид (*Dickinsonia*) и следов ползания мягкотелых свидетельствуют об их необычайно крупных размерах (до десятков сантиметров в длину и в поперечнике!); незначительные размеры наиболее типичны для артропод. Гигантские формы бесскелетных представителей этой биоты особенно характерны для Южной Австралии, Ньюфаундленда, Англии и Сибири.

Уже сам по себе приведенный состав венд-эдиакарской фауны и планетарный характер этой биоты не дают ни малейших оснований относить венд к “зону скрытой жизни”, т. е. к криптозою. С любой точки зрения мы имеем дело с явной животной жизнью, причем сильно прогрессировавшей и дивергировавшей значительно раньше начала венда. Именно последнее обстоятельство объясняет, почему уже с самого начала кембрийского периода, которым обычно начинают классический фанерозой, идет параллельное развитие как бы вдруг появившихся всех типов беспозвоночных. Как видим, все они имеют докембрийскую предысторию, и в биологическом смысле фанерозойский мегахрон должен включать по крайней мере весь венд.

Уже ранее обращалось внимание на то, что эффект “популяционного взрыва” скелетных беспозвоночных (а их только в одном суннагинском горизонте низов кембрия Сибирской платформы более 60 видов) с началом кембрийского периода имеет скорее всего экологическое объяснение. Продолжавшийся процесс оксигенизации атмосферы и заметное увеличение количества свободного O_2 в заселенной растениями придонной зоне, как и вообще изменившиеся физические условия жизни в трансгрессировавших постледниковых вендо-кембрийских бассейнах (температурный режим, рН среды, парциальное давление и другие факторы), могли легко достигнуть той критической точки, при которой покровные протеиновые оболочки беспозвоночных оказались способными к минерализации в различных и совершенно неродственных филогенетических ветвях. Отбор вполне естественно закрепил это физиологическое явление, так как организмы, защищенные твердыми покровными приспособлениями (особенно важными в условиях начавшейся цефализации – *Spriggina*, *Vendia*, тубулярные формы и др.), обладали повышенной выживаемостью в условиях необычайно быстро заселявшегося шельфа. Решающую роль в фанерозойском “взрыве” сыграли, таким образом, биохимические механизмы *Metazoa* и сам отбор, а не таинственное вторжение криптогенных фаун.

Итак, в истории развития органического мира Земли на пути к его фанерозойской дифференциации были следующие кардинальные события.

Появление в земных условиях простейших эобионтных систем, уже способных к самовоспроизведению в условиях гетеротрофного питания (вероятно, ранее 4,25 млрд лет).

Возникновение фотосинтезирующих механизмов у прокариотических протобионтов (видимо, независимо в уже параллельно существующих линиях эволюции бактерий и цианофитных), что открыло путь биогенного накопления кислорода – первоначально в гидросфере (3,7–3,5 млрд лет).

Появление свободного кислорода в атмосфере, немедленно связывавшегося окислительными реакциями, – вероятно, после гляциальных эпох афебия (2,2–1,9 млрд лет), и его общее увеличение, видимо, подготовившее возникновение древнейших эукариот (1,9–1,6 млрд лет).

Появление достоверных эукариот, что значительно повысило роль биоэнергетических механизмов одноклеточных; возникновение их простой колониальности или агрегатности (1,6–1,35 млрд лет).

Переход от ферментативного метаболизма (брожение) к кислородному дыханию: достижение “эффекта Пастера” (примерно 1 % свободного O_2 от его уровня в современной атмосфере), что оказало революционизирующее влияние на ход

эволюционного процесса и привело к возникновению митоза и мейоза; появление первых Metaphyta, пелагических и бентосных Metazoa, которые известны лишь по следам жизнедеятельности в позднем рифее (1,0–0,9 млрд лет).

Широкое завоевание многоклеточными животными и растительными организмами морского дна и пелагиали, последовавшее после позднего докембрийского (лапландского) оледенения на рубеже рифея и венда; резко доминирующее распространение бесскелетных Metazoa, представленных, однако, очень многими главными фанерозойскими типами (период 675 ± 25 –570 млн лет).

“Популяционный взрыв” морских скелетообразующих беспозвоночных – начало классического фанерозоя (кембрий).

Возникновение защитного экрана над планетой (примерно 10 % свободного O_2 от его уровня в современной атмосфере), что уже со середины ордовика создало благоприятные условия для постепенного выхода на сушу наземной растительности и позвоночных, открыло возможность их широкого расселения с девонского периода до наших дней.

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ*

Осенью 1965 г. в СССР прошел первый Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия; он был организован новым академическим центром страны – Сибирским отделением АН СССР в Новосибирске. В его работе приняли участие, как и в эти дни, наши коллеги из других стран – Франции, Норвегии, Дании, Польши, ГДР. К глубокому сожалению, некоторых из его участников уже нет в живых.

Хотя мы опубликовали только небольшой томик тезисов этого симпозиума [Всесоюзный симпозиум..., 1965], эта небольшая книжка стала сразу же знаменитой, а результаты симпозиума получили широкое отражение как в советской, так и в зарубежной печати.

В 1965 г. нам впервые удалось реализовать назревавшую длительное время необходимость подведения итогов наших знаний в области изучения остатков органического мира докембрия и оценить истинный смысл того рубежа, с которого начинается классический фанерозой. Нельзя сказать, что такие попытки не делались раньше. По этим вопросам было опубликовано немало исследований, повестка дня многих научных собраний (в том числе и нескольких сессий Международного геологического конгресса) включала доклады и об органическом мире докембрия, и о самом характере пограничных осадочных комплексов докембрия и кембрия. Однако Сибирским отделением АН СССР впервые созывался такой многолюдный, строго специализированный съезд палеонтологов и биостратиграфов-докембристов.

С тех пор многое в наших представлениях и подходах к изучению докембрийской жизни изменилось. Теперь уже никого не шокирует сочетание слов “палеонтология докембрия”, или “Precambrian palaeontology” [Glaessner, 1966a]; это действительно реальная сфера наших новых знаний в области палеонтологии. Выяснилось, что полноценные сведения о древнейших организмах отнюдь не ограничиваются фанерозоем, хотя только с ним, по представлениям многих естествоиспытателей, палеонтология казалась неразрывно связанной. Такой скептицизм десятилетиями сохранял устойчивость, несмотря на странный вид почти всех общих филогенетических схем, представших еще перед взором Ч. Дарвина в виде одних крон затопленного леса. Стволы филумов погружались во тьму геологических веков, оставляя полную свободу исследовательскому воображению, стремившемуся открыть родственные связи там, где они не очевидны. С удивительной быстротой мы стали проникать в глубины времени и теперь твердо знаем, что менее чем шестистам миллионам лет фанерозойской палеонтологической истории предшествовали, по крайней мере, еще три миллиарда лет жизни.

Что же мы теперь знаем о жизни на протяжении этих трех миллиардов лет, о ее происхождении, уровнях организации, направлениях и темпах эволюции? Чем

* Палеонтология докембрия и раннего кембрия. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. С. 5–16.

Вступительное слово на втором Всесоюзном симпозиуме по палеонтологии докембрия и раннего кембрия (Ленинград, 11 мая 1976 г.) с некоторыми дополнениями.

отличался ее состав от жизненных форм фанерозоя? Действительно ли жизнь докембрия и кембрия (вообще палеозоя) коренным образом различна и почему мы так мало знали о докембрийской жизни до недавнего времени? Таких и подобных вопросов встает множество и далеко не на все из них мы можем еще дать удовлетворительные ответы.

Палеонтологи, прежде всего, не могут дать удовлетворительный ответ на самый острый вопрос: каким образом, когда и где жизнь возникла. Эта проблема является проблемой палеобиохимии и экспериментальной биохимии, а нам и сейчас остается только один выбор – принять ту или иную концепцию происхождения жизни, доверяя в той или иной мере модельным экспериментам. Наиболее популярной из теорий биогенеза, или формирования “палеонтологических молекул” по-прежнему остается концепция А.И. Опарина [Руттен, 1973], но я не рискнул бы утверждать, что, переходя от химической эволюции к эволюции биологической (а он неизбежно был), палеонтологи или палеобиохимики смогут когда-либо строго документировать. Более того, даже на “сумасшедший вопрос”: что древнее – Земли или жизнь на ней, строго говоря, мы не можем дать вполне определенного ответа. Возможно, они почти ровесники. Именно поэтому предпочтительнее говорить о появлении жизни на Земле, а не о ее происхождении. В силу сказанного и тема нашей новой дискуссии сознательно ограничена [Всесоюзный симпозиум..., 1965]. Мы не будем выходить за пределы фактов, за пределы палеонтологической, геологической и геохимической достоверности, хотя нет сомнения, что в интерпретации многих и из этих фактов мы можем оказаться на очень различных позициях. Что же в геобиологической истории докембрия мы можем принять как важные опорные положения?

1. Приблизительно одну и ту же датировку (около 3,3–3,8 млрд лет) для древнейших водно-осадочных пород (основание стратисферы, или осадочной оболочки планеты), для древнейших органических веществ – продуктов жизнедеятельности примитивных автотрофов, устанавливаемых биохимическими методами (методы органической геохимии), и для морфологически распознаваемых индивидуализированных фосилеморфных микротелец, которые хотя бы отчасти [Schopf, 1976a,b] могут интерпретироваться как древнейшие прокариоты (протоцианеи и протобактерии). Во всяком случае есть веские основания рассматривать в качестве биолитов некоторые углеродистые, карбонатные и железистые породы глубокого докембрия; роль бактерий и фиксирующих карбонат кальция цианей представляется в их происхождении не только весьма вероятной, но и логически необходимой в биогеохимическом смысле.

2. Все исследователи сходятся на том, что атмосфера Земли развивалась от анаэробной к аэробной и что кислород атмосферы имеет биогенное происхождение. Наши расхождения в этом вопросе затрагивают лишь одну сторону проблемы: когда начался процесс образования кислорода в атмосфере, к какому времени относится появление первых порций свободного O_2 в атмосфере, как рано был достигнут уровень содержания O_2 , близкий к современному, и был ли этот процесс плавным и непрерывным или подвергался колебаниям. Само собой разумеется, что эта проблема теснейшим образом переплетается и с геохимической судьбой углекислоты.

Палеобиохимические исследования, связанные с изучением древнейших осадочных пород Онвервахта (Южная Африка), принесли нам сведения об открытии в них спорополленина – биополимера, входящего в состав экзины древних и современных растительных микроорганизмов, а изотопные отношения углерода в породах, имеющих возраст до 3,3–3,5 млрд лет, как будто бы не оставляют сомнения, что уже к этому времени на Земле существовали самовоспроизводящиеся живые системы микроорганизмов, обладавшие аппаратом фотосинтеза [Brooks

et al., 1973; Schopf, 1975]. Эти факты, конечно, нуждаются в строжайшей проверке, но если дело обстоит таким образом, то легко представить, каким гигантским был скачок в органическом микромире, который превратил “палеонтологические молекулы” в активные живые системы с собственной энергетикой. Это уже близко к началу биологической эволюции, весь дальнейший путь которой был неразрывно связан с биогеохимической историей свободного кислорода.

Как известно, некоторые геохимики, занимающиеся изучением глобальных циклов движения углерода, серы, кислорода в истории Земли, изучением их изотопных отношений, приходят к выводу, что содержание свободного O_2 в атмосфере было близко к современному уже в условиях примитивной Земли – около 2,7–3,0 млрд лет тому назад, но это состояние не было стабильным. Если это действительно так, то следует объяснить, почему по крайней мере на половине отрезка этого времени (до 1,5 млрд лет) кислород не играл той роли в биоэнергетике клеточных организмов, которую он приобрел с рифея и даже с границы раннего и среднего рифея (1,6–1,35 млрд лет). Почему в процессе биологической эволюции это не привело к столь же раннему возникновению хотя бы простейших одноклеточных эукариотов, не говоря уже о различных многоклеточных, кислородное дыхание которых, казалось бы, вполне могло быть обеспечено. Это несоответствие представляется очень существенным и заставляет более считаться с кислородной гипотезой Беркнера и Маршалла [Berkner, Marshall, 1964], хотя “точку Пастера” приходится опускать от основания кембрия в глубокий рифей.

3. С древнейшими африканскими породами, которые были упомянуты, связаны самые древние находки “микрофоссилий”, получившие в литературе латинские имена по всем правилам бинарной номенклатуры. Сами по себе эти находки не вызывают сомнения, но надо еще доказать, что хотя бы часть из них принадлежит действительно биофоссилиям, так как слишком значительны для эволюции те выводы, которые следуют из открытия остатков настоящих структур живых организмов в раннем архее. Данные палеобиохимии и морфологических исследований как будто бы находятся здесь в привлекательной близости, но первостепенное значение имеет строго критическая оценка первых результатов исследования и тот статистический анализ, который предпринят сейчас профессором Шопфом. В СССР изучение пород близкого возраста пока ограничивается только применением биогеохимических методов – выяснение условий накопления биогенного органического вещества [Сидоренко, 1976; и др.].

4. К несомненным фактам относится теперь уже значительный последовательный возрастной ряд открытий более молодых микробиот архея и всего протерозоя (несколько десятков стратиграфических уровней). Эта последовательность хорошо отражена в серии работ (помимо названных выше, [Cloud, 1974, 1976; Соколов, 1976а, 1976б; Тимофеев, 1966, 1969, 1976; и др.]). Все, интересующиеся древнейшими страницами палеонтологической летописи, хорошо знакомы с этими работами и особенно с многочисленными работами по строматолитам и микрофитолитам, являющимся главным образом продуктами жизнедеятельности цианей (коккоидных и осцилляторных) и бактерий [Крылов, 1975; Раабен, 1975; Walter et al., 1976; и др.]. Важные как макроструктурные биоседиментарные образования, весьма различные в морфологическом и экологическом отношениях, строматолиты представляют исключительный интерес и как консерваторы прокариотных микробиот.

Нет уверенности, что, рассматривая древнейшие проявления жизни, следует говорить о прокариотическом уровне организации живой материи как о совершенно специфическом и ставить его на особое место в формах движения материи вообще. Но следует считать доказанным, что древнейшие биоты Земли принадлежали обособленным филетическим стволам “синезеленых водорослей” (цифней) и бактерий, т. е. прокариотам, или, иначе говоря, организмам, лишенным обособ-

ленного ядерного вещества внутри клетки. Остатки таких существ в палеонтологии докембрия хорошо известны, хотя и недостаточно изучены. Они занимают особое место и в современном органическом мире.

5. Явлением фундаментального характера в развитии живого мира Земли было появление эукариот – значительно более сложно устроенных организмов с системой органелл и прежде всего с обособленным ядерным веществом или ядром внутри клетки. Эукариот также трудно представить как монофилетически целостное подразделение органического мира. К ним относятся разнообразные микроорганизмы – одноклеточные хлорофиты, хризифиты, некоторые родофиты и т. п., грибы, многоклеточные слоевищные водоросли и высшие растения, т. е. все Metaphyta, все Protozoa и Metazoa. Единственным связующим их звеном является эукариотная клетка. Но мы пока не имеем ясного ответа на два важнейших вопроса: во-первых, как возникла сама эукариотная клетка и, во-вторых, как возникли вообще многоклеточные организмы растительного и животного царства.

Процесс формирования эукариотной клетки можно представить как процесс усложнения внутренних энергетических и других структур одноклеточного планктонного организма, занимающего промежуточное положение между фотосинтезирующими цианеями и, вероятно, Chlorophyta. Но широким распространением пользуется и современный вариант гипотезы симбиогенеза [Margulis, 1970], в соответствии с которой органоиды эукариотной клетки возникли в результате захвата ею аэробных бактерий (митохондрии эукариотов) и прокариотных цианей (хлоропласты). Многоклеточность также могла начать формироваться, по мнению одних, еще на прокариотическом уровне эволюции, а по мнению других – только с появлением эукариотных одноклеточных.

В дискуссии по этим острым вопросам биологи, вероятно, не могут не учитывать некоторых важных палеонтологических фактов. К ним относятся, например, безусловно наиболее раннее появление прокариотов-строматолитообразователей и отсутствие среди них многоклеточных; колонии клеток и многоклеточные нити цианей, строго говоря, нельзя принимать за многоклеточные организмы. Все упоминания и даже описания находок таких многоклеточных, как губки и даже кишечнополостные в глубоком докембрии (1,8–2,0 млрд лет), не имеют решительно никаких твердых доказательств и, таким образом, гипотеза о прокариотическом происхождении этих низших беспозвоночных совершенно беспочвенна. Наиболее вероятно, что эукариоты появились в интервале 1,6–1,35 млрд лет, т. е. в раннем рифее [Тимофеев, 1966, 1969; Barghoorn, 1971; Schopf, Oehler, 1976; и др.].

Отправным положением для такого утверждения послужили открытия Дж.В. Шопфом, Б.В. Тимофеевым, П. Клаудом и рядом других микропалеонтологов-докембристов нескольких родов одноклеточных микрофоссилий (*Nucello-sphaeridium*, *Caryosphaeroides*, *Glenobotrydium* и др.), вероятно, хлорофитных, для которых оказалось очень характерным внутриклеточное сфероидальное “тельце”, делящееся при прямом делении самой клетки. Широко теперь известная интерпретация этого “тельца” как ядра, а явления деления – перетяжки как митоза встретила у некоторых исследователей возражения: “тельце” могло быть фоссилизованным сгустком цитоплазмы, а для доказательства митоза требовалось обнаружение его характерных фаз. Тем не менее пока остаются важнейшими фактами появление названных микроорганизмов не ранее рифея и бесспорная перетяжка (даже двойная) “ядра” при делении клеток нуцеллосфероидных микроорганизмов. Возможно, мы имеем здесь дело с амитозом – клеточным делением, проявляющимся у современных организмов в специфических условиях, но, вероятно, – и это вполне допустимо – широко распространенным у простейших микроорганизмов докембрия. Несомненно, во всяком случае, одно – открыта очень важная группа микроорганизмов, которой предстоит быть в центре внимания палеоцитологических и палеобиохимических исследований фундаментального значения.

6. Огромная роль ранне-среднерифейского (1,65–1,05 млрд лет) этапа геологической истории как этапа формирования эукариотных групп органического мира подчеркивается еще рядом открытий. К ним надо отнести грибы (водные фикомицеты?), известные по многим находкам характерных “хвостатых” спороморфных остатков, также заключающих внутри клеток ядроподобные “тельца” [Тимофеев, 1966, 1969; и др.]. После установления М.Б. Гниловской [1971, 1976; и др.] многоклеточных водорослей с необызвествленным слоевищем (*Vendotae-nides*) в венде Русской платформы (обычно они назывались “ляминаритовыми пленками”), стало очевидно, что с этой же группой крупных слоевищных водорослей связаны давно известные из бэлта Северной Америки [Walcott, 1914] и из донамских слоев Юго-Западной Африки [Glaessner, 1963] водные растения, считавшиеся проблематичными остатками. Бэлтские водоросли (возраст 1,3 млрд лет) совсем недавно были переописаны [Walter et al., 1976]. Это действительно наиболее древние из известных в докембрии *Metaphyta*, хотя трудно сказать, к какому из отделов водорослей (бурые, зеленые или красные) они относятся. Вендотениды сближаются с бурыми водорослями.

Есть косвенные основания предполагать, что примерно к этому же отрезку времени относится и появление древнейших *Metazoa* [Соколов, 1975; Федонкин, 1976; и др.]. Однако как в рифее СССР, так и в его аналогах в Северной Америке, Индии и вообще во всем мире не известно ни одного достоверного отпечатка *Metazoa*: известны только сравнительно редкие следы жизнедеятельности, которые можно связать с подвижными, билатеральными, обитавшими на илистом дне беспозвоночными. Но в данном случае принципиальное значение имеет сам факт существования уже около рубежа раннего и среднего рифея (1,35 млрд лет), а возможно, и несколько раньше, древнейших *Metazoa*. Не исключено, что некоторые из этих слоев при тщательном изучении, подобно *Physonetron Hofmann, 1967*, окажутся механоглифами или какими-либо другими псевдофоссилиями [Hofmann, 1972], но среди них, бесспорно, есть подлинные следы активных животных типа *Helminthoidichnites* (мелкие спиральные копролиты).

Таким образом, мы имеем все основания сделать еще один очень важный вывод: вполне реальное появление эукариотной клетки в раннем рифее ознаменовало не только расцвет эукариотного планктона, но и почти одновременное возникновение *Metaphyta* и *Metazoa*. Это в полном смысле фундаментальный рубеж эволюции. Однако и на этом хронологическом уровне мы не можем его определить как единый узел филогенетической дивергенции. Все три ствола могли формироваться параллельно. Даже наиболее остроумная из современных – гипотеза ценобиального (по типу *Eovolvox*) формирования эукариотных организмов [Kazmierczak, 1976] не может быть использована здесь как модель, пригодная для объяснения происхождения всех *Metaphyta* и *Metazoa*.

7. В ряду ключевых докембрийских биот, фиксирующих переломные эпохи эволюционного процесса, несомненно, находится венд-эдиакарская биота бескелетных беспозвоночных. Ее расцвет сопровождался резким увеличением количества и разнообразия фитопланктона, вендотенидной флоры лентовидных водорослей, возрастанием в конце периода роли известковых водорослей (скорее всего, красных и зеленых) и появлением в это же время первых признаков хитинизации и минерализации покровных и защитных оболочек *Metazoa*; следы жизнедеятельности последних также становятся значительно более многочисленными по сравнению с рифеем. Эта биота во всем мире является постгляциальной (следует за ранневендским–лапландским–варангерским–поздним аделаидским–авалонским оледенениями, охватившими почти все континенты). Ни одна из докембрийских биот не имеет столь четкого стратиграфического положения и такого же биологического разнообразия.

Венд Русской платформы с его сибирским эквивалентом в виде юдомской серии (680 ± 20 – 570 ± 20 млн лет) определяет хронологическое положение этой биоты с максимальной точностью. Австралийский эдиакарий в стратиграфическом смысле далеко не столь полноценен. Во-первых, эдиакарская фауна в Австралии имеет очень узкий интервал распространения в типовом разрезе и сильно “оторвана” от раннекембрийской фаунистической ассоциации; во-вторых, эдиакарий не имеет такой полной комплексной палеонтологической характеристики, как венд; в-третьих, пограничный интервал эдиакария и кембрия характеризуется большими перерывами и выпадением значительных элементов стратиграфического разреза [Дэли, 1976; Daily et al., 1976], что явно препятствует возможности выбора стандартной границы между докембрием и кембрием в Австралии. Кроме того, уже приходилось отмечать [Соколов, 1975], что венд, как вполне определенное стратиграфическое подразделение на рубеже докембрия и кембрия, был введен в литературу на 10–20 лет раньше, чем такое предложение было сделано соответственно А. и Ж. Термье [H. Termier, G. Termier, 1960] и П. Клаудом [Cloud, 1970] в отношении эдиакария.

Название эдиакарская или венд-эдиакарская биота прочно установилось за этой макробиотой. Но фактически оно относится только к ассоциации характерных отпечатков бесскелетных беспозвоночных, впервые с наибольшей полнотой изученных М. Глесснером [Glaessner, 1966; Glaessner, Wade, 1966; и др.] в районе Эдиакары (Австралия). Считавшаяся первоначально очень редкой и даже спорной по своему возрасту фауна эдиакарского типа открыта теперь во многих десятках местонахождений в вендских отложениях Африки [Pflug, 1970–1973; и др.], Северной Америки [Anderson, Misra, 1968; и др.], Западной Европы, СССР [Соколов, 1972, 1976а, б; Келлер и др., 1974; Келлер, Федонкин, 1976]. Венд Русской (особенно Беломорье и Подолия) и Сибирской платформ характеризуется, по всей вероятности, наибольшим разнообразием фауны бесскелетных, представленных десятками видов пелагических и бентосных родов книдарий, аннелид, членистоногих, своеобразных птеридинид (?петалонамы), вероятных моллюсков и погонофор, с первыми следами хитинизации трубки. Несмотря на региональную биогеографическую специфику, на всех континентах остатки этой фауны занимают однотипное стратиграфическое положение, имеют общий облик и характеризуются рядом космополитических родов и видов (*Cyclomedusa plana* Glaessner et Wade, *Pteridinium simplex* Gürich, *Charnia masoni* Ford, *Dickinsonia costata* Sprigg, *Baikalina*, *Vendia-Praecambridium* и др.).

Венд-эдиакарскую фауну, помимо ее типичной бесскелетности, отличают разнообразие систематического состава и высокий уровень организации: это сильно дифференцированные Radialia, билатеральные Coelomata и, вероятно, древнейшие Deuterostomia. Такая фауна не могла появиться вдруг. Однако все наши сведения о средне-верхнерифейских Metazoa исчерпываются палеоихнологическими данными, причем ни один из известных следов жизнедеятельности не позволяет дать реконструкцию морфологии организма-хозяина, кроме общего указания, что это были организмы подвижные, билатеральные и частично илоеды. Полное отсутствие отпечатков делает всех Metazoa рифея в систематическом отношении не распознаваемыми, тогда как все вендские Metazoa могут быть отнесены к определенным таксонам известных типов и классов животных или морфологически реконструированы (подобно птеридинидам-петалонамам) как новые для систематики. В этом заключается принципиальное отличие криптогенных Metazoa рифея от фанерогенных Metazoa венда. Наиболее вероятное объяснение этих различий заключается в том, что только в венде, в условиях последниковой трансгрессии моря, заселявшегося растительностью и фитопланктоном, защитные и покровные оболочки беспозвоночных достигли такой степени плотности и прочности, что оказались способными оставлять морфологически четкие отпечатки на дне прибрежного мелководья.

Как известно, процесс такого уплотнения покровных тканей связан с усиленным формированием структурных белков типа склеротина или коллагена, что требовало уже высокого содержания свободного O_2 в окружающей среде. В венде такие условия, несомненно, существовали и они были более благоприятными, чем в рифее.

Вендская биота замечательна еще тем, что биологически она более полиморфна, чем любая из предшествующих. Помимо разнообразных бесскелетных беспозвоночных, она впервые содержит и разнообразных представителей растительного мира. В составе последнего наиболее видное место занимают Metaphyta, слоевища которых нередко буквально переполняют толщи вендских аргиллитов, глин и песчаников (роды *Vendotaenia*, *Tyrasotaenia*, *Aataenia*, *Eoholynia* и др.). Здесь же обильны макропланктонные *Beltanelloides*, *Mezenia*, *Bronicella*, колониальные *Orbisiana*, спиральные нитчатые водоросли *Volyniella*, войлоковидные *Leiothrichoides* и многие другие [Соколов, 1976а, б]. Исключительного обилия и разнообразия достигает фитопланктон, представленный рядом новых групп. Появляются новые группы среди водных фикомицетов и проблематичные эпифиты. В конце венда эта сложная экосистема испытывает, по-видимому, сильное давление со стороны очень активных консументов и редуцентов, так как количество отпечатков Metazoa резко сокращается (поедание и деструкция органических тканей), а следы их жизнедеятельности остаются многочисленными.

8. До сих пор принято считать, что самая значительная революция в истории развития органического мира произошла на рубеже докембрия и кембрия. В связи с этим В.В. Меннер и Н.А. Штрейс [1971] назвали границу докембрия и кембрия "величайшей биостратиграфической границей". Это представление справедливо лишь в одном отношении: эффект морфологической эволюции беспозвоночных на этой границе действительно проявляется очень резко, так как уже раннекембрийская фауна коренным образом отлична от вендской, поскольку она представлена множеством скелетных форм. Это впечатление ранее еще более усиливалось, так как древнейшей кембрийской фауной считались трилобиты, археоциаты и беззамковые брахиоподы. Однако теперь мы знаем, что в нижнем кембрии приходится обособить в самостоятельные стратиграфические подразделения так называемые "дотрилобитовые слои" [Соколов, 1965; Миссаржевский, Розанов, 1965], получившие несколько специальных названий, среди которых наиболее популярным стало название томмотский ярус [Розанов, 1966; и др.] или подъярус, как нижнее подразделение алданского яруса.

Томмотская палеонтологическая ассоциация наиболее типично выражена в разрезах Сибирской платформы, охватывающих суннагинский и кенядинский горизонты. Для того и для другого помимо древнейших археоциат чрезвычайно типичны многочисленные тубулярные хиолительминты (включая ангустиокреид), многие роды хиолитов, археогастроподы и своеобразные томмотииды [Розанов и др., 1969; Розанов, 1973; Вальков, Сысоев, 1970; и др.]. Замечательно, что ряд представителей этих групп, особенно ангустиокреид встречаются (местами часто) в более древнем немакит-далдынском горизонте, который многими сибирскими стратиграфами сопоставляется с верхней частью юдомской серии, т. е. с верхним вендом; другие исследователи [Савицкий и др., 1972; Журавлева, 1975; Мешкова и др., 1976] считают этот горизонт полностью или в его верхней части – нижнекембрийским. Как это ни странно, в этих выводах нет существенного противоречия.

Наши современные знания о палеонтологической характеристике немакит-далдынского горизонта и его стратиграфических аналогов в пределах Сибирской платформы показывают, что уже в его нижней части многочисленны находки сабеллитид (особенно роды *Paleolina* и *Sabellidites*), ангустиокреид (особенно род *Anabarites*); обычны также лентовидные водоросли группы *Vendotaenides*, известные водоросли родов *Renalcis*, *Girvanella* и *Korilophyton* и комплекс фитопланктона, близкий к комплексу балтийской серии Русской платформы. Мною уже рань-

ше допускалась корреляция немакит-далдынского горизонта с ровенским (слои с *Sabellidites* и *Platysolenites*) балтийской серии [Соколов, 1974]. Теперь это как будто бы не вызывает сомнения и проблема сводится к принятию одной и той же границы венда и кембрия на Сибирской и Русской платформах. Конкретно это означает либо отнесение к венду на Русской платформе ровенского горизонта балтийской серии, либо включение в состав томмотского яруса Сибирской платформы немакит-далдынского горизонта – полностью или его верхней части.

Независимо от того, как этот вопрос будет решен окончательно, принципиальное значение фауны немакит-далдынского горизонта и его стратиграфических аналогов в СССР заключается в том, что, будучи дотрилобитовой и доархеоциатовой по своему современному стратиграфическому положению, она связывает классические в СССР разрезы венда и кембрия транзитной группой тубулярных беспозвоночных (сабеллидитиды, ангустиокреиды, платисолениды), которые уже обладали хитиноидной, кремнеземной или фосфатно-карбонатной защитной трубкой. Таким образом, процесс склеротизации защитных структур беспозвоночных начался уже в досуннагинское и долонтовасское время (к нему относится древнейшая в Европе раннекембрийская зона *Mobergella holsti*). Если к этому добавить, что плотный хитиноидный панцирь появился у *Redkinia spinosa* Sok. [Соколов, 1976а, б] еще в середине венда и почти все вендские бесскелетные беспозвоночные принадлежат к характерным фанерозойским типам и классам, то станет очевидно, что в палеозоологическом смысле рубеж между вендом и кембрием не столь уж резок и внезапен. Аналогичным образом связывают венд с нижним кембрием лентовидные *Metaphyta* (*Vendotaenia*-*Tyrasotaenia*), валдайско-балтийская ассоциация богатого фитопланктона и впервые появившиеся в венде несомненные споры растений [Волкова, 1976].

Всему этому комплексу важнейших палеонтологических данных, характеризующих специфику венда и его отношений к рифею и кембрию, очень трудно противопоставить известную общность строматолитов и микрофитолитов позднего докембрия в целом (рифей и венда) как “палеонтологический аргумент” в пользу включения венда в состав рифея. Именно по этой причине я отрицательно отношусь к выделению в составе последнего особого четвертого подразделения – терминального рифея или вендомия, поглощающего венд, как якобы чисто региональное подразделение в докембрии Русской платформы, и претендующего на роль планетарного подразделения общей шкалы верхнего докембрия [Келлер, 1973; Келлер и др., 1974]. Дело, как мы видим, обстоит как раз наоборот: рифей и венд, будучи очень разными по своему объему, резко отличаются и по палеонтологическому и историко-географическому содержанию, причем именно венд является пока единственным в докембрии подразделением, для корреляции отложений которого может быть использован в полном смысле комплексный палеонтологический метод. Кроме того, граница венда с кембрием (также единственная) устанавливается на принципах фанерозойской стратиграфии, совершенно не пригодных для определения стратиграфических границ ни между археем, афебием и рифеем, ни внутри этих специфических эонотем, где все границы имеют только историко-геологический смысл, включая нижнюю границу венда и нижнюю границу терминального рифея – вендомия (стратотипически это сопровождаемая перерывом граница миньярской и уксской свит на Южном Урале)*.

* На Всесоюзном совещании по общим вопросам расчленения докембрия СССР (Уфа, 20 мая 1977 г.) рифей (R_1 , R_2 и R_3) и венд (V) были единодушно приняты как два самостоятельных подразделения верхнего протерозоя, а укская свита вошла в состав верхнего рифея как его наиболее верхнее небольшое подразделение (кудаш); понятие терминальный рифей (вендомий), таким образом, было автоматически исключено из общей шкалы докембрия СССР. К этой прежней стратиграфической шкале еще ранее вернулся В.В. Меннер [1975].

Зона	Шкала докембрия СССР (1977, май)		Геохронологические подразделения (млн лет)	Группа органического мира, этап эволюции				
Фанерозой (FR)	Палеозой	Кембрий (Є)	570±20	570±20	Прокариота (циани и бактерии)	Є		
		Венд (V)	Кудаш (R ₃)	680±20 _{ка}	680±20	Структурные биолиты (строматолиты, микрофолиты)	Споры	
			Верхний (R ₃)	700±25	700±25			
			Средний (R ₂)	1050±50	1050±50			
			Нижний (R ₁)	1350±50	1350±50			
			Венд (V)	1650±50	1650±50			
		Протерозой (PR)	Верхний (PR ₂)	Рифей (R)	1900±100	1900±100	Акритархи, Фитопланктон s. lato	R ₃
					2300±100	2300±100		
					2600±100	2600±100		
					3000±100	3000±100		
>3500	>3500							
Архей (AR)	Нижний (PR ₁)	Карелий (K) (афебий)	2600±100	2600±100	Eukaryota (одно- и многоклеточные)	R ₂		
			2600±100	2600±100				
			2600±100	2600±100				
			2600±100	2600±100				
			2600±100	2600±100				
Архей (AR)	Нижний (PR ₁)	Карелий (K) (афебий)	2600±100	2600±100	Словесные водные Metaphyta	R ₁		
			2600±100	2600±100				
			2600±100	2600±100				
			2600±100	2600±100				
			2600±100	2600±100				
Архей (AR)	Нижний (PR ₁)	Карелий (K) (афебий)	2600±100	2600±100	Ихнологические проявления Metazoa	K		
			2600±100	2600±100				
			2600±100	2600±100				
			2600±100	2600±100				
			2600±100	2600±100				
Архей (AR)	Нижний (PR ₁)	Карелий (K) (афебий)	2600±100	2600±100	Первые проявления скелетизации Metazoa	AR		
			2600±100	2600±100				
			2600±100	2600±100				
			2600±100	2600±100				
			2600±100	2600±100				

Сделанное выше замечание в отношении строматолитов и микрофолитов, как основы стратиграфического расчленения и корреляции докембрийских отложений, отнюдь не означает разочарования в их ценности, подобно тому, которое нас всех охватило в отношении к “докембрийским спорам” в 60-х годах. Хотя некоторые основания для размышлений есть, поскольку в современной строматолитологии также имеются явные симптомы таксономической инфляции. Причина возникновения этих симптомов та же: недостаточная глубина биологического изучения самих палеонтологических объектов, в данном случае организмов-строматолитообразователей и их экологии, непонимание различий в темпах эволюции и характере изменчивости прокариотных и эукариотных (особенно многоклеточных) организмов и отсутствие единого критического подхода к таксономической оценке всех микро- и макроструктурных признаков строматолитовой постройки. Однако и при этом преимущественно макроструктурное изучение строматолитов (главным образом в СССР) привело к значительным успехам в познании морфологического разнообразия строматолитов афебия, особенно рифея и фанерозоя, и в корреляции крупных стратиграфических подразделений докембрия (с точностью до ±50–100 млн лет, иногда меньшей, в рамках изотопных датировок). Современный этап комплексного палеобиологического, экологического, структурного и корреляционно-стратиграфического изучения строматолитов наиболее полно знаменует превосходная сводка международного коллектива исследователей “Stromatolites”, изданная под редакцией М.Р. Уолтера [Walter, 1976].

Общую картину эволюции и геохронологического распространения различных групп органического мира докембрия иллюстрирует рисунок. В этой схеме использована принятая в 1977 году общая шкала стратиграфических подразделений докембрия СССР.

ЛИТЕРАТУРА

- Вальков А.К., Сысоев В.А. Ангустиокреиды кембрия Сибири // Стратиграфия и палеонтология протерозоя и кембрия востока Сибирской платформы. Якутск, 1970. С. 94–100.
- Волкова Н.А. О находке докембрийских спор с тетрадным рубцом // Палеонтология. Морская геология. М., 1976. С. 14–18.
- Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия: Тез. докл. / Под ред. акад. Б.С. Соколова. Новосибирск, 1965. 115 с.
- Гниловская М.Б. Древнейшие водные растений венда Русской платформы (поздний докембрий) // Палеонтол. журн. 1971. № 3. С. 101–107.
- Гниловская М.Б. Древнейшие Metaphyta // Палеонтология. Морская геология. М., 1976. С. 10–14.
- Дэли Б. Новые данные об основании кембрия в Южной Австралии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 3. С. 45–52.
- Журавлева И.Т. Сравнительная палеонтологическая характеристика немакит-далдынского горизонта и его возможных аналогов на территории Сибирской платформы // Аналогии вендского комплекса в Сибири. М., 1975. С. 62–100.
- Келлер Б.М. Венд, юдомий и терминальный рифей (вендомий) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1973. № 1. С. 86–92.
- Келлер Б.М., Аксенов Е.М., Королев В.Г. Вендомий (терминальный рифей) и его региональные подразделения // Итоги науки. Стратиграфия. Палеонтология. М., 1974. 126 с.
- Келлер Б.М., Меннер В.В., Степанов В.А., Чумаков Н.М. Новые находки Metazoa в вендомии Русской платформы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1974. № 12. С. 130–134.
- Келлер Б.М., Федонкин М.А. Новые находки окаменелостей в валдайской серии докембрия по р. Сюзьме // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 3. С. 38–44.
- Крылов И.Н. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. М.: Наука, 1975. 243 с.
- Меннер В.В. Три основные проблемы стратиграфии // Вестн. МГУ. Геология. 1975. № 6. С. 7–18.
- Меннер В.В., Штрейс Н.А. О тектонических аспектах геохронологической шкалы // Проблемы теоретической и региональной геологии. М., 1971.
- Мешкова Н.П. и др. Стратиграфия пограничных отложений докембрия и кембрия севера Анабарского поднятия // Стратиграфия и палеонтология нижнего и среднего кембрия СССР. Новосибирск, 1976. С. 3–22.
- Миссаржевский В.В., Розанов А.Ю. Органический мир пограничных слоев кембрия и докембрия и принципы проведения нижней границы кембрия и палеозоя // Всесоюз. симпоз. по палеонтологии докембрия и раннего кембрия: Тез. докл. Новосибирск, 1965. С. 92–93.
- Раабен М.Е. Верхний рифей как единица общей стратиграфической шкалы. М., 1975. 245 с.
- Розанов А.Ю. Проблема нижней границы кембрия // Итоги науки. Общая геология. Стратиграфия. М., 1966. С. 92–111.
- Розанов А.Ю. Закономерности морфологической эволюции археоциат и вопросы ярусного расчленения нижнего кембрия. М., 1973. С. 1–164. Табл. I–XXII.
- Розанов А.Ю., Миссаржевский В.В., Волкова Н.А. и др. Томмотский ярус и проблема нижней границы кембрия. М., 1969. 380 с.
- Руттен М. Происхождение жизни (естественным путем). М., 1973. 411 с. (перевод с издания на англ. яз. 1971 г. с предисл. акад. А.И. Опарина).
- Савицкий В.Е., Евтушенко В.М., Егорова Л.И. и др. Кембрий Сибирской платформы (юдомо-оленекский тип разреза). М.: Недра, 1972. 200 с. (Тр. СНИИГГиМС; Вып. 130).
- Сидоренко Св.А. Главнейшие возрастные “эпохи” и основные геолого-тектонические условия накопления биогенного органического вещества в докембрии // Палеонтология докембрия и раннего кембрия. Новосибирск, 1976. С. 26–28.
- Соколов Б.С. Древнейшие отложения раннего кембрия и сабеллитидиты // Всесоюз. симпоз. по палеонтологии докембрия (Тез. докл.). Новосибирск, 1965. С. 78–91.
- Соколов Б.С. Вендский этап в истории Земли // Палеонтология. М., 1972. С. 114–124. Табл. I–V. (Международ. геол. конгр. XXIV сес. Докл. сов. геологов. Пробл. 7).
- Соколов Б.С. Проблема границы докембрия и кембрия // Геология и геофизика. 1974. № 2. С. 3–29.

- Соколов Б.С. О венде // Аналоги вендского комплекса в Сибири. М.: Наука, 1975. С. 5–10.
- Соколов Б.С. О палеонтологических находках в доусольских отложениях Иркутского амфитеатра // Аналоги вендского комплекса в Сибири. М.: Наука, 1975. С. 112–117, 240–243.
- Соколов Б.С. Органический мир Земли на пути к фанерозойской дифференциации // Вестн. АН СССР. 1976а. № 1. С. 126–143.
- Соколов Б.С. Metazoa докембрия и вендо-кембрийский рубеж // Палеонтол. журн. 1976б. № 1. С. 3–20.
- Соколов Б.С. (ред.). Палеонтология докембрия и раннего кембрия: Тез. докл. Всесоюз. симпоз. Новосибирск, 1976. 203 с.
- Тимофеев Б.В. Микропалеофитологическое исследование древних свит. М.; Л.: Наука, 1966. 148 с.
- Тимофеев Б.В. Сфероморфиды протерозоя. Л.: Наука, 1969. 146 с.
- Тимофеев Б.В., Герман Т.Н., Михайлова Н.С. Микрофитофоссилии докембрия, кембрия и ордовика. Л.: Наука, 1976. 106 с.
- Федонкин М.А. Палеоихнология докембрия и раннего кембрия // Палеонтология докембрия и раннего кембрия. Новосибирск, 1976. С. 23–26.
- Anderson M.M., Misra S.B. Fossils found in the Precambrian Conception Group of southeastern Newfoundland // Nature. 1968. Vol. 220. P. 680–681.
- Barghoorn E.S. The oldest fossils // Amer. Sci. 1971. Vol. 224, N 5. P. 30–42.
- Berkner L.V., Marshall L.C. The history of oxygenic concentration in the earth's atmosphere // Discuss. Faraday Soc. 1964. Vol. 37. P. 122–141.
- Brooks J., Muir M.D., Shaw G. Chemistry and morphology of Precambrian microorganisms // Nature. 1973. Vol. 224. P. 215–217.
- Cloud P. (Ed.). Adventures in Earth History. San Francisco, 1970. P. 1–992.
- Cloud P. Evolutions of ecosystems // Amer. Sci. 1974. Vol. 62. P. 54–66.
- Cloud P. Beginnings of biospheric evolution and their biogeochemical consequences // Paleobiology. 1976. Vol. 2, N 4. P. 351–387.
- Daily B., Firman J.B., Forbes B.G., Lindsay J.M. Geology // Natural History of the Adelaide Region. Royal Soc. of South Austr. Inc. 1976. P. 5–42.
- Glaessner M.F. Zur Kenntnis der Nama-Fossilien Südwest-Afrikas // Ann. Naturhist. Mus. Wien. 1963. T. 66. S. 113–120.
- Glaessner M.F. Precambrian palaeontology // Earth Sci. Rev. 1966. Vol. 1. P. 29–50.
- Glaessner M.F., Wade M. The late Precambrian fossils from Ediacara, South Australia // Palaeontology. 1966. Vol. 9. P. 599–628.
- Hofmann H.J. Precambrian Remains in Canada: Fossils Dubiofossils, and Pseudofossils // 24th IGC. Sect. 1. 1972. P. 20–30.
- Kazmierczak J. Devonian and modern relatives of the Precambrian Eosphaera: possible significance for the early eucaryotes // Lethaia. 1976. Vol. 9. P. 39–50.
- Margulis L. Origin of Eukaryotic Cells. New Haven, 1970. 349 p.
- Pflug H.D. Zur Fauna der Nama-Schichten in Südwest-Africa, I–IV // Palaeontographica. Abt. A. 1970–1973. Bd. 134–144.
- Schopf J.W. Precambrian Paleobiology: Problems and perspectives // Ann. Rev. Earth and Planetary Sci. 1975. Vol. 3. P. 213–249.
- Schopf J.W. Are the oldest “fossils”, fossils? // Origin of Life. 1976a. Vol. 7. P. 19–36.
- Schopf J.W., Oehler D.Z. How Old Are the Eukaryotes? // Science. 1976b. Vol. 193. P. 47–49.
- Termier H., Termier G. L'Ediacarien, premier étage paleontologique // Rev. gén. sciences. 1960. T. LXVII.
- Walcott Ch.D. Pre-Cambrian Algonkian Algal flora // Smithsonian Misc. Collections. 1914. Vol. 64, N 2. P. 77–156.
- Walter M.R. (Ed.). Stromatolites. Amsterdam, 1976. 790 p.
- Walter M.R., Oehler J.H., Oehler D.Z. Megascopic algae 1300 million old from the Belt supergroup, Montana: A reinterpretation of Walcott's Helminthoischnites // Palaeontology. 1976. Vol. 50. P. 872–881.



**БИОСФЕРОЛОГИЯ.
ГЕОБИОЛОГИЯ**

ДОКЕМБРИЙСКАЯ БИОСФЕРА В СВЕТЕ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ*

Контуры современного поля существования жизни, или биосферы, достаточно сложны из-за проникновения биосферы в другие земные оболочки. Для геолога и палеонтолога понятие биосферы практически сводится к стратисфере, т. е. слоистой оболочке Земли, независимо от ее происхождения, от того, является она продуктом гидросферы или континентальных геохор минувших геологических эпох.

В.И. Вернадский первым указал на неразрывность связи биосферы и стратисферы, начиная с древнейших фаз формирования последней. Он считал, что никогда не было геологических эпох, лишенных жизни. “На земной поверхности, – писал он, – нет химической силы, более постоянно действующей, а поэтому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом. И так длилось в течение всей геологической истории”**.

Однако не только для В.И. Вернадского, но и для более позднего поколения исследователей лишь фанерозойская биосфера представлялась достаточно палеонтологически документированной. Считалось естественным, что процессы метаморфизма в значительной мере стерли следы жизни в криптозое***, уничтожив важнейшие звенья эволюции органического мира, оставив лишь печать его мощного воздействия на геохимические преобразования в земной коре. Тем не менее проблема поисков остатков докембрийской жизни не снималась, а в наше время стала особенно актуальной в связи с необходимостью получения точных данных о непосредственных продуцентах органического вещества, характере их биологической организации, месте, занимаемом ими в системе органических форм, таксономическом разнообразии.

Классическая палеонтология, основанная на изучении фанерозойских типов, сразу поставила исследователей перед фактом не только колоссального морфологического многообразия животных и растительных форм, но и резко разошедшихся основных стволов органической эволюции со всеми уже сложившимися уровнями клеточной организации. Следовательно, в докембрии предстояло искать корни этой дивергенции и хронологические уровни фундаментальных ступеней биологического усложнения клеточных организмов. Мы знали, каким оказался результат палеобиологического процесса к началу фанерозоя (кембрийский период), но плохо представляли предшествующий путь эволюции и лишь сравнительно недавно получили опорную серию геохронологических дат, показавшую, что путь этот по своей продолжительности превосходил фанерозойский в шесть-семь раз.

* Вестн. АН СССР. 1972. № 8. С. 48–54.

** В.И. Вернадский. Биосфера. М., 1967. С. 241.

*** Фанерозоем геологи называют три последние эры земной истории – палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую, – начавшиеся около 570 млн лет назад; криптозоем – предшествующие эры земной истории, продолжительность которых была не менее трех с половиной миллиардов лет. Термины “криптозой” и “докембрий” синонимичны (*Прим. ред.*).

Современная литература, особенно учебная и популярная, содержит массу неточных, устаревших и просто ошибочных данных о докембрийских организмах (многие из которых в действительности оказались либо не организмами, либо организмами не докембрийскими), предположений о возможности параллельного возникновения *Protophyta* и *Protozoa*, о времени появления многоклеточных животных, выхода органического мира на сушу и т. д. Многие из таких неверных представлений сейчас становится возможным устранить. Достигнутые главным образом за последнее десятилетие огромные успехи в области палеонтологии докембрия, новые методы извлечения микроорганизмов из горных пород, сканирующая электронная микроскопия, ядерная геохронология, палеобиохимия (молекулярная палеонтология), экологическая геохимия и т. д. способствуют быстрому накоплению знаний в этой области. Исключительно много хорошо датированного палеонтологического материала из неметаморфизованных докембрийских толщ дало глубокое бурение в пределах осадочных плит древних платформ (Русской, Сибирской и др.). В целом работы по палеонтологии докембрия сейчас успешно ведутся в ряде институтов Академии наук СССР: Геологии и геофизики Сибирского отделения, Геологическом, Геологии и геохронологии докембрия, Палеонтологическом и др.

Новые данные, полученные в СССР, США, Франции, ФРГ, Австралии, Англии и в других странах, позволяют наметить принципиально важные этапы в формировании тех докембрийских биот, которые составляли физическое лицо докембрийской биосферы. Эти данные позволяют судить и о наиболее вероятных хронологических уровнях перехода от прокариотического мира примитивной Земли к биосфере, заселявшейся эукариотическими организмами, от древних эукариот к многоклеточным животным и, наконец, к поражающей воображение удивительной экспансии морских беспозвоночных – “популяционному взрыву”, с которого, как бы вдруг, начинается хорошо известный органический мир кембрия. Первые признаки этой экспансии появились примерно 570 ± 10 млн лет назад. Но нас прежде всего интересуют предшествующие 3,5 млрд лет.

В общей схеме развитие и усложнение докембрийских биот предстает в следующем виде.

1. Возникновение или появление на Земле протобионтов – первых живых систем (4,25–3,7 млрд лет). Эти гипотетические протобионты палеонтологически нам не известны, но их возникновение и существование на рубеже химической и биологической эволюции неизбежно, независимо от того, примем ли мы популярную гипотезу А.И. Опарина о происхождении жизни на Земле или будем думать, что углеродистые соединения, послужившие истоками жизни, могли начать свою эволюцию и в другой части нашей галактики. Протобионты были древнейшими гетеротрофными прокариотами, существовавшими в условиях бескислородной атмосферы (анаэробы).

2. Основная дивергенция прокариотических организмов (3,7–3,0 млрд лет). Впервые два генетически обособленных ствола прокариот фиксируются в подразделениях системы Свазиланд в Южной Африке. Там, в серии Онвербахт (3,7–3,4 млрд лет), выявлены “спороморфные” тельца и такой важнейший биологический индикатор, свидетельствующий о растительной жизни, как спорополленин (биополимер, входящий в состав экзины), а в серии Фиг-Три (3,2–3,0 млрд лет) открыты нитеобразные бактерии (*Eobacterium*), сфероидальные синезеленые водоросли (*Archaeosphaeroides*) и древнейшие строматолиты.

С возникновением раннеархейской биоты синезеленые водоросли и бактерии (древнейшие *Monera*) открыли два пути подготовки дальнейшего развития фундаментальных энергетических механизмов будущих эукариот. К архею, несомненно, относится появление фотосинтеза и образование биогенного атмосферно-

го кислорода, немедленно связывавшегося в окислительных реакциях. Таким образом, продуцентами органического вещества стали фотосинтезирующие одноклеточные микроорганизмы; бактерии (первичные гетеротрофы) существовали за счет разложения этого вещества, в чем и заключалась экологическая специализация первой реальной биоты на Земле.

3. Морфологическая и экологическая дифференциация прокариот (2,6–1,7 млрд лет). Биотическое разнообразие раннего протерозоя (афебия) становится значительным. Исследователями найдены многочисленные остатки организмов и продукты их жизнедеятельности, вплоть до мощных накоплений биолитов. Среди стратиграфических подразделений, характеризующих биоты этого уровня, следует прежде всего назвать криворожскую серию Украины, слюдяную серию Прибайкалья, ятулий Карелии, удоканский комплекс Восточной Сибири, систему Витватерсранд в Южной Африке и особенно серию Ганфлинт в Канаде (оз. Верхнее), с которой связаны наиболее важные находки микроорганизмов (2,0–1,9 млрд лет). Известны десятки родов синезеленых водорослей этого времени. Помимо массы разнообразного фитопланктона большую роль начинают играть бентосные постройки синезеленых водорослей (строматолиты). Широко распространяются железобактерии, возможно, появляются грибы. Важнейшее значение имеет рост массы хлорофилловых организмов, что приводит к появлению в атмосфере свободного кислорода.

4. Возникновение примитивных эукариот и, вероятно, первых настоящих многоклеточных водорослей (1,6–1,0 ± 0,1 млрд лет). Этот этап соответствует раннему–среднему рифею и их аналогам. Главные региональные объекты изучения – знаменитая формация Биттер Спрингс в Австралии, близкая к этой формации по возрасту лахандинская серия в Якутии, серия Бэлт на западе Северной Америки и др. Среди разнообразной микрофлоры этого времени, достаточно хорошо исследованной теперь специалистами СССР, США и ФРГ, внимание привлекают древнейшие ядерные одноклеточные с проявлениями митоза (*Nucello-sphaeridium*, *Glenobotrydion*, *Cariosphaeroides*, *Fibularix* и др.), несомненные грибы (фикомиценты), а среди фитобентоса – новые группы строматолитов. К данному этапу относится появление зеленых водорослей, а возможно, красных и пиррофитовых.

Несмотря на отсутствие достоверных находок Protozoa и Metazoa, не исключена возможность появления животных организмов. Атмосфера становится все более кислородной.

5. Появление и распространение бесскелетных беспозвоночных (900 ± 100–570 ± 10 млн лет). Морские биоты, включающие древнейших представителей животного мира, очень четко разделяются на две группы: позднерифейскую и значительно более специфичную вендскую (680 ± 20–570 ± 10 млн лет). Первая содержит лишь редкие следы жизнедеятельности животных – следы движения и копролиты мелких, вероятно, аннелидоморфных, организмов типа спиральных *Helminthoidichnites spiralis* Walcott (олхинская свита Иркутского амфитеатра, средняя часть серии Бэлт США, Виндийская система Индии) или вытянутых форм (демминская свита Полюдова кряжа и др.).

Вендскую или венд-эдиакарскую биоту ярко характеризуют первые совершенно бесспорные и многочисленные отпечатки самих структур бесскелетных беспозвоночных: книдарий – медузоидные (*Cyclomedusa*, *Suvorovella*, *Medusinites*, *Beltanelloides* и др.), конуляты (*Conomedusites*) и птеридинииды (*pteridinium*, *Rangea*, *Charnia* и др.); артикуляты (*Spriggina*, *Dickinsonia*, *Vendia*, ?*Parvancorina*); ?иглокожих (*Tribrachidium*), погонофор (*Paleolina*, *Sabellidites*). Остатки этой фауны установлены в шельфовых отложениях всех континентов: в венде Русской и Сибирской платформ, в эдиакарии Южной Австралии, в системе Нама Южной

Африки, в Чарнийской системе Англии, в группе Концепшин Канады. Широкому расселению вендской фауны предшествовало огромных масштабов ранневендское (лапландское) оледенение, вслед за которым началась самая крупная в докембрии трансгрессия моря в пределах древних платформ Земли. Планетарная однотипность венд-эдиакарской морской фауны и наличие в ее составе погонофор – еще одно свидетельство древности Мирового океана.

В позднем рифее и венде более значительно распространился микрофитопланктон: появляются мегасфероморфиды типа *Kildinella* (верхний рифей), очень разнообразны более мелкие сфероморфиды, эдроморфиды и другие группы. Впервые появляются лентовидные водоросли (скорее всего, бурые) с необыкновенным слоевищем – *Venditaenides*. Именно их, а не гипотетическую группу зеленых водорослей следует рассматривать в качестве родоначальной группы высших наземных растений, выход которых на сушу произошел не ранее(!) середины–конца ордовика. Вендотениды изредка встречаются в позднем рифее, но подлинного расцвета они достигают в венде. В карбонатных фациях широко распространены бентосные синезеленые водоросли – строматолито- и микрофитолитообразователи.

Появление ряда типов беспозвоночных с упрочненными, хотя еще и не минерализованными покровными образованиями (отсюда их способность оставлять отпечатки), было важнейшим событием в развитии древних экосистем. Впервые возникли вторичные гетеротрофы, источником питания которых стал микропланктон. Основы дальнейшего морфологического и экологического прогресса фанерозойских беспозвоночных, несомненно, были заложены здесь, и в этом смысле нет никаких оснований рассматривать вендо-эдиакарский этап эволюции как еще принадлежащий криптозою, т. е. зону не проявившейся, скрытой жизни.

6. Появление и экспансия скелетообразующих морских беспозвоночных (начало около 570 ± 10 млн лет). Эта специфически фанерозойская биота морских беспозвоночных “открывает” палеозой. Уже для раннего кембрия известны почти все типы беспозвоночных; в начале позднего кембрия появляются *Nemichordata*, а вскоре (ранний–средний ордовик) и последний тип животных – позвоночные.

Однотипная планетарная последовательность в биотической хронологии морских беспозвоночных – от полностью бесскелетных в венде к организмам, характеризующимся уплотненными органическими, хитиноидными покровами на рубеже венда и кембрия, и далее к организмам с фосфатной и карбонатной раковиной в нижнем кембрии, – безусловно, отражает единый процесс биохимического отбора организмами скелетного строительного материала. Нет сомнения, что биохронология этого процесса имеет важнейшее значение для биостратиграфического обоснования венд-кембрийского рубежа по массовому распространению скелетообразующих организмов. Долгое время считалось, что этот рубеж совпадает с подошвой трилобитовой биозоны *Olenellus*. Теперь твердо установлено, что существует совершенно самостоятельное дотрилобитовое стратиграфическое подразделение раннего кембрия (субхолмиевые слои, балтийский, томмотский или алданский ярусы), которое и знаменует “популяционный взрыв” скелетных форм совершенно неродственных типов.

Общеизвестно, что энергопродуктивность организмов напрямую связана с формированием кислородной атмосферы Земли. Этот процесс начался с появления хлорофилловых организмов, т. е. по крайней мере за 3 млрд лет до начала фанерозоя. С достижением точки Пастера (примерно $1/100$ современного уровня кислорода в атмосфере) кислород становится ведущей энергетической силой биологического прогресса. Путь этого процесса можно проследить от первых эукариот к древнейшим многоклеточным и скелетообразующим организмам со всеми стадиями усложнения их морфо-физиологических систем.

Но когда же все-таки земная атмосфера достигла точки Пастера? По хорошо известной гипотезе Л. Беркнера и Л. Маршалла (1964), это произошло 600 млн лет назад, к началу, как они считают, палеозойского эволюционного взрыва, когда впервые распространились достаточно развитые Metazoa. С повышением кислородного уровня (до 1/10 от современного) Земля приобрела защитный озоновый экран, а животная и растительная жизнь впервые получила возможность выйти на сушу. По мнению авторов гипотезы, этот новый критический уровень был достигнут лишь в конце силура, т. е. 400–420 млн лет назад.

В принципе модель Беркнера и Маршалла представляется верной, но она нуждается в хронологических коррективах (особенно для первого уровня), даже если целиком отвлечься от идеи о чрезвычайно древней (с начала фотосинтеза) стабилизации кислородного баланса атмосферы Земли. Нет сомнения, что первоначально кислород в больших масштабах расходовался на процессы неорганического окисления; например, окисные соединения серы, открывшие возможность изучения ее изотопов, имеют возраст до 3 млрд лет. Очевидна роль древнего кислорода и в разрушении примитивной восстановительной атмосферы. Что же касается свободного кислорода атмосферы, необходимого для обеспечения жизненных функций многоклеточных организмов, то здесь, вероятно, очень важно учитывать соображения А.П. Виноградова, согласно которым мы еще далеки от истинного понимания происхождения этого кислорода, если говорить о его изотопном составе в целом, не ограничиваясь прямым продуктом фотосинтеза – легким кислородом. А.П. Виноградов считает, что в истории Земли шел медленный процесс утяжеления кислорода атмосферы, в значительной мере связанный с извлечением легкого кислорода в процессе дыхания и окисления органического вещества. Сказался ли процесс утяжеления кислорода в какой-либо форме на ходе органической эволюции, мы точно не знаем, но сейчас вполне определенно считается, что скелетизация древних организмов непосредственно связана с биосинтезом коллагена (склеропротейн) и прежде всего с образованием оксипролина – важнейшей аминокислоты в молекуле коллагена, – процессом, который мог идти только при очень высоком уровне свободного кислорода в атмосфере.

Из приведенных данных следует, что в позднем рифее уже появились первые Metazoa, но они не оставили никаких достоверных следов (отпечатков) своих органических тканей; коллагеновые волокна, вероятно, еще не вырабатывались. Однако сам факт существования многоклеточных животных, по-видимому, дает основание опустить точку Пастера до 900–1000 млн лет (начало гиперборея). К началу венда уровень кислорода должен был заметно повыситься, так как венд-эдикарские Metazoa, представленные уже рядом типов с высоким уровнем тканевой и физиологической дифференциации (первично- и вторичноротые), несомненно, обладали достаточно плотными покровными образованиями, чтобы оставить многочисленные четкие отпечатки как на илистом, так и на песчаном субстратах (Эдикара, Подолия, Иркутский амфитеатр и др.). В позднем венде появились и сабеллитидитиды, их хитиноидные оболочки хорошо сохранились (Сибирская платформа).

По всей вероятности, переход от венда к кембрию нельзя рассматривать как время резкого изменения условий развития соединительнотканых образований беспозвоночных. Однако именно с этого времени соединительнотканый коллаген оказался способным к фосфатной и карбонатной минерализации. Строго говоря, в этом и заключается эффект “популяционного взрыва” в начале кембрия. Таким образом, граница кембрия и докембрия кажется более яркой в биохимическом отношении, чем в биохронологическом, хотя таксономическое разнообразие морских животных в кембрии становится исключительным по своему масштабу.

СТРАТИСФЕРА ЗЕМЛИ И ИСТОРИЯ ЖИЗНИ*

То, что окружающий нас мир организмов возник не вдруг, а в результате длительного развития – знает каждый. Не напрягая воображение, легко представить, что бесконечное многообразие животных и растений, населяющих сушу и воды планеты с исключительным разнообразием их жизненных обстановок, есть результат длительного эволюционного процесса. Современному читателю нетрудно представить и то, что природа немало потрудилась над тем, чтобы стереть многие картины и памятники эволюции, разбить весь эволюционный процесс на звенья, связать которые воедино так же сложно, как восстановить древний манускрипт из обрывков страниц, рассеянных по всему миру.

Вместе с тем каждый знает, что палеонтология – наука о живых существах прошлых геологических эпох, истории их развития – достигла огромных успехов. Она представила нам удивительный мир исчезнувших с лица Земли древних животных и растений (в различных скелетных остатках, отпечатках, следах и реконструкциях), установила реальную последовательность в смене жизненных форм и жизненных сообществ, создала тот палеобиологический фундамент, без которого не могла бы сформироваться теория эволюции со всеми ее направлениями.

Значительно менее известно широкому кругу читателей, что необратимый ход эволюционного процесса был использован геологией для создания геохронологической шкалы – конечно, шкалы относительного времени с биологическими точками отсчета, позволившими физически (материально) документировать ход времени, определить последовательность геологических и биологических событий прошлого, направленность и необратимость геологического процесса в целом. В этом остроумном синтезе время перестало быть абстракцией, оторванным от материального мира, от геологического пространства. Сама геология стала наукой исторической, т. е. наукой в строгом смысле. Стратиграфия – раздел геологии, занимающийся изучением последовательности напластований и закономерностей сопоставления (корреляции) этих напластований во всем объеме слоистой оболочки Земли (стратисферы), – приобрела значение базиса этой науки. Представление же о материализованном геобиологическом времени получило фундаментальное значение в общей концепции времени.

Однако беспокойному человеческому уму этого было мало: хотелось знать не только последовательный (относительный) порядок событий, явлений и процессов в прошлой истории Земли, но и истинное время, выраженное в привычной годичной метрике, отделяющее нас от этих событий. Последние должны были иметь датируемые начало и конец, т. е. определенную длительность, могли слгаться в опорный хронологический ряд и соотноситься в пространстве на основе этих же датировок. Такое время обычно называют абсолютным, что, вероятно, также несколько условно. Однако нет сомнения в притягательной силе этой хроно-

* Методологические и философские проблемы геологии. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1979. С. 44–54.

метрии и ее исключительном значении для понимания подлинной скорости течения различных геологических процессов в природных условиях, измерения и открытия временных пробелов в локальных геологических ситуациях, правильного представления о темпах органической эволюции, ее неравномерности и т. п.

Известен ряд попыток подойти к абсолютному летоисчислению в геологии, но только с открытием явления радиоактивности и долгоживущих изотопов стало возможным приблизиться к созданию достаточно достоверной шкалы геологического времени. Наиболее трудными оказались разработка методов, определения возраста горных пород (уран-свинцовый, калий-аргоновый, рубидий-стронциевый и др.) и правильная геологическая интерпретация полученных цифр: какие события они датируют – проявления магматизма, рудообразование, ту или иную фазу метаморфизма, возраст вмещающих пород. Само собой разумеется, что для создания геохронологической шкалы из моря цифр интерес могли представить только те, которые с максимальной достоверностью датировали те или иные локальные точки нормального стратиграфического разреза. От этих конкретных точек надо было перейти к расчету возраста самих подразделений общей стратиграфической шкалы, которая приобрела статус международного эталона (стандарта).

Первые же результаты исследований геохимиков-изотопистов оказались ошеломляющими. Они показали, что на Земле есть породы, возраст которых измеряется сотнями миллионов и даже миллиардами лет. Нужно было найти место этим датам в сводной стратиграфической последовательности пород и выяснить, каким образом они характеризуют *относительную биохронологическую (палеонтологическую) последовательность*, установленную на Земле кропотливым трудом палеонтологов и биостратиграфов на протяжении XIX и XX вв. Палеонтологи встретили эти неожиданные открытия с огромным интересом и вместе с тем с чувством тревоги и ревности: многим стало казаться, что палеонтология сыграла свою роль в геологии и теперь ее место займет чисто геохимическая аналитика. Однако опасения оказались преждевременными. Дело в том, что палеонтологический и изотопно-геохимический методы не конкурируют между собой, а только дополняют друг друга в своей хронологической и корреляционной функции в геологии, что они играют разную роль на разных уровнях стратиграфической шкалы и что геологическое картирование пока просто невозможно по пунктам взятия редких радиоактивных пород.

Подлинный триумф сочетанию изотопной геохронологии и палеонтологической стратиграфии принесло датирование самой палеонтологической летописи: через зональную биостратиграфию в ряде геологических систем (ордовикская, силурийская, юрская, меловая и др.) удалось достичь такой расчетной точности в возрастном интервале этих наиболее дробных подразделений (от 600 тыс. до 2–3 млн лет), которая лежит за пределами точности самых совершенных изотопно-геохимических методов. Однако в научном отношении, быть может, самым главным было установление возраста кембрийского “популяционного взрыва”. Именно с него (начало кембрийского периода) традиционно начиналась палеонтологическая летопись, разветвлявшаяся на протяжении так называемого фанерозоя (периодов явной дифференцированной жизни), вплоть до голоцена (последней ледниковой эпохи).

Уже после 1960 г. были получены главным образом в геохимических лабораториях СССР наиболее многочисленные данные о возрасте древнейших пород кембрия, позволившие принять изотопный возраст основания кембрийской системы равным 570 ± 20 млн лет. Эта датировка во всем мире считается сейчас наиболее обоснованной. Таким образом, вся палеонтологическая история органического мира Земли, как предыстория ее современного органического мира, – так существенно повлиявшая на все эволюционистские концепции в биологии, включая теорию Ч. Дарвина, оказалась замкнутой в интервале менее 600 млн лет.

Еще недавно трудно было ответить на вопрос – много это или мало, хотя уже давно возникла мучительная проблема поисков истоков докембрийской жизни, поскольку кембрийская жизнь предстала перед взором ученых в полном разнообразии типов беспозвоночных и низших растений, что неизбежно предполагало длительную, еще более древнюю предысторию, но скрытую в, казалось бы непостижимой, мгле ранних этапов развития самой планеты. Кембрийский феномен породил множество гипотез, но почти все они упирались в стену скептической убежденности, что следы жизни в древних породах Земли уничтожены процессами многократной термодинамической переработки этих пород, известных нам как породы кристаллического фундамента Земли, слагающего ядра современных континентов.

Но все оказалось иначе, хотя и не проще. Последняя четверть века ознаменовалась лавиной открытий, которые революционизировали науки о Земле и ее жизни. Я назову лишь некоторые открытия из разных областей знания.

Вскоре после окончания войны в европейской части СССР (Русская платформа) начала выполняться очень широкая и многолетняя программа глубокого бурения. Несколько позднее она охватила Сибирскую платформу и всю страну. Одним из первых результатов было открытие, что кристаллический фундамент древних платформ перекрывается мощным осадочным чехлом совершенно неизменных или слабо измененных нормально-слоистых осадочных пород и что эти породы являются докембрийскими, а не кембрийскими или еще более молодыми, как всегда считалось. Стратиграфическая корреляция привела к выводу, что аналоги вскрытых бурением толщ давно известны и в складчатых геосинклинальных системах (Урал, Тянь-Шань, горные пояса Южной и Восточной Сибири), но они там ошибочно интерпретировались из-за неясности соотношения с кембрием. Оба типа отложений (платформенный и геосинклинальный) оказались известными и на других континентах, но и там они были или очень слабо изучены, или неверно определены по своему возрасту.

В результате этих работ в позднем докембрии были установлены (1945–1950 гг.) два важнейших новых стратиграфических подразделения – вендская система (венд), непосредственно предшествующая кембрию (продолжительность периода около 100 млн лет), и еще более древняя рифейская группа (рифей), состоящая из трех подразделений, имеющих нижние границы около 1,0 млрд лет, около 1,35 млрд лет и около 1,65 млрд лет (основание рифея).

В палеонтологическом отношении венд оказался вовсе не немым, но очень специфическим. Почти вся его фауна представлена шестью основными типами беспозвоночных, но они лишены скелетных покровных образований, столь типичных для беспозвоночных всего фанерозоя. Среди растений в венде широко представлены многоклеточные лентовидные водоросли, слоевища которых совершенно лишены минерализации; исключительно обилен многообразный фитопланктон. К венду приурочена хорошо известная в Австралии, Южной Африке и Северной Америке так называемая эдиакарская фауна, появившаяся вслед за одним из величайших древних оледенений (лапландским или варангерским) нашей планеты в начале венда (680 ± 20 млн лет тому назад).

В верхнем рифее достоверно известны лишь следы жизнедеятельности организмов, но не сохранились отпечатки самих животных, – по-видимому, покровные оболочки были слишком слабые. Зато во всем рифее фантастического развития и разнообразия достигли карбонатные строматолиты – образования, обязанные своим происхождением жизнедеятельности синезеленых водорослей и, вероятно, бактерий. К середине рифея (1,3–1,4 млрд лет), несомненно, относится появление эукариот – первых одноклеточных, а потом и многоклеточных организмов с внутриклеточными структурами и прежде всего ядром. Прямые дока-

зательства этого явления еще не обсуждаются, но открытие уже сильно дифференцированного органического мира позднего рифея (водоросли, грибы, следы беспозвоночных) и особенно венда, безусловно, свидетельствуют о приуроченности этого величайшего в органической эволюции события к рифею.

После определения возраста рифейской группы осадочных пород Земли более определенное место заняли в стратиграфической шкале и дорифейские отложения – карельские (афебийские) и самые древние – архейские, разделенные геологическим рубежом около 2,6 млрд лет. Они также оказались не лишены жизни. В этих толщах Карелии достаточно широко распространены строматолиты и породы – продукты жизнедеятельности микроорганизмов (в частности, ферробактерий). Эти образования известны и в архее. Более того, имеются веские аргументы в пользу существования на Земле уже около 3,5–3,7 млрд лет тому назад микроорганизмов (бактерий и синезеленых водорослей), обладающих аппаратом фотосинтеза (об этом свидетельствуют соотношения изотопов углерода). Весь этот древнейший органический мир Земли принадлежал ранним прокариотам, т. е. организмам, не имевшим ядерного вещества.

Палеонтологические и палеобиохимические исследования, связанные с изучением докембрийских отложений и продуктов жизнедеятельности древнейших организмов, привели к формированию совершенно новых направлений в изучении истории примитивной Земли – “молекулярной” палеонтологии и морфологической микропалеонтологии докембрия. Возрастная глубина использования палеонтологических данных в геологии увеличивалась на 3 млрд лет, т. е. стала в 7 раз больше того предела, который считался в геологии доказанным, а не предположительным.

Параллельно с прогрессом наших палеонтологических и палеобиохимических знаний накапливалось все больше данных об участии в формировании древнейшей земной коры не только вулканогенных и магматических пород, но и пород водно-осадочного происхождения, формировавшихся под воздействием внешних факторов – гидросферы и атмосферы. Эти породы и лежат в основании прерывистой осадочной оболочки Земли или стратисферы: с ними связаны все следы древнейшей жизни.

Стратисфера Земли – несомненно, одно из уникальнейших явлений среди планет Солнечной системы. Геологи, геофизики, геохимики, палеобиологи подходят к ее изучению с разных точек зрения, черпая из нее самую разнообразную информацию, а для человечества она – главный источник энергетических и минеральных ресурсов. Стратисфера должна привлечь особое внимание и как конденсатор истории былых биосфер планеты, функционировавший на протяжении минимум 3,5 млрд лет. Возраст лунных пород – 3,5–4,5 млрд лет – отвечает возрасту достратисферных пород Земли. А отсюда следует еще один важный вывод: стратисфера Земли должна стать наиболее надежным источником информации о событиях в самой Солнечной системе на протяжении по крайней мере последней трети ее истории. Одна из важнейших страниц истории Космоса, таким образом, может быть прочитана на самой Земле. Кажется, что космологи еще недостаточно ясно себе это представляют.

В понимании происхождения жизни и возможных путей ее возникновения мы все еще не раскрыли окончательно содержание того неизбежного скачка от химической эволюции к эволюции биологической, который должен был привести к появлению самовоспроизводящихся живых систем. Но несомненно теперь одно: на Земле эти простейшие прокариотические системы фиксируются с самого начала формирования стратисферы, и этот момент наступил на 3 млрд лет раньше, чем возник феномен кембрийской жизни. С порога земной стратисферы от-

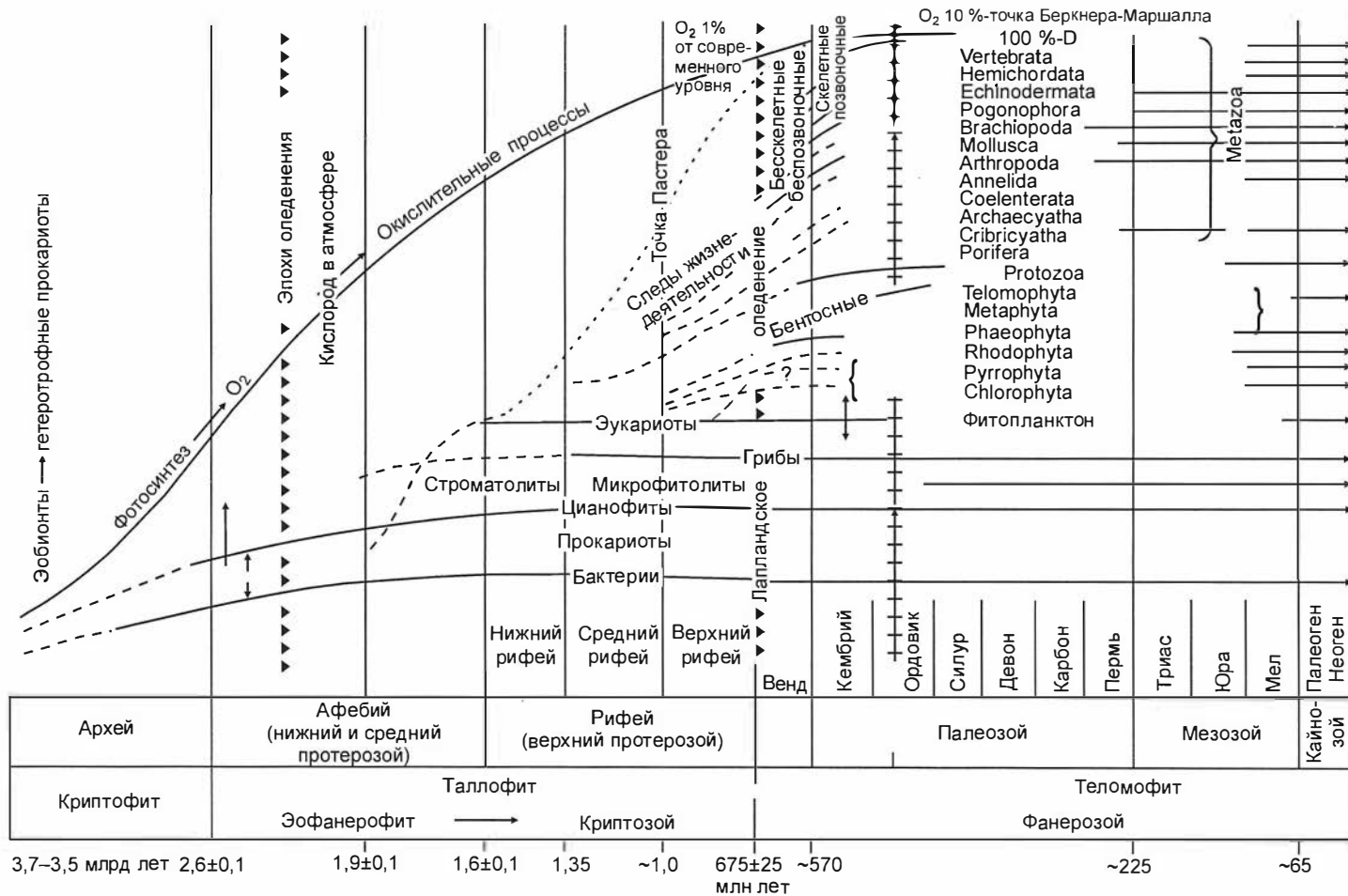


Рис. 1. Схема развития органического мира.

крывается совершенно иная панорама развития жизни на Земле, чем та, которую привыкли видеть эволюционисты, полагавшие, что следы палеонтологической истории сохранились только с кембрия.

Общую картину развития жизни иллюстрируют две схемы (рис. 1 и 2), впервые опубликованные мною в 1976–1977 гг. Некоторые черты этой докембрийской жизни представляются особенно примечательными и важными. Во-первых, мы, несомненно, видим параллельные пути развития таких важнейших генетических стволов жизни, как бактерии, синезеленые водоросли, грибы. Во-вторых, прокариоты оказались самыми древними, самыми устойчивыми и их эволюция шла наиболее монотонно. В-третьих, мы можем утверждать, что эукариоты возникли не ранее начала рифея (1,65 млрд лет) и не позднее его середины (около 1,35 млрд лет), но мы не располагаем данными, ни подтверждающими гипотезу симбиогенеза, ни опровергающими ее. В-четвертых, многоклеточные растения и многоклеточные животные, вероятно, возникли почти одновременно, но нам легче вывести многоклеточные растения из агрегатных структур одноклеточных водорослей, богато представленных в рифее, чем обосновать такой же путь формирования многоклеточных животных. И общий предок для них палеонтологически остается недоказанным. В-пятых, темп прогрессивной эволюции, несомненно, резко возрастает с возникновением эукариот и появлением полового размножения (организмы позднего рифея и венда). В-шестых, послеледниковая вендская (эдиакарская) фауна бесскелетных беспозвоночных при всем ее своеобразии скорее тяготеет к фанерозойскому этапу эволюции, чем завершает протерозойский, и эффект кембрийского “популяционного взрыва” имеет прежде всего биохимическую природу – возникновение биоминеральных структур в покровных тканях.

БИОСФЕРА: ПОНЯТИЕ, СТРУКТУРА, ЭВОЛЮЦИЯ*

Пределы биосферы обусловлены прежде всего *полем существования жизни*.

Биосфера – организованная, определенная *оболочка земной коры, сопряженная с жизнью*.

Земная кора – область былых биосфер..., на всем протяжении геологической истории от криптозооя и до современного, биосфера уже существовала и она была широко проникнута живым веществом. *Биосфера геологически вечна*.

Обращаясь к данным геологии, мы должны признать, что жизнь существовала во все геологические периоды.

В.И. Вернадский

УЧЕНИЕ В.И. ВЕРНАДСКОГО О БИОСФЕРЕ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ

Биосфере в целом и ее различным аспектам – научным, техническим, социальным философским и прогностическим – посвящены сотни тысяч публикаций, тысячи научных заседаний, конференций и симпозиумов всех рангов и направлений, множество различных исследовательских программ как национальных, так и международных.

Не будет преувеличением утверждать, что в современном естествознании и в жизни современного человеческого общества представление о биосфере занимает одно из центральных мест. С тех пор как окружающая нас природная среда – этот важнейший элемент биосферы – стала испытывать на себе заметное влияние бурно расширяющейся производственной деятельности людей, человечество не покидает тревога за судьбу биосферы.

В этой ситуации первостепенное значение приобретают наши точные знания о функционировании биосферы как глобальной экологической системы первого порядка, о пределах устойчивости этой системы. Требуемые знания сейчас тоже оказываются недостаточными и противоречивыми, а их приобретение также сопряжено с огромными расходами на создание планетарной службы биосферных наблюдений и научно-исследовательских центров, способных перерабатывать комплексную информацию и эффективно работать в области действительно научно обоснованного прогноза.

Но особенно опасна убежденность людей, поверхностно знающих предмет, что способность биосферы к устойчивости и саморегулированию почти беспредельна, что с техногенными критическими ситуациями природа в конечном счете сама справится, как она справлялась с рядом других глобальных изменений, происходивших на Земле в ходе ее естественного геологического развития. При этом даже среди некоторой части ученых можно услышать в качестве утешительного

* В.И. Вернадский и современность. М., 1986. С. 98–122.

довода утверждение, что быстрое и полное вымирание динозавров в конце мезозоя не помешало появлению человека. За подобными сентенциями не скрывается ничего, кроме безграмотности в области элементарных основ естествознания.

Обращение к геологии и палеонтологии в поисках соответствующих свидетельств и ответов на вопросы, которые возникают при рассмотрении современного состояния и будущего биосферы, вполне закономерно. Само учение о биосфере сформировалось в недрах геологии и геохимии на стыке этих наук с биологией и физической географией. Впрочем, коротко и четко очертить базу этого учения трудно – она включает множество и космических связей.

Это учение нерасторжимо связано с именем крупнейшего натуралиста – мыслителя XX в., минералога и геохимика В.И. Вернадского, создавшего новую стройную систему естественно-исторического миропонимания, которое он сам называл “геологическим”. Один из ближайших друзей В.И. Вернадского профессор Б.Л. Личков писал: “В.И. Вернадский развил чрезвычайно поучительную и интересную систему воззрения на жизнь и живое, которая произвела буквально переворот в мировоззрении естествоиспытателей, в их взглядах на жизнь и живое, связав их неразрывными узами с геологическими процессами изменения Земли” [Личков, 1963]. Сказанное, вероятно, является вполне достаточным и ясным ответом на вспыхивающую время от времени дискуссию между представителями геолого-геохимических, биологических и географических наук – какому из циклов этих наук принадлежит преимущественное право на разработку учения о биосфере. В этом учении не должно быть только одной какой-либо лидерствующей концепции – географической, биологической или геохимической, его объединяет общий мировоззренческий стержень – представление об организованности биосферы, материально-энергетической целостности составляющих ее живых, косных и биокосных тел и геологической вечности биосферы.

Сам В.И. Вернадский был решительным противником расчленения проблемы биосферы по отдельным научным дисциплинам. Сущность целостного подхода к явлениям природы, составляющего методологическую основу учения о биосфере, ученый предельно четко сформулировал в одной из последних своих работ “Мысли и замечания о Гете как натуралисте”: “Синтетическое изучение объектов природы – ее естественных тел и ее самой как “целого” – неизбежно вскрывает черты строения, упускаемые при аналитическом подходе к ним и дает новое”. “Этот синтетический подход характерен для нашего времени в научных и философских исканиях. Он ярко проявляется в том, что в наше время грани между науками стираются; мы научно работаем по проблемам, не считаясь с научными рамками” [Вернадский, 1981, с. 288–289].

Немного позже к этим же мыслям В.И. Вернадского вновь обратился один из крупнейших исследователей физики биосферы профессор Г.Ф. Хильми: “Полное, научно обоснованное описание биосферы невозможно на языке одной какой-либо науки или одного научного направления. Сущность биосферы такова, что ее научное описание достижимо только путем одновременного применения представлений многих наук. Иначе говоря, полная концепция биосферы должна строиться как система связанных между собой и опирающихся друг на друга частных концепций биосферы, разрабатываемых средствами разных фундаментальных наук” [Хильми, 1966].

То, что В.И. Вернадский называет своим “геологическим миропониманием”, углублялось им на протяжении всей жизни и нашло свою полную завершенность в последней, еще при жизни опубликованной его работе “Несколько слов о ноосфере” [1944]. Без введения этого представления в контексте любой концепции, с которой можно подойти к развитию учения о биосфере, все эти концепции не могут быть полноценными.

В последнее время в связи с остротой биосферных проблем встает вопрос о необходимости обособления специальной науки, которая имела бы предметом своего изучения биосферу Земли. На первый взгляд этот вопрос кажется простым, однако для однозначного ответа необходимо и однозначное представление о том, что же следует называть биосферой. Как мы увидим далее, эти представления пока остаются разными по крайней мере у части геологов, географов и биологов. Их разные подходы к изучению тех или иных главнейших элементов биосферы вызвали бы и разную формулировку такой науки. Для тех, кто ограничивает биосферу экосферой в ее современном, “итоговом” состоянии, возможно, название экология или глобальная экология [Будыко, 1977] было бы вполне достаточным. Вероятно, еще полнее (но не шире) отвечало бы название биогеоценология (конечно, не только с ее фитоценологическим ядром, как у В.Н. Сукачева [1947], хотя частица “гео” кажется здесь совершенно излишней. Понятия биоценоз, экологическая система никем не мыслятся вне среды, географического пространства, вне исторического процесса формирования функционирующих сообществ. По моему мнению, экосистема и биогеоценоз – это синонимы, и предпочтение я отдаю первому термину.

Эти рассуждения нет необходимости продолжать, тем более что им можно противопоставлять сходные рассуждения с учетом преимущественных интересов геологов и палеонтологов, имеющих дело с различными тафоценозами и древней средой, изучаемыми средствами своих собственных наук. Речь сейчас идет о биосфере в широком понимании, приданном ей В.И. Вернадским, и, это важно подчеркнуть, о мегабиосфере в смысле Н.Б. Вассоевича [1976], но не в ее структурном [Вассоевич, Иванов, 1983], а геоисторическом смысле, или о панбиосфере в трактовке, приведенной ниже. Важно избежать представления о механическом сложении непрерывно ныне функционирующей биосферы и былых биосфер, уже связанных в биогенной и биокосной субстанции (мегабиосфера Н.Б. Вассоевича).

С точки зрения историка былой жизни и живого, с позиции палеобиолога, палеонтолога (а палеонтология – преддверие неонтологии с совершенно размытой границей между ними), биосфера в целом представляется единством потока живого вещества в присущей ему среде, она неделима. Или лучше сказать, делима в том смысле и в том случае, когда мы нуждаемся и способны вычленить ту или иную ее часть (например, водную, атмосферную, почвенную или вошедшую в структуру разных биолитов, в литосферу вообще и т. д.), к изучению которой, имея частную цель, можно подойти с помощью некоторых, вполне специфических методов. Думаю, что совершенно не уклоняюсь от духа учения В.И. Вернадского.

Предполагаю, однако, что исследователи не всегда учитывают глубокий подтекст формулировки и высказываний В.И. Вернадского. К ним, например, относится такое часто цитируемое выражение: “Биосфера есть оболочка земной коры, состоящая из трех, может быть, четырех геосфер: коры выветривания (твердой), жидкой гидросферы (Всемирный океан), тропосферы и, вероятно, стратосферы (газообразной)”. И одновременно сама “биосфера... – оболочка земной коры” [Вернадский, 1934]. Конечно, речь идет о вхождении биосферы в косные, биокосные и биогенные тела. Именно поэтому В.И. Вернадский [1939] и говорит, что “вещество биосферы резко и глубоко неоднородно”.

Все наши знания о биосфере с неизбежностью приводят к выводу, что биосфера, как объект изучения, – объект междисциплинарный. Уже в последние годы жизни, задавшись целью изложить “философские мысли натуралиста”, В.И. Вернадский подошел к биосфере с позиций нового научного знания, показавшего все возрастающее значение биосферы в жизни человечества, ее эволюцию, сделавшую особенно резкий скачок с появлением *Homo sapiens*, включившего в биосферный процесс разум.

В этих размышлениях (они опубликованы в двух книгах в 1975 и 1977 гг. и выборочно в 1973 г. в журнале “Природа”), важнейших для понимания биосферы как величайшей организованности живого и косного (возможно, мы бы теперь сказали – геосистемы В.Б. Сочавы [1978]), как суперобъекта внимания ученых, философов и политиков, читатель, однако, нигде не найдет попытки выделить изучение биосферы в какую-либо науку, специально ей посвященную. Никто не имел бы большего права, чем В.И. Вернадский, назвать эту науку особо, но он этого не сделал, однако писал: “В классификации наук биосфера должна быть учтена как основной фактор, что, насколько знаю, сознательно не делалось” [1977].

Вряд ли есть основание думать, что право дать наименование этой науке он оставил кому-то в будущем. Всякий, кто знаком с историей становления геохимии и биогеохимии, да и многих других наук и научных направлений в познании Земли, Вселенной и жизни, формировавшихся в XX в., знает, какой огромный арсенал идей, фактов и аргументов В.И. Вернадский привлекал и мог привлечь для обоснования их самостоятельности по объекту, методам и целям исследований. И ни в чем так ярко не проявился могучий ум ученого, его неистощимая эрудиция и интуиция, как в рассуждениях о соотношении биосферы и биогеохимии. Именно последнюю он в первую очередь считал наукой о биосфере, хотя и она не исчерпывает всех сторон этого необычайно сложного и многомерного объекта.

Начиная с 1965 г., когда была опубликована, вероятно, наиболее значительная книга В.И. Вернадского “Химическое строение биосферы Земли и ее окружения”, мы все полнее и шире знакомимся с наследием этого удивительного ученого и человека. Сравнительно недавно вышла в свет еще одна его книга “Живое вещество”. В предисловии к ней К.П. Флоренский пишет: “В работе В.И. Вернадского читатель не найдет окончательных научных решений..., четких формулировок и выводов..., в ней он найдет гораздо большее – пример постановки важнейшей проблемы во всей научной широте, свойственной только крупнейшим ученым” [Флоренский, 1978, с. 2].

Это “большее” становится ясным, когда мы обращаемся к словам самого В.И. Вернадского [1977, с. 89]: “В наше время рамки отдельной науки, на которые распадается научное знание, не могут точно определить область научной мысли исследователя, точно охарактеризовать его научную работу. Проблемы, которые его занимают, все чаще не укладываются в рамки отдельной, сложившейся науки. Мы специализируемся не по наукам, а по проблемам”. Изучение биосферы – это и есть проблема, проблема многоаспектная, глобальная, космическая. Ее нельзя связать не только с какой-либо наукой, но и каким-либо отдельным циклом наук – биологических, геологических, географических, геофизических, к тому же это проблема социальная и философская. Лучше и полнее всего охватывает эту проблему то, что мы давно и привычно называем **учением о биосфере** или **общим учением о биосфере**. Произвести от биосферы какую-либо одну “логию” просто невозможно. В любом случае это только принизило бы учение, хотя буквально “logos” и “учение” одно и то же. Всю меру этого несоответствия в отношении общего учения о биосфере лучше всего понимают люди, пользующиеся русским языком. Общее учение о биосфере скорее своеобразная “биосферософия”, чем какая-либо “логия”, включая и “биосферологию”.

О значении учения В.И. Вернадского о биосфере как новой парадигме современного естествознания много говорится и в широкой печати, и в специальной научной литературе. Здесь же хотелось еще раз обратить внимание на необходимость привлечения разработанного В.И. Вернадским общегеологического подхода к изучению современного состояния и будущего биосферы. В следующих разделах мы на нем остановимся подробнее. Понимание геологических основ

жизни человечества и развития цивилизации, свойств современной геологической среды и самого человека как геологической силы должно стать общественным явлением, частью обязательного образовательного минимума, элементом воспитания и формирования общего экологического мышления и материалистического мировоззрения.

ПОНЯТИЕ БИОСФЕРЫ И ЕЕ СТРУКТУРА

Вероятно, в расчлененности восприятия биосферы заключается главная причина появления ее противоречивых определений. Весьма полезный и содержательный критический обзор последних был сделан Н.Б. Вассоевичем [1976, 1977], а сама история учения о биосфере рассмотрена в их совместной работе с А.Н. Ивановым [Вассоевич, Иванов, 1977].

Что же такое биосфера? Каково ее отношение к другим геосферам? Расчленима ли биосфера и что представляют собой ее элементы?

На все эти вопросы можно найти ответы в трудах и размышлениях В.И. Вернадского; их и надо искать у того, кто сам их искал. Восприняв новаторские естественно-исторические представления своего великого учителя В.В. Докучаева, с предельной бережностью он “препарировал” идеи Ламарка (1801–1802 гг.) и впервые показал нам, что Ламарк вплотную подошел к понятию биосферы, но, утвердив биологию, он не выразил каким-либо словом представление о сфере действия живых существ. Термин “биосфера” В.И. Вернадский взял у Э. Зюсса [Suess, 1875], хотя в его толковании он был ближе к Ж.-Б. Ламарку и И. Вальтеру (1911, 1912 гг.), чем к Э. Зюссу и другим, не видевших в биосфере ничего, кроме мира живых существ, создающих мозаичную сферу своего распространения на Земле.

К созданию учения о биосфере вели многие пути, но нужен был Вернадский, чтобы на перекрестке этих путей увидеть за “покровом живых существ” “живое вещество” планеты, непрерывность его потока, понять его роль в геохимической структуре биосферы. Биогеохимия стала одной из важнейших наук в изучении биосферы, а планетный геологический аспект биосферы связал воедино историю и судьбу живого вещества с косными и биокосными телами Земли, с геологической историей планеты и ее основными оболочками. Рассуждения В.И. Вернадского о пределах биосферы не оставляют ни малейшего сомнения, что он понимал под нею “оболочку жизни – область существования живого вещества”, сопряженно связанного с другими геосферами или их частями. Здесь живое вещество проявлялось как “геологическая функция биосферы”. И так было всегда. Поэтому контуры биосферы не следуют контурам земных оболочек и геосфер, дисконформно входят в них, захватывая тропосферу, всю гидросферу, ландшафтные зоны континентов (геохоры) и в тех или иных пределах стратисферы, где жизнь может устойчиво сохранять активность, т. е. нести свою геологическую (геохимическую) функцию (одна из моделей показана на рис. 1).

Хотя формулировки В.И. Вернадского о жизни (живых существах и их эволюции), о неравномерности ее концентрации, живом веществе, о биосфере и ее геологической функции, о биосфере, как особой геологической оболочке, о мертвых и биокосных телах, о вечности биосферы и многие другие были вполне четкими и ясно рисовали его представление о биосфере в целом, о месте, которое она занимает на Земле, и о роли, которую она играет в ее истории и геохимической организованности, тем не менее в литературе появилось немало определений биосферы, более или менее резко уклоняющихся от представлений В.И. Вернадского.

Как в прошлом, так и сейчас эти отклонения связаны главным образом с непониманием различий в понятиях “жизнь” и “живое вещество” (для В.И. Вернадского это понятие было фундаментальным), с поверхностным восприятием гео-

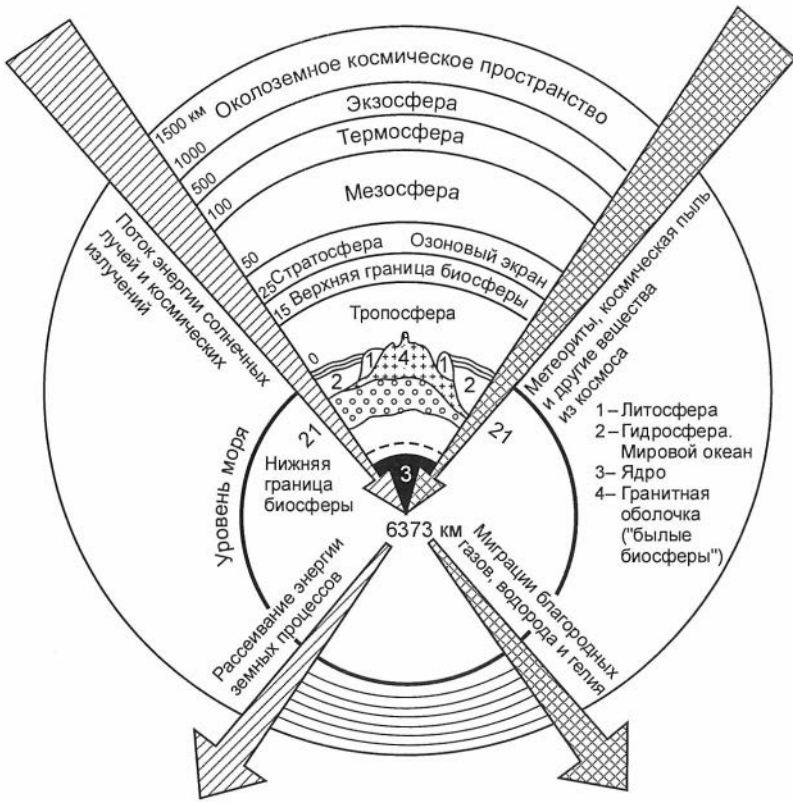


Рис. 1. Структура биосферы Земли и ее окружения (по [Назаров, 1974]).

логического аспекта в рассуждениях Вернадского и стремлением как-то упрощенно вписать биосферу в земную кору. Только поэтому для одних биосфера остается лишь живым населением планеты, а для других — слоями земной коры, которые подверглись в течение всей геологической истории влиянию активности организмов [Гиляров, 1972].

Н.Б. Вассоевич [1977] подверг резкой критике определение биосферы, данное в БСЭ [Ковда, Тюрюканов, 1970]. Широкий резонанс критики и смысл трактовки понятия биосферы – вообще достаточно распространенной – требуют приведения этого определения: “Оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой в существенных чертах обусловлены прошлой и современной деятельностью организмов. Биосфера охватывает часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы, которые взаимосвязаны сложными биогеохимическими циклами миграции веществ и энергии (по Вернадскому – биогенная миграция атомов)”.

“Биосфера включает не только область жизни (биогeosферу.. – т. е. зону сгущения жизни, что по некоторым понятиям и есть биосфера s. str. – Б.С.), но и другие структуры Земли, генетически связанные с живым веществом” [Там же].

В этом определении есть некоторый максимализм в направлении расширения понятия в сторону “прошлого” и “других структур Земли”. В.И. Вернадский, несомненно, был более строг в изложении своих взглядов, хотя завершеного, в энциклопедическом смысле, определения биосферы не дал. Его сейчас приходится конструировать, исходя из всего научного творчества В.И. Вернадского, истоков этого творчества и разработки богатейшего фактического и идейного наследия, используемого в современной науке.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ВЕЧНОСТЬ БИОСФЕРЫ

Количество наших современников, занимающихся изучением биосферы в самых различных направлениях, неизмеримо возросло по сравнению со временем работы В.И. Вернадского. Неизмеримо вырос и круг людей, понимающих гениальность его идей и учения; в этом смысле мы и сейчас продолжаем жить в “эпоху Вернадского”. Но было бы крайне опасно свести это учение к догмам и защищать их, пользуясь цитатами, извлеченными из его многочисленных трудов. Главное здесь – его новые фундаментальные положения о живом веществе и его роли в геологическом развитии планеты как “единственной области планеты, закономерно связанной с космическими просторами” [Вернадский, 1939]. Важен дух его размышлений. Если занять такую позицию, то взгляд в прошлое, в геологическую и палеонтологическую историю биосферы кажется вполне правомерным. Более того, он просто необходим и совершенно не противоречит представлениям В.И. Вернадского.

Геологический аспект в учении о биосфере, а он одновременно является историческим (геоисторическим) и эволюционным, не всегда занимает должное место или рассматривается как нечто дополнительное, а то и просто выходящее за рамки самого предмета. Недоценивается при этом не только совершенно очевидный факт, что современная биосфера является продуктом развития биосферы прошлых геологических периодов, но и непосредственная геологическая сила биосферы, особенно специфической современной фазы ее развития. Кажется, что многие ученые, изучающие биосферу, до сих пор были недостаточно внимательными к данным палеонтологии, они редко используют ее важнейшую по документальной точности информацию геохронологического и экологического характера или, наоборот, слепо принимают палеонтологию за историю биосферы. И то и другое одинаково недопустимо.

Профессор Я.В. Самойлов, введший понятие о биохимической палеонтологии и палеобиохимии [Самойлов, 1921, 1929а,б; Samoilov, 1917, 1922], был совершенно прав, когда писал, что “мы находимся на границе биосферы и литосферы”, когда наступает “начальный момент формирования горной породы, формирование геологического горизонта, момент, когда материя, составляющая тело, и скелет организма, выпадет из биологического круговорота и переходит в минеральное царство”. Резкость границы биосферы как сферы активного функционирования живых систем Земли (так мы сказали бы сейчас) с другими геосферами, включая и стратисферу, всегда отмечал и В.И. Вернадский. Но в этом рубеже нельзя усматривать границу между существующей биосферой и биосферой былого. Биосфера едина и, как постоянно подчеркивал В.И. Вернадский [1978], “геологически и вечна”, а “жизнь существовала во все геологические периоды”, не прерываясь.

Если бы такую “вечную биосферу”, вероятно, одновозрастную с самой Землей (около 4 млрд лет), потребовалось бы назвать особым образом, то я не вижу лучшего термина, чем “панбиосфера”, помянутого вскользь Н.Б. Вассоевичем [1976], хотя он и не придал ему значения. Для “сверхбиосферы”, включающей биосферу *s. str.*, т. е. экосферу Ю. Одума [1975] и “былые биосферы” В.И. Вернадского, Н.Б. Вассоевич предложил название “мегабиосфера”. Я не уверен, что эта составная “сверхбиосфера” соответствует предложенному здесь толкованию единой, не прерывавшейся на протяжении миллиардов лет, но развивавшейся и геологически речной биосферы. В конечном счете представляется более предпочтительным говорить о биосфере и биосферном процессе как целостном явлении, а в палеобиосфере видеть геологически прошлый этап (или этапы, если мы вычленим какой-либо период) развития биосферы.

Понятие “былые биосферы” заслуживает особого внимания. Строго говоря, это и есть прошлое биосферы. Если на изучение современной биосферы как функ-

ционирующей системы с полным правом претендуют различные циклы наук о Земле, жизни и обществе, то “былые биосферы” – бесспорный объект геологических наук и палеонтологии. Что же такое “былые биосферы”?

Насколько мне известно, впервые В.И. Вернадский указал на место, занимаемое “былыми биосферами”, в своем докладе, прочитанном 18 января 1942 г. Речь идет “О геологических оболочках Земли как планеты” и о широко теперь известной таблице, которой этот доклад иллюстрировался. Замечу, что доклад делался в суровые дни войны, когда, как сказал Владимир Иванович, “...неожиданное нашествие варваров на нашу страну задержало большую работу, организацией которой мы были в это время заняты и которая, я уверен, возродится, как только враг исчезнет из наших пределов” [Вернадский, 1942].

Слова “былые биосферы” В.И. Вернадский никогда не сопровождал кавычками. Они появились в работах более поздних авторов. Былые биосферы были для В.И. Вернадского такой же реальностью, как и современная биосфера. В этом словосочетании, несомненно, есть некоторая метафоричность и – что существеннее – как бы допущение, что биосфер было много, во всяком случае, несколько или какой-то ряд. Однако последнее предположение полностью опровергают все высказывания В.И. Вернадского, который последовательно развивал идеи непрерывности существования живого вещества на Земле. В одной из самых важных своих книг “Химическое строение биосферы Земли и ее окружения” [1965], изданной уже после его смерти, он писал, что “на всем протяжении геологической истории от криптозооя и до современного, биосфера уже существовала и она была широко проникнута живым веществом. Биосфера геологически вечна”.

Но очень важным является вопрос об эволюции биосферы. На этот счет были и еще есть весьма разные взгляды: от почти полного ее отрицания (и при этом со ссылками на отдельные высказывания В.И. Вернадского) до масштабов кардинальных перестроек через ряд критических эпох – глобальных кризисов. Понять столь различающиеся представления можно, только помня, сколь различным является понимание разными исследователями самой биосферы. Можно сказать, что эволюция биосферы наиболее очевидна для тех, кто понимает под биосферой только живой биос Земли. Но если биосфера – это сложная планетная система, включающая все живое вещество, связанное с косной и биокосной субстанциями, и функционирующая как целое в соответствии с определенными биогеохимическими принципами, то такая очевидность не столь уже легко вскрывается, поскольку материально-энергетическая устойчивость биосферной системы была с самого начала определена как “эмпирический факт”, как ее космическое свойство. Однако В.И. Вернадский уже полвека тому назад видел противоречие между этим представлением и несомненными резкими изменениями форм жизни как чисто биологического явления. Позднее [Будыко, 1977] он сделал вывод, что “живое вещество есть самая мощная геологическая сила, растущая с ходом времени”. Нельзя сомневаться, что речь идет об эволюции биосферы в самом полном и точном смысле.

В упомянутой таблице геологических оболочек Земли, в которую четко вписаны предельные ограничения биосферы (верхний предел у границы озонового экрана, т. е. около 25 км над землей, а нижний – внутри стратосферной части литосферы, около термической отметки в 100 °С), мы не находим какого-либо разрыва между биосферой и былыми биосферами, но видим переход от одной ступени к другой: от былых биосфер, связанных только с земной корой, к биосфере, простирающейся до свободной атмосферы. Всю земную кору В.И. Вернадский называл “областью былых биосфер” (в той же книге этой теме посвящена специальная глава).

Таким образом, поскольку биосфера геологически вечна и у нас нет оснований отрицать ее развитие во времени и пространстве, т. е. ее эволюцию, область

былых биосфер не может быть исключена из общего учения о биосфере. Однако она специфична, и эту специфичность Н.Б. Вассоевич отменил введением понятия “метабиосфера”. В существенной степени это были биосферы, а лучше сказать – та часть биосферы, сохранившаяся история которой почти полностью запечатлена в стратисфере Земли – объекте, как мне уже приходилось обращать внимание, уникальном во всей Солнечной системе. Я говорю “почти” потому, что определенная часть продуктов активности биосферы геологического прошлого уже многие сотни миллионов лет тому назад стала выводиться за пределы биосферы в ее прямом экологическом смысле (биогенные кислород, азот, углекислота, вода – эти главные компоненты атмосферы и гидросферы, поддерживающие жизнь вообще) и в многократных циклах обращения этих продуктов последние асинхронно входили и продолжают входить в непрерывную формирующуюся структуру стратисферы континентов и Мирового океана.

Былые биосферы, связанные со стратисферой, – источник самой фундаментальной информации об общей эволюции биосферы Земли, информации, которую в первую очередь дают палеонтология, палеоэкология, палеобиогеография, палеоклиматология, палеобиохимия, биогеохимия и ряд других наук, связанных с изучением Земли и ее органической жизни, охватывающей около 4 млрд лет. Исследователями, изучающими современную биосферу и современный биосферный процесс, эти данные еще мало освоены и практически совсем нет специально поставленных работ, которые были бы направлены на получение информации, важной в прогностическом отношении. Кажется, что мы сейчас вплотную подошли к необходимости как можно глубже и всесторонне заглянуть в прошлое биосферы и использовать хорошо документированные и действительно достоверные данные об этом прошлом – геологическом далеком, как докембрий, или геологически близком, как плейстоцен и голоцен, в качестве окна в будущее. Это выражение М.И. Будыко представляется удачным и верным.

Уже достаточно много известно о крупных событиях в геологической фазе истории биосферы. Правда, мы до сих пор не знаем ничего достоверного о происхождении самой жизни и, вероятно, скорее ошиблись бы, если бы стали утверждать, что это специфически земное явление. Живое вещество в его наиболее примитивной прокариотической форме может быть бесконечно древним. Несколько остроумных гипотез и интересные модельные эксперименты биохимиков оставляют пока очень широкий простор для поисков во Вселенной подходящих параметров возникновения живого. И возможно, наиболее удивительным является не сам факт такого возникновения, а факт неуничтожения возникшего. Без этого положения мы не можем себе представить появление жизни на Земле и сам биосферный процесс, пусковым импульсом которого было начало функционирования древнейшей экосистемы примитивнейших прокариот. Но даже эта экосистема была гигантским скачком от чисто химической эволюции. Укрепившись в подходящей среде, первоначально анаэробные прокариоты, несомненно, быстро распространились, и с тех пор экологические ниши не пустовали, хотя и бесконечно менялись.

Главные вехи дальнейшей истории жизни на Земле отмечены великими созидательными процессами и великими кризисами, через которые прошли первые эукариоты, первые многоклеточные растения и животные, первые организмы, мобилизовавшие минеральное вещество для разных типов своего скелета, первые животные с зачатками центральной нервной системы и так до венца процесса цефализации – человека, процесса, начало которого мы видим уже в венде. Никакие экологические кризисы не могли сломить эту главную тенденцию эволюции и не могли уничтожить жизнь вообще. Однако биосфера в целом подверглась крупным перестройкам и сопровождалась очень быстрыми, почти катастрофическими

вымираниями. Удары по биосфере Земли рождались внутри ее системы, но могли идти и из космоса. Нам очень важно понять ритм происходивших событий и полнее описать сами биосферные события как важнейшие биотические этапы в истории Земли.

ВЕХИ РАННЕЙ ИСТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Теория Дарвина *ipso facto* рассматривала классическую панораму эволюционного процесса лишь в пределах отрезка времени фанерозоя (около 600 лет лет), притом считалось, что истоки эволюции навсегда скрыты от глаз исследователя. Неполнота палеонтологической летописи казалась неизменным свойством науки о следах жизни. Не это ли обстоятельство пробудило известную самоуверенность некоторых биологов, которые, восстанавливая нить развития жизни, отдают безоговорочное предпочтение скудным экспериментальным данным, например о сходстве в строении ДНК различных организмов перед реальными фактами палеонтологической истории органического мира? По мнению этих биологов, ограниченность элементарных организменных “конструкций” и в особенности их наследственных структур – обязательное свидетельство происхождения от единственного предка. Но ведь мы далеко еще не все знаем о том, насколько сходство биохимических систем обусловлено родством и насколько – “заданными” условиями, как и о том, как и какими обстоятельствами вообще ограничено возможное разнообразие живого. А потому принцип актуализма (представления, что даже в далеком прошлом ход природных процессов ничем не отличался от современного) – важное, необходимое, но не всемогущее орудие эволюционистов. Конечно слово все-таки за действительными свидетельствами, которые могут добыть лишь палеонтология, палеобиогеохимия и историческая геология.

Думается, умножение таких свидетельств может многое изменить в наших представлениях о том, каким путем шло развитие живой материи на первых этапах. Изменения в этих представлениях уже начались с тех пор как палеонтология всерьез занялась изучением зона “скрытой жизни”, с тех пор как мы стали реально разбираться в стройном процессе усложнения живых систем, растянутом почти на 4 млрд лет, на шесть седьмых истории земной коры.

Ход естественного отбора, учение об эволюционном процессе и волнообразно нарастающем разнообразии жизни, направленности и необратимости эволюции дали нам первый и пока самый совершенный инструмент измерения относительного геологического времени, биологического по своей природе. За период своего развития эволюционизм в целом обогатился многими открытиями, новыми концепциями, но суть его не изменилась. Палеонтология принесла науке свидетельства действия эволюционного процесса; ведь это в основном палеонтологические находки рассказали нам о важнейших переменах в разные эпохи развития планеты в растительном и животных царствах, в живом микромире. Вместе с тем представление о постепенности, плавности этого процесса палеонтология отвергла, доказав неравномерность темпов эволюции, показав резкие изменения в ее ходе. Палеонтология, как и биология в целом, показала единство и взаимную зависимость в развитии жизни и среды ее обитания, единство земной биосферы и вскрыла периодичность в ее развитии. Такие события, как, скажем, возникновение многоклеточных организмов, скелетных форм, выход жизни на сушу, эпохи вымирания и прочее, так же как и важнейшие изменения среды, знаменуют собой эту периодичность. Природа ее, правда, до сих пор недостаточно выяснена, несмотря на множество гипотез по этому поводу. К ее пониманию трудно приблизиться, на мой взгляд, без осознания космических влияний на нашу планету. Хотя нельзя забывать, что внутренние законы развития Земли и глобальная расчлененность

земной коры на крупные динамические элементы находятся в постоянном взаимодействии с этими космическими факторами. Поэтому рубежи между геологическими периодами обозначены далеко не всегда с одинаковой четкостью и нередко представляют собой целые эпохи, асинхронность событий внутри которых постоянно ставит перед нами сложные загадки.

Одной из таких загадок принято считать развитие геологических процессов и органическую эволюцию на рубеже докембрия и кембрия – первого из фанерозойских периодов. До сих пор нет твердого международного стандарта нижней границы кембрийской системы, поскольку в том районе Великобритании, где еще в 1835 г. А. Седжвиком была выделена сама эта система, как раз и наблюдается характерный скачок в свойствах и в возрасте пограничных горных пород, который так устойчиво поддерживал идею невосполнимого пробела в эволюции. Древнейшие кембрийские отложения Земли хранят скелетные остатки почти всех известных типов беспозвоночных животных, а со следующего периода известен уже последний и высший тип животных – позвоночные. Таким образом, мы имеем все основания говорить, что от кембрия до современной эпохи продолжается единый биологический временной отрезок (мегахрон). В свете досконально изученной фанерозойской эволюции даже появление такого феноменального существа, как *Homo sapiens*, не представляется чем-то совершенно неожиданным и непредсказуемым. Но до сих пор воображение естествоиспытателя поражает внезапное и резкое расхождение ветвей привычного филогенетического дерева органического мира в начале фанерозоя. Здесь, на границе докембрия и кембрия как бы “из ничего” возникло сразу множество “готовых” форм всех организмов.

Что же мы знаем о предшествующих этому популяционному взрыву 3,5 млрд лет истории Земли и ее жизни, о дифференциации органического мира на его основные царства, о хронологии этих фундаментальных для развития живой природы событий? Действительно ли все это прошлое – таинственная эпоха скрытой жизни, тянущаяся из протопланетной бездны?

Прежде всего необходимо сказать, что за последнюю четверть века претерпели коренные изменения наши геологические представления о самой физической картине перехода от докембрия к кембрию. Во многих областях Земли была установлена либо полная непрерывность этого перехода, либо амплитуда перерыва сузилась до обычно наблюдаемой в фанерозое.

С ошибками в 100–200 млн лет, но все-таки мы можем говорить и об интервалах времени, в пределах которых формировались важнейшие стадии жизни. Например, появление прокариотических организмов в бескислородной атмосфере и образование кислородной атмосферы в результате усложняющегося биогенного процесса. Если бы не появились когда-то первые синезеленые водоросли – цианобактерии с аппаратом фотосинтеза, на Земле не было бы жизненно важных запасов кислорода и той картины жизни, что теперь перед нами. Достаточно много мы узнали и об уровнях организации живых систем, в особенности на позднейших стадиях, когда стали формироваться явно эукариотные простейшие организмы, а потом и явно многоклеточные растения и животные. Известен и момент, с которого начинается появление первых скелетных организмов. Известно, как шел процесс мобилизации минерального вещества – строительного материала скелетов – древнейшими беспозвоночными.

Довольно хорошо мы представляем себе и развитие окружающей среды: эпохи древнейших оледенений, историю углекислотной атмосферы, историю кислорода. Кое-что мы знаем об истории Мирового океана, о распространении платформенных морей. Прогреваемые солнцем, переполненные живыми существами, они были особенно важны для развития жизни. И все это было 25–30 лет тому назад неизвестно науке!

Палеонтология дает новый материал и для эволюционной теории. Можно утверждать, что темпы эволюции в докембрии и фанерозое были в существенной степени различны. Вся докембрийская эволюция вырисовывается как процесс более монотонный, чем эволюция фанерозойская.

И тем не менее наиболее фундаментальные события в развитии органического мира произошли именно в докембрии. Это может показаться парадоксальным, но кажется, что путь, который прошел органический мир от бактерии до нас с вами, более прост, чем путь, который связал сложные предбиологические молекулы с биологической эволюцией, формированием первых самовоспроизводящихся прокариот и тем более наипростейших одноклеточных организмов, уже наделенных ядром и органеллами, управлявшими всем клеточным “хозяйством”.

Представляется на основании множества имеющихся в наших руках фактов, что общая картина развития органического мира значительно более сложна и многообразна, чем это считалось ранее. По-видимому, мы имеем дело с многократными попытками создания живых систем природой. Цианеи, археобактерии и грибы – три ствола, доказанной общности происхождения которых мы твердо не знаем; не может ли быть, что они имеют существенно разные корни, углубляющиеся вплоть до “преджизни”. Не правдоподобно ли что эволюционное развитие шло не одним-единственным путем? Мы не знаем и как связать в родственные стволы многих беспозвоночных: ниже границы кембрия сейчас “опущены” корешки целого ряда ветвей эволюционного древа, и они не сходятся... Мы лишь постулируем их монофилию.

Интересно затронуть и еще один вопрос: мы нашли начало очень интересной книги, которую ученые читают давно и которая всех волнует, и вот оказывается, что в этой книге вырваны самые интересные страницы: переходы от одной главы к другой. В этом постоянном недостатке связующих звеньев должен быть смысл. В стратиграфии мы с этим сталкиваемся регулярно: в нормально пластирующихся толщах остатки органического мира оказываются часто совершенно непохожими. Мы постоянно стоим перед вопросом: что все это значит? Имеем ли мы дело с фазами резкого обновления или перед нами результат миграции живых существ откуда-то из других мест? Нередко это объяснимо: в какой-то толще морских отложений жизнь просматривается как непрерывный процесс, потом происходит перерыв, и новая трансгрессия моря приносит новую жизнь... Но иногда такая смена совершенно загадочна.

Эта проблема упирается, как мне кажется, в значительной степени в вопрос: как же вообще шел процесс видообразования? Был ли это процесс плавным или он носил хотя бы в отдельные эпохи скачкообразный характер? Я думаю, скачки в эволюции все-таки были, без них нам очень трудно понять весь ее ход. Мы наблюдаем, скажем, как в совершенно разных “стволах” животного и растительного мира, но в близких временных интервалах формируются новые таксоны – иногда на уровне вида, иногда рода или даже семейства. И это происходит очень быстро. Значит, действуют какие-то механизмы, общие для планеты. Что это может быть? Вероятно, крупные экологические воздействия, космическая радиация, которая пока мало привлекалась для объяснения эволюционных непонятностей, но которую, несомненно, следует учитывать. Ведь если это так, то легче понять, почему мы часто не видим переходные звенья, а “вдруг” встречаемся с уже обновленной жизнью. Если действуют эти силы сопряженно, то, конечно, процесс мутагенеза идет очень быстро. А наличие подходящих экологических ниш позволяет вновь образованным видам так же быстро распространяться. В геологии мы имеем дело с миллионами и миллиардами лет, и если эволюционная “встряска” охватывает даже сотни тысяч лет, то мы можем этого и не заметить.

Главный биологический итог проведенных работ лучше всего представить поэтапно, тогда станет более ясно, насколько полна картина ранней жизни, рисуемая современной наукой.

Реалистической базой наших рассуждений в конечном счете могут служить только обнаруженные древнейшие следы активной, развивающейся в земных условиях жизни. А потому уместнее говорить о появлении ее на Земле. О происхождении живой материи мы пока можем судить лишь гипотетически, не исключая и “экзотических” точек зрения вроде идеи о космической родине земной жизни. Многие, конечно, обещают дать модельные эксперименты по абиогенному синтезу.

Если же остаться на почве реальности, то первостепенный интерес – как самые ранние следы живого – вызывают углеродистые соединения в отложениях древнейшего докембрия. Уже неоднократно указывалось, что в Южной Африке в соответствующих породах водно-осадочного происхождения был открыт такой характерный биополимер, как спорополленин, непременная составная часть оболочек современных и древних растительных микроорганизмов, а также мельчайшие органические тельца, возможно, хотя и отчасти, бактериального происхождения. Возраст пород, содержащих эти находки, достигает 3,5 млрд лет, а возможно, и более. Даже в самых древних из известных пока пород на Земле в Гренландии (3,76 млрд лет) были открыты производные углерода некарбонатной природы. Хотя ко всем этим данным следует относиться с большой осторожностью, в целом как будто нет сомнения, что 4 или 3,5 млрд лет назад на Земле существовали фотосинтезирующие организмы, усваивающие неорганические вещества (автотрофы). Вероятно, еще ранее могли возникнуть первичные гетеротрофы, питающиеся органическими веществами абиогенного происхождения.

Словом, уже в раннем архее (рис. 2, см. с. 404 наст. изд.), несомненно, идет одновременное развитие различных организмов, еще не имеющих обособленного, клеточного ядра, но обладающих достаточно развитой системой обмена веществ, способностью к размножению и уже действующим в некоторых ветвях аппаратом фотосинтеза, открывшего впервые в истории планеты биогенный, возможно, специфически земной путь формирования кислорода. Энергетика этих организмов, правда, опиралась на медленные процессы брожения, так как в свободном виде в атмосфере Земли кислорода еще не было, хотя процесс его образования и шел. Он неизбежно должен был мгновенно связываться неорганическими окислительными реакциями. Итак, согласно палеонтологическим данным, не может быть сомнения, что органическая эволюция к началу архея, другими словами, к началу геологической истории земной коры вообще прошла уже сложнейший путь от “палеонтологических молекул” к самовоспроизводящимся системам, завершила, возможно, самую фундаментальную часть “программы” отбора строительного биологического материала – аминокислот и азотистых оснований ДНК (а их очень ограниченное число) – и привела к возникновению наипростейших организмов, способных к дальнейшей самостоятельной эволюции. Это важнейший факт, ибо таким образом дата появления жизни на Земле все более приближается к дате рождения самой планеты.

При этом такие различные группы, как ?архебактерии и синезеленые водоросли, мы должны считать эволюционирующими совершенно независимо, и у нас нет надежды когда-либо палеонтологически доказать их единое происхождение. Иначе говоря, добравшись едва ли не до истоков жизни, мы обнаруживаем и на заре ее эволюции не классический единственный филогенетический “ствол”, а сразу два (позднее к ним прибавится и третий, столь же независимый – грибы), и нет шансов доказать, что они вообще сливались когда-либо. Единство этих групп, вероятнее всего, заключено только в универсальности их биохимической субстанции, а направления эволюции, возможно, были заложены уже на стадии предбиологических систем.

Разнообразие организмов увеличивается с началом следующего докембрийского этапа – протерозоя, нижнюю границу которого большинство геологов относят примерно к 2,5 млрд лет назад ($2,6 \pm 0,1$ млрд лет).

Уже первый из протерозойских мегахронов (карелий или афебий) примечателен во многих отношениях. Огромного масштаба достигла деятельность ферробактерий (результаты этой деятельности – железорудные серии Кривого Рога на Украине, в Канаде, Австралии, Южной Африке и др.) и синезеленых (благодаря им образовались карбонатные толщи, сложенные строматолитами и микрофитолитами). Знаменитый золотоураноносный бассейн Витватерсранда (Южная Африка), судя по следам их деятельности, по-видимому, был переполнен микроорганизмами (бактериями и одноклеточными водорослями, способными создавать колониального типа агрегаты клеток).

Однако свободный кислород проник из гидросферы в атмосферу впервые не ранее 2,3 млрд лет назад. Сейчас трудно сказать, сколь непримерима модель кислородного цикла, предусматривающая биологическое происхождение кислорода, с моделью, по которой кислород возник без помощи живой природы (есть и такая точка зрения), но, отвергнув модель с участием жизни, мы определенно не сможем объяснить твердо установленную цепь событий в органической эволюции. Началу проникновения кислорода в атмосферу предшествовала эпоха наиболее древних в докембрии гуронских оледенений. Последовавшее обогащение атмосферы кислородом подготовило новые процессы в развитии жизни.

С рубежом около $1,9 \pm 0,1$ млрд лет в южной части Онтарио связаны одни из наиболее ярких палеонтологических находок последнего времени (ганфлинтская биота). Помимо строматолитов здесь стали известны десятки “родов” фитопланктонных организмов шарообразной, звездчатой и нитчатой форм со следами пергородок (клеток?) и их колониальными “поселениями”. По систематическому составу жизнь того периода представлена обильными синезелеными водорослями, бактериями, особенно ферробактериями, и, видимо, первыми грибами. Среди водорослей увеличивается масса хлорофилловых организмов, продуцировавших в атмосферу все большее количество свободного кислорода.

Следующий мегахрон – рифей – представляет для эволюционистов исключительный интерес. Ни одно из подразделений докембрия не характеризуется столь грандиозным распространением разнообразных пороодообразующих строматолитов и микрофитолитов.

Но значительно более важен этот период тем, что с ним, несомненно, связано возникновение эукариот (т. е. организмов со сложными внутриклеточными структурами, включая ядро, окруженное мембраной). Мы пока не можем точно датировать этот фундаментальный скачок в эволюционном процессе. Но во всяком случае в доломитах Калифорнии возрастом около 1,35 млрд лет уже определялись зеленые одноклеточные простейшие и слоевищные эукариотные водоросли. Вероятно, одна из богатейших флор тех времен (около миллиарда лет назад) процветала в Сибири. Там прекрасно сохранились в числе прочих микроорганизмов чайного цвета одноклеточные водоросли с резко обособленным внутренним телом, сходным с ядром (хотя это надо доказать), и различными стадиями простого клеточного деления, многочисленные цепочечные агрегаты таких клеток и массовые скопления нитчатых водорослей. Здесь же открыты (данные Б.В. Тимофеева) древнейшие оболочечные формы грибов, также содержащие четкое темное внутреннее тело.

Широкою известностью приобрела открытая и изученная профессором Дж. Шопфом позднерифейская микрофлора в Центральной Австралии. Здесь впервые на столь древнем этапе в истории жизни достаточно правдоподобно удалось рассмотреть деление клеток с явлениями, как считает Дж. Шопф, митоза и даже мейоза, т. е. деление с образованиями гамет – половых клеток. Возникновение полового процесса, несомненно, сыграло роль эволюционного скачка.

Надо сказать, что на Сибирской платформе в отложениях верхнего рифея (бассейн Енисея и Алдана) находят сейчас обильные и не менее яркие материалы, демонстрирующие чрезвычайно четко и последовательно цикл простого деления, почти не отличающегося от того, который наблюдается у современного фитопланктона. Вспомним, что еще несколько лет назад казалось, что эти тонкие клеточные процессы никогда не будут обнаружены на палеонтологическом материале. Сейчас мы приближаемся к цитологическому уровню его изучения.

Надо подчеркнуть, что на протяжении рассмотренных 2,5 млрд лет удалось пока документировать палеонтологическими данными медленный прогресс основных стволов лишь растительных царств и лишь одноклеточных организмов – различных бактерий, грибов, зеленых и, может быть, красных водорослей. Происхождение многоклеточных растений и животных по-прежнему остается жгучей проблемой, с которой связан ряд остроумных гипотез, но которая пока далека от разрешения. Из упомянутых выше ископаемых, во всяком случае, мы не можем с уверенностью назвать ни одной группы безъядерных организмов, которую можно было бы считать родоначальницей многоклеточных животных. Следовательно, гипотезу о прямом происхождении многоклеточных животных от представителей “начального” царства жизни – царства прокариотов – есть основания считать сомнительной. Но, с другой стороны, отсутствие в палеонтологических находках заведомо одноклеточных животных докембрия не дает возможности подтвердить гипотезу и о происхождении многоклеточных от них. Проблема упростилась бы, если бы удалось обнаружить древнейших жгутиконосцев в докембрии: именно эти простейшие животные (эукариоты) имеют тенденцию образовывать элементарные слияния нескольких клеток еще без “разделения труда” между ними, т. е. представляют собой что-то переходное к многоклеточному организму. Но ископаемых жгутиконосцев в интересующие нас времена пока не найдено. Правда, похожие существа как будто обнаружены на Русской платформе, но первоначальные сведения об этом еще не подтверждены.

С растительным царством дело обстоит иначе, так как колониальные образования фитопланктона наблюдались, как уже упоминалось, зато здесь еще более запутывается проблема последовательности и связи в таких событиях, как возникновение “ядерных” – одноклеточных растений и превращение их колоний (а такие есть!) в многоклеточное существо. Но бесспорно, что в середине рифея уже существовали водоросли со свободным слоевищем, хотя мы ничего не знаем об их клеточной структуре.

Поэтому (независимо от того, какую из гипотез мы примем и будем ли считать, что обе крупнейшие группы многоклеточных, животные и растения, возникли независимо и одновременно, или животное – это растение, изменившее способ питания и образ жизни) три обстоятельства, важных для окончательного решения этой проблемы, можно считать сейчас уже хорошо обоснованными фактами: относительно крупные органические формы появились не ранее 1,35 млрд лет назад (граница раннего и среднего рифея); в более или менее близкое время возникли организмы, живущие на грунте и в грунте водоемов (мегаскопические водные растения, следы илоедов); содержание свободного кислорода в атмосфере рифея, несомненно, достигло достаточно высокого уровня, так как только переход к кислородному дыханию мог стать важнейшим энергетическим импульсом в развитии всех жизнеобеспечивающих систем многоклеточных организмов. Этот скачок, как известно, получил название “эффекта Пастера” – перехода от брожения к окислению и означает достижение концентрации атмосферного кислорода примерно до 0,01 современного уровня. Ранее этот момент относили к началу кембрия. Полученные к настоящему времени палеонтологические данные заставляют резко понизить критическую границу, возможно, до верхнего рифея (1 млрд лет).

Что же нам теперь достоверно известно о многоклеточных организмах эпохи, непосредственно предшествующей кембрийскому “популяционному взрыву” водных, скелетообразующих животных, за которым последовало завоевание органическим миром Земли всей суши?

Палеоботаники до последнего времени довольствовались едва ли не единственной находкой, к тому же загадочного происхождения, каковую можно было бы считать достоверным древнейшим растением, стоящим на пути к флоре фанерозоя. Теперь они уверенно определяют остатки многоклеточных водных и, может быть, придонных в основном лентовидных растений. На Русской и Сибирской платформах найдены многоклеточные растения такой сохранности, что удалось рассмотреть четкое клеточное строение образующих их нитей и даже спорангии с мелкими спорами внутри. Вероятнее всего, это представители древнейших бурых водорослей (вендотении). Интересна и другая растительная группа этой “переходной эпохи” – макрофитопланктон. Воды тогдашних морей были переполнены гигантскими сферическими планктонными организмами. Новейшим открытием в венде являются (данные М.Б. Гниловской) древнейшие актиномицеты.

В вендском периоде, наконец, нашлась работа и для палеозоологов. Как говорилось, в предшествующее последнему миллиарду лет время можно лишь допустить возникновение одноклеточного предшественника первых животных. Допустимые свидетельства развития многоклеточных животных известны палеонтологии лишь в начале позднего рифея. Однако эти свидетельства, по-видимому, еще более редки, чем остатки многоклеточных водорослей. Представлены они только следами жизнедеятельности придонных организмов. Никаких морфологических отпечатков тех организмов, которым эти следы принадлежали, еще не найдено; представляется, что это были какие-то мягкотелые; но пока соответствующие данные весьма спорны. То, что эти организмы не оставили отпечатков своих покровов, может объясняться крайней слабостью уплотнения их защитных органических же образований. Ведь первые животные возникли в воде, где надежный покров и не был нужен, а придя на мягкое морское дно, они, по крайней мере на первых порах, не нуждались в нем.

Повсеместные следы пребывания на Земле представителей животного мира начали появляться со следующего и последнего докембрийского периода, с венда – в этом его характерная черта как биохронологического этапа развития Земли. Правда, многоклеточные эти еще бесскелетны и не так многочисленны, как одноклеточные более раннего протерозоя.

Послеледниковая экологическая обстановка (последнее докембрийское оледенение было около 650–680 млн лет назад) и широкое распространение вендского моря на древние континенты, вероятно, более всего способствовали не только повсеместному расселению ранее появившихся водных и донных (бентос) беспозвоночных, но и выработке у них более плотных покровов, уже необходимых в среде достаточно подвижного шельфового мелководья. В этом – главная причина того, что здесь сравнительно часто встречаются отпечатки и другие следы деятельности животных, притом такого качества и сохранности, которые впервые позволили восстановить достаточно полно морфологический облик хозяев, оставивших следы. Оказалось, что отпечатки и следы разнообразны, представляют несколько очень своеобразных групп и принадлежат организмам достаточно крупных размеров – до 10–100 см. В редких случаях в позднем венде начинают появляться даже организмы с хитиновыми покровами и с защитными минерализованными структурами.

Поразителен в этом периоде совершенно иной темп эволюции, до сих пор, как мы видели, шедшей весьма монотонно (черта, вообще отличающая докембрий). Здесь, в венде, быстрое образование новых линий морфологической эволюции привело еще до начала кембрия фактически к формированию ряда новых ти-

пов беспозвоночных с десятком их классов. Но животный мир венда – это результат скачка от планктонных микроорганизмов к планктонным, а затем и к бентосным многоклеточным, произошедшего все же ранее. И хотя представление о доледниковых позднерифейских многоклеточных животных опирается в большинстве случаев лишь на вероятную интерпретацию редких следов жизнедеятельности гипотетических животных, приходится подчеркнуть, что редкость находок отнюдь не обязательно свидетельствует, во-первых, об однообразии жизненных форм, а, во-вторых, может быть объяснена незначительностью размеров древнейших многоклеточных и трудностью сохранения в ископаемом состоянии желеобразных тел, например кишечнополостных или губок. Решающую же роль в новом стремительном ритме эволюции, несомненно, сыграло появление и завоевание жизнью совершенно новых экологических ниш, дна шельфовых морей, заселенного растительностью, а также возникновение новых пищевых связей и систем питания. С самого начала кембрия, которым обычно начинают классический фанерозой, идет параллельное развитие как бы вновь и вдруг появившихся всех типов скелетных беспозвоночных. Несомненно они имеют докембрийскую предысторию, и в биологическом смысле фанерозойский этап как мегахрон новой, современной жизни начинается много ранее, чем предполагалось, но скелетная форма кембрия имеет свои особые корни.

Уже ранее обращалось внимание на то, что и эффект “популяционного взрыва” скелетных беспозвоночных с началом кембрийского периода имеет скорее всего экологическое и биохимическое объяснение. Продолжавшийся процесс оксигенации атмосферы (образования кислорода) и заметное увеличение количества свободного кислорода в заселенной растениями придонной зоне, как и вообще изменившиеся физические условия жизни в послеледниковых венд-кембрийских бассейнах, могли легко достигнуть той критической точки, при которой покровные протеиновые оболочки беспозвоночных оказались способными к минерализации в совершенно независимых филогенетических ветвях. Отбор наряду с другими факторами вполне естественно закрепил это физиологическое явление, так как организмы, защищенные твердыми покровными образованиями, обладали повышенной выживаемостью в условиях необычайно быстро заселяющегося шельфа. Но исходным для фауны кембрия был вендский микрозоопланктон.

Итак, главный итог работ, проведенных палеонтологами-докембристами, – выявление совершенно достоверных, хорошо сохранившихся и разнообразных остатков дофанерозойской жизни, открытие древнейших параллелизмов в эволюции, установление переломных эпох в усложнении уровней организации древнейших живых систем, хотя бы частичное объяснение этого процесса, наконец, вполне естественное обращение к изучению самых древних пород осадочной оболочки Земли с надеждой обнаружить если не сами предтечи живых организмов, то их молекулярные следы. Результаты, как мы видели, оказались выдающимися.

Как кажется, одно из “недостающих звеньев” в эволюционной картине жизни практически перестало быть таковым. И сама эволюция, ее ход представляются теперь по-другому.

Однако время зари живой природы на Земле хранит еще много загадок, среди них такую фундаментальную, как загадка возникновения самой жизни. Палеонтология докембрия и такое новое направление науки, как “молекулярная палеонтология” – ее биохимическая ветвь, становятся все более активными в комплексе наук, устремленных к решению этой проблемы.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ КОНЦЕПЦИИ

В геологии и палеонтологии мы неслучайно уделяем особое внимание былым биосферам, биосферному процессу в геологическом прошлом, живому вещест-

ву прошлого, прошлым формам и системам организации жизни, различным био-генным образованиям в литосфере и прежде всего в стратисфере. Все это явления и результаты функционирования палеобиосферы, ее эволюции как системы и эволюция самой жизни как части этой системы. Нет нужды говорить геологам и палеонтологам, как много они уже создали наук и научных направлений, занятых изучением этих минувших процессов. Но нет ли и здесь необходимости в каких-то интегральных концепциях, вытекающих из общего учения о биосфере?

В настоящей статье нет возможности углубляться в эту очень важную проблему, но на двух научных направлениях необходимо остановиться: это – геобиология и биогеология. Оба направления формируются уже давно, но лишь с 60-х годов термины “геобиология” и “биогеология” стали все чаще появляться в печати.

Понятие геобиологии, вероятно, шире всего распространено в немецкой литературе; оно порождено особым вниманием к биосфере геологического прошлого. Профессор Б.П. Высоккий [1965, 1977] – один из лучших исследователей творчества И. Вальтера, по-видимому, правильно считает автором термина “геобиология” этого выдающегося геолога и палеонтолога Германии, работы которого стали переводиться на русский язык с начала века. В 1930 г. Вальтер был избран почетным членом Академии наук СССР.

Почти все крупные работы этого исследователя (конца прошлого столетия, 20–30-е годы) проникнуты духом геологической биологии, ярким стремлением оттенить не только самоочевидное биологическое значение палеонтологии, но и ее огромную роль в геологии, в оценке влияния жизни на различные геологические (включая чисто геохимические) процессы и вместе с тем стремление показать роль среды прошлого в развитии органического мира. Он писал, что понимание среды обитания, образа жизни древних животных имеет для палеонтологов и геологов даже большее значение, чем для зоологов. Как считают Н.Б. Вассоевич и А.Н. Иванов, среди русских ученых термином “геобиология” в его биосферном смысле, важном для понимания почвообразовательного процесса, пользовался В.В. Докучаев. Этим термином и даже термином “биогеология” пользовались и другие русские ученые конца прошлого века. Правильно отмечается, что в появлении терминов “геобиология” и “биогеология” сказывается потребность в учении, охватывающем взаимодействие Земли, жизни и космоса [Вассоевич, 1977]. Этим учением, как мы знаем, и явилось общее учение о биосфере В.И. Вернадского, но в рассматриваемых терминах подчеркнута специфика чисто геологического аспекта этого учения.

В 1940 г. французские ученые П. Тейяр де Шарден и П. Леруа* основали в Пекине первый Институт геобиологии и первое регулярное (правда, недолго существовавшее) издание под названием “Geobiologia”. В программной статье Тейяр де Шарден, хорошо знакомый по Сорбонне (1922–1926 гг.) с лекциями В.И. Вернадского о биосфере, писал, что биосфера “больше не считается простой метафорой, а является физической реальностью, столь же объективной и существенной для Земли, как и другие “сферы””, и что “Земля является не только пространственной опорой, но и “чревом” живого слоя, который ее покрывает”. Отметив достигнутую индивидуализацию физики и химии Земли (геофизика и геохимия), он писал далее, что “в области жизни вырисовывается такое же движение, приводящее к такому же результату”, имеющему “тенденцию поставить биосферу в ряд наиболее широких научных реалий, которые только известны”, а в здании самой науки “открыть пространство для дисциплины, специально посвященной исследованию биосферы”. Так, еще раз “для завершения триады появилась геобиология” [Teilhard de Chardin, 1943].

* Не стоит путать с Е. Le Roy, автором термина “ноосфера” [1927].

Определенная как “наука о биосфере” геобиология была поставлена Тейяр де Шарденом над палеонтологией, экологией и биогеографией – науками, изучающими земное пространство или прошлое Земли в качестве связующей научной дисциплины. Он видел в ней два аспекта: “изучение органических связей любого распознаваемого порядка между живыми существами, рассматриваемыми в совокупности, как единой, замкнутой в себе системы” и “изучение физико-химических связей, имеющих отношение к зарождению и развитию этой живой замкнутой оболочки в истории планеты”.

Как видим, геобиология Тейяр де Шардена еще в большей степени, чем геобиология Вальтера, оказалась наукой о биосфере, частично совпадающей с биогеохимией. Однако в дальнейшем, в тех случаях, когда этим названием пользовались, понятие “геобиологии” не выходило за рамки “былых биосфер”, изучения различных биологических феноменов и результатов биологической активности в геологическом прошлом. В настоящее время наиболее кратко геобиологию можно было бы определить как науку о метабиосфере. Скорее всего, такому направлению отвечает профиль деятельности ныне существующей Геобиологической лаборатории CSIRO в Канберре.

Понятие “биогеология” также приобретает заметное распространение. Пожалуй, до 60-х годов оно не встречалось в литературе. Клауд [Cloud, 1970, 1974, 1976], известный своими многочисленными исследованиями по палеонтологии, геологии, минеральным и энергетическим ресурсам и особенно по биогеохимическим аспектам развития докембрийских экосистем и докембрийской атмосферы, уже в 1965 г. ставший профессором биогеологии Калифорнийского университета, в Санта-Барбаре создал Биогеологическую лабораторию.

В биогеологических исследованиях американских специалистов основное место занимает, выражаясь языком В.И. Вернадского, изучение древней биосферы, древнего живого вещества, древних экологических систем с точки зрения их “геологической функции”. Биогеологией называют это направление исследований и А.В. Сидоренко, Св.А. Сидоренко [1974], также привлечший широкое внимание к изучению роли живого вещества в развитии земной коры, начиная с глубокого докембрия.

Таким образом, представляется, что сейчас ясно вырисовываются два интегрирующих направления – геобиологическое и биогеологическое – в изучении древней биосферы, результатов ее функционирования. Они теснейшим образом связывают палеонтологию, геологию и геохимию.

Эти новые научные дисциплины имеют право на развитие. Однако в рамках только что сказанного об учении о биосфере они – лишь обращенные в прошлое части познания будущего. “Логий” будет еще много, а проблема одна. Она животрепещуща для всего человечества, и если нет никакой нужды конструировать некую “биосферологию”, то изучать биосферу необходимо как в прошлом, так и в настоящем и будущем.

Несмотря на междисциплинарность проблем биосферы, на то, что ее изучение подобно сбору меда в пчелином улье, где каждая пчела несет свой цветочный взятки в общее дело, а может быть, именно поэтому, учение о биосфере должно иметь в организационной структуре науки свою “матку” – биосферный научный центр, не аналитический, а проблемно-синтетический. В нем от прошлого биосферы – зари живой природы – мы приходили бы к дням современной жизни и пониманию будущего.

ЛИТЕРАТУРА

Будыко М.И. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. 327 с.

Вальтер И. История земли и жизни. СПб., 1911. 447 с.; СПб., 1912. 537 с.

- Вассоевич Н.Б.* Различное толкование понятия биосферы // Исследования органического вещества в современных и ископаемых осадках. М.: Наука, 1976. С. 381–399.
- Вассоевич Н.Б.* Учение о биосфере (1802–1876–1926) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 1. С. 5–13.
- Вассоевич Н.Б., Иванов А.Н.* К истории учения о биосфере // Методология и история геологических наук. М.: Наука, 1977. С. 57–94.
- Вассоевич Н.Б., Иванов А.Н.* О биосфере и мегабиосфере // Журн. общ. биологии. 1983. Т. 44, № 3. С. 291–304.
- Вернадский В.И.* Биосфера. Л.: Науч.-техн. изд-во, 1926. 146 с.
- Вернадский В.И.* Проблемы биогеохимии: I. Значение биогеохимии для изучения биосферы. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. 47 с.
- Вернадский В.И.* Проблемы биогеохимии. О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939. 34 с.
- Вернадский В.И.* О геологических оболочках Земли как планеты // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1942. № 6. С. 251–262.
- Вернадский В.И.* Несколько слов о ноосфере // Успехи биол. наук. 1944. Т. 18, вып. 2. С. 113–120.
- Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 374 с.
- Вернадский В.И.* Размышления натуралиста // Природа. 1973. № 6. С. 30–41.
- Вернадский В.И.* Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой природе. М.: Наука, 1975. 175 с.
- Вернадский В.И.* Размышления натуралиста. Научная мысль как планетарное явление. М.: Наука, 1977. 191 с.
- Вернадский В.И.* Живое вещество. М.: Наука, 1978. 358 с.
- Вернадский В.И.* Мысли и замечания о Гете как натуралисте // В.И. Вернадский. Избр. труды по истории науки. М.: Наука, 1981. С. 242–289.
- Высоцкий Б.П.* Иоганнес Вальтер и его роль в развитии геологии. М.: Наука, 1965. 176 с.
- Высоцкий Б.П.* Проблемы истории и методологии геологических наук. М.: Недра, 1977. 280 с.
- Гиляров М.С.* Предисловие к книге “Биосфера”. М.: Мир, 1972. 183 с.
- Ковда В.А., Тюрюканов А.Н.* Биосфера // БСЭ. 3-е изд. М., 1970. Т. 3. С. 1080–1082.
- Лапо А.В.* Следы былых биосфер. М.: Знание, 1979. 175 с.
- Личков Б.Л.* Воззрения В.И. Вернадского на биосферу и ноосферу // Материалы к научной сессии, посвященной 100-летию со дня рождения академика В.И. Вернадского. Л., 1963. С. 6–18.
- Назаров А.Г.* Биосфера – оболочка нашей планеты // Земля и Вселенная. 1974. № 4. С. 57–62.
- Одум Ю.* Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
- Самойлов Я.В.* Биолиты как орудие постижения жизни прежних геологических эпох // Природа. 1921. № 1/3. С. 25–44; То же // Биолиты. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1929а. С. 61–76.
- Самойлов Я.В.* Палеофизиология (палеобиохимия) и ее геологическое значение // Биолиты. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1929б. С. 77–92.
- Сидоренко А.В., Сидоренко Св.А.* Органическое вещество в докембрийских осадочно-метаморфических породах и некоторые геологические проблемы // Сов. геология. 1974. № 5. С. 3–20.
- Соколов Б.С.* Органический мир Земли на пути к фанерозойской дифференциации // Вестн. АН СССР. 1976. № 1. С. 126–143; То же // 250 лет Академии наук СССР. М.: Наука, 1977. С. 423–444.
- Соколов Б.С.* Палеонтология, геология и эволюция биосферы // Проблемы эволюции геологических процессов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. С. 156–167.
- Соколов Б.С.* Жизнь и геология // Человек и природа. 1982. № 11. С. 7–47.
- Сочава В.Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. 319 с.
- Сукачев В.Н.* Основы теории биогеоценологии // Юбилейный сборник, посвященный 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1947. Ч. 2. С. 283–304.
- Хильми Г.Ф.* Основы физики биосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 300 с.

- Флоренский К.П. Предисловие // В.И. Вернадский. Живое вещество. М.: Наука, 1978. С. 1–10.
- Adventures in Earth History* / Ed. P. Cloud. San Francisco, 1970. 992 p.
- Cloud P.* Evolution of ecosystems // Amer. Sci. 1974. Vol. 62. P. 54–66.
- Cloud P.* Beginings of biospheric evolution and their biogeochemical consequences // Paleobiology. 1976. Vol. 2, N 4. P. 351–387.
- Lamarck J.B.* Hydrogeologie. Paris, 1802. 268 p.
- Le Roy E.* L'exigence idéaliste at le fait dèvolution. Paris, 1927. 196 p.
- Samoilov J.V.* Paleophysiology: the organic origin of some minerals occuring in sedimentary rocks // Miner. Mag. 1917. Vol. 18, N 84. P. 87.
- Samoilov J.V.* Paläophysiology (Paläobiochimie) und ihre geologische Bedeutung // Zschr. dt. geol. Ges. 1922. Bd. 74. S. 227.
- Suess E.* Die Entstehung der Alpen. Wien, 1875. 168 s.
- Teilhard de Chardin P.* Géobiologie et "Geobiologia" // Geobiologia. Peking, 1943. Vol. 1. P. 1–5.
- Walther J.* Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. T. 1–3. Jena, 1893–1894. 1055 s.
- Walther J.* Allgemeine Paleontologie. T. 1–3. Berlin, 1919.
- Walther J.* Mediterranis. Geobiologische Untersuchungen über Gestaltung und Besiedlung des mediterranen Lebensraumes // Petermanns geogr. Mitt. 1936. N 6.

ОТ БИОСФЕРЫ ПРОШЛОГО К ЕЕ БУДУЩЕМУ*

Среди важнейших направлений фундаментальных исследований АН СССР Программа биосферных и экологических исследований (Комиссия по проблемам экологии Президиума Академии наук) заняла сейчас первостепенное положение. Трудно назвать другую программу, более отвечающую духу и предназначению Академии, ее уникальной подготовленности к мультидисциплинарному охвату проблемы и ее моральной праву и обязанности формулировать независимые от ведомственных позиций суждения и экспертные заключения о состоянии жизненной среды, путях гармонизации отношений природы и общества. Первоначально предложенная концепция программы замыкалась на проблемах экологии современной среды человеческой жизни, экологического мониторинга, изучения факторов биосферного риска и совершенно не затрагивала геоисторический аспект биосферного процесса. В ходе обсуждения мы пришли к необходимости введения в программу раздела “Эволюция биосферы” как связующего историзм и актуализм в проблемах глобальной экологии. Выпадение из поля зрения прошлого биосферы, ее предыстории (в чем устойчиво и традиционно грешат почти все экологи-прагматики) легко понять: современное состояние биосферы, надвигающиеся планетарные климатические и гидрологические кризисы, региональные экологические катастрофы столь тревожны, что именно нынешнее состояние окружающей среды во всех ее измерениях оказалось в центре внимания множества людей, государств и мировой политики. Можно сказать больше: угрожающий миру злобный призрак ядерной войны начинает отступать под натиском реальных, глобальных по своим последствиям экологических трагедий. Они реально могут затронуть все геосферные оболочки, привести к общему кризису, за чертой которого одинокая планета перестанет быть, возможно, единственной во всей Вселенной носительницей высших форм жизни.

Однако следует знать (и ученые-естествоиспытатели обязаны это объяснить), что биосфера возникла не вдруг; в длительном развитии (многие сотни миллионов лет) она прошла ряд кризисов и ее современное состояние не есть изначальное или плавно сформировавшееся в ходе эволюции жизни и поддерживающих ее различных абиотических факторов. Чрезвычайная специфика современной биосферы лишь в одном (конечно, самом главном!) – в ход ее неравномерного, но естественно-исторического развития вторгся человек со своей безрассудной (хоть он и *Homo sapiens*) и всесветно очень плохо контролируемой промышленной, военной и различной хозяйственной деятельностью. Геологически нормальное течение биосферного процесса роковым образом исказилось. “Природа больна людскими безумиями”, – сказал Н.К. Рерих (“Семь тайн космоса”), и в этом жестоком приговоре он совершенно прав.

* Проблемы доантропогенной эволюции биосферы. М.: Наука, 1993. С. 4–9.

Человечество оказалось в техногенной ловушке, им же самой созданной и продолжающей усиленно создаваться во всех средах существования и проникновения человека. Отравляются и замусориваются уже не только суша и вода, но и космическое пространство, у рубежей риска оказываются регулирующие и стабилизирующие параметры атмосферы и климата Земли. Можно ли было этого избежать? Думаю, что нет. Жизнь (начиная от ее самых древних самовоспроизводящих молекулярных систем), укрепившись на Земле однажды – вероятно, около 4 млрд лет тому назад, – уже никогда с тех пор не прерывалась, как единый процесс, и, как показал великий В.И. Вернадский, стала мощнейшим геобиологическим фактором формирования атмо-, гидро- и литосферы с ее уникальным феноменом – почвенным покровом, обеспечившими формирование и эволюцию самой биосферы. Важнейшая особенность последней – исключительное разнообразие ее таксономических, ценологических и вообще экологических компонентов. Но палеонтологическая летопись свидетельствует, что в их отношении не было хаоса, хотя биосферная эволюция и прошла через целый ряд кризисов, в том числе и глобальных, связанных с великими вымираниями и экспансиями. В этом развитии существовала достаточно жесткая последовательность, направленность, чтобы не сказать предопределенность. И раз возникшие биологические и биотические структуры с неизбежностью вели эволюционное развитие в основном по ступеням усложнения и дифференциации, хотя и с зигзагами. Одним из путей явилась цефализация (ее зачатки обнаруживаются уже в венде), которая в ветви с ярко выраженным прогрессом высшей нервной деятельности вызвала появление гоминид с их доминантной вершиной – человеком. Этот “триумф эволюции” закономерно может быть вписан в ее программу, растянутую на миллионы лет, но только сейчас приходит понимание экстраординарного и, возможно, рокового смысла положения, занятого на планете одним-единственным биологическим видом из великого множества живых существ, созданных творящей силой природы.

Мы хорошо понимаем причины, поставившие человека и человеческую популяцию в особое положение: это совершенствующийся разум, ищущий почву борьбы за сохранение вида и стремящийся подчинить себе природные стихии; это накапливающийся и передающийся опыт бесчисленных поколений; это неизбежное производство нового знания и открытие путей его материализации уже в рамках социума, а не стада. Только ретроспективный взгляд позволяет понять, что с появлением человека произошла величайшая биологическая революция с непредсказуемыми последствиями для судьбы самой биосферы. Наши знания еще слишком скудны, чтобы представить суть событий, произошедших на этом пороге (не поэтому ли человеческая мысль так цепко держится за Творца и провидение?), но совершенно очевидно, что на Земле появилась сила, которой суждено было стать силой геологического масштаба, и начавшийся процесс ее развития невозможно было задержать ни на самых ранних стадиях (например, охотничьих или пастушеских), ни в XX в., когда научное знание и техническая цивилизация открыли пути и к необычайному взлету качества жизни, и к ее катастрофической деградации и возможности тотального уничтожения.

Слова слепого провидца Жана-Батиста Ламарка, сказанные около двух столетий тому назад: “Человеку суждено истребить самого себя, после того, как он сделает Землю непригодной для обитания”, одними оказались неслышанными, другие, хоть и восприняли их зловещий смысл, оказались беспомощными в противоречивом и расчлененном мире. Опутанные предрассудками, утопическими догмами, экономической и политической конъюнктурой, страдающие близорукостью временщиков, мы лишь сейчас становимся свидетелями пробуждения Разума – и больше под влиянием страха, чем подлинного понимания повелительной необходимости жить с природой в гармонии и согласии, отбрасывая вековой им-

ператив покорения природы. Безнравственность этого императива, защищавшего многими интеллектуалами-пророками, претендующими на философское и социальное лидерство, только теперь входит в структуру нового критического мышления. Нарастающее противостояние экологической культуры бездумной технической цивилизации вселяет оптимизм и надежду на то, что роковой ход геосторических событий в антропогене может еще быть исправлен, что биосфера будущего не останется безлюдной.

В нашем обществе очень модной стала вера в ноосферу, но это понятие подвергается редкостной вульгаризации, что обычно и случается с атрибутами массовой культуры. Сфера разума – еще очень отдаленное состояние биосферы, и путь к нему лежит не через веру, а через глубоко осознанную деятельность нравственно зрелого всего человеческого общества.

Приступая к реализации академической программы биосферно-экологических исследований, мы исходим прежде всего из общего учения В.И. Вернадского, рассматривая, таким образом, современную биосферу как экологическую систему первого порядка, явившуюся итогом планетарного биосферного процесса, необратимо развивавшегося на протяжении гигантского геологического времени, важнейшие биосферно-экологические события которого (перестроечные, кризисные и т. п.) могут теперь иметь достаточно точные изотопные датировки своего начала и протяженности. Эта геосторическая составляющая биосферы – отнюдь не второстепенная ее характеристика, хотя вполне естественно, что многие другие аспекты биосферы, глобальной и региональной экологии вызывают значительно более широкий и острый интерес. Изучение отдаленного и ближайшего прошлого биосферы, ее эволюция позволяют обнаружить естественно-исторический ход событий на Земле без влияния антропогенного фактора и лишь в недавнем историческом прошлом – с его ослабленным влиянием. Представляется очень важным вскрыть естественные тенденции эколого-биосферного процесса на Земле, выявить те или иные причины и закономерности возникновения глобальных и региональных биотических событий, выяснить, как природа сама справлялась с кризисными ситуациями, какое направление приобретало течение эволюционного процесса после тех или иных перестроек, особенно катастрофического (революционного) характера.

Сфера исследований, к которой обращено наше внимание, лежит главным образом в рамках геологических наук и палеонтологии и опирается на разнообразные реконструкции геологического и биологического прошлого планеты. Лишь на первый взгляд проблема эволюции биосферы воспринимается как сугубо академическая, не связанная с практическими задачами. Она и в самом деле относится к числу фундаментальных проблем науки, но заключает по крайней мере два направления исследований, следствия из которых исключительно важно учитывать в прикладных разработках.

Прежде всего это представление о чрезвычайно длительных путях формирования устойчивости и надежности экологических систем всех порядков, систем равновесных, саморегулируемых и сформировавшихся только в земных условиях. Непреложный вывод из этого научно и твердо установленного факта – требование величайшей осторожности со стороны различных промышленных, хозяйственных и военных ведомств всех стран и обращении с этими природными системами. В известных пределах (научно жестко ограниченных) они способны залечивать наносимые раны, но легко перейти критическую грань равновесия, за которой неминуемо последует распад экологической системы, ее деградация или просто гибель. Используемое при осуществлении крупных промышленных проектов прогнозно-экологическое моделирование обычно находится на крайне низком уровне, а часто и не может учитывать все параметры масштабности природного феноме-

на, и прежде всего время (нередко десятки и сотни миллионов лет), израсходованные природой на достижение устойчивости экосистем, геологически твердо вписанных в определенную ландшафтно-геологическую обстановку. Сказанное имеет прямое отношение к нашим так называемым проектам века: Байкал и его окружение, переброска стока северных рек, Арал и Каспий, изменение всего режима Волжского бассейна, отчленение Невской губы, освоение Западно-Сибирской низменности и т. п., не говоря уже о бесчисленных совершенно некомпетентно реализованных локальных экологических экспериментах (а правильнее сказать – преступлениях), связанных в том числе и с размещением АЭС и химических производств в зонах развития древнего карста (Европейская Россия), древних солеродных бассейнов, в сейсмически активных районах (Закавказье и др.) и т. д. Даже в обращении с глобальными сферами Земли (атмосфера, Мировой океан) нельзя забывать, что, например, на формирование защитного озонового экрана Земли потребовалось не менее 2 млрд лет, и только с его образованием органическая жизнь могла охватить всю поверхность суши и гидросферы (от 600 до 1000 млн лет тому назад). Но на исходе XX в. разрушительный вектор технической цивилизации человека добрался и до этого главнейшего гаранта всего живого на Земле, а в дополнение – грозит климату Земли непредсказуемыми последствиями рост парникового эффекта из-за избытка CO_2 в атмосфере.

Другое важнейшее направление использования историко-биосферных знаний, получаемых с помощью палеонтологии и связанных с ним наук о Земле, устремлено на создание и совершенствование (с учетом эколого-ценотического и биогеографического анализа) опорной эохронологической (биостратиграфической) базы геологии (событийное расчленение и корреляция осадочного чехла континентов и дна Мирового океана). Эта база – одна из теоретических основ геологических синтезов, поисковых прогнозов, научной геологической картографии, выявления этапности в активизации роли самого “живого вещества”. Но чисто геологические результаты исследований в рамках названного направления здесь совершенно не рассматриваются, хотя в биосферно-экологической программе на них постоянно приходится опираться, поскольку фундаментальное для эволюции биосферы понятие о “былых биосферах” целиком берется из геологии и палеонтологии.

Геологическая история биосферных преобразований длительна, многообразна, а понимание ее хода чрезвычайно важно и в прогностических целях. Особый, конечно, интерес представляет новейший этап геологической истории, переходящий в будущее. В нашей программе он занимает самостоятельное положение и рассматривается отдельно. Однако ведущие линии биосферного процесса были заложены в глубокой древности (в частности, связанные с эволюцией экосистемы бактерий и других микроорганизмов), и именно они в совокупности с изменениями абиотических (геологических, географических, климатических) факторов среды жизни являются предметом обсуждения первой научной сессии по программе, посвященной проблемам эволюции ведущих компонентов биосферы. Можно назвать некоторые общие темы, которые сейчас и в дальнейшем будут в центре внимания мультидисциплинарной группы исследователей, которые связывали свои интересы с событиями, произошедшими в докембрии и фанерозое:

- выявление основных этапов развития экосистем в геологическом прошлом, возникновение экологических кризисов, их истолкование, пути проникновения и последствия;
- великие вымирания и их причины, ход возрождения сообществ в опустошенных экологических нишах;
- установление времени формирования экосистем, прошедших путь до современности, их трансформации и возможные направления дальнейшего развития;

- влияние изменений климата на пространственное распределение организмов и возможные изменения темпов эволюции, расселение и образование центров происхождения новых групп организмов;
- миграции в связи с изменениями региональной и глобальной палеогеографии, положением литосферных блоков с изменениями уровня Мирового океана;
- влияние изменений в составе атмосферы на эволюцию и состав ассоциаций органического мира, начиная с докембрия;
- определение влияния изменений геохимического фона (регионального и глобального), а также геохимических циклов на процессы развития и расселения организмов и т. п.

Это лишь примерный набросок тематических исследований, которые так или иначе тесно между собой связаны и которые в комплексе способны пролить свет на целостность биосферного процесса от его достаточно еще таинственного начала к ряду менявшихся состояний на протяжении позднего протерозоя и фанерозоя вплоть до современности и прогнозируемого будущего.

Обобщаемая обширная геологическая и палеонтологическая информация должна вскрыть естественный механизм корреляции всех геосферных и собственно биосферных (биотических) процессов прошлого, позволивший биосфере Земли пережить все ее катаклизмы и кризисы, избежать за миллиарды лет полной гибели живого, сохранять сотни миллионов лет бесконечное разнообразие жизни, несмотря на периодическое вымирание не только огромных видовых популяций, но и крупнейших таксонов типового ранга, и в конечном счете достигнуть этого экологического равновесия, нарушить и сломать которое ныне оказался способным лишь один-единственный из полутора миллионов видов – *Homo sapiens*. Разнообразие жизни и форм адаптации, возможно, главное условие сохранения жизни: периодически опустошаемые экологические ниши неизбежно становились ареной экспансии новых форм биоса. Ошибочно думать, что последние всегда более прогрессивны, т. е. имеют более высокий уровень организации, они прежде всего более адаптивны. Легко представить, например, что элиминация человека и сопутствующих ему форм жизни из биосферы не привела бы еще раз к новому прогрессивному эволюционному скачку. Это могло произойти только однажды. Вот почему человек уже нравственно обязан сохранить современную земную биосферу и вложить свой Разум в ее облагораживание, как достойную его среду обитания.

О ПАЛЕОНТОЛОГИИ И ГЕОБИОЛОГИИ*

Предмет, о котором здесь уместно сказать несколько слов, все более привлекает наше внимание в последние десятилетия и заставляет все чаще обращаться к выдающимся идеям В.И. Вернадского, вероятно, первым из великих естествоиспытателей сказавшим, что “жизнь существовала во все геологические периоды”, что она “геологически вечна”, что, “говоря о появлении на нашей планете жизни, мы в действительности говорим только об образовании на ней биосферы” [Вернадский, 1926, 1931]. К сожалению, выводы о том, что в геологической летописи пород нет отложений, свидетельствующих о существовании безжизненной Земли даже в самые ранние стадии ее развития, совсем недавно [Шопф, 1983] были вновь сформулированы как новое фундаментальное представление без всякого упоминания имени В.И. Вернадского. Это уже было нами отмечено [Соколов, Бурзин, 1985].

Здесь хочется повторить, что в “геологии и палеонтологии мы не случайно уделяем особое внимание былым биосферам, биосферному процессу в геологическом прошлом, живому веществу прошлого, прошлым формам и системам организации жизни, различным биогенным образованиям в литосфере, и прежде всего в стратисфере. Все это явления и результаты функционирования палеобиосферы, ее эволюции как системы эволюции самой жизни как части этой системы” [Соколов, 1986]. Биосферный процесс на Земле един, непрерывен и, следовательно, неделим. Его нельзя жестко структурировать, и, например, признавать за биосферу только современную живую пленку природы, входящую своими отдельными частями в другие геосферы Земли. Грань между былыми биосферами (метафоричность этого определения несколько не противоречит его глубокой научности) и биосферой наших дней условна, хотя каждый последовательный этап несет свою неповторимую специфику. Все они связаны определенными эволюционными тенденциями, в той или иной мере нарушавшимися периодическими критическими ситуациями, которые, несмотря на многопричинность их биотического и абиотического происхождения, яснее всего воспринимаются через палеонтологическую историю органического мира.

Представляется очень важным видеть развивающуюся геологическую целостность панбиосферного процесса в объеме его прошлого, настоящего и будущего и использовать всю аналитическую и предсказательную силу биосферно-экологического актуализма. Учет палеонтологических данных здесь неопределим, поскольку они не только единственные свидетели биологических катаклизмов прошлого, но и самые надежные палеобиологические репера определения длительности (протекания) каждого и биосферных этапов с их кризисами и инновациями. Все более совершенствующаяся изотопная хронометрия не имела бы автономной ценности, если бы временные сигналы не передавались через эту палеобиологическую и биотическую информацию в первую очередь. В этом прежде всего состоит исключительная ценность палеонтологии для понимания путей формирования биосферы Земли.

* Фауна и экосистемы геологического прошлого. М.: Наука, 1993. С. 3–6.

Само собой разумеется, что сказанным отнюдь не затемняется общеизвестная роль палеонтологии как биологической науки в эволюционной морфологии, сравнительной анатомии, систематике, эволюционной теории и т. д., ее огромная прикладная роль в геологии через биостратиграфию, уверенно вторгшуюся теперь из фанерозоя в докембрий. Было бы ошибкой думать, что в этих классических областях палеонтология сделала все, что могла. Более того, современная прецизионная исследовательская аппаратура, новые методы исследования химизма ископаемых и биоминерализация и открытие совершенно новых групп организмов, особенно в докембрийской микропалеонтологии и палеонтологии, резко расширяют всю сферу палеонтологических исследований, требуют существенного пересмотра сложившихся ранее представлений, нового осмысления палеонтологической базы для строящейся теоретической биологии. Коренным образом меняются и интересы наук о Земле к палеонтологическому методу, который слишком долго сводился к упрощенному использованию “руководящих форм”. Между тем подлинное значение палеонтологии в геологии раскрывается лишь тогда, когда жизнь и среда геологического прошлого рассматриваются в их взаимовлияющей целостности, когда динамика геосфер (литосфера, гидросфера, атмосфера) постоянно учитывается не как пассивный фон жизни, а как ее активный фактор, когда сообщества организмов изучаются не сами по себе, а как элементы древних ландшафтов и свойственных им географических обстановок, когда, наконец, жизненные функции и само формирование экологических систем всего геологического прошлого исследуются с точки зрения их адекватности физическим и химическим параметрам среды обитания.

Конечно, упомянутые направления исследований требуют от палеонтологов отказа от тривиального номенклатурно-регистрающего подхода к окаменелостям, нового уровня образования, известной интеллектуальной независимости и смелости. К счастью, такие исследователи есть, но их еще мало. Большинство палеонтологов предпочитают заниматься изучением какой-либо определенной группы ископаемых и решением на этой основе биостратиграфических задач, нередко ограничиваясь лишь одним геологическим периодом. Безусловно, такие работы очень нужны, особенно если они сопровождаются серьезной ревизией таксонов и зональной корреляцией. Но подлинное богатство палеонтологии раскрывается при выходе за эти привычные канонические рамки: при охвате крупных отрезков геологической истории, при переходе на палеоэкологический стиль исследований, при комплексном охвате всех групп фауны и флоры угленосных седиментационных бассейнов, при восприятии различных геодинамических и геохимических факторов, влияющих на развитие, расселение, изоляцию, кризисы и другие явления в жизни древних биот. Очень многое может дать палеонтологу обращение к рецентным экологическим системам моря и суши, к современной геологической и географической среде, которая всегда несет отпечаток прошлого и которой самой суждено стать этим прошлым. Поскольку по привлекаемым методам исследования палеонтология занимает пограничное положение между биологией и геологией, совершенно недопустимо ограничивать доступ палеонтологам как к изучению современных природных обстановок, так и к сравнительному изучению любых природных обстановок геологического прошлого вплоть до самых древних, даже если они существенно отдалены от профессионально заданного объекта. Сравнительный аспект исследований всегда наиболее эффективен.

В высказанных выше мыслях заключено стремление подчеркнуть, что палеонтология не в меньшей мере, чем зоология и ботаника, должна быть экологизирована и связана с геологической составляющей общего биосферного процесса. Важнейший из путей достижения этого – извлечение достаточно содержательных сведений о физических факторах функционирования древних экологических

систем из прямых и косвенных данных геологии (палеогеография и палеобиогеография, палеоклиматология, палеогеохимия и палеобиогеохимия, палеогеофизика и т. п.) и из ее теоретического багажа. Строго говоря, в интересующем нас аспекте реконструкций и эволюции древних экосистем мы имеем дело с геологической биологией, с изучением биологических феноменов и явлений геологического прошлого, или, короче, с геобиологией. Естественно, в этом смысле геобиологию нельзя свести ни к палеобиологии (чисто биологической дисциплине), ни к палеобиохимии, ни к нарождающейся палеобиофизике.

Автором научного направления геобиологии, вероятно, был И. Вальтер [Walther, 1936], все работы которого, по времени относящиеся к концу прошлого века, проникнуты духом геобиологии, ярким стремлением оттенить не только самоочевидное биологическое значение палеонтологии, но и ее огромную роль в геологии, в оценке влияния жизни на различные геологические (включая чисто геохимические) процессы, а также стремлением показать роль среды прошлого в развитии органического мира. Совершенно независимо термин “геобиология” вновь появился полвека спустя у знаменитого Тейяр де Шардена [1943], но уже как дополняющий естественную триаду (геофизика, геохимия и геобиология) и определяющий науку о древней биосфере Земли. Геобиология была поставлена этим автором над палеонтологией, экологией и биогеографией в качестве связующей их дисциплины. Нетрудно видеть, что при некоторых различиях геобиология обоих авторов была устремлена к изучению биологических и биосферных явлений геологического прошлого, а последующие авторы чаще всего понятие “геобиология” ограничивали рамками “былых биосфер”. При нарастающем интересе к изучению древних биосферных процессов (к эволюции биосферы в целом) внимание к геобиологической концепции представляется вполне оправданным.

Лаборатория палеонтологии докембрия (по сути дела, докембрия и древнейших целентерат) Палеонтологического института РАН уже несколько лет назад объединила исследования по палеонтологии и палеобиологии докембрия СССР. По этой программе опубликован ряд фундаментальных работ, особенно по вендской системе. Публикуемые статьи отражают фрагменты новых начатых исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Вернадский В.И.* Биосфера. Л.: Науч. хим.-техн. изд-во, 1926. 146 с.
Вернадский В.И. Об условиях появления жизни на Земле // Изв. АН СССР. 1931. № 5. С. 633–653.
Соколов Б.С. Палеонтология, биохронология и стратиграфия докембрия: (Геобиология докембрия) // Основные проблемы палеонтологических исследований в СССР. М.: Наука, 1983. С. 79–89.
Соколов Б.С. Биосфера: Понятие, структура, эволюция // В.И. Вернадский и современность. М.: Наука, 1986. С. 98–122.
Соколов Б.С., Бурзин М.Б. Древнейшая биосфера Земли: ее происхождение и эволюция // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1985. № 7. С. 136–140.
Teilhard de Chardin P. Géobiologie et “Geobiologia” // Geobiologia. 1943. N 1. P. 1–5.
Walther J. Mediterranis: Geobiologische Untersuchungen über Gestaltung und Besiedlung des mediterranen Lebensraumes // Petermanns geogr. Mitt. 1936.

ЭКОСИСТЕМНЫЕ ПЕРЕСТРОЙКИ И ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ*

Хотя научное представление о функциональной связи совокупностей организмов с субстратом и вообще со средой их обитания как ныне, так и в геологическом прошлом насчитывает почти два столетия, а вытекающее из этого представления понятие о “сфере жизни” А. Гумбольдта или лучше – “биосфере” Э. Зюсса уже терминологически закреплено в науке с 1875 г., в литературе и языке до сих пор существуют разноречивые определения содержания этой сферы исследований при необычайно широком употреблении самого термина.

Наиболее распространенным отклонением от подлинного смысла является трактовка биосферы только как совокупности живых организмов, как обособленной “живой пленки” планеты. Такое ограничение смысла понятия биосфера отсекает важнейшую ее составляющую – бесконечно длительную предшествующую историю, без знания которой невозможно понимание современного среза биосферы, ее структуру, и недопустимы какие бы то ни было, как научно необоснованные, операции в сложившихся и достигших своей устойчивости ландшафтно-экологических системах.

Вечным трагическим напоминанием в этом отношении для нас останется судьба Арала и условий жизни в его бассейне. Немало и других примеров.

Все, что мы называем прошлым биосферы, – это ее геологическое прошлое. Оно связано с прихотливым взаимодействием биотических и абиотических явлений и процессов, протекавших в отдаленные и близкие геологические эпохи, феномены которых дошли до нас в виде разнообразнейших остатков и продуктов жизнедеятельности животного, растительного и бактериального миров, в виде разнообразнейших горных пород и их формационных и фациальных ассоциаций, в виде различного типа физических текстур и конечных результатов биогеохимических процессов. Картина биосферных изменений прошлого реконструируется, таким образом, из чисто геологических документов, независимо от их первичной природы – биологической, химической или физической. Поэтому не удивительно, что наиболее содержательное представление о биосфере было прежде всего сформулировано естествоиспытателями – геологами и палеобиологами; только они могли поставить перед собой задачу расшифровки такой сложной биосферной криптограммы. Для исследователей-актуалистов всегда было и остается более чем достаточно объектов изучения в современной окружающей среде, в жизни и в самом человеческом обществе; этим они обычно и ограничиваются.

В.И. Вернадский, несомненно, был первым, кто создал целостное учение о геосферных оболочках и определил место, занимаемое среди них биосферой. Неотделимость от других геосфер – лито-, гидро- и атмосферы – главное в биосферной концепции Вернадского. Фундаментальный характер этого положения не всегда четко формулируется, поэтому вряд ли допустимо такое словосочета-

* Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. Вып. 1. М.: Недра, 1994. С. 8–13.

ние, как “геосферно-биосферная” программа, употребляемое, например, в новой мультидисциплинарной программе “Global Change”. Центр тяжести последней четко смещен к современности, актуалистическая цель здесь, вероятно, чисто психологически подавляет геоисторический анализ.

Известное выражение Вернадского о геологической вечности жизни – это вовсе не метафора, как иногда думают, а отражение фактического положения вещей. Действительно, не существует твердых научных доказательств, что же появилось раньше – Земля или жизнь, а древнейшие породы водно-осадочного происхождения (Гренландия, Иссау; 3,8 млрд лет) уже содержат такие изотопные метки, которые указывают на их явную связь с организмами, обладавшими аппаратом фотосинтеза. Значит, есть основание допускать, что биосфера Земли изначально развивалась одновременно с другими геосферами. И можно утверждать, что однажды начавшийся биосферный процесс уже никогда более не прерывался. Во всяком случае, начиная с 3,5 млрд лет тому назад и доныне мы можем проследить этот процесс, опираясь на многообразные документы, связанные с палеонтологической летописью, четко зафиксированной в истории литосферной оболочки планеты.

В разделе общей программы (“Глобальные изменения природной среды и климата”) именно литосфера, как непосредственный конденсатор всех событий, происходивших в биосфере геологического прошлого, является источником материалов об изменениях в живой природе и в природной среде, происходивших на протяжении гигантского геологического времени. Образно выражаясь, это единственное окно, через которое видна вся предыстория современной нам биосферы как экологической системы первого порядка – суперэкосистемы Земли.

У людей, озабоченных современным состоянием окружающей среды с ее уже произошедшими и грядущими экологическими катастрофами, с тревогой думающих о судьбе планетарной биосферы с ее пугающей деструкцией озонового экрана, противоречивыми суждениями о развитии парникового эффекта и невероятной, почти ежесуточной элиминацией видов организмов, многие из которых еще не были научно описаны, может возникнуть вопрос: а необходимо ли тратить средства и интеллектуальные усилия на изучение прошлого биосферы и тех экосистемных пертурбаций, которые так или иначе, но уже давно завершились? На такой вопрос давно получен общий тривиальный ответ: прошлое есть ключ к пониманию настоящего. Но совершенно очевидно, что в данном случае этого недостаточно.

Существует очень много попыток разобраться в структуре биосферы, но большинство из них идет от неонтологических представлений. Биосферу же необходимо рассматривать как развивающуюся систему в геологическом времени – пространстве. Вектор времени в ее истории, а следовательно, и в структуре – важнейший. Ее биологическая составляющая как в прошлом, так и на уровне современного среза отнюдь не автономна, а теснейшим образом связана со всеми биологически важными химическими и физическими факторами среды обитания. Их изменения как зависимые, так и независимые в самих ценотических связях, определяли динамику и энергетику в экосистемах (биогеоценозах); таким образом развивался единый процесс, который мы с полным основанием называем эволюцией биосферы. Строго говоря, то, что определяется как эволюция органического мира, не может быть отделено от эволюции биосферы, поскольку любые таксоны изменяются и эволюционируют как компоненты экосистем, подчиняясь не только законам генетики, но и режиму существования экосистем и даже их иерархии и судьбе. Поэтому важнейшие биотические события в истории Земли – это всегда биосферные события, будь то великие вымирания и опустошения экологических ниш или великие экспансии и колонизации освободившихся пространств.

Не актуалистическое, а геоисторическое понимание биосферы (если угодно, можно сказать панбиосферы) является одним из самых фундаментальных эмпирических обобщений современного естествознания. Чисто статистическая сторона этого обобщения – его исходная палеонтологическая летопись, широко отражена в эволюционном учении, она давно известна и блестяще использована в научной и практической геологии через биостратиграфию, которая стала самым надежным инструментом геохронологии и геологической корреляции. Фактически история жизни на Земле оказалась как бы спроецированной на слоистую каменную оболочку Земли (литосферу и стратисферу), которая стала носителем всех планетарных и региональных геохронологических стандартов (изотопная геохронология играет только вспомогательную роль), по которым определяется относительный возраст любых явлений и процессов в прошлой истории Земли.

Уже в эпоху триумфа стратиграфической палеонтологии, завершившегося формированием практически всех геологических систем (первая половина XIX в.), стала очевидной неполнота палеонтологической летописи (отнюдь не только в смысле ограниченных представлений Ч. Дарвина). Хорошо известно, сколько мучительных вопросов это обстоятельство поставило перед биологами-эволюционистами и перед геологами, как возбудило и еще продолжает возбуждать теоретическую мысль. Здесь нет необходимости говорить о соревновании идей в возникших концепциях эволюционизма, но важно отметить выдвижение новых подходов к изучению органического мира и среды геологического прошлого: палеоэкологического и биоценотического, палеогеографического и биогеографического, палеоклиматического, литолого-фациального, биогеохимического и др. Они показали, что биосферный процесс не имел плавного течения, а характеризовался определенной этапностью и периодичностью, неравномерностью и зональным разнообразием в пространстве, что он прошел через ряд биотических кризисов, имеющих разную природу, масштабы проявления (вплоть до планетарного) и продолжительности и что при этом он сохранял определенную направленность и зависимость от общего хода элементарных биогеохимических циклов.

Раскрытие этих особенностей в биосферной эволюции является очень важным для формирования новых направлений в биостратиграфии – экологического и событийного. Но первостепенное значение они имеют как реальные характеристики исторического и пространственного течения биосферного процесса, который, несмотря на резкие изменения на протяжении почти четырех миллиардов лет, ни разу не был прерван, т. е. не терял своей целостности как общепланетарное явление, а критические рубежи всякий раз преодолевались свойственной системе саморегуляцией и стремлением к устойчивости.

Сказанное, вероятно, в достаточной мере объясняет и подтверждает необходимость нашего обращения к изучению событий, происходивших в геологическом прошлом и прежде всего в биосфере прошлого. В.И. Вернадский говорил в этом смысле о “былых биосферах”, но совершенно естественно, что речь идет о едином биосферном процессе, запечатленном в структуре литосферы. Полнота раскрытия этого процесса, составляющих его элементов, движущих сил, результатов, как и выявление тех или иных изменений, приводивших к нарушению биосферной устойчивости и ее восстановлению, представляют исключительный интерес как для понимания природы и состояния современной биосферы, так и для прогноза ее дальнейшего развития на основе полученных знаний о периодически складывавшихся или возникших в новейшее геологическое время тенденций. В своих комплексных исследованиях – биогеологических, биогеографических, биогеохимических, палеобиологических, различного характера палеогеодинамических – мы имеем дело с неповторимой природной моделью. Ее прогностическое

значение невозможно переоценить, она уникальна не только для Земли, но и для всей Солнечной системы.

Разумеется, мы не можем, изучая современную биосферу и подчиненные ей экосистемы нисходящих рангов, не принимать в расчет наложенное влияние такого могучего фактора, как антропогенный, который В.И. Вернадский справедливо определял как новую силу геологического масштаба. Все тревоги людей и человечества в целом за состояние окружающей среды и биосферы Земли вообще прежде всего и связаны с влиянием этой силы. В региональных ситуациях она уже создала многочисленные очаги необратимого экологического неблагополучия, но пока еще кажется, что в планетарном отношении экологическая агрессия технократизированного общества не затронула столь глубоко биосферу в целом. Но нет сомнения, что движение к роковому рубежу происходит быстрее, чем от него – и на суше, и на море, и в атмосферном океане.

В разных странах и в мировом сообществе понимание надвигающейся угрозы и необходимость противостоять ей должны стать самым мощным объединяющим императивом. В этих условиях бесспорное значение приобретают ретроспективно устанавливаемые закономерности течения биосферного процесса как нормального естественно-исторического явления, в ходе которого происходило преодоление и критических эпох. Несомненно специфический характер имеет и переживаемая нами геологическая эпоха. На состояние ее биосферы впервые отложился яркий отпечаток человеческой деятельности, но она еще унаследовала и ритм, и тенденции биосферной эволюции, возникшие в далеком геологическом прошлом. Разрабатываемые ныне защитные экологические программы и программы планетарного биосферного мониторинга не могут формироваться без учета этой предыстории. Именно ей посвящена тематика нашей сессии, как части одной программы “Глобальные изменения природной среды и климата”.

Эта тематика охватывается проблемой “Экосистемные перестройки и эволюция биосферы в настоящем и геологическом прошлом”, причем настоящее понимается в смысле процессов новейшей геологической эпохи. Проблема является единственной в программе, где главные объекты исследований составляют: остатки живых систем геологического прошлого и продукты их жизнедеятельности, геоисторические закономерности их смен и пространственной динамики, эволюционные преобразования различных биогеоценозов и обстановок их существования (фациальных, географических, климатических), эволюция самих геологических процессов, влиявших на органический мир континентальной и морской среды, на биосферную эволюцию в целом.

Легко представить, что затрагиваемые области исследований практически неисчерпаемы. Поэтому, сообразуясь с временем, материальными и исследовательскими средствами, к разработке было принято ограниченное число проектов, охвативших далеко не всю возможную тематику многих исследовательских центров страны. Три проекта нам представлялись наиболее интересными на первых порах:

- 1) Этапность и периодичность важнейших биотических и абиотических событий и устойчивость экосистем в геологической истории;
- 2) Древние и новейшие климатические изменения в истории Земли;
- 3) Особенности эволюции крупнейших экосистем кайнозоя.

Выбор названных проектов в качестве первоочередных вряд ли нуждается в обосновании. Несомненно и то, что некоторые из них в дальнейшем могут потребовать разделения и дополнения. Общий обзор результатов первых тематических разработок по этим проектам уже был сделан раньше. Здесь же представляется целая серия докладов, обсуждение которых очень важно для дальнейшего совершенствования содержания проблемы и программы исследований в целом.

БИОСФЕРА*

БИОСФЕРА, ЛИТОСФЕРА, ГИДРОСФЕРА И АТМОСФЕРА – четыре основные геосферные оболочки Земли. Каждая из них имеет свою историю, специфические характеристики, свой режим функционирования, свою структуру и подразделения, классифицируемые в региональные и глобальные порядки. В целом же они тесно между собой связаны и находятся в постоянном взаимодействии. Наиболее четкая физическая обособленность характерна для литосферы (горно-породная оболочка), гидросферы (водная оболочка) и атмосферы (газовоздушная оболочка). Биосфера по отношению к ним выступает одновременно как продуцент и как “надстройка”, входящая в тех или иных пределах в их структуру и образующая в их среде свою область жизни. В.И. Вернадский определяет биосферу как “организованную, определенную оболочку земной коры, сопряженную с жизнью” (1934), говорит, что “пределы биосферы обусловлены прежде всего полем существования жизни” (1926), и делает фундаментальное заключение, что “биосфера геологически вечна” (1965). Эти положения, принадлежащие создателю современного учения о биосфере, не являются ее энциклопедически завершенным всеобъемлющим определением, но содержат ее самые существенные характеристики: уникальность поля жизни на Земле, сведенной Вернадским к обобщенному геохимическому понятию “живого вещества”, ее неотделимость от жизни земной коры, функциональную организованность и непрерывность существования в рамках геологического пространства – времени. Дана, таким образом, целостная биосферная концепция (система взглядов), что неизмеримо шире определения термина.

В истоках этой концепции Вернадский близок к взглядам европейских естествоиспытателей XVIII века и прежде всего Ж.-Б. Ламарка (“Гидрогеология”, 1802), впервые введшего в круг своих геологических представлений роль биологических процессов – совокупного влияния живых организмов, их “силу”. По сути дела это было первым крупным приближением к синтетическому понятию о биосфере, но Ламарк не предложил для него никакого термина. Сделал это более чем семьдесят лет спустя Э. Зюсс (“Происхождение Альп”, 1875), но он скорее сузил представление Ламарка, ограничив введенным им термином “биосфера” лишь живой покров Земли, что Вернадский называл позднее “пленками жизни”. Более близкими к представлениям Ламарка оказались взгляды И. Вальтера (1911), проникнутые духом геологической биологии. Однако только Вернадский, впервые осознавший подлинную роль количественного параметра живого вещества в геосферных оболочках (первые годы XX века), используя термин Зюсса, дал самый мощный импульс развитию наших знаний о биосфере. Мы с полным основанием рассматриваем ее теперь как экологическую систему первого порядка, одновозрастную другим планетарным геосферам и эволюционно связанную с ними сотни миллионов и миллиарды лет.

* Экономика. Предпринимательство. Окружающая среда. 1994. 1(3). С. 47–50.

Вместе с тем история формирования взглядов на биосферу в среде отдельных групп исследователей (геологов, биологов, географов, социологов) и в самом обществе наложила отпечаток определенного дуализма на понимание этой важнейшей природной системы в зависимости от их миропонимания: ограниченно-актуалистического или геоисторического. Для первых биосфера – некая естественная данность: современный живой покров суши и вод, с прочно устоявшимся свойством саморегуляции и экологической устойчивости. Для вторых – это бесконечно длительное время развивавшаяся открытая система взаимодействующих биотических и абиотических факторов геосфер и космоса, в ходе коэволюции которой формировались и многократно перестраивались все механизмы экологической саморегуляции и устойчивости. Само собой разумеется, что от этих столь различных представлений об истории и содержательных аспектах биосферы прямо зависят осторожность и уровень культуры обращения с экологическими системами всей их иерархической лестницы – от локальных биогеоценозов до систем, имеющих глобальное влияние на природу и климат. Игнорирование параметра исторической длительности (тем более – геологической) и “опыта природы” в преодолении кризисов прошлого в экосистемной эволюции может иметь в технологической деятельности людей самые катастрофические последствия.

К созданию современного учения о биосфере вели многие пути, позволившие увидеть за покровом живых существ суммарное живое вещество планеты, непрерывность его потока, понять его роль в геохимической и биогеохимической структуре биосферы. Биогеохимия стала одной из важнейших наук в изучении биосферы, а планетный геологический аспект биосферы связал воедино историю и судьбу живого вещества с космическими и биокосмическими телами Земли, с геологической историей планеты, ее основными оболочками и “космическими просторами”. Живое вещество проявлялось всегда как “геологическая функция биосферы”.

Контуры функционирующей биосферы не следуют контурам земных геосфер, дисконформно входят в них, захватывая тропосферу (а с выходом человека в космическое пространство и области, лежащие за пределами озонового экрана), всю гидросферу, ландшафтные зоны континентов (геохоры) и в тех или иных пределах стратисферу (слоистую оболочку литосферы), где жизнь может устойчиво сохранять активность, т. е. нести свою геологическую (геохимическую) функцию. Такая функционирующая трехмерная биосфера занимает, таким образом, очень сложное пространство, входя в пределы различных физических оболочек или их частей. Но как мы видим, она имеет и четвертое измерение – длительность, время своего существования.

Геоисторический, а следовательно, и эволюционный аспект в учении о биосфере является важнейшим, но это обстоятельство не всегда в должной степени учитывается; нередко в нем видят нечто дополнительное, а то и просто выходящее за рамки самого предмета. Недооценивается при этом не только совершенно очевидный факт, что современная биосфера является продуктом развития биосферы прошлых геологических периодов, но и непосредственная геологическая сила биосферы, особенно специфической по своей грозности в современной фазе ее развития. Кажется, что многие ученые, изучающие биосферу, до сих пор были недостаточно внимательными к данным палеонтологии; они редко используют ее важнейшую по документальной точности информацию геохронологического и экологического характера или, наоборот, слепо принимают палеонтологию за историю биосферы. И то и другое одинаково недопустимо.

По ступеням своего геоисторического формирования, составу и состоянию биологической компоненты, условиям вхождения в другие физические оболочки Земли, уровню активности в биогеохимических циклах “биогенной миграции атомов” (вещества) и энергии и по известной зональной организованности структу-

ра биосферы очень неоднородна. Поэтому в современной литературе существует тенденция к определенному обособлению намечаемых подразделений биосферы и введению соответствующей терминологии для их обозначения. Таким путем возникли понятия метабиосфера, мелабиосфера, фотобиосфера, парабиосфера, апобиосфера и мегабиосфера, как понятия, объединяющие все структурированные биосферы (Вассоевич, 1976).

Но строго говоря, следуя духу представлений Вернадского, мы должны говорить только о двух состояниях биосферы: современной экологически целостно функционирующей биосфере и соответственно функционировавших ее состояниях в любой момент геологического прошлого, и о так называемых, “былых биосферах” Вернадского, которые давно вышли из фазы живого функционирования экосистем и предстают прежде всего в виде гигантского геологического образования – стратисферы, или слоистой каменной оболочки Земли. Вернадский относил к былым биосферам даже гранито-гнейсовый комплекс земной коры, судя по всем современным данным, специфичный лишь для планеты Земля. Геобиологические, геохимические, геофизические и прочие характеристики стратисферы дают необозримую информацию для различных реконструкций геологического прошлого Земли и в том числе для реконструкции эволюционных и критических событий в истории биосферы на протяжении почти четырех миллиардов лет. Но имеем мы дело со статической структурой земной коры, реконструируем по ее данным только биосферный процесс и, естественно, не можем видеть живую функционирующую экологическую систему. Прогностическая ценность открываемых в этом реконструируемом процессе явлений – огромна, так как другого источника информации о прошлом биосферы – хоть бесконечно далеко или совсем недавнем – просто не существует.

Между функционирующей биосферой, а это и есть биосфера в обычном понимании (Ю. Одум называет ее экосферой, 1975), и былыми биосферами, вписанными в структуру стратисферы, граница всегда резкая, так как является границей между активной живой системой и субстратом, т. е. средой жизнедеятельности – будь то стратисфера – литосфера или ее ландшафтно-почвенный покров. Впрочем это относится и к среде других геосфер, охваченных жизнью. В узком смысле здесь речь идет о границе между живым и неживым (биокосном, косном), а не о параметрах сред – биотических и абиотических, взаимодействие которых только и поддерживает в конечном счете функции жизнедеятельности. Резкость границы, таким образом, достаточно иллюзорна, но она окажется еще более относительной, если мы включим в свои рассуждения параметр времени и увидим, что он соединяет воедино существующую биосферу и биосферу былого, поскольку жизнь, не прерываясь как поток живых систем, существовала во все геологические периоды, изменяясь с их изменяющейся средой.

Если бы такую вечную биосферу, вероятно одновозрастную с самой Землей, потребовалось назвать особым образом, то лучшим термином был бы “панбиосфера”. Он представляется более точным и логичным, чем мегабиосфера, предложенный для искусственно структурированной “составной биосферы”. В конечном счете речь идет о единой, не прерывавшейся на протяжении миллиардов лет, геологически вечной, изменявшейся, но функционально целостной планетарной экологической системе. В целом это был единый биосферный процесс, палеобиосферная часть которого составляет основной геологически прошлый этап современного процесса.

Биосфера прошлого – источник самой фундаментальной информации об общей эволюции биосферы Земли. Ее в первую очередь представляют палеонтология, палеоэкология, палеобиогеография, палеоклиматология, палеобиохимия, биогеохимия и ряд других наук, связанных с изучением Земли и ее органической

жизни. Исследователями, изучающими современную биосферу и современный биосферный процесс, данные этих наук еще недостаточно освоены и практически совсем нет специально поставленных работ, которые были бы направлены на получение информации, важной в прогностическом отношении. Сейчас мы вплотную подошли к необходимости как можно глубже и всесторонне заглянуть в прошлое биосферы и использовать для биосферного прогноза хорошо документированные и действительно достоверные данные об этом прошлом. История жизни на Земле отмечена великими созидательными процессами и великими кризисами.

В условиях нормального естественно-исторического развития жизни на Земле уже хорошо прослежены главные вехи биосферной эволюции, хотя мы еще очень смутно представляем обстоятельства появления самой жизни: не возникла ли она раньше, чем Земля? Но однажды начавшийся биотический процесс, еще в условиях анаэробной среды, и далее – с древнейших эукариотных организмов, уже никогда не прерывался, сохраняя свои ведущие тенденции самоорганизации усложняющихся сообществ, поддержания биологического разнообразия как основы эволюции, совершенствования центральной нервной системы и цефализации, приведших эволюцию к человеку. Никакие экологические кризисы не смогли сломить эти главные тенденции и не могли уничтожить жизнь вообще. Однако биосфера в целом подвергалась крупным перестройкам и сопровождалась очень быстрыми, почти катастрофическими вымираниями. Удары по биосфере Земли рождались внутри ее системы, но могли идти и из космоса. Современным экологами необходимо знать ритм происходивших событий и полнее описать сами биосферные события, как важнейшие биотические этапы в истории планеты.

В общем естественно-историческом ходе биосферного процесса, с развитием усиливающейся технологической деятельности человека теперь стала создаваться совершенно новая региональная и планетарная экологическая ситуация. Проблемой первостепенной важности становится реакция человеческого общества на давление антропогенного фактора на современную биосферу в целом. Переход последней в ноосферную фазу своего состояния становится главной надеждой людей.

ВЗГЛЯД НА БИОРАЗНООБРАЗИЕ СО СТОРОНЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ*

Палеонтологическое общество осталось едва ли не единственным в стране, организующим свои ежегодные сессии и каждый раз с какой-то определенной темой, причем тема специально рассматривается Центральным советом общества и утверждается общим собранием. Эти сессии далеко не так многочисленны и торжественны, какими они были при расцвете отечественной геологии (до так называемой перестройки), но два обстоятельства заставляют их особенно ценить: 1) не прерывающаяся ни при каких условиях деятельность и 2) уверенность, что каждое время выдвигает для научного рассмотрения темы, которые требуют обсуждения.

Выбор для обсуждения проблемы биоразнообразия, вероятно, удачен – тема у всех на устах, хотя она и неоднозначна, и почти каждый палеонтолог-морфолог заранее убежден: ему-то есть что сказать. Вместе с тем дело обстоит не так уж просто, если вдуматься в далеко еще не учтенное разнообразие жизненных форм во всех царствах природы, в их происхождение, вспомнить, что сама идея в наиболее вызревшей форме сформировалась у неонтологов (скорее, практиков – тех, кто нас кормит и кто нас лечит), которые, похоже, и в мыслях не держали живое разнообразие мира геологического прошлого. Между тем на бесконечной лестнице (или если угодно – эволюционном пути) осталась основная масса биоразнообразия и, что еще важнее, возможность исторического подхода к истолкованию его происхождения. То есть проблема биоразнообразия не только (и, может быть, не столько) лежит в русле непосредственного описания, но и является проблемой общебиологической, даже философской. Я не столь наивен, чтобы надеяться, что мы доберемся до сокровенных глубин в понимании умной природной красоты живых и некогда живших феноменов органического мира Земли, однако мы все с нетерпением ждем мыслей новых, интересных и разных.

Восемь лет назад на 40-й сессии Палеонтологического общества эта тема уже отчасти была нами затронута; теперь открывается возможность рассмотреть ее шире и, я надеюсь, глубже. Биоразнообразие стало проблемой не только модной и тревожной, но в генетическом и историческом смысле – одной из важнейших. Красота форм в природе – вещь общеизвестная, однако за эстетикой природных форм мы, несомненно, должны видеть нечто большее, неоспоримо связанное с общим развитием биосферного или, как теперь чаще говорят, биосферно-геосферного процесса. Сколь он был длительным, многоплановым и важнейшим по своим последствиям, мы еще раз убедились, познакомившись с многотомной монографической “Библиотекой научных трудов В.И. Вернадского” (гл. ред. А.Л. Яншин; М., 2000), с замечательной работой Г.А. Заварзина (Вестн. РАН, 2000, № 5) и фундаментальным томом из серии “Русский путь” – “В.И. Вернадский: pro et contra” (СПб., 2000).

* Вестн. РАН. 2002. Т. 72, № 10. С. 910–912.

Для другой аудитории и до будущих времен мы оставляем проблему доорганизменной жизни, несомненно, самую захватывающую, и вслед за Г.А. Заварзиным будем пока считать, что “происхождение жизни окончательно вытеснено в космос”, тем более что предбактериальные организмы (а существовали ли они как организмы вообще?!) нам вовсе неизвестны. Дай Бог разобраться в том, о чем мы уже кое-что знаем, понять, что такое вид-предок в земной системе, и осмыслить функционирование странной дарвиновской монофилии. Замечу лишь, что, отвергая в каком-то состоянии доорганизменную жизнь, мы тем самым ставим под сомнение и само существование древнейшего докембрийского биоразнообразия. Но так ли это, если мы готовы обсуждать “палеонтологические молекулы”, говорить о молекулярной биологии в докембрии и даже в нефти видеть продукт жизнедеятельности (кого?). И все же оставим это, перейдем к более простым рассуждениям, хотя простыми они, вероятно, только кажутся.

Прежде всего есть все основания даже прокариотную клетку рассматривать как *организм*. Повторю еще раз: простота его организации не может восприниматься как тупик в ходе наших рассуждений, хотя в качестве объекта самостоятельного существования прокариотный организм пока, действительно, минимален среди всех известных существ. Приходится допустить, что это не просто “вакуумная капсула” (если позволительно так сказать), поскольку сама мембрана ответственна и уже включает ряд специфических клеточных компонентов, способных к взаимодействию и самовоспроизведению только в кооперативных системах, а это, как полагает Г.А. Заварзин, и есть путь к происхождению жизни. Вероятно, я слишком поверхностно излагаю представления Г.А. Заварзина, но нельзя не согласиться с ним, что, несмотря на исключительную феноменальность столь древних (вероятно, свыше 3,8 млрд лет) живых систем в глубоком докембрии, речь определенно идет об открытии особой прокариотной биосферы, коренным образом отличной от той биосферы Земли, которая почти стихийно изучается естествоиспытателями на протяжении двух последних веков, постепенно превращаясь из поэтической конструкции во все более строгую и удивительно всеобъемлющую концепцию дальнейшего развития современной науки.

Вероятно, нам предстоит отказаться от ряда ставших привычными представлений о формах и факторах развития жизни на Земле, перейти от фантазий к подлинной науке изучения живых систем в космосе и прежде всего признать множественность корней в происхождении живого, если прокариотный организм не есть изначально единое целое, а представляет собой симбиотическую систему.

Такой вывод нас явно уводит от классического дарвинизма, жесточайшим образом связывает развитие жизни и среды, начиная с водно-минерального литосферного субстрата, в единый коэволюционный процесс и как бы снимает некоторые “запрещенные связи” между самими организмами. Вместе с тем представляется, что именно *системная организация*, впервые выработанная докембрийскими прокариотами и далее развивавшаяся в эвкариотной (кислородной) биосфере, создала основной потенциал биоразнообразия в органическом мире Земли. Как явление, биоразнообразие палеонтологам хорошо известно, оно имеет множество биотических и абиотических объяснений. В целом же уровни биоразнообразия докембрия и фанерозоя представляются резко различными. Кажется, что это два разных мира. Впрочем, к оценке этого явления требуются и два совершенно разных подхода.

Позвольте мне очень коротко вернуться к проблеме биоразнообразия в той постановке, которой мы уже однажды касались на 40-й сессии Палеонтологического общества (1994). Она подтверждена новыми международными документами, принятыми в том числе и Россией. Их подготовка началась еще в 1972 г. в Стокгольме по инициативе Международного союза охраны природы и шла не очень

спешно, хотя тревога нарастала в течение многих десятилетий. Об этом вы можете судить хотя бы по данным, опубликованным В.А. Красиловым в 1992 г. К 1992 г. полностью исчезли на Земле 384 вида высших растений, 23 вида рыб, 113 видов птиц, 82 вида млекопитающих и т. д., а скорость исчезновения видов превысила естественный ход эволюции в среднем в 5 тыс. раз. Сейчас описаны только 1 млн 550 тыс. видов организмов, обитающих на Земле, а предположительно их более 11 млн; из них, т. е. описанных, лишь за последние 400 лет одних позвоночных потеряно около 100 видов. Палеонтологических данных в этой статистике, конечно, нет совсем.

2001-й год, как известно, был объявлен ЮНЕСКО Годом биоразнообразия, а Международный день биологического разнообразия во всем мире и у нас, конечно, пришелся на 29 декабря 2000 г.; канун его Президент России В.В. Путин отметил подписанием постановления правительства о создании сотого заповедника в стране. Конвенция о биоразнообразии была открыта для подписания в 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро; Россия ее ратифицировала в феврале 1995 г. и вскоре создала Межведомственную правительственную комиссию, в которую вошли и представители Российской академии наук.

Базовыми принципами сохранения среды жизни в принятой концепции биоразнообразия оказались, как вам известно, три:

- необходимость сохранения разнообразия жизни природы (гарантия устойчивости и высокой продуктивности, т. е. сбережения генофонда флоры и фауны Земли);
- потенциальная полезность каждого компонента живой природы, то есть вида (невозможно предвидеть все свойства того или иного вида в будущем для человечества);
- всеобщая связь в живой природе (забота об устойчивости трофических и иных связей в экосистемах).

Прошедшие десятилетия не добавили к этим принципам, как базовым, ни в глобальных, ни в региональных программах ничего нового. Поэтому я считал бы необходимым повторить еще раз, что в этом перечне отсутствует один важнейший принцип: понимания и принятия геоисторического происхождения современного разнообразия в живой природе. Ведь прогностически важный “опыт живой природы” в судьбе ее биоразнообразия уже “записан” всем ходом палеонтологической истории органического мира Земли. Его необходимо знать, изучать и использовать как “готовое знание” или как его фундаментальную основу.

И наконец, последнее. Основная часть биологического разнообразия Земли – это биоразнообразие неповторимого ее геологического прошлого. Это не чья-то частная собственность или безродный феномен, а общечеловеческое достояние. Оно должно охраняться и защищаться всеми средствами международных конвенций и государственного законодательства, как и другие памятники культуры общечеловеческого значения, природы и ресурсы последней, за счет которых человечество существует на Земле и претендует на право своего дальнейшего существования. Без активной и солидарной деятельности всего человечества вера в стихийный приход эры ноосферы беспочвенна и даже трагична.

О СООТНОШЕНИИ ПОНЯТИЙ БИОСФЕРОЛОГИЯ И ГЕОБИОЛОГИЯ*

Введя в науку понятие “живого вещества”, Владимир Иванович Вернадский не придавал особого значения тому, как это метафорически выраженное понятие может повлиять на номенклатуру наук, выделение которых в связи с учением о биосфере становилось неизбежным как в геологическом, так и в биологическом разделах естествознания. Фундаментальное значение для его широкой мысли имело лишь признание “вечности жизни” и возможности представить все ее таксономическое разнообразие как единое вещество в физико-химическом смысле [Вернадский, 1978]. Наукой же, изучающей биосферу, он считал обоснованную им же биогеохимию, не углубляясь дальше в проблему. Это был смелый и верный прорыв к новому знанию о неразрывной связи живой материи Земли с ее мертвой субстанцией на основе химического обмена и общей организованности.

В упрощенном виде В.И. Вернадский [1942] представлял Землю как планету, имеющую прерывистое оболочечное строение, и называл четыре геологические оболочки: литосферу, гидросферу, атмосферу и биосферу, находящиеся в исторически сложных взаимоотношениях на протяжении всей прошлой жизни планеты, то есть не менее четырех миллиардов лет. Теперь уже не вызывает сомнения, что на протяжении всего этого гигантского времени существовала и биосфера, первоначально прокариотная в анаэробной среде примитивной Земли. С этого момента можно проследить деятельность ряда “былых биосфер”, пронизывающую всю стратисферу Земли, то есть слоистую оболочку литосферы.

Современная биосфера – совсем, естественно, иная – прямая наследница этих былых биосфер. Она – продукт длительной геологической и биологической эволюции, но ее нельзя отрывать от трех других “оболочек” В.И. Вернадского, что нередко делают исследователи, не понимающие системного единства квадриады Вернадского.

Наукой, предназначенной постигать некоторые основные вопросы учения о биосфере, как отмечено выше, В.И. Вернадский считал биогеохимию. Но при этом он определенно высказывался, что “рамки отдельной науки, на которые распадается научное знание, не могут точно определить область научной мысли исследователя” [Вернадский, 1977, с. 89]; и дальше: “Мы специализируемся не по наукам, а по проблемам”. Такой проблемой, как мы видим, как раз и оказалось учение о биосфере и даже панбиосфере, если рассматривать биосферный процесс как единый на протяжении четырех миллиардов лет, а не только как современную биосферу, обычно приравниваемую к “окружающей среде”. Около четверти века тому назад, размышляя о биосфере *sensu lato* и ее связях, я также не нашел подходящего номенклатурного решения для названия науки, предметом которой было бы учение о биосфере, а точнее говоря, именно сама биосфера. Следуя скорее фило-

* Публикуется впервые (*Прим. ред.*).

софскому подходу, я назвал эту область знания и изучения как “биосферософия” [Соколов, 1981]. Однако теперь я склонен пересмотреть свой взгляд на этот вопрос и принять название **биосферология**, предложенное Г.В. Гегамьяном [1980, 2001]. Действительно, в изучение биосферы втянулся комплекс наук, но объект изучения, при всей его обширности, остался один. И этот объект все глубже захватывает интересы множества естественно-исторических и гуманитарных наук. Для примера можно привести палеонтологию с ее классическим морфобиологическим и систематическим направлением, отдавшей дань филогении, эволюции, экологии и экосистемному анализу и становящейся все более биосферологической.

Наряду с биосферологией в литературе значительно чаще стало появляться название **геобиология**. Ее я также касался в упомянутой выше статье и в других работах. Но сейчас приходится обратить внимание на то, что возникла путаница в понимании взаимоотношений биосферологии и геобиологии. Даже существует мнение, что геобиология шире, чем биосферология, что последняя должна быть подчинена геобиологии. Название геобиология введено в литературу в конце XIX века. Впервые оно почти одновременно было употреблено основоположником генетического почвоведения В.В. Докучаевым в связи с ролью организмов в почвообразовании в 1883 г. [Докучаев, 1949] и затем в более широком смысле немецким геологом, иностранным членом Академии наук СССР (с 1930 г.) Иоганнесом Вальтером в 1894 г. [Вальтер, 1911]. Подчеркивая выдающееся значение палеонтологии в геологии (как “геологической биологии”) о влиянии ее на различные геологические процессы, И. Вальтер писал, что понимание среды обитания, образа жизни древних животных имеет для палеонтологов и геологов даже большее значение, чем для зоологов. Геобиологическим духом пронизаны в конце XIX–начале XX веков многие работы немецких геологов и русских почвоведов. Здесь сказалось влияние Э. Зюсса [Suess, 1875], который первый ввел термин “биосфера”, но не раскрыл той полноты биосферного процесса на Земле, который столь пронизательно охватил Ж.-Б. Ламарк [Lamarck, 1802], пользовавшийся простым языком натуралиста–провидца. Таким образом, геобиологию в понимании В.В. Докучаева и И. Вальтера (науку по этимологическому складу биологического цикла) сейчас уже никак нельзя принять как поглощающую биосферологию в понимании В.И. Вернадского, с его геологическим мировоззрением. Вместе с тем во взглядах И. Вальтера и В.И. Вернадского много точек соприкосновения.

Второе рождение геобиологии связано с именем знаменитого французского ученого монаха-иезуита Пьера Тейяра де Шардена, основавшего вместе с Пьером Леруа в 1940 г. в Пекине Институт геобиологии и первое регулярное издание журнального типа – “Geobiologia”, которое, к сожалению, просуществовало очень недолго. По сорбонским лекциям (1922–1926) В.И. Вернадского Тейяр де Шарден был хорошо знаком с представлениями русского ученого о биосфере и воспринял ее как величайшую физическую реальность, которая “столь же объективна и существенна для Земли”, как и другие “сферы”, и что Земля является не только пространственной опорой, но и “чревом живого слоя, который ее покрывает” [Teilhard de Chardin, 1943]. Он правильно оценил геологический подход В.И. Вернадского к раскрывающейся картине мира и считал, что среди наук, изучающих физику и химию Земли, т. е. геофизику и геохимию, должно быть место и для науки, изучающей биологию Земли, ее живой слой, т. е. для геобиологии. Геобиологию Тейяр де Шарден в еще большей степени, чем Вальтер, считал наукой о биосфере. Вместе с тем связанная концепция Вернадского-геолога открывала широкий путь к познанию все более далеких былых биосфер Земли, что стало особенно очевидным с прогрессом докембрийской палеонтологии, тогда как концепция Тейяра де Шардена-геолога была более устремлена к поступательному прогрессу разума, к ис-

ключительной роли человека в дальнейшей эволюции, при этом геологический аспект как бы размывался. Несмотря на это обстоятельство, оба мыслителя близки нам по необычайной широте подхода к пониманию эволюции.

Что касается номенклатурной стороны вопроса, то думается, что оба названия имеют право на существование – и биосферология, и геобиология, но нельзя говорить об их какой-либо соподчиненности.

Среди интеграционных понятий геологии и биологии нередко стало употребляться название **биогеология**. Особую роль в этом сыграл покойный американский ученый П. Клауд (1976), основавший в свое время в Санта-Барбаре Биогеохимическую лабораторию Калифорнийского университета. Этимологически эта наука должна быть отнесена к циклу геологических наук. Но у американских исследователей она расплылась, вобрав в себя и древнюю палеонтологию, и экосистемную эволюцию, и, конечно, биогеохимию в ее связи с биосферой. Пожалуй, между геобиологией и биогеологией сейчас существует такая же неопределенность, как и между геоэкологией и экогеологией. Строго говоря, в соответствии с нормами русского языка предпочтение в определении места таких наук среди наук интеграционного типа должно быть отдано второй половине слова. В этом смысле геоэкология, например, несомненно, должна быть отнесена к циклу биологических, а не геологических наук. Однако нередко традиция берет верх над научной логикой и правилами.

ЛИТЕРАТУРА

- Вальтер И.* История Земли и жизни / Пер. с нем. под ред. и доп. Ф.Ю. Левинсона-Лессинга. СПб, 1911. 446 с.
- Вернадский В.И.* О геологических оболочках Земли как планеты // Изв. АН СССР. Сер. геол. и геофиз. 1942. № 6. С. 251–262.
- Вернадский В.И.* Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой природе. М.: Наука, 1977. 191 с.
- Вернадский В.И.* Живое вещество. М.: Наука, 1978. 356 с.
- Гегамян Г.В.* О биосферологии В.И. Вернадского // Журн. общей биол. 1980. Т. 41, № 4. С. 581–595.
- Гегамян Г.В.* Еще раз о биосферологии В.И. Вернадского // Бюл. комиссии по разработке научного наследия академика В.И. Вернадского. М.: Наука, 2001. № 16. С. 43–47.
- Докучаев В.В.* Избранные труды / Ред. Б.Б. Польшов. М.: Изд-во АН СССР, 1949. 643 с.
- Соколов Б.С.* Палеонтология, геология и эволюция биосферы // Проблемы эволюции геологических процессов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. С. 156–167.
- Lamarck J.B.* Hydrogeologie. Paris, 1802. 268 p.
- Suess E.* Die Entstehung der Alpen. Wien, 1875. 168 s.
- Teilhard de Chardin P.* Géologie et "Geobiologia" // Geobiologia. Peking, 1943. Vol. 1. P. 1–5.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Академик Борис Сергеевич Соколов. Краткий очерк творческой биографии	6
СТРАТИГРАФИЯ. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ, ГРАНИЦЫ СИСТЕМ, ОБОСНОВАНИЕ ВЕНДА	
О возрасте древнейшего осадочного покрова Русской платформы	15
Проблема нижней границы палеозоя и древнейшие отложения досинийских платформ Евразии	25
К классификации и терминологии основных стратиграфических подразделений, заключенных между кембрием и девоном	70
Основные вопросы додевонской стратиграфии Сибирской платформы	78
Вендский комплекс (венд) и проблема границы докембрия и палеозойской группы	91
Граница силурийской и девонской систем и объем нижнего девона	105
Поздний докембрий и палеозой Сибири	112
Граница силура и девона	126
Стратиграфические границы нижнепалеозойских систем	147
Биохронология и стратиграфические границы	156
Вендский этап в истории Земли	176
Проблема границы докембрия и кембрия	184
Некоторые вопросы стратиграфии верхнего докембрия и положение венда	211
Вендская система: предкембрийская геобиологическая среда	218
Экостратиграфия и границы стратиграфических систем	229
О модели биостратиграфической границы	232
Стратиграфия и геологическая картография	239
Вендская система и “неопротерозой-III”	249
Рифей и венд в геобиохронологической перспективе поисков докембрийских углеводородов	272
ПАЛЕОНТОЛОГИЯ. ПАЛЕЗОЙСКИЕ КОРАЛЛЫ, ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР ДОКЕМБРИЯ И КЕМБРИЯ	
К истории разработки систематики табулят	285
Комменсализм у фавозитид	299
Древнейшие погонофоры	308
Сабеллидитиды (rogonophora) венда и раннего кембрия СССР	314
О значении древнейших микрофоссилий растительной природы	320
Ихнология древнейших Metazoa: некоторые проблемы и перспективы	325
О палеонтологических находках в доусольских отложениях Иркутского амфитеатра	338
Metazoa докембрия и вендо-кембрийский рубеж	352
Органический мир Земли на пути к фанерозойской дифференциации	368
Палеонтология докембрия	382

БИОСФЕРОЛОГИЯ. ГЕОБИОЛОГИЯ

Докембрийская биосфера в свете палеонтологических данных	395
Стратисфера Земли и история жизни	400
Биосфера: понятие, структура, эволюция	407
От биосферы прошлого к ее будущему	428
О палеонтологии и геобиологии	433
Экосистемные перестройки и эволюция биосферы	436
Биосфера	440
Взгляд на биоразнообразие со стороны палеонтологии	444
О соотношении понятий биосферология и геобиология	447

Научное издание

БОРИС СЕРГЕЕВИЧ СОКОЛОВ

СРЕДИ НАУК О ЗЕМЛЕ И ЖИЗНИ

Избранные статьи

Главный редактор
академик Алексей Эмильевич Конторович

Утверждено к печати Ученым советом Института геологии нефти и газа
ОИГГМ СО РАН

Редактор *А.В. Владимирова*
Художественный и технический редактор *О.М. Вараксина*
Корректор *В.В. Борисова*
Компьютерная верстка *Н.М. Райзвих*

ЛР № 020909 от 01.09.09. Подписано к печати 15.12.04.
Формат 70 × 108/18. Гарнитура Петербург.
Печать офсетная. Бумага мелованная. Усл. печ.л. 42,5. Уч.-изд.л. 37,9.
Тираж 500 экз. Заказ 267.

Издательство СО РАН, 630090, Новосибирск, Морской просп., 2
Филиал “Гео” Издательства СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3