
**STRATIGRAPHIE
UND
STRATOTYPUS
VON
O.SCHINDEWOLF**

Verlag der Akademie der Wissenschaften und der Literatur
Mainz – 1970

О.ШИНДЕВОЛЬФ

**СТРАТИГРАФИЯ
И
СТРАТОТИП**

Перевод с немецкого
Г.И. Денисовой

Под редакцией канд. геол.-мин. наук
М.А. Пергамента

Предисловие акад. В.В. Меннера
и профессора Е.В. Шанцера

ИЗДАТЕЛЬСТВО "МИР"
Москва 1975

Работа ведущего западноевропейского стратиграфа О. Шиндевольфа представляет собой глубокое теоретическое исследование, посвященное анализу основ, логических предпосылок и методов современной стратиграфии. В книге изложены крайне важные и интересные представления автора о стратотипе и стратиграфии вообще. Особую актуальность этот труд приобретает именно сейчас, когда широко обсуждаются проекты различных кодексов по стратиграфической классификации и номенклатуре, когда проблема стратотипов и опорных разрезов привлекает внимание геологов всех стран. Работа имеет не только научное значение, она, несомненно, в какой-то степени повлияет и на практику стратиграфических исследований.

С книгой совершенно необходимо ознакомиться не только геологам-стратиграфам, палеонтологам, но и геологам широкого профиля, преподавателям и студентам геологических вузов и геологических факультетов университетов.

*Редакция литературы
по вопросам геологических наук*

20801-000
III 041(01)-75 .132 - 75

© Перевод на русский язык,
"Мир", 1975

ПРЕДИСЛОВИЕ

Последнее десятилетие во всех странах мира ознаменовалось резким повышением интереса к стратиграфическим вопросам. Расширение работ по геологической карте мира, а в последние годы и изучение геологии океанического дна и шельфовых областей, до этого почти неизвестных, потребовало глобальной унификации стратиграфических подразделений. В конце сороковых годов это вызвало возобновление работ стратиграфической комиссии Международного геологического конгресса, бездействовавшей почти 40 лет.

Особенно большая работа была выполнена ее подкомиссией по стратиграфическому лексикону, сведшей к семидесятым годам в большом числе выпусков своих семи томов все стратиграфические подразделения, использовавшиеся в геологических публикациях различных стран.

Другой подкомиссией, работы которой были особенно важны, но вызвали исключительно большие разногласия была подкомиссия по стратиграфической классификации и терминологии. Перед ней была поставлена задача обобщения принципов разработки стратиграфических шкал, унификации их подразделений и составления Международного стратиграфического кодекса. К этому времени уже в ряде стран было начато составление национальных стратиграфических кодексов или делались попытки обобщений.

Предлагаемая вниманию читателя последняя работа выдающегося западногерманского палеонтолога и стратиграфа, ныне покойного профессора О. Шиндевольфа "Стратиграфия и стратотип" сыграла значительную роль в продолжавшейся ряд лет и не завершенной до настоящего времени горячей дискуссии, связанной с составлением проекта Международного стратиграфического кодекса. Она во многом повлияла на формирование позиции значительного числа европейских стратиграфов, не согласных с принципиальными установками проекта, разрабатывавшегося специальной подкомиссией Международного союза геологических наук под руководством Х. Хедберга, которая положила в основу стратиграфический кодекс США. Полемический характер работы определяет весь стиль изложения, порою несколько непоследовательный и местами содержащий лишь намеки на вопросы, особенно остро обсуждавшиеся в литературе. В то же время в ра-

боте четко формулируются и обосновываются основные теоретические представления автора, знакомство с которыми, без сомнения, будет весьма полезно для советских геологов, занимающихся проблемами стратиграфии, в частности, в связи с подготовкой нового стратиграфического кодекса СССР.

Взгляды, защищаемые О. Шиндевольфом, по многим принципиальным вопросам отражают мнение большинства европейских стратиграфов, в том числе и советских. Однако необходимо подчеркнуть, что он излагает все же свою личную точку зрения, в ряде отношений весьма спорную и требующую критической оценки.

Автор вполне правильно ограничивает предмет стратиграфии выяснением временной последовательности горных пород и отвергает более широкое ее понимание, свойственное американской школе. Если следовать этому последнему, то действительно невозможным становится отграничить стратиграфию от таких геологических дисциплин, как литология, историческая геология в целом и даже структурная геология. Можно солидаризироваться с О. Шиндевольфом и в том, что стратиграфия едина и все применяемые в ней методы должны служить одной общей цели. Поэтому его отрицательное отношение к дроблению этой науки на несколько независимых одна от другой стратиграфий (литостратиграфия, биостратиграфия, хроностратиграфия и т.п.) вполне оправданно. Однако с ним нельзя согласиться, когда он фактически отождествляет всю стратиграфию только с биостратиграфией, считая, что там, где биостратиграфические методы неприменимы, нет и "настоящей" стратиграфии, а остается лишь некая "простратиграфия", удел которой — лишь сбор исходного сырого фактического материала. Становясь на такую позицию, он фактически исключает из сферы действия стратиграфии подавляющую часть докембрия и значительную часть палеонтологически "немых" толщ разного возраста. С этой его ошибочной позицией связан недоучет палеогеографических методов стратиграфии и отрицательное отношение к климатостратиграфическим методам, которые играют основную роль в разработке четвертичной стратиграфии и начинают все чаще использоваться и в стратиграфии более древних отложений.

Единственной элементарной единицей стратиграфической классификации О. Шиндевольф считает фактически биостратиграфическую зону, рассматривая все более крупные подразделения стратиграфической шкалы просто как суммы зон. Это находится в явном противоречии с его собственным положением, что стратиграфические подразделения отражают определенные этапы исторического развития органического мира. Очевидно, что тогда такие единицы, как ярус, отдел, система, также должны отражать этапы развития, более крупные, чем те, которые соответствуют зонам. Но ведь последние выделяются на основании присущих им характерных комплексов видов, избранных из ограниченного числа групп, принятых за "руководящие".

Естественно поэтому, что особенности более крупных этапов истории органического мира можно выявить, лишь рассматривая их как единое целое, иногда с учетом всей ископаемой фауны. Простое суммирование зон этого дать не может. Справедливо критикуя выделение огромного числа зон разного типа, О. Шиндевольф в то же время сам дает явно неверное определение этого понятия, в котором смешивается характеристика биостратиграфической зоны как стратиграфической единицы с определением биозоны, т.е. стратиграфического интервала, соответствующего времени существования определенного вида.

О. Шиндевольф верно противопоставляет геологическую хронологию хронометрии, основанной на физических приемах измерения времени (имеется в виду преимущественно радиометрическая датировка "абсолютного" возраста горных пород). Принципиальное обоснование различия хронологии и хронометрии и невозможности подмены одной из них другой относится к числу лучших страниц его работы. Но и здесь автор не избегает крайностей, явно недооценивая роль радиометрических определений как средства стратиграфической корреляции. Правильно указывая, что зональное расчленение на биостратиграфической основе позволяет выделять отрезки времени, значительно меньшие, чем допускает точность радиометрических методов, он забывает, что стратиграфу сплошь и рядом приходится ограничиваться сопоставлениями в рамках ярусов или даже целых систем. А для этих целей точность радиометрических дат оказывается нередко вполне достаточной. Увлечшись оценкой малой достоверности этих последних, О. Шиндевольф не избежал и явных ошибок. Так, вопреки его мнению, изменение представлений о времени начала четвертичного периода с 600 тыс. до 2 млн. лет связано отнюдь не с погрешностями радиометрических определений, а с переносом общепринятой нижней границы четвертичной системы с одного рубежа на другой.

Автор прав, указывая на прямую связь стратиграфии и геохронологии и на их взаимообусловленность. Но он явно неоправданно предлагает отказаться на этом основании от якобы излишней параллельной иерархии стратиграфических и геохронологических понятий (система — период, отдел — эпоха, ярус — век и т. д.). Вряд ли целесообразно было бы, следуя этому предложению, ограничиваться употреблением только стратиграфических понятий и говорить, например, что сеноманская трансгрессия в Европе происходила в верхнемеловом отделе, а не в позднемеловую эпоху. Различение времени и слоев в геологии, видимо, все же сохраняет полный смысл.

Наконец, невозможно согласиться с О. Шиндевольфом и в том, что стратотипы вообще не нужны и якобы не сыграют никакой роли в установлении и упорядочении стратиграфических подразделений и особенно номенклатуры. Их огромное значение для местных

подразделений, выделяемых преимущественно на основе литостратиграфической методики, не требует пояснений. Правда, такие подразделения он не считает стратиграфическими, относя их к области "постратиграфии". Но и для подразделений биостратиграфического обоснования стратотипы, несомненно, имеют большое значение. В позиции О. Шиндевольфа и в данном случае, видимо, сказывается некоторая фетишизация зоны как единственного стратиграфического мерила. Если допускать, как он делает, что зона может пониматься как "породы, образовавшиеся за время существования одного вида", то, конечно, "голотип вида" приобретет для их распознавания "более важное значение, чем место в разрезе, где данный вид обнаружен". Но дело в том, что в большинстве своем зоны выделяются отнюдь не по одному виду, а характеризуются, как правило, сочетанием многих видов, принимаемым за зональный фаунистический комплекс. Смена таких комплексов во времени в разных регионах отнюдь не всегда происходит строго одновременно, ибо связана с местными фациальными и климатическими условиями; более того, объем того или другого вида не всеми исследователями понимается одинаково. Поэтому даже для зон исходные стратотипические разрезы необходимы в качестве эталонов, обеспечивающих однозначное понимание данного зонального подразделения. В еще большей степени они необходимы для ярусов, поскольку, как сказано, ярусы не являются просто механической суммой зон, а представляют собой некие биостратиграфические единства, характерные черты которых невозможно выявить без сравнения с определенным эталоном. Критикуя и отвергая стратотипы вообще, О. Шиндевольф вместе с тем ярко показал значение голотипа как номенклатурного типа. Отсюда становится очевидной важность стратотипов для стратиграфических подразделений таких номенклатурных типов, без чего точная стратиграфическая таксономия не может существовать.

Таковы основные критические замечания, которые представляется необходимым предпослать русскому переводу работы О. Шиндевольфа. Несмотря на указанные в ней недостатки и спорные положения, в целом работа является весомым вкладом в разработку общей теории стратиграфии и, можно надеяться, будет с интересом и пользой прочитана советскими геологами.

В. Меннер
Е. Шанцер

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Стратиграфия является фундаментальной основой геологии и палеонтологии со всеми их отдельными дисциплинами. Отсюда живая заинтересованность в том, чтобы сделать ее совершенной и дееспособной. Однако излишне детальное расчленение и использование нескольких иерархий стратиграфических понятий привели к тому, что логически простые предпосылки и методы стратиграфии за последние десятилетия были полностью запутаны. Автор опасается, что эта путаница найдет отражение и в стратиграфическом кодексе, разрабатываемом в настоящее время Международной стратиграфической комиссией, хотя сопротивление, оказываемое этому (прежде всего кругами, стоящими вне комиссии), видимо, все более усиливается. Изложенную здесь точку зрения автора можно свести к следующим положениям:

1. Существует только *одна* стратиграфия, задача которой – хронологическое и историческое подразделение дошедших до нас толщ горных пород, действительное в глобальном масштабе.

2. *Литостратиграфия* занимается лишь пространственно-фациальным подразделением местных серий пород на чисто петрографической основе и категорически отмежевывается от понятия времени. Название "*литостратиграфия*" недопустимо с двух точек зрения. Во-первых, это плеоназм, ибо любая стратиграфия имеет дело с породами, а при отрицании временных координат вообще не может быть речи о стратиграфии в собственном смысле слова. С другой стороны, изучение положения разрезов пород в пространстве дает начало стратиграфии, ориентированной во времени. Литостратиграфия – не что иное, как *постратиграфия*; и она становится излишней, как только удастся произвести истинно стратиграфическое расчленение.

3. *Биостратиграфия* (при сегодняшнем положении вещей) просто совпадает со стратиграфией. Она характеризует лишь основной метод, дающий возможность производить стратиграфическое расчленение пород посредством определения заключенных в них остатков ископаемых организмов. Развитие животного и растительного мира – необратимый и неповторимый процесс в истории Земли – позволяет производить межрегиональные корреляции. С помощью ископаемых органических остатков удастся определять возраст пород и осуществ-

влять их параллелизацию с другими одновозрастными образованиями. Основной биостратиграфической единицей служит зона (для обозначения которой предложено около 90 различных терминов!), определяемая как пороцы, образовавшиеся за время жизни одного вида или сообщества организмов. Биостратиграфия имеет, таким образом, временной характер, в чем некоторые авторы ей отказывают.

4. Напротив, в соответствии с другими представлениями временное значение имеет только *хроностратиграфия*. Это понятие — опять-таки плеоназм, ибо любая стратиграфия заключает в себе понятие времени. К тому же все признают, что хроностратиграфия не обладает собственным рабочим методом и может быть обоснована только биостратиграфически. Следовательно, хроностратиграфия идентична стратиграфии (=биостратиграфии). Другие, якобы стратиграфические методы, в действительности таковыми не являющиеся, мы лишь назовем, не вдаваясь в подробности.

5. *Хронология* — чисто временное подразделение, вытекающее из исторической сущности геологии. Реперами времени служат события истории органического мира (биохронология). Эти реперы могут быть заменены и геологическими событиями (геохронология), но только после того, как будет произведено их датирование биостратиграфическим методом. Как и в истории человеческого общества, естественные единицы подразделения заимствуются из самого исторического процесса вне зависимости от их абсолютной продолжительности. Хронология и стратиграфия развиваются взаимосвязанно, параллельно одна другой; одна из них концентрирует внимание на времени, определяемом породами, другая — на породах, определяемых временем. Вряд ли для хронологии требуется особая, самостоятельная иерархия понятий.

6. *Хронометрия* (главным образом радиометрия) не является собственно стратиграфией; она дает нам голый физический масштаб времени с равными промежутками, прилагаемый извне к истории Земли и истории органического мира. Промежутки времени, исчисляемые годами и миллионами лет, не являются историческими временными единицами (как летосчисление в истории человеческой культуры). Физическое измерение времени также относится к стратиграфии, как метрическая система веса к взвешиваемому веществу, о природе и истории которого она ничего не говорит. Разумеется, там, где ископаемые остатки отсутствуют, для целей стратиграфического датирования с некоторым успехом можно использовать радиометрию.

7. *Стратотипы* (типовые разрезы) вряд ли служат какой-либо осмысленной цели. Поскольку стратиграфия построена на биостратиграфической основе и ее единицы состоят из зон и сумм этих

зон, голотип зонального вида или вид, типичный для данного семейства, видимо, имеет более важное значение, чем место в разрезе, где данный вид обнаружен. Если позднее оказывается, что в стратотипе имеются пробелы и что у отмеченной границы необходимо разместить еще несколько зон, то такая маркировка ничего не дает — границу следует перенести, ибо сдерживать прогресс нельзя. Нечто совсем иное представляют руководящие разрезы Рихтера — это, как правило, шурфы, используемые для определения пограничных слоев при детальных биостратиграфических исследованиях в типовых областях. После того как результаты исследований сформулированы, роль этих временных руководящих разрезов оказывается исчерпанной и шурфы засыпают. Обилие стратотипов в различных областях и фациальных зонах и для стратиграфических единиц разного иерархического ранга нарушает логический принцип однозначной традиционной документации; от этого предлагаемого нам обилия стратотипов следует категорически отказаться.

I. ВВЕДЕНИЕ

Стратиграфия – фундаментальная основа геологии и палеонтологии. Ее цель – восстановление первоначальной последовательности залегания горных пород, которые либо наблюдаются на земной поверхности в виде пестрой мозаики отдельных глыб (частей некогда единого разреза горных пород), либо вскрываются скважинами. Тем самым стратиграфия создает условия и определяет временные границы для исторической расшифровки геологических процессов и событий. Историческая, общая, региональная и прикладная геология со всеми их отдельными дисциплинами настоятельно требуют разработки дееспособной стратиграфии. Без стратиграфии нельзя проникнуть в историю образования и строения земной коры, в процесс становления суши и моря, невозможно существование сравнительной тектоники, палеогеографии и палеоклиматологии, невозможен исторический анализ процессов формирования пород, их преобразования и разрушения, невозможны целенаправленные поиски и разведка месторождений полезных ископаемых!

Равным образом необходима стратиграфия и для палеонтологии. Здесь, правда, положение таково, что палеонтология играет исключительную роль в обосновании стратиграфии (биостратиграфии), т. е. обе дисциплины взаимно проникают друг в друга, способствуя развитию одна другой. В обосновании стратиграфии играют роль также данные общей геологии, хотя и не в такой мере, как для палеонтологии.

В силу этого основополагающего значения можно было бы предположить, что стратиграфия в отношении теоретической обоснованности и практической методики давно является завершенной областью исследования. Что касается ее практического применения, такое представление в основном справедливо. Первые, разумеется, пока еще несовершенные попытки стратиграфического расчленения слоев горных пород были предприняты в Западной Европе около 200 лет назад, а 150 лет назад благодаря знаменитым собой новую эру научным выводам У. Смита стало известно, что остатки некогда существовавших организмов дают нам чрезвычайно важное вспомогательное средство определения относительного возраста и параллелизма включающих их пород. С течением времени эти методы были

усовершенствованы, однако их принципиальные основы остались неизменными поныне. Стратиграфы в своих работах используют в общем те же методы, что и 150 лет назад.

Совсем недавно стратиграфы получили возможность *физического* определения возраста горных пород. Значение этого способа в некоторых отношениях неопределимо, однако, как мы увидим ниже, его нельзя считать собственно стратиграфическим методом.

В отличие от почтенного возраста стратиграфической практики современные попытки пересмотреть теоретические основы стратиграфии и кодифицировать ее номенклатуру насчитывают только три десятилетия. Попытки эти, предпринимавшиеся прежде всего североамериканскими геологами, поддерживаются созданной в 1946 г. американской комиссией по стратиграфической номенклатуре. Проводя важную и нужную работу, комиссия проявляет вместе с тем известную склонность к схематизму и формализму. Некоторые "оковы" европейских традиций комиссией были сброшены, но взамен — в стремлении к достижению совершенства и точности, совершенно не требуемых объекту исследования, — введены хитроумные различия. Так, за короткое время возникло около дюжины различных категорий стратиграфических понятий, появились сотни стратиграфических и хронологических терминов, не считая чисто языковых синонимов различных идиом!

В 1952 г. создана Международная подкомиссия по стратиграфической терминологии, цель которой — унификация международной стратиграфической классификации и терминологии. Эта цель провозглашалась уже на первых геологических конгрессах, в частности в Болонье (1881 г.), Берлине (1885 г.) и Париже (1900 г.), которые довольствовались двухаспектной системой стратиграфических подразделений (стратиграфической и хронологической) и всего десятью иерархическими понятиями. Продолжение этой на длительное время прерванной работы и было возложено на вновь созданную подкомиссию, действующую также в рамках Международного геологического конгресса (ныне Международного союза геологических наук). Председатель подкомиссии Х.Д. Хедберг снискал известность своей кипучей и самоотверженной деятельностью. Поскольку в работах американской комиссии он уже сыграл решающую роль, следовало ожидать, что аналогичные принципы он попытается внедрить и в работу Международной подкомиссии. К счастью, Хедберг не принял крайних представлений, появившихся в американской литературе за последнее время.

В качестве своего рода девиза стратиграфической методики Хедберг выдвинул положение: "verity, utility, and simplicity" ("доистинность, утилитарность, простота"). И тем не менее — отнюдь не в унисон с этими требованиями — ему оказалась необходимой

многоаспектная система понятий с множеством наименований. Судя по названиям комиссий, главной сферой их деятельности должны быть стратиграфическая номенклатура и терминология. Однако обилие наименований и понятий таит в себе опасность отвлечения внимания от главной задачи — осмысливания основ стратиграфии и ее главных проблем, логическая структура которых представляется мне очень простой.

Свою собственную точку зрения я неоднократно высказывал в дискуссиях на заседаниях подкомиссии, в отзывах на циркулярные письма и в ответах на анкеты, распространяемые комиссией с целью выявления мнения ее членов, а также в ряде публикаций (1928 — 1967 гг.). Все это почти не возымело действия. В сообщении Хедберга "Стратиграфическая классификация и терминология", представленном им на 21-й сессии Международного геологического конгресса /51/, я фигурирую (стр. 21) всего лишь как одно из трех частных лиц вместе с Межведомственным стратиграфическим комитетом СССР, не согласившихся с решениями подкомиссии.

Вне рамок комиссии расхождения во взглядах, по-видимому, усиливаются. Эгер /1/ охарактеризовал принятое в копенгагенских директивах Хедберга подразделение на литостратиграфию, биостратиграфию и хроностратиграфию как "divorced from reality and practicability" ("оторванное от действительности и целесообразности"). Другие авторы, например Харрингтон /43/ и Сильвестер-Бредли /164/, рассматривали некоторые стратиграфические понятия и определения как "purely metaphysical concepts" ("чисто метафизические концепции") или как сомнительные субъективные гипотезы. По высказанному еще ранее Паттерсоном и Стори /107/ мнению относительно работ американской комиссии, мы зашли в непролазное "stratigraphic muddle" ("стратиграфическое болото"). Калломон /19/ говорил о "widespread confusion in stratigraphical nomenclature" ("чрезвычайной запутанности стратиграфической номенклатуры"). В своем сообщении о коллоквиуме по стратиграфии юры в Люксембурге (1962 г.) Ллойд /88/ констатировал, что этот коллоквиум мог и должен был явиться первой практической проверкой копенгагенских директив; однако они полностью игнорируются, и на практике поступают иначе.

Если дело и дальше будет развиваться в столь противоположных направлениях, для Международной подкомиссии это будет неза заслуженной компенсацией за гигантские затраты ею времени и сил. Необходимо попытаться сблизить противоречивые точки зрения и создать документ, действительно полезный и директивный.

К настоящему времени Международная подкомиссия достигла определенных успехов в решении отдельных обсуждавшихся ею вопросов. Составлены обширные проекты по темам "Литостратиграфические

единицы" и "Стратотипы", публикация которых послужит основой для дискуссий в широких кругах геологов. Чтобы при нынешнем состоянии международных переговоров не создавать мнения, что "кто молчит, тот соглашается", я решил вторично изложить свою оппозиционную точку зрения, которая после осмысливания проблемы в отдельных формулировках и нюансах отличается от моих прежних представлений. Решение опубликовать это эссе я принял не без колебаний — ибо некоторые критически рассматриваемые в нем представления отражают далеко не славные, на мой взгляд, творения геологической и палеонтологической теории. Решающим, в конце концов, было не желание дискредитировать, но желание помочь и улучшить,

Ниже мы попытаемся ответить на элементарные вопросы: что мы получили от стратиграфии, что мы от нее ждем, как мы ее применяем и какие при этом используем обозначения? Излишне напоминать о том, что излагаемая нами точка зрения, весьма близкая к традиционным представлениям, в такой же степени субъективна, как и противоположные ей точки зрения других авторов. В одном, однако, ей нельзя отказать — в существенном упрощении, надеюсь не в смысле "simplification terrible" ("ужасное упрощение") по сравнению с многоаспектными иерархиями понятий стратиграфических комиссий, и освобождении от нагромождения наименований, которые применяются иногда в прямо противоположном смысле и тем самым необычайно затрудняют возможность их взаимопонимания. "Не следует забывать, что все наши классификации и системы понятий призваны способствовать познанию, это не самоцель, направленная на достижение вершин педантизма и путаницы" /142/.

II. СТРАТИГРАФИЯ

ОБЗОР (ИСТОРИЯ И ПРОБЛЕМЫ)

Столкновение разных точек зрения происходит уже при определении самого понятия *стратиграфия*, ее содержания и круга задач. Чисто семантически (т.е. из названия "описание слоев") сущность стратиграфии вывести нельзя — ее сущность определяется традиционной, преобладающей в настоящее время трактовкой. Кем именно введено понятие *стратиграфия*, я не знаю, однако с одним из первых упоминаний (если не самым первым) мы встречаемся в основополагающей публикации У. Смита "Стратиграфическая система" о пространственно-временной последовательности залегания горных пород и заключенных в них окаменелостях (Smith, 1817). Еще раньше, уже в 1799 г., Смит составил таблицу разрезов угленосных отложений Великобритании, распространяющуюся им на правах рукописи /163/. Поэтому именно Смита следует считать основоположником современной стратиграфии, а его систему понятий — эталоном. Специфическая задача стратиграфии заключается, следовательно, в том, чтобы расположить документы прошлого (породы и окаменелости) в историческом, хронологическом порядке. Таково господствующее среди геологов и палеонтологов представление о сущности и задачах стратиграфии.

Другие авторы стремятся расширить понятие *стратиграфия*, включая в него петрографию и седиментологию, минерагенез и литогенез, диагенез и метаморфизм. Однако перечисленные области геологии хотя иногда и соприкасаются со стратиграфией, но не являются собственно ее сферой исследования. При оценке пород внимание стратиграфа направлено главным образом на то, чтобы определить, какие из них древнее, какие моложе, а какие одновозрастны. Вопрос о том, с помощью каких (палеонтологических или других) критериев это устанавливается, пока остается открытым.

Измерение времени и стратиграфическое определение возраста

Несомненно лишь то, что решение задач стратиграфии возможно только в том случае, когда породы обладают возрастными признаками и мы располагаем временной шкалой, позволяющей произвести соответствующее подразделение. В настоящее время в стратиграфии

принято различать "абсолютное" и "относительное" определения возраста пород. Что под этим подразумевается, более или менее понятно, хотя с языковой точки зрения и логически оба эти обозначения спорны. Под "относительным", естественно, понимается не относительное определение возраста, а определение относительного возраста. Однако понятие *абсолютный* возраст, строго говоря, неприемлемо вообще, ибо "абсолютного времени" в понимании Ньютона, т. е. мирового времени, независимого от пространства, вещей и событий, не существует. Вне всего этого время — ничто. Воспринимаемым и представимым время становится только вкупе с пространством, благодаря конкретным событиям и превращениям, которые в нем происходят. Впрочем, даже так называемое абсолютное время имеет относительный характер, поскольку его временная шкала отнесена либо к настоящему, либо к какому-нибудь другому фиксированному моменту.

Объективное физическое измерение времени базируется на периодических движениях в пространстве (например, качающийся маятник, "баланс" часов, колебания кристалла кварца и т. п.), возобновляющихся через какие-то постоянные, равные отрезки времени. Периодичность выражена во вращении Земли и движении небесных тел, обуславливающих чередование дня и ночи, времен года и лет и дающих нам единицы измерения времени в повседневной жизни.

Периодических процессов, из которых можно было бы вывести физический масштаб времени, в геологической истории Земли не существует. Правда, нам известно о колебаниях климата, постоянном чередовании эпох образования и разрушения гор, образования пород и их распада, чередовании трансгрессий и регрессий, но все это — не истинные ритмы, разделяемые равными промежутками времени. Проведенные измерения показали, что это действительно так. Кроме того, все эти циклы не распространены глобально и протекали неодновременно. Если в одном районе происходило разрушение пород, то в соседнем — отлагались продукты выветривания, дававшие начало новым породам. То же самое можно сказать о трансгрессиях: областям трансгрессий всегда противостоят области регрессий.

Но самое главное состоит в том, что эти процессы и их продукты не несут в себе какого-либо измеримого масштаба времени. Например, несогласие и конгломераты в кембрии выглядели в принципе так же, как в третичное время. Следовательно, нельзя непосредственно ни датировать эти образования, ни коррелировать их.

Масштаб времени может базироваться и на направленных линейных процессах, простейшими моделями которых являются водяные или песочные часы. Геологический возраст раньше пытались определять по таким односторонне направленным процессам, как прогрессирующее охлаждение Земли, возрастание солености океанов или сте-

пени консолидации пород. Однако определения возраста на этой основе практически невозможны из-за частично неверных предпосылок метода и из-за отсутствия в этих процессах реперов времени. В прежних представлениях об остывании Земли не учитывалось, что потерям тепла противостоит источник энергии, заключенный в радиоактивности. Кроме того, нам не известны ни температуры на Земле в юре, ни соленость девонских морей, которые можно было бы перевести в хронологические единицы. На такого рода основе пытались только оценить современный возраст Земли, однако все оценки были безнадежно неправильными, т. е. сильно заниженными.

Породам не свойственно направленное, хронологически пропорциональное развитие физического или химического типа. Тем не менее почти любой песчаник имеет свою собственную историю: его составные части претерпели длинный ряд превращений. Однако все это не поддается хронологической оценке. Песчаники и глинистые сланцы одного и того же состава, одинаковой твердости, окраски, величины зерен могли существовать во все периоды истории Земли, и никаких хронологических реперов в них обнаружить не удастся.

И только совсем недавно физика предоставила в наше распоряжение чрезвычайно важные методы *радиометрического определения возраста*, основанные на хронологически пропорциональном распаде атомов радиоактивных элементов в соответствующих минералах. Правда, в этих методах заключены источники значительных ошибок и неточностей, на которые вначале не обратили внимания, но которые весьма важны для геологии, поскольку они отражают порядок величин, определяющих возраст известных геологических событий и продолжительность геологических процессов. Оптимистически настроенные стратиграфы ожидали, что в будущем этот метод существенно упростится и повысится точность определений, на чем можно будет построить точную хронологию и стратиграфию. Именно на этой вере в будущее базировалось создание так называемой хроностратиграфии.

Я не разделяю ожиданий, что радиометрия когда-нибудь снабдит нас сведениями, более точными и более детальными, чем данные, получаемые в настоящее время другими методами, ибо требованиями точности измерений перед этим методом поставлены, по-видимому, непреодолимые барьеры. Но даже помимо точности возникает вопрос, пригодна ли вообще радиометрия по своей природе в качестве основы стратиграфии и геологической хронологии.

Хронометрия и хронология

На последний вопрос я должен ответить отрицательно. Радиометрия — чисто физическая шкала, с помощью которой нам удается измерять продолжительность тех или иных событий (в случае, если для этого имеются соответствующие предпосылки); о самих же со-

бытиях и их историко-хронологической связи радиометрия никакой информации не дает. То же самое относится и ко всем другим "измерителям" времени. Тикающие часы, качающийся маятник, пересыпающийся песок в песочных часах не есть хронология, а всего лишь основанные на оптическом или акустическом принципе измерительные инструменты, отмечающие непрерывно текущее, но лишенное каких-либо отличительных признаков время. Качающийся маятник метронома, отбивающий только временные отметки исполняемой в данный момент музыкальной пьесы, сам не относится к области музыки и ничего не говорит о характере, теме и последовательности пассажей пьесы. Радиометрия основана на исторически поступательном процессе распада атомов, но историч как таковой она не характеризует; речь здесь идет лишь о чисто физическом процессе (таком, например, как ход часов после завода пружины).

Следовательно, напрашивается вывод, что масштаб для естественного подразделения какого-либо исторического события должен заимствоваться из самого исторического процесса и что в качестве такого масштаба не может быть использовано привносимое извне инородное тело. Так, например, хронологическое подразделение истории человечества производится по событиям, считающимся поворотными моментами истории. Доисторический период мы расчленяем на палеолит (с шелльской, ориньякской, мустьерской и другими культурными эпохами), мезолит и неолит (медный, бронзовый и железный века). Последующая история человечества расчленяется на древнюю, средних веков и новую с эпохами Гуманизма, Ренессанса, Реформации. Дальнейшее деление производится по времени правления определенных династий, исторически значимым войнам, революциям и т. п. Но и в данном случае можно было бы принять чисто абстрактное хронологическое подразделение на годы и столетия!

Однако в истории, т. е. при изложении свершившихся событий, не *измеряется время, а классифицируются* происходившие во времени *события и преобразования*. Классификация — это подразделение на классы и подклассы близких понятий соподчиненного значения, охватываемых одной иерархией. Примером такого рода является классификация животного и растительного мира, аналогичная система принята в геологии. Подразделение производят по естественным целым единицам, а не дробят их чисто произвольно вековым масштабом.

На мой взгляд, необходимо проводить четкое различие между *хронометрией*, представляющей собой независимую от исторического содержания *чисто временную систему координат*, и *хронологией*, заимствующей *естественное временное расчленение* из самого исторического процесса. Параллельно разработке хронологии истории человечества идет собственно описание истории, или историография; в геологии эквивалентами историографии служат стратиграфия и историческая геология в широком смысле.

Хронометрия непригодна в качестве основы стратиграфии и из чисто практических соображений. Ведь недостаточно определить возраст одного какого-то локального горизонта. Нужно, чтобы произведенное однажды определение возраста могло быть в любой момент воспроизведено — в целях параллелизации (по возможности в глобальных масштабах) с одновозрастными породами из других географических областей. При современном состоянии наших знаний это достаточно надежно обеспечивает только биостратиграфический метод, основанный на необратимом развитии животного и растительного мира. К сожалению, у этого метода есть ограничение — он применим лишь при наличии ископаемых органических остатков, т. е. в основном для фанерозойского отрезка истории Земли. Но при датировке в пределах фанерозоя это безусловно главенствующий метод; биохронология становится одновременно геохронологией, открывая широкие возможности для классификации стратиграфических и геологических событий.

Мы подчеркиваем это различие, на которое обратили внимание уже Симон и Липпольт /158/, отнюдь не для того, чтобы еще более усложнить стратиграфическую схему. Напротив, наша цель состоит в том, чтобы сократить количество необходимых категорий до минимума. Хронометрия и ее форма выражения абстрактной периодической шкалы с равными временными интервалами, неудачно названная британской комиссией /162/ "*геохронологической* временной шкалой" ("*geochronological time-scale*"), не относится, строго говоря, к собственно стратиграфии, хотя зачастую ее и привлекают в качестве вспомогательного средства.

Более тесно связана со стратиграфией истинная геохронология, т. е. биохронология, поставляющая нам вещественные реперы времени; однако по своему логическому характеру они резко различны: стратиграфия имеет дело с конкретными породами, хронология — абстрактна, нематериальна, хотя в кодексе американской комиссии (/5/, ст. 36, стр. 659) геохронологические единицы ("*geologic time units*") почему-то названы "материальными единицами". Тем не менее я не считаю необходимым выдвигать для этих двух категорий особые иерархии понятий. Например, хронологическое понятие *эпоха* и стратиграфическое понятие *отдел* (Serie) являются взаимообусловленными; в первом случае акцент делается на времени, определяемом породами, а во втором — на породах, определяемых временем. Понятия *период, эпоха, век* и другие представляются мне излишними; к этому вопросу мы еще вернемся.

Многоаспектная (vielgleisige) стратиграфия

Официально принятые предшествующими сессиями Международного геологического конгресса категории стратиграфических и хронологических понятий впервые были расширены Шенком и Муллером

/130/ путем введения третьей категории – “литогенетических терминов” (“lithogenetic terms”), потребовавшихся им для обозначения более или менее локальных единиц – толщ пород, определяемых чисто петрографически, без учета возраста. Ископаемые органические остатки при этом вообще игнорируются или – самое большее – оцениваются как составные части породы. Это типы пород, выделяемые и изображаемые на геологических картах, отсюда синонимичное обозначение “картируемые единицы” (“cartographic terms”).

Литогенетическим единицам Шенк и Муллер противопоставили категорию *хроностратиграфических единиц* (“time-stratigraphic units”), или *терминов* (“terms”), подразделяемую в иерархическом порядке на систему, отдел, ярус и зону (раньше это называлось просто стратиграфической шкалой). Без изменений сохранилась группа хронологических единиц – эра, период, эпоха и век (для зоны временного эквивалента не предусматривалось). Хроностратиграфические единицы Шенка и Муллера отражают, как это видно уже из их названия, временной аспект; их возраст, их границы и сопоставление с одно-возрастными эквивалентами определяются на палеонтологической основе. Речь идет, следовательно, о *биостратиграфическом* расчленении слоев; характер пород при этом не играет никакой роли.

Литогенетическое расчленение или, как его позднее стали часто называть, литостратиграфия (“rock-stratigraphy”), тотчас получило широкое признание у американских стратиграфов, чего нельзя сказать о Европе, где литостратиграфии придавалось в лучшем случае только временное значение. Уже самые первые авторы – Леман, Фюксель, Вернер, Хаттон /84/, которым мы обязаны заложением основ стратиграфии, придавали выделяемым ими слоям пород – пусть на первых порах не очень четкое – временное значение. Кроме то-

¹ Они давали слоям пород прежде всего петрографическое определение, понимая их все же как *геологические* образования. Вернер, кроме того, уже понимал и учитывал значение некоторых органических остатков для подразделения пород. Об этом свидетельствуют сообщения одного из его бывших учеников, Джемисона /см. 135/, а также хранящиеся в архиве Фрейбергской горной академии (Саксония) рукописи Вернера, замечательное описание которых недавно опубликовал Вагенбрет /180/. В одной из своих лекций на тему “Учение об окаменелостях” Вернер, достаточно детально знакомя с ископаемыми остатками, уже высказывал предположения об изменении или развитии организмов под влиянием окружающей среды.

Французский аббат Жиро-Сулави (1780–1784) и итальянец Броччи (1814) также использовали окаменелости для хронологического подразделения и корреляции вмещающих пород /93/. Все это убедительно свидетельствует о том, что стратиграфии в Западной Европе с самого начала было свойственно историко-хронологическое толкование разрезов с учетом их палеонтологической охарактеризованности. Принимая во внимание историческую основу стратиграфии, представляется невозможным, как это сейчас пытаются сделать, вкладывать в нее совершенно иной, неопределенный и неспецифический смысл.

го, у нас в Европе вряд ли кто картирует породы, “намеренно” игнорируя их возраст (не считая, конечно, карт грунтов или строительных материалов, при составлении которых важен только вещественный состав). Европейские страны менее обширны по территории, а геологические традиции в них богаче, поэтому расчленение толщ пород по “хроностратиграфическому” принципу производят здесь уже сравнительно давно.

В 1840 г. Грессли ввел понятие *фауны*. Стратиграфическое значение этого понятия оценил уже Котта (Cotta, 1842, 1846), однако в североамериканской литературе оно было принято много позже. Концепция фауны учит нас, что характер породы (в зависимости от палеогеографических условий ее образования) может резко изменяться по горизонтали и что, принимая во внимание только вещественный состав пород, мы разрываем все их естественные связи. И наоборот, мы никогда не станем объединять по вертикали в одну описательную или картируемую единицу толщу сланцев или известняков, которая, судя по заключенным в ней ископаемым органическим остаткам, принадлежит к различным ярусам или даже отделам.

Короче говоря, между истинной стратиграфией и литостратиграфией существует различие, которое можно сформулировать следующим образом. Основная задача истинной стратиграфии – определение того, что древнее, что одновозрастно, а что моложе (эта временная последовательность слоев отражена в легенде любой геологической карты); литостратиграфию интересует лишь вопрос о том, что в разрезе залегает ниже, что рядом, а что выше (независимо от относительных возрастных отношений). Литостратиграфия *не может быть причислена к стратиграфии* в узком смысле этого слова, поскольку понятие времени из нее полностью выхолено. Она – всего лишь подготовительная ступень, поставляющая сырой материал для (определяющей, объяснительной) стратиграфии.

Еще один шаг к дальнейшему расколу был сделан примерно в то же время (1940 г.) Томлинсоном /169/, который в своих построениях уже учитывал предложения Шенка и Муллера, ставшие известными ему еще в рукописи. Томлинсон заимствовал у Шенка и Муллера категорию “хроностратиграфических единиц”, которую он, однако, в отличие от этих исследователей, определил как отложения, образованные в течение какого-то определенного промежутка времени независимо от наличия или отсутствия ископаемых остатков. Этой категории Томлинсон противопоставил серию *биостратиграфических понятий*, применимых лишь к слоям, содержащим определенные фаунистические сообщества. Понятие *зона*, например, которая в типовом местонахождении охарактеризована определенной фауной, не может

быть распространено на слои, в которых эта фауна в силу данных фашиальных условий отсутствует.

С помощью хитроумных формулировок понятий были созданы три различные стратиграфии:

- 1) *литостратиграфия*, не учитывающая ископаемые органические остатки и понятие времени;
- 2) *хроностратиграфия*, также игнорирующая ископаемые органические остатки, но выдвигающая на передний план понятие времени;
- 3) *биостратиграфия*, опирающаяся на ископаемые органические остатки, но не учитывающая понятия времени.

Мои возражения против этого заключаются в следующем:

1. Стратиграфия, лишенная хронологического аспекта, вступает, как мне кажется, в противоречие сама с собой. Следовательно, литостратиграфия, как говорилось выше, не является стратиграфией в собственном смысле и не имеет права на самостоятельное существование в случаях, где возможно ее превращение в истинную стратиграфию.

2. Название "хроностратиграфия" я рассматриваю как чистый плеоназм /142/, ибо приставка "хроно" просто лишний раз подчеркивает временной аспект, и без того являющийся основным отличительным признаком стратиграфии. Если же задают вопрос о том, откуда хроностратиграфия заимствует метод определения одновременности пород, образовавшихся за какой-то определенный промежуток времени, и устанавливает синхронный характер их границ, то признается, что больше всего для этих целей служит базирующийся на ископаемых органических остатках биостратиграфический метод. Таким образом, утверждение, что хроностратиграфия игнорирует ископаемые остатки, просто неверно. Их привлекли скрытно, и после этого в результате некоего мистического причастия они приобрели очевидное хронологическое значение, в котором биостратиграфия им якобы отказывает.

3. Биостратиграфия — единственный метод, сознательно использующий остатки фауны и флоры для получения приемлемых временных значений. Она предоставляет существеннейшие и надежнейшие критерии для разработки стратиграфического расчленения везде, где оно применимо, т. е. в фанерозое с его богатым животным и растительным миром. Эти соображения и выводы будут глубже обоснованы в последующих главах.

С включением хронологии в стратиграфию возникла четырехаспектная система понятий, признанная как американской, так и Международной стратиграфическими комиссиями и нашедшая особенно ревностного поборника в лице Хедберга (см. его работы за 1941 —

1968 гг.). Но на этом дело далеко не закончилось. Добавился пятый класс понятий, когда Белл и др. /6/ разграничили единое геологическое время на *геохронологию* (с единицами эра, период и т. д.) и *хронологию* в узком смысле, базирующуюся на радиометрических определениях возраста и ведущую годовое летосчисление. Затем Уилер и его коллеги сделали прямо-таки фундаментальное открытие о необходимости различать вертикальное, латеральное и "вертикально-латеральное" простираение стратиграфических единиц. Они тем самым расчленили литостратиграфическую, биостратиграфическую и хроностратиграфическую иерархии понятий еще на три подгруппы с множеством новых названий. Даже чисто временным понятиям, таким, как *эра, период* и т. п., Уилер /187/ приписывал латеральную размерность, понять которую я совершенно не в состоянии, ибо всегда считал, что время как понятие распространено повсеместно. Этот вопрос рассмотрен в одной из моих предыдущих работ /142/, и нет необходимости к нему возвращаться, поскольку эти странные представления, к счастью, не нашли приверженцев.

Зато в кодексе американской комиссии /5/ появились еще две дополнительные иерархии стратиграфических понятий. Это, во-первых, *почвенно-стратиграфические единицы*, основанные на древних корках выветривания, возникавших в результате площадного разрушения пород под воздействием организмов, развившихся в иных экологических условиях, нежели те, которые господствовали во время образования соответствующих пород. Здесь следует возразить, что такое поверхностное выветривание, несомненно, не представляло значительных событий в истории Земли. С таким же успехом для этих целей можно было бы использовать выработанные горизонты, хардграунды, горизонты подводного выветривания и т. п. Кроме того, следует учитывать, что все эти явления сами по себе, естественно, не дают надежных оснований для проведения четких корреляций и возрастных датировок.

Не лучше обстоит дело и с "*геолого-климатическими единицами*" ("*geologic-climatic units*") американского кодекса (стр. 39), которые следует применять лишь при изучении четвертичного периода. В основу их положены широко распространенные климатические события, ледниковые периоды и межледниковья, запечатленные в четвертичных отложениях. На ограниченных участках эти горизонты (как и коры выветривания), возможно, и являются синхронными поверхностями, но в разных географических широтах они, как правило, не сопоставляются. В этом состоит отличие геолого-климатических единиц от считающихся строго одновременными хроностратиграфических единиц. Вместе с тем это означает, что климатические события для целей стратиграфии фактически непригодны. То, что помогает при изучении плейстоценовых оледенений, ничего не дает при изучении оледенений

докембрийских и раннепалеозойских. Известно, что представления относительно возраста отдельных пермокарбонных оледенений Гондваны отнюдь не едины, несмотря на отличную геологическую документацию этих климатических событий.

Международная подкомиссия в своей "Стратиграфической классификации и терминологии" /52/ наряду с основными стратиграфическими методами упоминает и о "многих других возможных типах категорий стратиграфической классификации". Так, слои пород можно расчленять по их химическому или минералогическому составу, электрическим или сейсмическим характеристикам, признакам окружающей среды и т. д. Поскольку для обозначения единиц большинства этих стратиграфических категорий набора специальных терминов пока еще не создано (какое богатое поле деятельности в будущем!), рекомендуется применять общий термин - "зона" (с добавлением категории, о которой в данном случае идет речь). Расчленение на зоны "на основании изменения минерального состава (обычно минерального детрита)" якобы производилось уже неоднократно, и соответствующие минеральные зоны, подзоны и надзоны будто бы получили широкое признание. Равным образом можно было бы считать полезными понятия: *зоны минеральных ассоциаций, зоны минеральных пределов, зоны минеральных пиков и зоны минерального расцвета!*

Мне кажется, именовать эти методы *стратиграфическими* недопустимо. В узко ограниченных пределах, например при изучении месторождений, они, возможно, и применимы, но их, конечно же, нельзя использовать для межрегиональных корреляций. Кроме того, я считаю недопустимым выхолащивание смысла или искажение понятия *зона*. Со времен Д'Орбиньи и Оппеля понятие *зона* в стратиграфии всегда использовалось только *в связи с фаунистическими остатками* и было принято Международным геологическим конгрессом (Париж, 1900 г.) для обозначения самой мелкой (био)стратиграфической единицы, располагающейся в иерархическом ряду ниже яруса. Упомянутая вынешняя подкомиссия лишится доверия и признания, если будет бездумно и без достаточного обоснования отмежевываться от решений прежних международных форумов.

При составлении предлагаемого "обзора" автор не ограничился нейтральным описанием исторического развития и современного состояния проблемы. При столкновении различных точек зрения обычно отдавалось предпочтение какой-то из них и высказывалось собственное отношение к данному вопросу. Более детальное обоснование дано при изложении отдельных тем стратиграфии, завершённую картину которых я пытался нарисовать, хотя это стоило большого труда, если учесть необъятность стратиграфической литературы.

ХРОНОМЕТРИЯ (РАДИОМЕТРИЯ)

Хронометрия - это измерение времени физическими методами с помощью постоянных единиц, независимых от хронологического содержания времени. Исторические континуумы, будучи рассеяны этими временными границами, становятся прерывистыми. Поэтому хронометрия, о чем мы уже говорили в нашем общем обзоре, не является собственно *стратиграфией* и не может служить основой для создания стратиграфической системы.

Источники ошибок в радиометрии

Измерение времени геологического прошлого физическими методами основано на спонтанном распаде атомов радиоактивных изотопов в определенных минералах. Результаты, получаемые этими методами, весьма значительны, но, к сожалению, они заключают в себе и существенные ошибки. Эти ошибки обусловлены последующими потерями продуктов распада, а также более поздним привнесом радиоактивных элементов, недостаточностью наших знаний о скорости распада (или периодов полураспада), противоречивыми данными, получаемыми в зависимости от используемого исходного материала (например, циркона или биотита), и т. д.

Следует учитывать также, что накопление продуктов распада начинается собственно с момента кристаллизации соответствующих минералов, испытывающих затем термальное воздействие в результате тектонических движений, процессов метаморфизма и плутонизма. Следовательно, указывается не возраст первоначального образования интересующих нас пород, а время, когда критическая температурная граница последний раз была превзойдена, в результате чего открытая физическая система превратилась в замкнутую. Не всегда, однако, метаморфизм полностью затушевывает первоначальный возраст пород; например, значения, получаемые при определении возраста кристаллических сланцев, не отражают ни время образования первоначальных пород, ни время их метаморфизма. Такие измерения, естественно, бесполезны.

Вдаваться в детали мы здесь не будем, поскольку этот вопрос хорошо освещен в ряде работ /114, 22, 158/. Калп /80/ при своих определениях абсолютного возраста радиометрическим методом учитывает, что неточность метода составляет в среднем $\pm 5\%$; для палеозоя это выражается разницей в 20-30 млн. лет. Вместе с тем промежутки времени, охватываемые биостратиграфическими зонами, выделяемыми на основании короткоживущих руководящих ископаемых, измеряются 0,5 - 2 млн. лет; следовательно, они могут давать значительно более детальное подразделение.

В докембрии радиометрические методы позволяют датировать отдельные тектоно-магматические циклы, но не дают возраста осадочных пород. С помощью этих методов в лучшем случае удается выделить циклы осадконакопления в пределах одного континента; однако единой хронологической шкалы для докембрия, имеющей глобальное значение и открывающей возможности для синхронизации, на этой основе получить нельзя. Такова точка зрения Чаттерджи /22/.

Однако есть и другие представления. Так, по мнению Ранкамы /111/, для докембрия, как и для четвертичного периода, мы предполагаем достаточно большим количеством точных определений абсолютного возраста, позволяющих осуществлять надежные корреляции в глобальном масштабе. Ранкама выражает надежду, что в будущем "абсолютные" значения возраста дадут возможность произвести стратиграфическое расчленение и осуществить точную корреляцию толщ также и для других систем! Это, по-видимому, явное непонимание фактов.

О значительных ограничениях для докембрия, отмеченных Чаттерджи, мы уже говорили. Приведем еще одну цитату из работы Доновэна /28/: "With present methods the best Pre-Cambrian correlation is likely to be 50 to 100 times less accurate than the best correlation in fossiliferous rocks". ("При современных методах самая лучшая корреляция в докембрии является, видимо, в 50-100 раз менее точной, чем корреляция палеонтологически охарактеризованных пород").

Применительно к фанерозою преимущества биостратиграфических методов несомненны и вряд ли кем-нибудь оспаривались. Достаточно привести лишь одно доказательство: Хеннингсмуэну /59/ удалось выделить в верхнем кембрии Норвегии около 30 подзон, причем средняя продолжительность каждой из них составляет 0,5 млн. лет. Никакими другими методами такой детальности достичь невозможно.

Еще одним преимуществом биостратиграфии является то, что каждый из находимых фаунистических остатков несет морфологически выраженный след времени, чрезвычайно облегчающий стратиграфические корреляции. С другой стороны, радиометрические определения возраста могут выполняться лишь применительно к весьма ограниченному числу типов пород и в каждом следующем местонахождении их следует производить снова, поскольку физическое значение времени в породах не выражено.

Наконец, что касается четвертичного периода, то "абсолютные" определения возраста границы плейстоцена на основании кривой излучения Миланковича, температурной кривой Эмилиани и новым калий-аргоновым методом дают резко различные значения. Если раньше возраст этой границы определялся примерно в 600 тыс. лет, то последние радиометрические датировки виллафранкских отложений позволяют определить его примерно в 2 млн. лет. Следовательно, даже для столь молодой стратиграфической границы расхождение составляет 330%!

Метрическое или иерархическое расчленение стратиграфии?

Мы не собираемся, однако, впадать в другую крайность и дискредитировать значение физических методов определения возраста. Ведь именно им мы обязаны получением данных о порядке величин длительности временных интервалов, отвечающих зонам и подзонам. Более того, я убежден, что эти методы еще могут быть детализированы и улучшены, но только в определенных, начертанных природой границах, преступить которые при всем желании невозможно. Но с чем я категорически не согласен, так это с возможностью или даже целесообразностью принятия в качестве основы стратиграфии абстрактного, лишенного всякого содержания физического масштаба времени. Попытки подобного рода уже предпринимались рядом исследователей, причем независимо друг от друга.

Лоусон /83/ предлагал в качестве идеального метода расчленивать все геологическое время на равномерные отрезки в 100 или 10 млн. лет и установить для каждой породы и каждой окаменелости точный возраст в годах со времени консолидаций Земли "абсолютными" методами датирования. Возраст лудлоуского костеносного слоя выражался бы тогда 2 721 362 118 годами A. S. ("after solidification", т. е. после консолидации), подобно тому как время Французской революции датируется 1789 г. н. э. Это, конечно, чистая утопия. Трудности начинаются уже при практическом определении возраста исходной точки "консолидации".

Но дело даже не в этом — я вообще не могу признать идеальным превращение геологического времени в периодическую таблицу чисел и дробление истории Земли на интервалы равной продолжительности. Об этом справедливо говорил уже Шмидт /83/ в дискуссии по докладу Лоусона. При действительно научном подходе к рассмотрению исторического процесса в качестве основы подразделения берут не физическое время (с его годами, столетиями и тысячелетиями), а масштаб величин, выводимый из исторического содержания самого времени. Поэтому биохронология, основанная на развитии организмов, ближе к природе и более родственна предмету исследования, чем физический масштаб, разрывающий естественные взаимосвязи, но подразделяющий их. Часто выдвигается возражение, что развитие органического мира происходит не автономно, а в тесной связи с геологическим развитием. Ну что же, тем лучше — значит, крупнейшие поворотные моменты в историческом процессе нашли отражение в биохронологии.

Почти на том же пути, что и Лоусон, стоят Хьюз, Катбилл и Харленд /68/. Они призывают к отказу от использовавшихся до сих

пор в стратиграфии иерархических единиц - периода, системы, яруса и т. д., которые будто бы искусственны и, учитывая современные требования, недостаточно четко ограничены. Предлагается заменить их "линейным" стратиграфическим членением. С удовлетворением я узнал, что Сильвестр-Бредли /165/ и Кент /165/ уже выступили против этого, защищая существующую иерархическую систему как естественную основу стратиграфии.

Затем весьма резко снова выступил Викман /192/, ратуя за построение стратиграфии на основе физического времени. Проводимое повсеместно детальное картирование якобы показало, что следующие друг за другом эры, периоды и эпохи не резко разграничены между собой (!?). Теперь будто есть возможность датировать породы и геологические события годами, как это принято в истории человеческого общества и археологии (?). Основную единицу составляет год, затем следуют десятилетие (децений) и длинный ряд единиц, образуемых путем возведения 10 в степень от 2 до 9. 10^2 - центений; 10^3 - тысячелетие, или миллений; за ними идут декамиллений, гектомиллений, мегений, декамегений, гектомегений и гигений.

Мегений (1 млрд. лет) рекомендуется как удобная единица времени для доплиоценовой геологии. Можно было бы записать - "в мегений 1731" или просто - "в 1731". Другое хронологическое определение этого автора выглядит примерно так: "В первом декамегении 18-го гектомегения в центральной Швеции в широких масштабах осуществлялась мигматизация". По мнению Викмана, применение этих хронологических единиц сделало бы дискуссии о геологических событиях более короткими и однозначными (?) и избавило бы от необходимости установления жестких границ хроностратиграфических единиц.

Этот автор, очевидно, убежден в том, что таким путем может быть достигнута большая точность. Однако как обстоит дело в действительности показывают палеозойские системы, нижние границы которых ныне помещают на 60-100 млн. лет раньше¹; продолжительность каждой из них также изменилась на 20% по сравнению с β -шкалой Холмса (1947 г.). Можно сослаться и на упоминающуюся нижнюю границу плейстоцена, которую пришлось переместить с 600 тыс. лет (6 гектомиллиев) на 2 млн. лет (2 мегения).

Серию таких, на мой взгляд ошибочных, предложений продолжил Ван-Хинте /61/. Приблизительно в одно время с Викманом он

¹ Это смещение - результат получения новых данных о возрасте соответствующих границ.

выдвинул требование обозначать в будущем ярусы и другие "хроностратиграфические" единицы годами (до н. э.). Поскольку необходимые для этого определения возраста физическими методами никогда не будут произведены (!), традиционная стратиграфическая шкала должна отмереть. Ван Хинте ратует за это постольку, поскольку он сомневается в том, захотят ли еще студенты в будущем усваивать излишние традиционные наименования. (До сих пор, однако, считалось, что мнемонически легче запомнить название "средний кембрий", нежели десятизначные числа, предлагаемые Ван Хинте и Лоусоном.)

Ван Хинте делает еще один шаг в этом направлении, полагая, что нынешнюю геологическую карту можно заменить "by an isochron map which instead of indicating Stages shows contours with an interval of say 5 million years" ("картой изохрон, на которой вместо ярусов будут изображены контуры с интервалами, например, в 5 млн. лет").

Таким образом, геологический возраст и геологическая карта станут якобы доступными для цифровой обработки на ЭВМ. Стало быть, время можно выражать в миллиметрах и сантиметрах? Но, видимо, достаточно хорошо известно, что ширина выхода пород на земной поверхности (как и на поверхности карты) зависит от величины угла падения. Следовательно, на картах нового типа большие интервалы между контурами должны соответствовать более пологому и тем самым более длительному времени? Но нет, на геологическую карту можно нанести, разумеется, только пространственные данные, т. е. конкретные породы и элементы их залегания, но никак не физические временные единицы!

Кроме того, следует подчеркнуть, что количественно различать можно лишь качественно однородные объекты. Гвозди разделяют по дюймам или миллиметрам, а шляпы - по размерам. Однако было бы абсурдным смешать в одну кучу те и другие и пытаться найти общую систему классификации для столь качественно неоднородной группы предметов. В стратиграфии же речь идет о качественно разнородных событиях, подлежащих адекватной обработке.

Фанатизм точности

Я считаю весьма прискорбным, что стратиграфическая комиссия Лондонского геологического общества согласилась в своих рекомендациях /36/ с предложениями Викмана. Для "геохронологической временной шкалы", как ее именуют, рекомендуется "that larger divisions of the scale be simple numerical intervals in years compounded periodically. Units of, say, 10^3 , 10^6 and 10^9 years may be distinguished" ("чтобы ее крупные подразделения являлись просто числовыми интервалами, выражаемыми в годах. Можно выделить, например, единицы 10^3 , 10^6 и 10^9 лет"). Как уже говорилось при разборе

работы Симона и Липольта /158/, такую схему расчленения, основанную на равных временных интервалах, я рассматриваю не как историческую хронологию, а как чисто физическую, безакцентную хронометрию.

Последней фундаментальной единицей года – и вместе с тем времени вообще – является секунда. В связи с этим британской комиссии показался неясным вопрос: *какая именно секунда* должна быть избрана в качестве стандартной единицы?

Вероятно, всем хорошо известно, что в последние десятилетия началось поистине бурное развитие исследований, направленных на точное определение секунды и выяснение возможности ее дальнейшего дифференцирования для физических прецизионных измерений. Астрономическая секунда, являющаяся одновременно и секундой для всех практических потребностей повседневной жизни, была получена на основании наблюдений за вращением Земли вокруг своей оси. Более точное измерение времени с помощью кварцевых часов позволило установить, что во времени вращения Земли есть небольшие, чрезвычайно незначительные отклонения.

Поэтому в 1956 г. понятие времени было уточнено путем введения *эфемеридного времени*, базирующегося не на вращении Земли вокруг своей оси, а на вращении Земли вокруг Солнца. Тем самым секунда на основе международного соглашения интерпретировалась как определенная часть "тропического года для 0 января 1900 г., 12 ч эфемеридного времени". Эфемеридная секунда свободна от метеорологических и геофизических влияний; она представляет собой исправленную единицу времени, удовлетворяющую большинству потребностей.

Однако физики продолжали трудиться над изысканием еще более дробной единицы времени, обеспечивающей наивысшую точность. Такую единицу позволило получить *атомное время*, базирующееся на атомных константах (атомы ^{133}Cs). Эфемеридное время при этом сохранялось, но последующим решением XII Генеральной конференции по мерам и весам (1964 г.) было введено и новое атомное время. Новый эталон выражается десятизначным числом (в герцах); это цифровое значение отнесено на единицу эфемеридного времени. XIII Генеральная конференция по мерам и весам (1968 г.) утвердила числовые значения, получаемые на цезиевых часах; атомное время было отнесено к Международной системе единиц (СИ). Подробности мы здесь затрагивать не будем, на эту тему написана отличная статья /175/, из которой я заимствовал некоторые факты.

Новый атомный масштаб имеет значение главным образом для особо точных измерений, производимых физиками и электротехниками. Астрономы, навигаторы и др. продолжают использовать вполне их удовлетворяющую эфемеридную секунду. Однако представляется возможным использовать высокую точность атомного стандарта и в

эфемеридном времени (выравнивая иногда возникающее расхождение).

Как же обстоит дело с геологическим измерением времени? Британская комиссия во главе с Джорджем считала вопрос о выборе эфемеридного или атомного времени столь существенным, что потребовала решения Международного союза геологических наук (IUGS) – какой именно стандарт должен быть положен в основу геохронологической шкалы. Полезно представить себе, о каком порядке величин при этом идет речь. Допустим, что атомные часы за 300 лет дают отклонение на 1 с. Суммируя отклонения (как отставания, так и опережения) в ходе атомных часов, в этом самом неблагоприятном случае получим для всего фанерозоя (~ 600 млн. лет) разницу максимум в 2 000 000 с, что соответствует приблизительно 23 дням!

Такая разница во времени во много миллионов раз меньше, чем различия, получаемые при определениях возраста радиометрическими методами! Даже крупнейший фантаст вряд ли сможет предположить, что радиометрия когда-либо достигнет при измерениях геологического времени столь высокой точности, при которой названная величина будет играть какую-то роль. Масштаб всегда должен соответствовать порядку величины объекта, подлежащего измерению. То, что имеет значение для физических прецизионных измерений, совершенно несущественно для тех масштабов, которыми оперирует геология.

Мнимой точностью представляется мне и то, что в качестве нулевой отметки геохронологической шкалы британская комиссия рекомендовала избрать год 1950. Лоусон в качестве отправного момента принимал никому не ведомый год консолидации земной коры, а Ван Хинте – 1 год н. э. При этом следовало бы еще указать, какой из календарей принят – юлианский или грегорианский. Одно это даст разницу в несколько дней!

Впрочем, Ван Хинте предопределил какое-либо другое решение: если атомное время самое современное и самое точное, оно должно быть использовано и в геологии! Пусть Международный союз геологических наук, если он считает это правильным, примет соответствующее решение; но ведь смысла в этом никакого нет.

ХРОНОЛОГИЯ (БИОХРОНОЛОГИЯ, ГЕОХРОНОЛОГИЯ)

С моей точки зрения, которую я и попытался обосновать в ходе предшествующего изложения, между физическим *измерением* времени и историческим *расчленением* времени имеется существенное различие. При измерении времени используют "голый", неспецифический масштаб с равными временными интервалами, который прилагается к определенной последовательности событий, как бы извне. При расчленении времени, напротив, используется специфический масштаб, заимствуемый из реального исторического содержания времени. При этом

пытаются найти естественные границы отдельных исторических этапов (независимо от абсолютной продолжительности последних).

Физическое измерение времени (в основном радиометрию) мы называли *хронометрией* и выделили его из собственно стратиграфии. Хронометрия имеет с хронологией (т. е. с собственно расчленением времени) и стратиграфией столь же мало общего, как, например, метрическая система веса с природой и вещественным составом взвешиваемых материалов. К тому же радиометрия не дает нам ни тех точных и надежных значений, которые необходимы стратиграфии, ни маркирующих опорных точек, которые позволяли бы просто "считывать" возраст и переводить эти значения в горизонтальную плоскость для параллелизации. Положение вещей в области геологии совершенно аналогично положению в любой исторической дисциплине, например истории человеческого общества. Под *хронологией* везде понимают не исчисление времени годами и столетиями, а расчленение, вытекающее из самого содержания исторического процесса.

Иные интерпретации понятий

Предпринятое здесь разграничение неоднократно проводилось и раньше, но, как и вообще в стратиграфии, в этом вопросе также царит языковая и терминологическая путаница. В статье 25 стратиграфической номенклатуры американской комиссии /6/, опубликованной почти одновременно с подготовленным этой же комиссией кодексом /5/, Белл и др. рекомендовали применять радиометрическую временную шкалу, которая, по их мнению, только и представляет *хронологию*. Они считают, что физические методы впервые открыли возможность точного хронологического расчленения в геологии. Предложенная ими временная шкала — это оценивается как положительный момент — будто бы совершенно независима от геологического членения времени, базирующегося на исторической основе; ее составные части — года — интерпретируются как истинно хронологические, или временные, единицы.

И, напротив, расчленение на эры, периоды и т. п., которые ранее назывались временными единицами, рекомендуется обозначать как *геохронологию*. В будущем геохронологические единицы могли бы быть упрощены или вообще упразднены.

И то и другое, как я считаю, наверно и неприемлемо. Противопоставление хронологии и геохронологии создает впечатление, что последняя составляет частный случай хронологии. Это в общем справедливо, но только не по отношению к "хронологии", основывающейся на радиометрии, которая не заслуживает этого названия и которую, как мы полагаем, лучше именовать хронометрией.

Уточнение разграничения геохронологических единиц во многих случаях, несомненно, возможно, но, конечно, не радиометрическими

средствами, т. е. не подгоняя эти границы под какие-то исчисляемые годами цифровые значения. Ниже (стр. 98) мы приводим примеры того, что уже сейчас можно четко определить границы эр, периодов и их стратиграфических эквивалентов при помощи зон, точность и воспроизводимость определений при этом не оставляют желать лучшего. Мне представляется немислимым, чтобы геохронологические или соответствующие им стратиграфические единицы когда-нибудь могли быть упразднены. Ведь именно они обеспечивают столь необходимый принцип иерархического расчленения, без которого в стратиграфии так же не обойтись, как и в систематике животного и растительного мира, подразделяемого на виды, роды, семейства и классы.

Иные сопоставления и системы обозначений мы находим в "Рекомендациях" стратиграфической комиссии Лондонского геологического общества /162/. В них приведена хронологическая шкала с равными интервалами, исчисляемыми годами и в соответствии с предложениями Викмана (стр. 27) единицами в 10^3 , 10^6 до 10^9 лет. В этой временной, вернее просто цифровой таблице породы можно разместить соответственно их возрасту, определенному радиометрическими методами. И этот способ оперирования гольми цифровыми значениями именуют *геохронологическим!* Ему в "Рекомендациях" противопоставляется "Standard Stratigraphical Scale" ("Стандартная стратиграфическая шкала"), состоящая из двух различных рядов понятий: "Chronometric Standard Terms" ("Хронометрические стандартные термины" — "эра", "период", "эпоха" и т. д.) и "Stratometric Standard Terms" ("Стратометрические стандартные термины" — "система", "ярус", "хронозона"). Перечисленные здесь единицы имеют самую различную продолжительность — они отражают только относительный возраст отрезков времени или частей разреза, границы которых на типовых разрезах установлены по "маркирующим точкам" ("marker points").

Понятие *геохронология* здесь применяется в смысле, значительно отклоняющемся от общепринятого. Оно перенесено на то, что в ст. 25 стратиграфической номенклатуры американской комиссии именуется *хронологией*, а то, что там названо *геохронологией*, в британских "Рекомендациях" именуется шкалой *хронометрических* понятий. Такие смысловые смешения не очень удачны, кроме того, хронометрию легко спутать с *хронометрией*, являющейся как раз тем, что в британских "Рекомендациях" соответствует *геохронологии*. Вопрос о привязке к типовым разрезам стратометрических единиц будет специально рассмотрен позже.

Позицию стратиграфической комиссии Лондонского геологического общества, которая в общих чертах уже очерчена в вышедшем в

свет в 1967 г. "Report", критически проанализировал Хедберг /58/. Особенно возражал он против обозначения "Stratometric Standard Scale", так как "stratometric" является, по его мнению, каждая разновидность стратиграфических единиц. Это возражение справедливо лишь при наличии нескольких разновидностей стратиграфических единиц (литостратиграфических, биостратиграфических, хроностратиграфических и т. п.). Но на мой взгляд, их не должно быть; я предпочитаю говорить о единственной, всеобъемлющей стратиграфии. То, что принято британским "Кодексом", по мнению Хедберга, согласуется со "Standard chronostratigraphic scale" Международной подкомиссии. Любопытно, однако, что понятие "хроностратиграфические единицы" в британском кодексе вообще не применяется, и Хедберг удивленно задает вопрос "Why not?" У меня создается впечатление, что абсолютно излишняя конструкция "хроностратиграфии" все чаще и чаще встречает отрицательное отношение как в Северной Америке, так и прежде всего во внеамериканских странах, что Хедбергом игнорируется.

Впрочем, примечательно, что хронометрическая временная шкала, именуемая геохронологической в британских "Рекомендациях", играет в общем лишь платоническую роль. Никто ее не применяет. При расчленении и проведении границ на примерах многочисленных разрезов палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений всегда используется только *биостратиграфический* метод.

С совершенно иной интерпретацией понятий выступили Симон и Липпoldt /158/. "Геохронология", по их мнению, — сводное понятие, объединяющее три дисциплины: стратиграфию, хронометрию и хронографию. *Стратиграфия* основана на геолого-палеонтологических методах; она поставляет "разрезы — хронику прошедшего геологического времени". *Хронометрия* — измерение времени (или радиометрия, применяющая физические и химические методы). *Хронография*, наконец, использует астрономические и геологические методы для интерпретации "слоев как показателей периодичности времени".

Об объеме и толковании этих понятий, поскольку они не явно абсурдны, спорить в общем не имеет смысла. Однако стремление во возможности к однозначному толкованию терминов не позволяет вкладывать в них новый смысл. Я склоняюсь к тому, что геохронология следует рассматривать не как "надстратиграфическое" понятие, а как часть стратиграфии. В остальном же я полностью согласен с этими авторами в том, что геологическое временное расчленение и состав пород отдельных временных единиц резко не отделимы, хотя логически они, естественно, представляют собой нечто различное. Вместе с тем я не считаю необходимым, на что уже не раз указы-

вал, сохранять самостоятельные ряды понятий для категорий с временным и стратиграфическим акцентами. Это избавит нас от дальнейших бесплодных дискуссий о том, относить ли зону к области геохронологии, биостратиграфии или хроностратиграфии, а "акрозону" — к хронологии или к "хроностратиграфии", или о том, не являются ли эпохи понятиями более высокого ранга, нежели периоды, и т. п. Нужно избегать всего того, что не абсолютно необходимо, что не освещает путь к познанию, а уводит его в сторону.

С этих позиций нововведенное понятие *хронография* (не хроностратиграфия!) представляется мне излишним. Под ним понимаются осадки, а также и организмы, являющиеся своего рода "летописцами". Они регистрируют годы не только количественно (по числу лет), но и качественно (по характеру), так что удается проследить связь между различными разрезами или индивидуумами. Авторы имеют в виду "календарь" ленточных глин для послеледникового времени, кривую радиации для ледникового периода, но также и дендохронологию, которая позволяет производить определения возраста и вести отсчет лет по годичным кольцам деревьев.

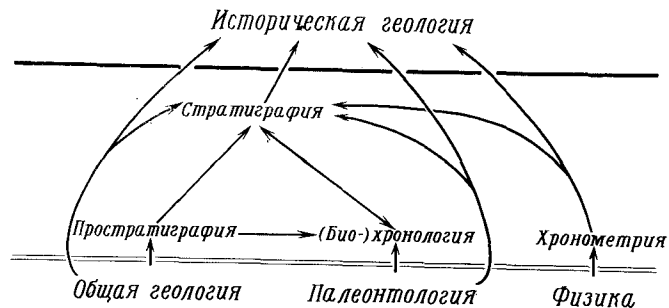
Не следует забывать и о том, что в геологической истории Земли нередки примеры осадочных пород с тонкой ритмичной слоистостью, которую с большей или меньшей вероятностью удается интерпретировать как годичную. Годичные кольца или зоны прироста наблюдаются и на древних ископаемых деревьях, у кораллов, моллюсков и брахиопод. Приведенные нами "хронографические" примеры иллюстрируют не тот факт, что существуют "регистраторы" лет, а тот, что они позволяют вести летоисчисление только в недавнем прошлом, непосредственно примыкающем к современности. Более древние осадки с проблематичной годичной слоистостью, по которой отсчитываются сотни или тысячи лет, но которые не могут быть привязаны к фиксированным исходным точкам, никакой ценности для хронологии и стратиграфии не представляют (хотя в другом отношении они и могут оказываться ценными).

Наконец, нельзя забывать и о том, что в конечном итоге *все* слои несут на себе отпечатки периодичности процессов, обусловленных теллурическими или внетеллурическими причинами. Так что речь должна идти, как мне кажется, в основном о постепенных изменениях. А для немногих особых случаев выделять специальную "хронографическую" категорию не имеет смысла.

Но все это субъективные оценки, о которых можно иметь разное мнение. Мои собственные представления об объеме понятий в стратиграфии и о взаимодействии используемых этой наукой методов изображены на фиг. 1. В соответствии с этой схемой основу страти-

графии составляют три фундаментальные науки: 1) общая геология, обеспечивающая нас прежде всего "простратиграфией" (в смысле литостратиграфии); 2) палеонтология, необходимая главным образом для хронологии, и 3) физика, которой мы обязаны разработкой хронометрии.

Стратиграфия и хронология тесно взаимосвязаны (см. на фиг. 1 связующую эти науки обоюдоострую стрелку). Простратиграфия является не только основой стратиграфии, но и одной из важнейших составляющих хронологии.



Ф и г. 1. Положение стратиграфии в рамках наук о Земле и методы, заимствуемые ею из общей геологии, палеонтологии и физики.
 Подробности см. в тексте.

Собственно стратиграфию, по-моему, нельзя приравнивать к исторической геологии, хотя их нередко считают идентичными. Стратиграфия — всего лишь часть, первая ступень исторической геологии, на которой возводится ее хронологический каркас. Затем этот каркас, обрастающий данными литогенеза, седиментологии, палеогеографии, палеоклиматологии, тектоники, магматизма, вулканологии, палеонтологии и т. д., превращается во всеобъемлющую полноценную историю Земли, животного и растительного мира.

Для лучшего восприятия нашего обзора ниже приведены синонимы понятий, в которые разные авторы вкладывают различный смысл. Термины, рядом с которыми нет ссылок на авторство или источник, являются традиционными или же утверждены предыдущими сессиями Международного геологического конгресса.

Стратиграфия = биостратиграфия + хроностратиграфия /США, Межд. стратигр. подком./ — литостратиграфия /США, Межд. стратигр. подком./; зоностратиграфия /Франц./.

Стратиграфия /США, Межд. стратигр. подком./ = геологическое, петрологическое, физическое, химическое описание слоев с хронологическим акцентом.

Простратиграфия = литостратиграфия /США, Межд. стратигр. подком./; протостратиграфия /Хеннингсморэн/, *Stratigraphie descriptive* /Франц./ (описательная стратиграфия).

Хронология (био= + геохронология) = геохронология /Белл и др./; хронометрия /Англ./.

Автохронология /Рихтер/= хронология на основе групп ископаемых, эволюционно связанных между собой.

Аллохронология /Рихтер/= хронология на основе групп ископаемых, не имеющих эволюционной связи.

Хронометрия (радиометрия) = хронология /Белл и др./; геохронология /Англ./.

Протостратиграфия /Хеннингсморэн/= простратиграфия (литостратиграфия /США, Межд. стратигр. подком./) + биостратиграфия.

Хроностратиграфия /Хеннингсморэн/= литохроностратиграфия /Хеннингсморэн/ + биохроностратиграфия /Хеннингсморэн/= стратиграфия.

Хроностратиграфия /США, Межд. стратигр. подком./ = стратиграфия (+ биостратиграфия).

Хронометрия /Англ./ = хронология = геохронология /Белл и др./.

Стратометрия /Англ./ = стратиграфия (биостратиграфия + хроностратиграфия /США, Межд. стратигр. подком./).

Геохронология /Белл и др./ = хронология; не геохронология /Англ./; не геохронология /Симон и Липпольт/.

Геохронология /Англ./ = хронометрия (радиометрия); не геохронология /Белл и др./; не геохронология /Симон и Липпольт/.

Геохронология /Симон и Липпольт/ = стратиграфия + хронометрия + хронография (ad стратиграфия).

Биохронология и геохронология

Остается сказать еще несколько слов о том, почему мы основываем хронологию прежде всего на палеонтологии, т. е. определяем ее в первую очередь как биохронологию. При этом в качестве определяющих факторов рассматриваются морфология и анатомия организмов (как отражение их положения в эволюционном процессе), а не физико-химические особенности неорганических составляющих скелетов этих организмов.

Многие авторы придерживаются других взглядов, считая, что стратиграфия, включая хронологию, может и должна основываться на *тектонике!* Диастрофизмы, орогенические и эпейрогенические движения, находящие отражение в перерывах и несогласиях, обширных регрессиях и трансгрессиях, циклах осадконакопления и т. п., должны в таком случае служить критериями расчленения геологического времени. Чемберлен /21/, например, безапелляционно заявляет об этом самым названием своей работы "Diastrophism as the ultimate basis of correlation" ("Диастрофизм как главная основа корреляции").

В качестве еще одного представителя этого направления назовем Растволла /112/, который историко-геологическое расчленение на палеозой, мезозой и кайнозой признал совершенно неверным и необоснованным, назвав его "a geological disaster" ("геологической катастрофой"). Реальные геологические временные границы имеют будто бы физическую природу, и стратиграфическое расчленение должно основываться на орогенических фазах и перерывах в осадконакоплении. При его, мягко выражаясь, одностороннем взгляде Растволлу представляется сомнительным, чтобы между пермью и триасом существовала какая-либо естественная граница. Характеристика мезозоя как аммонитовой эры, по его мнению, не выдерживает никакой критики. Очевидно, Растволлу осталось неизвестным, что расчленение на палеозой, мезозой и кайнозой базируется на изучении развития животного мира и что границами между ними служат действительно поворотные рубежи в этом развитии. По его мнению, все это вообще неважно, поскольку развитие органического мира так или иначе зависит от тектонических движений и других изменений окружающей среды.

Аналогичны представления Шёненберга /146/, утверждающего, что расчленение истории Земли зиждется в конечном счете на проявившихся почти одновременно альпийских орогениях, вызывавших обширные регрессии и трансгрессии и "глобальные перерывы в осадконакоплении, создающие иллюзию переломных моментов в развитии жизни". Это представление, по крайней мере в целом, неправильно. Границы почти всех крупных стратиграфических единиц в настоящее время определяют в пределах разрезов с непрерывной последовательностью зон.

Упомянем еще Хорусицкого /67/, которому хотелось бы ввести в стратиграфию "хронодиастрофические" единицы, или процитируем Швиннера /147/: "Отсчет времени в исторической геологии основан на развитии органического мира; так сложилось случайно, и не это главное". Отсчет времени, производящийся по ископаемым остаткам, не имеет будто бы существенного значения, поскольку на большей части земной поверхности он неприменим. Эта большая часть земной поверхности включает морские акватории (70%), обширные области развития кристаллических пород и молодых дилuviальных и аллювиальных отложений, при определении возраста которых окаменелости якобы не играют роли, и, наконец, бедные ископаемыми остатками слои, расчленение которых производится в основном по характеру их пород. Таким образом, с помощью руководящих ископаемых можно было бы закартировать якобы только 1/20 поверхности Земли.

Серьезно говоря, вряд ли кому придет в голову мысль попытаться закартировать с помощью руководящих ископаемых морскую

воду, хотя сам по себе палеонтологический метод для этого приемлем. (И почему, собственно, всегда картирование считают основной задачей геологии и критерием стратиграфии?) Справедливо в заявлении Швиннера лишь то, что палеонтологически слабо охарактеризованные отложения действительно *практически* оцениваются и картируются преимущественно по литологическим данным. При этом, однако, не следует забывать, что принципиальное стратиграфическое расчленение и этих отложений должно быть произведено на палеонтологической основе. И только в криптозойских кристаллических породах, где биостратиграфический метод неприемлем, нам приходится довольствоваться другими, менее эффективными способами.

Напомним еще, что кроме *тектонно-стратиграфии* делались попытки обосновать также *вулканостратиграфию* и *магнитостратиграфию*. Следует подчеркнуть, что все эти методы не имеют ничего общего с хронологией и стратиграфией и не могут рассматриваться в качестве основы этих наук.

Безупречная, применимая на практике хронология должна удовлетворять трем условиям:

1. В качестве исходного материала необходима последовательность событий или *исторически уникальный эволюционный процесс*.
2. Отдельные события или стадии процесса должны обладать *легко распознаваемыми и идентифицируемыми признаками времени*.
3. Эти процессы или события должны характеризоваться *широким региональным распространением*, чтобы корреляции можно было осуществлять по возможности в глобальном масштабе.

Этим требованиям удовлетворяет только *филогенетическое развитие организмов*, которое является однократным и необратимым процессом¹, привязанным к определенному времени; достигнутая степень развития при этом находит видимое выражение в морфологии соответствующих форм. Широкое распространение хронологически маркированных форм позволяет сравнивать возраст отложений, находящихся в разрезах удаленных районов.

В перечисленных выше процессах неорганического мира все эти необходимые признаки отсутствуют. Следовательно, вопреки представлениям Швиннера никак нельзя считать случайным то, что геологическое летоисчисление базируется на развитии органического

¹ В связи с этим следует напомнить о совершенно справедливом замечании Видмана /194/ о том, что в наши прежние представления об *абсолютной* неповторимости развития органического мира должна быть внесена поправка. Возврат к отдельным линиям развития действительно случается, однако чрезвычайная сложность организма и условий его происхождения делает статистически почти невероятным появление двух идентичных, практически не различимых видов или родов на разных этапах геологической истории Земли, которое могло бы внести путаницу. До сих пор такие случаи не были известны. Ископаемая форма, однажды вымершая, вновь не возникает.

мира. Предпочтение, отдаваемое биохронологии, — следствие ее внутреннего превосходства. Речь идет не о различиях во мнениях, а о неоспоримом факте.

Если в качестве отметок времени предполагается использовать несогласия, уровни трансгрессий, излияния вулканической лавы или инверсии магнитного поля, возраст их сначала должен быть определен биостратиграфическим путем и затем снова установлен в других разрезах (поскольку все эти периодически возобновляющиеся явления не несут на себе определенных признаков времени). Следовательно, здесь не может быть и речи о каком-то автономном, пользующемся собственными средствами хронологическом и стратиграфическом методе. Как ни хотелось бы слышать это некоторым геологам, но основополагающим методом все же остается *биохронология*, служащая, как и *геохронология*, хронологическим каркасом для расчленения событий, происходящих в неорганическом мире. Возражение, что первичным процессом является все же неорганическая история Земли; ничего не меняет.

Важно то, что история Земли не оставила непосредственно определенных хронологических отметок, поэтому в основу хронологии должно быть положено отражение ее в истории развития органического мира.

Никто, наверное, всерьез не согласится с тем, что ассинтская (гуронская) складчатость могла явиться причиной возникновения фанерозойских организмов с твердым скелетом. Правда, по времени проявления оба эти события почти совпадают, ибо докембрийский органический мир к тому времени достиг соответствующей стадии развития. Но ведь и раньше, в позднем криптозоэе, неоднократно происходили орогенетические движения, но они не приводили к соответствующим изменениям в органическом мире. И опять-таки в данном случае нижнюю границу фанерозоя или палеозоя проводят по появлению первых трилобитов, брахиопод и т. п., а не по времени проявления ассинтской складчатости (определение которой возможно только вторично при помощи органического мира). Хронология — это прикладная палеонтология!

С другой стороны, при определенных геологических построениях, разумеется, вполне возможен и допустим перевод схемы хронологического расчленения на основе ископаемых в другую схему расчленения, более подходящую для данного случая. Например, для сравнительной тектоники какая-то определенная стадия дифференциации лопастной линии аммонитов не может служить исходным моментом при восстановлении истории *тектонических событий*. В сравнительной тектонике применяют свою систему расчленения, отличную от хронологической таблицы, применяемой в палеонтологии, и используют свои реперы, черпаемые из собственной отрасли знания; однако пер-

воначальное хронологическое расчленение производится все равно на палеонтологической основе.

Относительное соответствие получаемых результатов

Как нет света без тени, так, естественно, не может не быть и недостатков у хронологии, построенной на биологической основе. Прежде всего нужно согласиться с тем, что развитие органического мира не дает нам цифровых хронологических данных. Правда, Холдейн /41/ попытался на основании изучения филогенеза получить числовые значения скорости эволюции и ввел для этого специальные единицы: дарвины, миллидарвины, килодарвины, мегадарвины. Однако амплитуда колебаний этих значений и фактор неопределенности оказались, как видно, слишком большими для получения на этой основе числовых значений, которые можно было бы использовать в хронологии. Так же и единица "бубнов" (В), введенная Фишером /33/ для измерения скорости геологических процессов, относится к столь изменчивым процессам, которые очень трудно оценить количественно¹. Нам следует понять, что точность, достигаемую в модели физического и биологического экспериментов, не удастся перенести на историческое развитие Земли и ее органического мира, и нашим усилиям получить более точный математический способ выражения поставлен предел.

Так, например, можно было бы принять определенный порядок величин для оценки временной продолжительности зон — этих самых мелких биохронологических — биостратиграфических единиц, однако это удалось бы сделать только на основании грубой статистической оценки измерений времени физическими методами. Зоны, несомненно, характеризуются различной длительностью и не несут в себе никакой меры времени (например, в виде допускающей расчленение ритмичности). Однако хронология этим не занимается; ее задача — расчленение времени на исторические единицы различной продолжительности, даже в тех случаях, когда есть полная возможность расчленять его просто на годы (история человеческого общества, доисторический период).

Более важным представляется то обстоятельство, что у биохронологии есть определенные ограничения в отношении сферы применения получаемых ею результатов, т. е. в отношении их релевантности. Это роднит биохронологию со всеми другими хронологиями.

¹ Например, мощность слоя осадков, отлагающихся за год, варьирует от нескольких десятков до 100 тыс. В ($V = 1 \mu / \text{год}$), тогда как, по Рихтер-Бернбургу /121,122/, мощность годовых солевых слоев цехштейна достигает 10 см. Годичный прирост скелетов животных организмов и растений колеблется, по Фишеру, между 3 и 90 тыс. В. Вряд ли эти числовые величины могут служить отправными точками для хронологии и стратиграфии.

Эпохи культур в истории Западной Европы, естественно, имеют значение только для расчленения западноевропейской истории и ничего не значат для расчленения иной истории на других континентах. Расчленение на древние века, средневековье и новое время, деление истории по правящим династиям, эпохам Реформации, Французской революции, изобретению книгопечатания неприменимы для истории Африки или Австралии с их совершенно другими поворотными пунктами исторического процесса.

Весьма важно, что эти различные принципы расчленения могут быть приведены как бы к общему знаменателю, т. е. позволяют установить взаимосвязи между ними. Благодаря таким связующим линиям различные схемы расчленения удается коррелировать, сопоставлять и применять, а вернее, просто подчинять какой-то принятой стандартной схеме расчленения, считающейся основной.

Расчленение по аммонитам имеет решающее значение прежде всего только применительно к толщам, содержащим остатки этих организмов; к континентальным отложениям оно неприменимо. Однако если речь идет лишь о небольших включениях континентальных отложений в толщах пород преимущественно морского происхождения, параллелизация облегчается наличием переходов и перекрывающих и подстилающих палеонтологически охарактеризованных горизонтов. Параллелизация тем труднее, чем больше объем и горизонтальная протяженность этих фациально инородных включений, т. е. чем более пространственно разобщены фиксированные во времени точки.

С особой остротой эта проблема встает при расчленении весьма мощных толщ осадочных отложений систем Гондвана (Индия) и Карру (Южная Африка), формировавшихся, начиная с позднего карбона и частично еще в мелу, почти целиком в континентальных условиях. Никаких аналогий с Европой провести не удастся: здесь совершенно неприменимы группы организмов, используемых для расчленения морских эквивалентов этих отложений в Европе; совершенно отличным является и растительный мир. В рассматриваемых странах южного полушария существует предубежденность в отношении применения European Standard (европейского стандарта) — классических схем хронологического и стратиграфического расчленения, которые якобы ничем не лучше схем, применяемых в других странах мира. От традиционных понятий следует отказаться — они якобы лишь реликты истории геологии. Я же, напротив, полагаю, что основанный на этих "реликтах" приоритет должен сохранять свои права.

Важнее, однако, тот факт, что Европа с ее преимущественно морскими отложениями и богатой геологической историей располагала гораздо большими возможностями для разработки детальной стратиграфической классификации. По-видимому, не случайно, что именно западноевропейская юра с ее обилием остатков ископаемых по-

служила исходным пунктом для создания современной стратиграфии (У. Смит). В хронологии всегда отдается предпочтение морским пелагическим формам; для расчленения паралических отложений верхнего карбона в Западной Европе используют не широко распространенные наземные растения, а гониатиты морских ингрессий. Национального соперничества в этом вопросе (как и в вопросе о бессмысленных типовых разрезах) не должно быть. Никто не упрекает южноафриканских и австралийских стратиграфов в том, что их страны имели преимущественно неморскую геологическую историю.

Нужна ли собственная иерархия понятий?

В таких случаях противоположного фациального развития нужно различать временные понятия, т. е. отделять хронологию от стратиграфического содержания хронологических единиц. Хронологическая единица является здесь объединяющим звеном между различными типами фациального развития. Однако даже и в этих случаях хронология не нуждается, как мне кажется, в собственной иерархической системе понятий.

Ранее я уже отмечал /139/, что такие понятия, как триас, мел и т. д., мы можем (без всяких дополнительных определений) использовать в двойном, т. е. в хронологическом и стратиграфическом, смысле, совершенно не опасаясь путаницы. Если это уж так необходимо, можно добавлять одно общее для всех подразделений понятие — время. Понятия триасовое время, позднедевонское время или время *Manticoceras* позволяют столь же однозначно выразить, что под ними подразумевается, как и понятия триасовый период, позднедевонская эпоха, век *Manticoceras* или адорфский век.

Следует добавить, что приведенные здесь понятия отнюдь не "канонические", они ничего не характеризуют; разные исследователи вкладывают в них различный смысл. Например, спорили о том, не лучше ли поменять местами понятия период и эпоха. Люттиг /89/ недавно внес предложение заменить понятие "век" (нем. Alter, англ. age — временной эквивалент стратиграфического понятия *эрус*) хронологическим понятием интервал, а понятие зональное время (нем. — Zonen-Zeit) — понятием геозона. Я не могу сказать, что все эти нововведения особенно удачны. Так, интервал (кстати, между какими временными точками?) — общее, неспецифическое понятие, которое или не подходит ни к одной временной единице, или подходит к каждой. Название "геозона" имеет скорее геолого-стратиграфический, нежели хронологический смысл; кроме того, это синоним понятия фаза, утвержденного Парижским конгрессом /115/, и понятия *хрон* английского кодекса /36/. Вся точность, к которой стремится хронологическая иерархия, — кажущаяся и лишь затрудняет взаимопонимание стратиграфов.

Хронология и стратиграфия тесно взаимосвязаны и являются в конечном итоге всего лишь различными вариантами одного и того же материального комплекса. Во-первых, они определяют (причем прежде всего) время, базирующееся на породах и заключенных в них фаунистических остатках, а во-вторых, — породы, отнесенные к тому или иному времени. Выражение "гониатиты обитали в девоне" — всего лишь другая форма выражения того, что "в девонских отложениях обнаружены раковины гоноатитов". Здесь налицо взаимопредопределение понятий (причем ни то, ни другое не обладает большей информативностью). Аналогичную формулировку мы находим у Данбара и Роджерса /29/.

ЗОНА

Бесконечные дискуссии велись и о понятии *зона*: следует придавать ей хронологическое значение или стратиграфический смысл? В соответствии со своими теперешними взглядами я считаю это пустой тратой времени и резко осуждаю себя за то, что некогда принимал участие в столь бесплодных дискуссиях.

Определения

Прежде всего следует констатировать, что *зона* — старое, прочно укоренившееся в геологии понятие. Для выявления его первоначального смысла я предпочитаю не обращаться к новому международному словарю Вебстера, как это делает Хедберг /49/, а сослаться на первые применения понятия.

Д'Орбиньи (1851, 1852) и Ошель (1856–1858), вероятно, первыми последовательно употребляли понятие *зона*, причем именно применительно к *палеонтологически охарактеризованным* единицам. Это важно. Считали ли они свою зону только хронологической единицей или же хронологически маркированной серией пород — на этот вопрос нам вряд ли удастся получить однозначный ответ. Некоторые из их высказываний можно толковать как в том, так и в другом смысле. Возможно, они вообще об этом не думали и не трогали времени на такую казуистику.

Позднее сессия Международного геологического конгресса в Париже определила зону как самую мелкую, элементарную (био-) *стратиграфическую* единицу, подчиненную ярусу (франц. *étage*) /115/. Смысл решений конгресса заключается в обязательности их исполнения — они запрещают произвольное использование стратиграфической номенклатуры. Конечно, неправильные решения могут быть оспорены, а иногда и отменены. Но сейчас речь идет не о "правильном" или "неправильном", а о законном решении вопроса, оставшемся до того времени открытым. Для меня это решение более авто-

ритетно, нежели определение зоны в словаре Вебстера как "a belt, layer, or series of layers of rock... characterized by some particular property, action, or content" ("пояс, слой или ряд слоев пород, характеризующийся какими-то специфическими свойствами, действием или содержанием"; цитируется по Хедбергу /49/).

Ссылаясь на это определение, американская комиссия по стратиграфической номенклатуре, а также Международная подкомиссия выводят из понятия *зона* его специфический смысл и низводят его до лишнего всякого содержания общеупотребительного термина; говорят о вулканических, минерализованных, морских, нефтеносных зонах, а также о зонах выветривания, сбросов и т. п. "Zone is a simple and handy term for this general use" ("Зона — простой и удобный термин общего пользования"; Хедберг /49/). Возможно, что в этом понимании "зоны" и являются "handy terms" ("удобными терминами"), но только это уже не *стратиграфические понятия* (точно так же, как морские глубоководные зоны, опасные зоны, зоны оккупации, зоны раздражимости и т. п., где это наименование употребляется в совершенно иных контекстах). Комиссия по стратиграфической номенклатуре не вправе пренебрегать традициями и игнорировать решения предыдущих сессий Международного геологического конгресса.

Не может быть одобрено и произвольное "растяжение" биостратиграфической зоны. Охватывающая весь мезозой "reptile assemblage zone" или равная ей по масштабам "range zone of the ammonites" /4/ не имеют никакого стратиграфического смысла, если только не воспринимать зону в качестве эквивалента "эратемы". Между прочим, "зона" здесь употребляется, видимо, как раз в хронологическом значении, поскольку она охватывает даже те мезозойские отложения или области их развития, в которых в силу определенных условий рептилий (или аммонитов) не было!

Весьма затрудняет взаимопонимание обилие наименований, изобретенных для обозначения якобы особых случаев зон. Для обоснования выделения зон используются, с одной стороны, относительные, но резко выраженные различия, с другой — выделение зон базируется на абстрактных определениях (для которых конкретных случаев не существует). Не принимая изощренных делений на биостратиграфические, хроностратиграфические и стратомерические зоны, я склонен толковать зону в ее общепринятом смысле как *самую меньшую хронологическую-стратиграфическую единицу, которую можно выделить и применить*. Тем самым подразумевается, что зона должна быть не только распознаваема и доказуема в пределах одного ограниченного района или в одном-единственном типовом разрезе, но и при региональных корреляциях (наличие лишь одного локального местонахождения ничего не дает для построения стратиграфической картины в

целом). С другой стороны, подразумевается и то, что мы располагаем какими-то определенными методами перенесения полученных данных на другие разрезы, т. е. методами достаточно точной временной параллелизации соответствующих стратиграфических единиц.

Однако на современной стадии развития науки единственную надежную основу корреляции нам представляет развитие органического мира, и органические остатки с самого начала рассматривались в качестве признаков зоны. Встретив дважды (например, в Западной Европе и Южной Америке) толщи пород, охарактеризованные одинаковыми или близкими комплексами ископаемых остатков, прежде всего можно сделать лишь вывод, что эти толщи равноценны (*гомотаксальны* в смысле Гексли /71/), но не обязательно одновозрастны. Если, однако, соответствующие комплексы ископаемых фауны или флоры встречаются и в других областях без изменения и никаких несоответствий или инверсий зон, выделенных на основании этих комплексов, не наблюдается, это следует рассматривать как доказательство их *практической одновременности*¹ (конечно, не в масштабах атомных секунд, дней или месяцев, а в масштабах величин, которыми измеряется геологическое время). Пусть миграция и географическое расселение организмов требовали несколько сотен или тысяч лет — эти сроки еще вполне подпадают под понятие "геологическая одновременность".

Все это хорошо известно, и нет необходимости вновь и вновь напоминать, что палеонтологические критерии, служащие для разграничения стратиграфических единиц, вряд ли могут дать временные границы в самом узком смысле этого слова. Поскольку такого рода границы, как считает Хорнибрук /66/, лишь приблизительно синхронны, вместо них с целью устранения ошибок следует ввести более реалистичное понятие *буферных зон*. Неясно, однако, почему буферные зоны, базирующиеся на ошибках неизвестной величины, более реалистичны и более синхронны, чем применявшиеся до сих пор границы (за которыми каждый стратиграф признает определенный предел погрешности). Зачем же мучиться, определяя в типовых разрезах стратиграфические границы на основании окаменелостей, если эти границы все равно нельзя точно проследить и выявить в других разрезах? Естественно, что не все границы установлены безупречно точно и не все "руководящие ископаемые" оправдывают наши ожидания, как в части широты распространения, так и кратковременности

¹ Это старый аргумент, выдвигавшийся, как я обнаружил, еще Бленфордом /16/ и сохраняющий свое значение до настоящего времени. Соответствие или близкое сходство комплексов пелагических организмов в ныне разобщенных, но некогда связанных между собой областях указывает на почти полную синхронность зон и их границ. Если бы миграция отнимала много времени, то должны были бы иметь место инверсии морских фаун (при этом, естественно, следует исключать осцилляцию ископаемых организмов различных фаций).

существования. Однако биостратиграфический метод дает возможность выявлять и устранять эти ошибки, что свидетельствует о его *принципиальной приемлемости*.

Фаунистические комплексы, используемые при разработке хронологии и стратиграфии, могут быть, а могут и не быть филогенетически связанными, на основании чего Р. и Э. Рихтеры /120/ различают *авто- и аллохронологию*. В качестве наиболее надежной основы хронологии и последовательности зон обычно рассматривают цепь видов, отдельные члены которой принадлежат непрерывному эволюционному ряду (на этом основана автохронология).

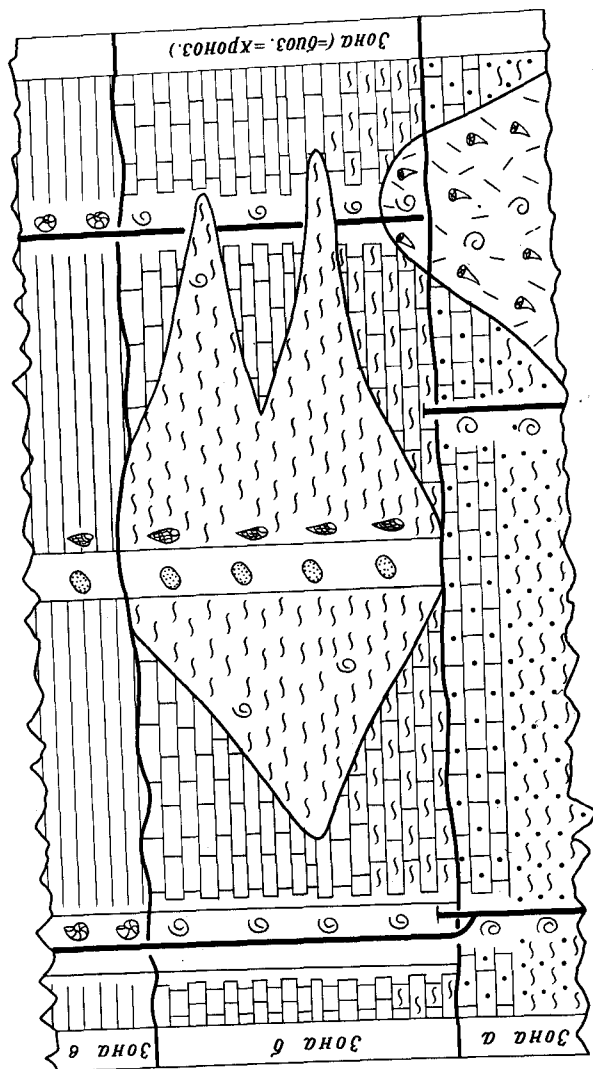
Но и здесь неизбежны неточности. Предковый вид не всегда угасает с появлением потомка, в котором он как бы полностью растворяется. Зачастую дочерний вид ответвляется от исходного так, что оба они продолжают совместно существовать еще в течение какого-то времени. В результате теоретическое представление о хронологически точной смене одного вида другим теряет силу и этим вызвана необходимость введения понятий буферных зон. Последние действительно фигурируют в концепции конкурентно-ранговых зон (подразделяемых на общие и местные).

Р. и Э. Рихтеры, производя свое описанное выше разграничение, не внесли никаких предложений относительно обозначения зон, и, как мне кажется, все эти утонченные формулировки только усложняют проблему, ничего не давая практике. Ведь стратиграфическое исследование — не получение математического выражения, определяемого с точностью до *n*-знака!

Анализ одной модели

Для большей ясности рассмотрим модель разреза, изображенную на фиг. 2, которая включает: верхнюю часть нижней зоны *a*, над ней зону *b* и, наконец, нижнюю часть зоны *v*, которые охарактеризованы комплексами форм трех различных видов аммонитов (*a*, *b*, *v*). Если зоны выделить только по этим рядам аммонитов, то речь идет о ранговых зонах (акрозонах), а если мы далее предположим, что путем сопоставления с другими разрезами нам удалось точно определить действительную продолжительность существования отдельных видов или родов, то это будут общие ранговые зоны. В противном случае можно говорить только о местных или общих частично-ранговых зонах. Если на каком-то небольшом по времени пограничном участке интервалы распространения аммонитов *a* и *b* "перекрываются", тогда, строго говоря, следовало бы выделить конкурентно-ранговую зону.

В случае если в сообществе с этими аммонитами выступают и другие узко распространенные виды, имеющие стратиграфическое значение, ранговая зона превращается в комплексную зону (ценозо-



Ф и г. 2. Схематический разрез пород и его стратиграфическая интерпретация. Подробности см. в тексте.

ну). Хотя выделяют такую зону на основании нескольких видов, называют ее по одному из них. На нашей схеме наряду с аммонитами (жирные линии) показаны два ряда видов других групп (тонкие линии).

Пусть в разрезе по горизонтали выражена смена фаций: известняки с аммонитами замещаются глинами. В глинах в силу значительно изменившихся во время их образования экологических условий аммониты уже не являются руководящими ископаемыми; лишь в зоне перехода к фации цефалоподовых известняков мы встречаем единичные экземпляры этих моллюсков. Глины либо полностью лишены остатков ископаемых организмов, либо заключают группы (например, остракоды и брахиоподы), которые в ряде разрезов известняков встречаются в ассоциации с аммонитами.

Прежде чем продолжить разбор нашей модели, следует рассмотреть встречающиеся в современной стратиграфической литературе представления, оценки и способы обозначения, весьма сложные и противоречивые. В 1941 г. Хедберг /45/ требовал от стратиграфической классификации четкого разграничения на *биостратиграфические* и *хроностратиграфические* единицы. Основную биостратиграфическую единицу составляет *зона* (биозона или фаунистическая зона), определяемая как комплекс слоев, отложившихся за время жизни одного вида или фаунистического сообщества. По мнению Хедберга, зона не носит геохронологического характера и потому не играет никакой роли в хроностратиграфическом расчленении. В качестве наименьшей единицы хроностратиграфической иерархии ниже яруса он считал подъярус (*Unterstufe, substage*). Это представление нашло отражение в отчете Международной стратиграфической подкомиссии за 1961 г. /52/. Позже, в 1966 г., Хедберг /55/ возвел в хроностратиграфический ранг выделенную Хеннигсмомом *хронозону*, поместив ее ниже яруса.

Стало быть, биостратиграфическая зона целиком превращена в хроностратиграфическую? По мнению Сильвестера-Бредли /164/, весьма важно, подразумевается ли при этом под биозоной комплексная зона или ценозона нескольких видов или акрозона одного вида. В первом случае она остается биостратиграфической зоной, а во втором — превращается в хроностратиграфическую единицу в понимании Хедберга. Напротив, в соответствии с английскими рекомендациями /162/ обе зоны, как комплексная, так и ранговая (акрозона), относятся в качестве *стандартных хронозон* к стратомерической категории в рамках стандартной стратиграфической шкалы.

В отличие от Хедберга Сильвестер-Бредли предлагает использовать понятие *хронозона* в качестве хронологической единицы (подобно тому как Итон в 1941 г. хотел использовать в качестве чисто временного подразделения даже ярус). Хронозона в такой интер-

претации попадает в ряд хронометрических единиц английской схемы. Эти единицы составляют то, что обычно именуют общей хронологией или просто био- или геохронологией (которая в корне отличается от английской геохронологии). Понятие *хронозона* совпадает с тем, что сессией Международного геологического конгресса в Лондоне (1881 г.) было названо *моментом*, сессией в Париже (1900 г.) – *фазой*, Джукс-Брауном (1903 г.) – *секундой*, в английской номенклатуре 1967 г. – *хроном*, Люттигом 1891 – *геозоной*. Для толщи пород хронозоны Сильвестер-Бредли /164/, напротив, предлагает новое обозначение *стратозона*, соответствующее стандартной хронозоне английской стратометрической шкалы. Это относится также к понятию *хронотема*, которое Коллинз (Collins, письменное сообщение) хочет ввести для хронозоны в понимании Хедберга. Надеюсь, что я достаточно верно отразил существующее положение дел, столь запутанное, что едва ли можно дать его общую картину.

Теперь мы должны проверить, подразумеваются ли под тем, что в нашем примере названо просто "аммонитовыми зонами *a-b*", аммонитовые акрозоны или же комплексные зоны с несколькими разными видами, из которых (для сокращения наименования зон) были выбраны характерные аммониты. Именно от этого будет зависеть, воспринимать ли данные зоны как хроностратиграфические, хронологические (геохронологические или хронометрические) или биостратиграфические подразделения! Если это акрозоны, следовало бы уточнить, что аммониты *a-b* принадлежат автохронологической последовательности, и речь должна идти о *p*-зонах – подразделениях, выделенных на основании пелагических форм (в понимании Миллера, стр. 53); если же это комплексные зоны (ассоциация с гастроподами), то мы будем иметь дело со смешанной пелагически/бентонной (*p/b*) зоной.

Весь этот балласт, как я представляю, следует отбросить. Если зона в смысле биостратиграфической единицы определяется как комплекс пород, отложившихся за время жизни одного вида или фаунистического сообщества, то в этом определении уже содержится категория времени. Двухаспектность биостратиграфических единиц делает ненужным и невыполнимым строгое разделение понятий на стратиграфические и хронологические. Если ст. 36 кодекса американской комиссии /5/ гласит, что геохронологические подразделения являются "материальными единицами", то это приобретает смысл лишь с учетом существующего двойного толкования. Кроме того, поскольку хроностратиграфия основывается практически только на биостратиграфических методах (стр. 84 и дальше), она тем самым превращается в полный синоним биостратиграфии или стратиграфии.

По мнению приверженцев хроностратиграфии, сфера применимости биостратиграфической зоны распространяется только на те области, в которых встречаются ископаемые формы, давшие название данной

зоны; за пределами этой сферы зона перестает существовать. Если же в процессе манипуляции с этим понятием, т. е. в результате простой переакцентировки, биозона переименовывается в хронозону, ситуация меняется – зона приобретает временное значение и охватывает все, что происходило и за время существования других видов, но упоминающихся в названии данной зоны.

Ярусы и более крупные стратиграфические единицы – не что иное, как суммы биостратиграфических зон (таково их определение, принятое Парижской сессией Международного геологического конгресса в 1900 г., и таково мнение на этот счет подавляющего числа авторов). Но тогда само собой разумеется, что зоны не могут существенно отличаться от слагаемых ими более крупных подразделений и что, как и те, они заключают в себе повсеместно приемлемую компоненту времени. Впрочем, границы зон, подъярусов, ярусов не совпадают, так как одни авторы выделяют зоны по видам, другие – по родам, а ярусы – по семействам. Или же в основу выделения этих подразделений кладут фаунистические сообщества, которые при выделении ярусов отличаются друг от друга, возможно, несколько более резко, но не так точно идентифицируются, как при выделении зон.

Итак, я не боюсь говорить об аммонитовой *зоне b* в стратиграфо-хронологическом значении и включать в нее также толщу глин, показанную на фиг. 2. Хроностратиграфу строгих правил данная ситуация представляется следующей: на участке с отличающимися фашией и фауной зона отсутствует, а по мере возобновления нормальных фаший и фауны она появляется вновь (как по вертикали, так и по горизонтали): "... if the fauna is recurrent, the zone is recurrent" ("возобновляется фауна, возобновляется и зона") /198/. Однако при этом должны, видимо, играть роль и размеры фашиально отличающихся включений. В случае ограниченной маленькой линзы или при случайном местном отсутствии руководящей формы (или руководящей фауны) на каком-то ограниченном участке, что может быть обусловлено самыми разными причинами, нельзя сразу же говорить о выклинивании или прерывании зоны. Правда, размеры такого фашиально отклоняющегося включения точно определить по одному разрезу не удается.

Все это – искусственные затруднения, вызванные применением формальных понятий, которые не соответствуют всему многообразию природы. В отличие от охарактеризованных выше формулировок мои представления сводятся к следующему: не фашия прерывает зону, а, напротив, зона фашию. Зоны в их временном аспекте имеют всеобщее распространение и значение, а фашии, столь часто сменяющие одна другую, – лишь местное значение.

Параллелизация слоев

Если мы намереваемся объединить в одной зоне отложения различных фациальных и фаунистических областей, то тем самым, естественно, предполагается, что у нас в руках имеется средство для их достаточно точной параллелизации и включения в нормальную последовательность зон, построенную на другой основе. Возможности для этого дают фациальные переходы, смена и чередование фаций, а также наличие поддающихся стратиграфическому определению слоев в кровле и подошве фациально отличающихся пород. Таким путем удастся определить их хронологическое положение. Кроме того, иногда помогает и случайная находка зональной формы, не эндемичной для данной фации, а лишь случайно в нее попавшей.

На фиг. 2 справа показан коралловый риф, несогласно прорезающий слоистые образования аммонитовой фации. Но и в совершенно иной фации, такой, как коралловая, иногда удается найти аммонит, который позволяет произвести ее привязку к зональной схеме. И если даже точная отбивка границы зон (с точностью, например, до метра) невозможна, что значит один метр для кораллового рифа мощностью 100 м или более? Тот, кто настаивает на достижении такого рода невыполнимой точности, должен отрицать стратиграфию как таковую.

Для корреляции фациально отличающихся областей первостепенное значение приобретают, далее, иные фаунистические группы, нежели те, к которым принадлежат руководящие зональные ископаемые. Если на нашей схеме зоны *a* – *b* выделены в основном по аммонитам, то в линзе фациально иных отложений стратиграфическое значение могут иметь, возможно, только остракоды и гастроподы. Поскольку речь при этом идет именно о тех видах, единичные представители которых уже встречались в аммонитовой фации, то в случае "комплексной зоны" изменяется лишь состав фауны (правда, за счет выпадения доминирующего, дающего название зоне, члена). Если же, напротив, зоны схемы выделены исключительно по аммонитам и названные выше сопутствующие группы организмов отсутствуют, для фациально иных отложений следует стремиться к разработке *дополнительного независимого стратиграфического* расчленения по остракодам и (или) фораминиферам, гастроподам и т. п.

Широко известно, что разработка биостратиграфии может основываться на самых различных группах организмов; например, расчленение третичных отложений возможно по моллюскам, микроорганизмам, наземным млекопитающим, растительным остаткам и т. д. В общем выбирают то, что для данного случая наиболее приемлемо. Но поскольку скорость развития и быстрота реакции на какие-то

общие воздействия среды у отдельных групп организмов весьма различны, не приходится ожидать, что соответствующие поворотные пункты развития совпадут по времени. Поэтому зоны, выделенные на различной основе, различны как по объему, так и по положению своих границ.

Для того чтобы кратко отметить эти различия, я прежде говорил об *орто-* и *парахронологии* и *орто-* и *парастратиграфии* /135, 136, 132/. Под орторасчленением я понимал, исходя из опыта, наиболее широко применимое и наиболее детальное расчленение. Это, например, разработка стратиграфии девона – мела по аммоидеям. Для палеозоя особое стратиграфическое значение имели бы трилобиты и граптолиты.

Парахронологией или парастратиграфией я назвал вспомогательные схемы расчленения в фациально отличающихся областях, базирующиеся на *присущие им* группы животных и растений. Степень детализации этого расчленения меньше, чем у орторасчленения. Парарасчленение всегда следует *связывать* с орторасчленением и *подчинять* ему. Тем самым удастся избежать нетерпимого положения, когда, по словам Хедберга /46/, биостратиграфы могут выделить любое число биозон и фаунистических зон с самыми разными перекрытиями во времени – в зависимости от того, какая группа ископаемых положена в основу расчленения. Такие зоны нельзя считать и применять как равноценные.

Предложенное мною деление на орто- и парахронологию Р. и Э. Рихтеры /120/, Богш /17/ и другие авторы признали "целесообразным" и "необходимым". Аркелл /8/, напротив, пытался иронизировать над моим предложением, утверждая, что я будто бы намерен применять две различные хронологии: ортохронологию, базирующуюся на окаменелостях, имеющих хронологическое значение, и парахронологию, базирующуюся на окаменелостях, не имеющих хронологического значения.

Абсолютное разделение на "только руководящие ископаемые" и полностью независимые от них "только фациальные ископаемые" (первые из которых полностью независимы, а вторые, напротив, весьма зависимы от фаций), естественно, невозможно. Даже у таких оптимальных руководящих ископаемых, как аммониты, вертикальное и горизонтальное распространение определяется экологическими факторами, прежде всего глубиной моря и температурой. На это в последнее время неоднократно указывал, может быть, даже излишне настойчиво, Циглер /205, 206/.

Поэтому при расчленении на зоны следует опираться не только на желательные непрерывные, целостные и полные разрезы, но и на фациально однородные отложения, которые к тому же должны заключать ряд последовательных зон. Такая последовательность из не-

скольких зон, т. е. увеличение количества признаков, повышает статистическую надежность хронологических сопоставлений (отсюда отнюдь не следует, что временное, "хроностратиграфическое", значение появляется только при наличии некоего множества зон, т. е. начиная с какой-то более крупной стратиграфической единицы!). Впрочем, как подчеркнул Миллер /196/, зона приобретает свой относительный стратиграфический характер и хронологическое значение только благодаря связи с предшествующей и последующей зонами, с которыми она имеет общие границы.

Эти общие границы, проводимые исходя из фактической продолжительности существования руководящих форм, зачастую могут быть определены, причем довольно точно, только при сопоставлении нескольких разрезов по возможности значительно разобнесенных территориально областей. Предельные ошибки при этом оказываются не слишком велики. Констатируемое от места к месту различие во времени появления и исчезновения определенного вида, само собой разумеется, не может превышать естественную продолжительность существования этого вида; у аммонитов и других руководящих форм с коротким периодом жизни оно совсем невелико. И, напротив, постоянную опасность представляют попытки оценки стратиграфического положения новых видов или фауны изолированных местонахождений, исходя из уровня их относительного развития; налицо многочисленные примеры фатальных ошибочных заключений такого рода.

Недавно Миллер /197/, изучая проблему фаций и условий жизни организмов, выделил два вида зон, которые он обозначил как б- и п-зоны в зависимости от того, по каким организмам они выделены — бентонным или пелагическим. Бентоносные зоны якобы обеспечивают большую локальную детализацию, а пелагические, нектонные или планктонные формы вследствие их возможности более легкого распространения и независимости от эндемиков — большую стратиграфическую информативность на обширных площадях.

Здесь мы вынуждены остановиться, ибо рассмотрение деталей новых предложений и интерпретаций выходит за рамки нашей статьи. Ниже в виде списка я привожу лишь обозначения зон, известные мне из литературы; частично это синонимы.

Зона — Zone
 Биозона — Biozone
 Зона существования — Life-Zone
 Онтозона — Ontozone
 Видовая зона — Speies-Zone
 Родовая зона — Genus-Zone
 Голозона — Holozone
 Голобиозона — Holobiozone
 Голонтозона — Holontozone
 Зонита — Zonit
 Голозонита — Holozonit
 Фаунистическая зона — Faunenzone

Фаунизонита — Faunizonit
 Флористическая зона — Florenzone
 Флоризонита — Florizonit
 Интервал — Intervall
 Комплексная зона — Assemblage-Zone
 Ценозона — Caenozone
 Ценозонита — Caenozonit
 Тейльзона — Teilzone
 Пачка (член) — Glied
 Слой — Lager
 Горизонт — Horizont
 Мерозона — Merozone
 Меробиозона — Merobiozone
 Меронтозона — Merontozone
 Мерозонита — Merozonit
 Общая ранговая зона — Totale Range-Zone
 Местная ранговая зона — Lokale Range-Zone
 Топозона — Topozone
 Топобиозона — Topobiozone
 Топонтозона — Topontozone
 Топозонита — Topozonit
 Акрозона — Acrozone
 Общая конкурентно-ранговая зона — Totale Concurrent-Range-Zone
 Местная конкурентно-ранговая зона — Lokale Concurrent-Range-Zone
 Буферная зона — Pufferzone
 Оппельзона — Oppel-Zone
 Общая частично-ранговая зона — Totale Partial-Range-Zone
 Местная частично-ранговая зона — Lokale Partial-Range-Zone
 Последовательная ранговая зона — Consecutive Range-Zone
 Многовидовая ранговая зона — Multifossil-Range-Zone
 Акмезона — Acme-Zone
 Паракмезона — Paracme-Zone
 Эпакмезона — Epacme-Zone
 Пикзона — Peak-Zone
 Эпиболя — Epibole
 Зона расцвета — Flood-Zone
 Плетозона — Plethozone
 Ортозона — Orthozone
 Паразона — Parazone
 Биомер — Biomer
 Филозона — Phylozone
 Конкурентная филозона — Concurrent-Phylozone
 Частичная филозона — Partial-Phylozone
 Интерзона — Interzone
 Пустая зона — Barren Zone
 Биостратиграфическая зона — Biostratigraphische Zone
 Хронозона — Chronozone
 Субхронозона — Subchronozone
 Хронотема — Chronothem
 Стандартная зона — Standard-Zone
 Стандартная хронозона — Standard-Chronozone
 Стратозона — Stratozone
 Литозона — Lithozone
 Экозона — Ökozone

Промежуточная зона - Transition-Zone
 Надзона - Superzone
 Мегазона - Megazone
 Подзона - Subzone
 Зонула - Zonula
 Фаунозонула - Faunizonula
 Флорозонула - Florizonula
 Подзонула - Subzonula
 Подфаунозонула - Subfaunizonula
 Подфлорозонула - Subflorizonula
 б-зона - b-Zone
 п-зона - p-Zone
 Фаза - Phase
 Эпизод - Episode
 Хрон - Chron
 Время - Zeit
 Биохрон - Biochron
 Фаунохрон - Faunichron
 Флорохрон - Florichron
 Тейлхрон - Teilchron
 Геохрон - Geochron
 Геозона - Geozone
 Хемера - Hemere
 Момент - Moment
 Подмомент - Submoment
 Секула - Säkulum
 Момент - Instant
 Геомомент - Geo-Instant

В этом списке более 90 различных наименований, предложенных для якобы различных видов стратиграфических зон и их временных эквивалентов (опущены только "минеральные зоны", см. стр. 21). Вместе с тем в списке учтены, несомненно, далеко не все зоны, но с меня хватит и этих. Никто, как мне кажется, не одобрит эту инфляцию лишних наименований, разве что некоторые авторы - свои собственные нововведения. Это все чистая фантазмагория, не имеющая никакого теоретического или практического смысла. Мы, в конце концов, не филологи, не лингвисты, а естествоиспытатели, чьи стремления направлены, или должны быть направлены, не на словообразование, а на то, чтобы упростить и сократить существующее многообразие терминов и свести его к минимальному числу необходимых понятий.

Зона как естественная единица

Зоны и более крупные стратиграфические категории я воспринимаю как естественные единицы, поскольку они являются результатом или отражением постепенного и необратимого процесса развития органического мира /144/. Близки по направленности предложенное Палмером /106/ понятие *биомер* (жизненный сегмент) и выдвинутое Ван Хинте /61, 62/ понятие *идеальная биозона* или *филлозона*

(хотя они и связаны с другими представлениями). Но прежде всего я согласен с оценкой, в соответствии с которой стратиграфия - это естественная схема расчленения, отражающая природные явления, что вполне соответствует представлениям советских стратиграфов, обобщенным в ряде работ /85, 23, 125, 202, 204/. Значительное принципиальное согласие достигнуто прежде всего в вопросе о биостратиграфических зонах, их интерпретации и использовании. Естественный характер биостратиграфических границ недавно настойчиво подчеркивал Видман /194/.

Некоторые авторы утверждали, что наши схемы биостратиграфического расчленения - плод замаскированной катастрофистской идеологии. Я, напротив, усматриваю в зоне, вернее, в лежащих в ее основе организмах, своего рода *подвижное равновесие*, которое, по мнению Берталянди, свойственно особям, находящимся в более или менее неизменной форме, несмотря на постоянный обмен веществ. Виды в переносном смысле также можно рассматривать как стационарные или квазистационарные состояния открытых систем: в течение некоторого времени они остаются относительно неизменными по форме, несмотря на постоянную смену отдельных особей. То же самое *mutatis mutandis* (с соответствующими изменениями) относится к эволюционным единицам более высокого порядка. Осуществляющиеся в процессе эволюции сдвиги в равновесии происходят вследствие гибели и появления отдельных особей, видов, родов и т. д. На ископаемом материале отлично выражены поворотные моменты, т. е. совершенно новые тенденции развития (при этом имеются в виду отнюдь не катастрофы).

По-видимому, нет необходимости объяснять, что мы отнюдь не разделяем представления Линнея о неизменном виде (который Майр назвал "nondimensional" - "безразмерный"), т. е. не имеющем размеров в пространстве и времени. И все же для нашей стратиграфической практики, видимо, вполне допустимо считать ископаемые виды, поставленные в геологические рамки пространства и времени, как "статические" (пренебрегая тонкостями популяционной генетики).

Отказ от зоны

В некоторых кругах недавно возникла известная антипатия к традиционному понятию *зона* и его применению. Проявление такой антипатии было бы оправданным, будь она направлена против отмеченного выше бессмысленного нагромождения наименований для обозначения якобы различных зональных понятий разных стратиграфических категорий. Однако это не так. Недовольство проявляется главным образом в отношении самого понятия *зона* и его традиционного использования (прежде всего к зонам, выделяемым по планктонным микроископаемым).

Недостаток этих зон заключается якобы в том, что их определение связано с таксономией зональных ископаемых, а совершенствование таксономии потребует постоянной ревизии и переименования зон. Так будет продолжаться и в будущем, и никакой возможности для стабилизации понятия *зона* нет. Кроме того, имеется будто бы множество различных путей для комбинации зон по хронологическим признакам, которые дают окаменелости; поэтому один исследователь отдает предпочтение одним, другой – другим группам организмов, чем и объясняется существование множества различных зональных схем, подчас противоречащих одна другой.

Чтобы устранить эти затруднения, в настоящее время разрабатываются, главным образом по инициативе Хорнбрука, новые методики, видимо считающиеся совершенно новыми (см. Geol. Newsletter IUGS, 1969, pp. 199 – 207). В традиционных схемах зонального расчленения (которые можно было использовать для корреляции обширных отделенных площадей) горизонты определялись по первому и последнему появлению какого-то ископаемого. Новое предложение заключается в том, что иерархическую последовательность информативных уровней (нем. Datenflächen, англ. datum planes, datum levels), определяемых прежде всего по первому появлению какого-то вида, представляют в виде таблиц и кладут в основу корреляционных единиц, именуемых *интервалами*.

Таким образом, можно говорить об интервале между основанием *Pseudohastigerina wilcoxensis* и самым ранним появлением *Globigeraspis index*, охватывающим, следовательно, весь эоцен, или в случае общего распространения *G. index* (в смысле общей ранговой зоны, или акрозоны) – о *G. index*-интервале, соответствующем длительному промежутку времени среднего и позднего эоцена. В дополнение к ископаемым можно привлекать и множество других критериев для получения информации, закладываемой в общий кодекс данных, например, данные палеомагнитных исследований или данные о палеотемпературах (на основе $^{16}O/^{18}O$).

Новый метод имеет якобы три преимущества: 1) он позволяет избежать определения формальных единиц, называемых по данным таксономических понятий; 2) позволяет производить более детальные корреляции, поскольку кроме палеонтологической информации привлекаются также и все доступные непалеонтологические данные; 3) он объективен, естествен и не нуждается в определениях, которые надо запоминать.

Должен сознаться, что я не смог уяснить себе смысла и достоинств этого нововведения. Но насколько все же хватает моего понимания, могут быть выдвинуты следующие возражения:

1. Практически, видимо, безразлично, как именовать временные промежутки между первым и последним появлением ископаемых, ис-

пользуемых для целей расчленения, – зонами или же "информативными" интервалами ("informell" Intervalle). Впрочем, термин "интервал" уже использовался Люттигом /89/ для обозначения века (нем. Alter, англ. age) – хронологического эквивалента стратиграфического термина "ярус" (нем. Stufe, англ. stage), т. е. совсем в ином смысле.

2. Наименования видов, которые служат для получения данных и установления интервалов, зависят от таксономии и номенклатуры точно так же, как при использовании их для обозначения зон. Радикальным средством могло бы явиться лишь одно – запрещение всех дальнейших палеонтологических исследований.

3. Вполне закономерно и даже необходимо, чтобы для выделения зон использовались различные группы организмов, и именно организмов, встречающихся в разных фациальных останках. Весьма полезными при этом представляются уже обсуждавшиеся выше (стр. 52) понятия *орто-* и *парастратиграфия*. Менее точные данные, получаемые парастратиграфией, соотносятся с границами, получаемыми доминирующей ортостратиграфией, и подчиняются последним. В таком качестве они попадают в общую систему зонального расчленения и оказываются не потерянными для стратиграфии. Путем координации или субординации удастся достичь того, что многочисленные различные схемы зонального расчленения не конкурируют между собой на паритетных началах.

4. Кроме того, в рамках традиционного зонального расчленения любому исследователю не возбраняется привлекать непалеонтологические данные, если он считает, что таким образом удастся достичь большей детализации. В пределах ограниченной площади, где производится бурение, или в горном округе с помощью петрографических критериев, диаграмм Шлумбергера и т. п. удастся произвести корреляцию даже отдельных пробуренных скважинами пластов в рамках одной зоны. Но нельзя все это валить в одну кучу и называть "стратиграфией", от которой мы, выходя за пределы локального участка, требуем возможности глобального применения.

Инверсии магнитного поля Земли, может быть, и являются точными временными метками, однако последние нужно сначала определить биостратиграфическими способами. Кроме того, это создает трудности при работе с временными интервалами такой продолжительности, как эоцен, в течение которых могло произойти до 10–15 инверсий. Точно так же и хронологическое сопоставление палеомагнитных данных из разных районов возможно – если оно вообще осуществимо – лишь с помощью палеонтологических определений, поскольку сами по себе палеомагнитные данные никаких временных отметок не дают. Палеотемпературы и "абсолютные" определения возраста едва ли могут рассматриваться в качестве надежной основы стратиграфии, по крайней мере в настоящее время.

5. Мне не ясно, почему новая система датировки объективнее, естественнее и требует меньших умственных затрат, чем традиционное зональное расчленение.

В рамках Международного союза геологических наук создана "Working Group for correlation of Cretaceous and Cenozoic marine deposits" ("Рабочая группа по корреляции меловых и кайнозойских морских отложений"), которая должна свести в таблицы все данные о планктонных фораминиферах, наннопланктоне, радиоляриях и, возможно, также диатомеях, результаты определений абсолютного возраста радиометрическими методами и данные палеомагнитных исследований. Остается только с нетерпением ожидать практических результатов этого столь широко задуманного мероприятия.

ЛИТОСТРАТИГРАФИЯ

"Объективные" и "субъективные" единицы

Хедберг /49/ особенно подчеркивает, что для теории и практики стратиграфии необходимо резко разграничивать объективные факты и предлагаемые на их основе "субъективные" интерпретации (которые, возможно, лучше назвать теоретическими оценками). Многие недоразумения возникли будто бы из-за того, что не был рассмотрен разный характер стратиграфических категорий, обоснованных тем или другим способом. С таким разграничением на факты и абстракцию, само собой разумеется, нельзя не согласиться — это основной принцип любой науки.

Напротив, я не согласен с произведенным Хедбергом на этой основе расчленением на стратиграфические категории. В его графическом изображении стратиграфических методов и единиц /49/ их противопоставление все же несколько относительное, поскольку речь идет о доминантно-объективных и доминантно-субъективных главных категориях. Первая категория охватывает литостратиграфию, базирующуюся на свойствах пород, и биостратиграфию, основу которой составляют ископаемые органические остатки. Доминантно-объективными стратиграфическими считаются и методы, основанные на минеральном содержимом и электрических свойствах пород. Все эти критерии я бы отнес к литологии в широком смысле и основанным на ней литостратиграфическим "зонам".

В этой же группе оказывается и категория, основанная на радиоактивности. Не совсем, однако, ясно, что под этим подразумевается: радиоактивность пород (гамма-излучение), используемая иногда для корреляции разрезов скважин, или комплекс радиометрических определений возраста. В зависимости от того, что под этим подразумевается, я бы либо отнес эту категорию также к литостратиграфии, либо, считая ее хронометрией, вообще исключил бы из собственно стратиграфии.

Этим категориям Хедберг противопоставляет хроностратиграфию, интерпретируемую как субъективную категорию. Упомянутые им еще другие группы мы можем вообще не принимать во внимание, поскольку одна из них не относится к собственно стратиграфии, а другая является чисто условной вследствие неопределенности ее выделения на основании "other subjective characters" ("других субъективных характеристик").

Проводить такое размежевание следовало бы, как мне кажется, иначе. Единственной категорией, ограничивающейся констатациями, но не использующей их и не способной использовать в стратиграфических целях, является литостратиграфия; она классифицирует породы чисто поверхностно и осуществляет сопоставление фаций, но относить не разновозрастных слоев. Заключенные в породах окаменелости либо вообще не учитываются, либо их в качестве аксессуарных компонентов ставят на одну ступень с галькой, конкрециями и кристаллами. Временной аспект, как следует из определения этого понятия, из литостратиграфии изгнан.

Несколько больший акцент на ископаемые делается в биостратиграфии, но и здесь их значение оценивается не больше, чем минералов в следующей "стратиграфической" категории Хедберга (которую он на этой основе расчленяет на минеральные зоны). Соответствующими единицами биостратиграфии являются комплексные и ранговые зоны.

Само собой разумеется, что органические составные части отложений столь же объективны и конкретны, как и неорганические минеральные компоненты. Однако в сфере биостратиграфии исследуются не примеси органических веществ (например, нефть или аминокислоты), а имеющие определенную форму ископаемые остатки, которые, получив теоретическую оценку, составляют основу не только биостратиграфии, но и стратиграфии в целом. Конечно, палеонтологически охарактеризованные породы воплощают в себе объективные данные, но 1,5 м породы в каменоломне или скважине отнюдь не являются комплексной или ранговой зоной! Эти зональные единицы не имеют никаких "material and tangible" ("материальных и осязаемых") свойств; это — понятия, выведенные дедуктивно в результате сопоставления множества отдельных разрезов, нередко различных континентов!

В качестве преобладающе-субъективной категории Хедберг рассматривает, напротив, так называемую хроностратиграфию, играющую большую роль в классификациях американской комиссии и Международной подкомиссии. "Хроностратиграфию" можно обосновать практически только биостратиграфическими данными. Ее единственное отличие от биостратиграфии заключается в определении (хроностратиграфическим единицам он придает временной характер, а биостратиграфическим в нем отказывает). Однако это определение включает

в себе противоречие: если биостратиграфические зоны выделяются на основании продолжительности существования видов или фаунистических сообществ, следовательно, они имеют также и хронологическое значение (составляющее, как считают, монополярную привилегию хроностратиграфических единиц).

Хедберг /48/ охарактеризовал хроностратиграфические единицы как материальные образования определенной мощности и латеральной протяженности, которые можно измерять футами и метрами. Это представление, разумеется, не выдерживает критики (измерение времени в метрах?!); но даже если это так, то было бы еще менее понятным, в чем должно состоять логическое различие между объективной биостратиграфией и субъективной хроностратиграфией. Оно продиктовано только определением, в соответствии с которым границы хроностратиграфических единиц (и только их) рассматриваются как "теоретически" независимые от физических данных и как чисто "изохронные поверхности" (нем. "Zeitflächen", англ. "isochronous surfaces").

В одной из заслуживающих внимания работ Хеннингсмуэн /60/, в основном разделяя точку зрения Хедберга, высказывает и иные представления и применяет собственную весьма сложную терминологию. Рассмотрим эти представления несколько подробнее, поскольку это внесет некоторую ясность в рассматриваемый вопрос.

Хеннингсмуэн различает *протостратиграфию* и *хроностратиграфию*, которые в принципе соответствуют объективным и субъективным стратиграфическим категориям Хедберга. Это противопоставление он строит на том, что протостратиграфическое расчленение (как он его сокращенно именуется) основывается на "quality boundaries" ("качественных границах"), т. е. на *границах свойств или явлений*, а хроностратиграфическое, напротив, — на *чисто временных границах*. Каждая из этих категорий распадается на три группы единиц:

Протостратиграфия: 1) биостратиграфические,
2) смешанно-топостратиграфические,
3) литостратиграфические.

Хроностратиграфия: 1) биохроностратиграфические,
2) смешанно-хроностратиграфические,
3) изохроностратиграфические.

Хеннингсмуэн считает, что его протостратиграфия — в общем то же самое, что и предложенная мною в 1955 г. простратиграфия (стр. 63). Однако сходство это чисто словесное. Под простратиграфией я в то время понимал только литостратиграфию (которую, таким образом, следовало исключить из собственно стратиграфии); истинное ядро стратиграфии я видел и вижу в биостратиграфии.

Хеннингсмуэн, напротив, склоняется к тому, что стратиграфия в широком смысле — в соответствии с ее названием — должна интерпретироваться как наука, занимающаяся описанием слоев ("descriptive science of strata"). Следовательно, она должна охватывать также всю петрографию, седиментологию, диагенез, метаморфизм, тектоническую деформацию пород и т. д. Однако это не соответствует смысловому содержанию, которое приобрела стратиграфия в течение своей истории и которое кодифицировано решениями ранних сессий Международного геологического конгресса. Согласно этим решениям, основная задача стратиграфии — хронологическая, историческая классификация пород, преимущественно на основе данных палеонтологии.

В отношении понятия *корреляция* Хеннингсмуэн обратился к помощи словаря Вебстера, откуда он почерпнул, что это понятие "does not necessarily include the time concept" ("совершенно не обязательно включает в себя концепцию времени"). У меня нет "Вебстера" и мне неизвестно, что в нем может быть сказано, например, о "системе" или "периоде", однако для меня это ровно ничего не значит. Совершенно ясно, что специфический стратиграфический смысл из общего толкования слова извлечь невозможно, тем более когда дело касается дискуссионного понятия. Для нас совершенно неважно, что означает "период" в физике, химии, астрономии, математике, синтаксисе, истории, музыке, гинекологии и т. п. Важно только то специфическое значение, которое вложено в это понятие традициями стратиграфии и утверждено сессиями Международного геологического конгресса. Специальные стратиграфические выражения сегодня уже нельзя интерпретировать и применять по собственному усмотрению.

Особенность протостратиграфической классификации Хеннингсмуэн усматривает в том, что границы ее единиц определяются "Qualitäten" ("качествами") и событиями (будь то литостратиграфического или биостратиграфического характера). Но это *вообще свойственно стратиграфии*, для которой не представляет никакого интереса время абстрактное, лишенное всякого содержания и не связанное с конкретными данными. Решение вопроса состояло бы в введении для хроностратиграфических единиц особого "абсолютного масштаба времени", который давал бы возможность во всех разрезах устанавливать одинаковые временные интервалы и границы. Полученные значения и фиксированные временные точки должны были бы быть переносимы с исходного на все другие разрезы, где их можно было бы легко установить.

Однако такого рода самостоятельным методом "хроностратиграфии" не располагает, чего не отрицает и сам Хеннингсмуэн. Он вынужден согласиться с тем, что хронологические определения или самые надежные сопоставления слоев могут быть произведены лишь при помощи ископаемых, т. е. при использовании биостратиграфического метода. Но тогда непонятно, почему Хеннингсмуэн, блуждая

различными окольными путями, сначала отказывает биостратиграфии в хронологическом значении, а затем снова признает его за ней, вводя волшебное слово "хроностратиграфия". Что означают местные хроностратиграфические единицы, которые Хеннингсмуэн отличает от глобальных? Видимо, это просто местные неполно обоснованные биостратиграфические единицы?

Литостратиграфические формации — на этот счет существует единое мнение — не имеют временных связей и не поддаются стратиграфическим корреляциям. Но в случае, если их возраст определен при помощи руководящих ископаемых, они, как считает Хеннингсмуэн, превращаются в литохроностратические единицы. Однако временное значение этих единиц всего-навсего заимствовано; сами по себе они ничего не могут дать хроностратиграфии.

"Смешанно"-топостратические и "смешанно"-хроностратические единицы, одна граница которых базируется на палеонтологических, а другая — на литологических данных, по-видимому, не имеют практического значения. Излишними я считаю и новые понятия *автокорреляция* и *аллокорреляция*, под которыми понимают совсем не то, что понимал Рихтер /120/ под авто- и аллохронологией, но которые, видимо, должны выражать нечто подобное моему прежнему делению на орто- и парастратиграфию /132, 135/.

Наконец, я не могу согласиться с выводами, которые делает на основе своей классификации Хеннингсмуэн, как и с обилием выделенных им новых наименований для якобы различных видов зон (зонит, голозонит, мерозонит, ценозонит, голозона, меронтозона, субхронзона, интерзона и т. д. и т. п.). Все они, на мой взгляд, излишни.

Простратиграфия

Конкретную основу стратиграфии составляют физические слои палеонтологически охарактеризованных пород; "литостратиграфия" изучает их петрографический состав и фации. Кроме того, мы располагаем изначальным принципом стратиграфии, сформулированным в так называемом *законе залегания* Стено (1669 г.). Это, естественно, не закон в том смысле, в каком мы понимаем законы природы /178/, а просто обобщение обычно наблюдаемого положения вещей: пласты пород подстилаются и перекрываются другими пластами. Тем не менее 300 лет назад это явилось важным научным выводом, позволившим создать предварительную классификацию пород.

Закон залегания прежде всего дает чисто пространственную информацию; никаких хронологических выводов непосредственно из него сделать нельзя. Конечно, вероятнее всего, что более глубокий пласт в разрезе является и более древним, т. е. образовавшимся до зале-

гающего на нем пласта. Однако случается и так, что более древним оказывается висячий пласт, тектонически надвинутый на более молодой. Опрокинутой и поставленной на голову может оказаться и целая пачка пластов. Могут иметь место перерывы в осадконакоплении. Следовательно, на основании изучения одного лишь состава пород *надежных данных об их возрасте и последовательности образования* во времени получить невозможно.

Но это и не является задачей литостратиграфии. Согласно определению, понятие времени из нее полностью исключено. Литостратиграфические единицы (надсерия, серия, формация, пачка, слой, а также язык или линза) выделяются на основании чисто литологических признаков и сводятся в достаточно произвольную ранговую последовательность. Хедберг считает прямо-таки ересью использование литостратиграфических понятий применительно к слоям вполне определенного возраста. Точно так же в США считается правомерным выделять при геологическом картировании типы горных пород вне зависимости от их возраста, что в Европе обычно не принято. Тем не менее в 1968 г. иерархию литостратиграфических названий (частично, правда, под иными обозначениями) заимствовал Люттиг /89/. Никакого методического смысла в потоке этих наименований я не усматриваю; "simplicity" ("простоту") стратиграфического метода он определенно не увеличивает.

Литостратиграфия предоставляет стратиграфии только "сырой" материал, оценку которого она, однако, производит при сознательном отказе от временного аспекта, т. е. не стратиграфически. Чтобы подчеркнуть это обстоятельство, я назвал "литостратиграфию" простратиграфией и противопоставил ее собственно стратиграфии, или эустратиграфии. Никакого особого смысла в это последнее наименование мной не вкладывалось. Термин "эустратиграфия" излишний и был введен мною не как формальный, а для контраста, чтобы резко подчеркнуть до- или нестратиграфический характер литостратиграфии. Он полностью соответствует понятию собственно стратиграфии, или истинной стратиграфии, которая по своей методике является биостратиграфической.

Литостратиграфия (англ. rock-stratigraphy) — термин весьма неудачный. Поскольку любая стратиграфия имеет дело с породами, здесь налицо такой же плеоназм, как и у термина "хроностратиграфия", дважды отражающего временной аспект стратиграфии. Многочисленные другие авторы, например Мобез /93/, Холланд /65/, Харрингтон /43/, Миллер /97/, Доновэн /28/, Симон и Липпoldt /158/, Фервэд /173/ и Видман /194/, также называют литостратиграфию "временной предварительной ступенью", "исходным базисом", "первичной матрицей" для создания собственно стратиграфии.

Хедберг /51/ и Роджерс /52/, напротив, отнесли к термину "простратиграфия" отрицательно; они изображают дело так, будто

литостратиграфический метод (распространенный прежде всего в нефтяной геологии) следует оценивать как "ignoble objective" ("низко объективный") и только биостратиграфию — как "noble stratigraphy" ("высокую стратиграфию"). Не могу вспомнить, чтобы эти или похожие обозначения я когда-нибудь применял; если бы это было так, я отвел бы их как бессмысленные. Применяемый в науке метод, естественно, не может быть выше или ниже другого; играют роль только его логическая зрелость, познавательная ценность и практическая применимость. Впрочем, я уже указывал на то, что название "простратиграфия" в смысле стратиграфической пропедевтики никакого значения не имеет /142/.

Лито- или простратиграфическая инвентаризация пород (в качестве предварительной ступени стратиграфических исследований) является обязательной, а в палеонтологически не охарактеризованных отложениях или слабоизученных областях она зачастую остается вообще единственным методом исследований. Применяемые при этом местные наименования метко названы Валлизером "открытой стратиграфической номенклатурой" /182/.

Однажды я, как мне кажется, удачно указал на то, что методически литостратиграфия сейчас находится в таком же положении, как некогда, на ранней ступени своего развития, биологическая морфология, которая еще не располагала таким систематизирующим инструментом, как гомология, и поэтому была вынуждена закреплять за идентичными (гомологичными), но варьирующими по морфологии от группы к группе органами разные названия. Почти так же обстоит дело с литостратиграфией, где понятие времени не применяется в качестве исходной нормы (Bezugsnorm), и потому каждую местную пачку пород выделяют на правах самостоятельной "формации". Аркелл /10/ критикует с позиций европейских стратиграфов резче, чем я: "the vast numbers of American formation names, which of themselves convey nothing, being simply arbitrary names for locally defined packets of anonomous rock" ("многочисленные наименования американских формаций, которые сами по себе ничего не значат, были просто произвольными названиями местных пачек анонимных пород"). (В словаре Уилмарта уже в 1938 г. насчитывалось более 13 тыс. наименований американских формаций!)

Но как только стратиграфическую последовательность отдельных местных пачек удастся расшифровать с помощью систематизирующего понятия времени (т. е. с помощью палеонтологических остатков), никаких оснований придерживаться сложной, но не точной схемы литостратиграфического расчленения не остается. Она сохраняется до тех пор, пока нет ничего "лучшего" ("лучшего" не в смысле "noble", а в смысле лучшей научной обоснованности). Из-за ее только местного значения литостратиграфии нет места в стратиграфическом ко-

дексе. Создание литостратиграфии — легализованный шаг назад, ко временам до У. Смита, Д'Орбиньи и Опеля!

В общем не секрет, что мои представления близко соответствуют представлениям советских стратиграфов, отраженным в работах Хлупача /23/, Ротая /125/, Овечкина и др. /52/, Жамойды и др. /202/. Наряду со стратиграфией (=биостратиграфией) и геохронологией они применяют еще третью категорию — *местных или региональных вспомогательных схем расчленений*, причем как предварительный этап исследований главным образом в малоизученных районах. Эти временные схемы базируются в основном на литологических признаках и применяются до тех пор, пока не удастся произвести точное хронологическое расчленение соответствующих слоев в рамках общей стратиграфической шкалы. Это довольно точно соответствует предварительной ступени наших стратиграфических исследований — простратиграфии.

Методы литостратиграфии

Ряд замечаний по поводу литостратиграфии сделан в нашем вступительном обзоре. Здесь мы остановимся лишь на некоторых деталях.

В отличие от наших представлений некоторые авторы отстаивают точку зрения, согласно которой стратиграфию вполне можно разрабатывать только на данных о составе пород. Так, Фэрбридж /30/ подчеркивает, что некоторые нефтяные компании в качестве важнейшего средства для стратиграфических корреляций используют определяемые в шлифах различия в микрофациях и строении пород. Этот метод непосредственного визуального сопоставления шлифов якобы значительно проще, требует меньших знаний и менее высокой научной квалификации, чем канонизированные методы макро- и микропалеонтологии. Наиболее подходящим материалом для применения этого метода считаются карбонатные породы, условия образования которых тесно связаны с развитием органики. Сопоставления, произведенные по этим породам, якобы можно распространять далеко за пределы местных бассейнов осадконакопления.

Меловые мергели, например, почти во всем мире имеют примерно один и тот же свойственный им облик ("look"), и этот общий "look" удастся якобы детальнее изучить в шлифах. Такого рода "стратиграфические корреляции" при благоприятных обстоятельствах будто бы возможны с точностью до формаций и пачек. В остальных случаях приходится довольствоваться выделением отделов и подпериодов, т. е., например, верхнего мела! Правда, указывается, что значительную опасность представляет хорошо известное явление циклического повторения аналогичных фациальных образований в тектонически нарушенных разрезах.

Конечно, вполне допустимо, что сопоставление шлифов карбонатных пород может быть использовано для определенных локальных корреляций. Но, с другой стороны, едва ли приходится сомневаться в том, что их особенности неорганического характера связаны с ограниченными климатическими областями и особенностями областей осадконакопления и не дают возрастных признаков, на которые не накладывались бы местные условия образования.

Иное дело, разумеется, если учитывать, как Фербридж, влияние животного и растительного мира (которое в верхнемеловых мергелях совершенно очевидно). В таком случае, как уже показал Роджерс /124/, типы карбонатных пород, позволяющие, по мнению Фербриджа, производить глобальные литологические корреляции, в действительности обусловлены действием биогенных факторов и отражают не историю неорганического мира, а соответствующее состояние эволюции органического мира. Я бы в этом случае предпочел рассматривать один из аммонитов, дающий возможность точно определить биостратиграфическую зону, а не стал бы сопоставлять шлифы, позволяющие коррелировать лишь литостратиграфические серии слоев, попадающие в неопределенный, часто весьма длительный и нечетко ограниченный промежуток времени.

Стратиграфию (это склонен признать даже Хедберг) нельзя рассматривать слишком односторонне, только под углом зрения нефтяной геологии. Для практических целей в пределах разбуриваемой площади рутинные методы исследований, может быть, и приемлемы, но никакого общеупотребимого стратиграфического деления глобального значения на них разработать не удастся.

То же самое можно сказать и о измерениях, проводимых с целью определения пористости и электрического сопротивления отдельных пластов в скважинах. Вилль /195/ назвал эти исследования *электростратиграфией*, которую он рассматривает как часть литостратиграфии. Как он удачно заметил, получаемые в результате этих измерений геоэлектрические диаграммы (диаграммы Шлумберге-ра) позволяют сравнивать петрофациальные характеристики, но не временные границы. Характерные диаграммы определенной области должны быть прежде всего "фаунистически эталонированы"; только после этого обеспечивается хорошее согласование между скважинами с точностью, намного превосходящей точность биостратиграфического расчленения. И все же такие электросопоставления приемлемы только для однородных отложений осадочного бассейна; в его крайних районах и на большом удалении они не дают эффекта. Радиус действия метода составляет, по Виллю, 40 км, но часто он значительно меньше. Недостатком этого метода, вполне пригодного для специальных целей, является региональная ограниченность; например, между Европой и Северной Америкой сопоставление слоев на этой основе невозможно.

Точно так же следует оценивать измерение естественной радиоактивности горных пород (гамма-излучение и др.), интерпретацию содержания редких элементов и тяжелых минералов в осадочных породах или случайные включения туфов и бентонитов (*вулканостратиграфия, мерфростратиграфия*). Все эти методы могут быть успешно использованы для корреляций на ограниченных участках, по своему радиусу действия значительно уступая биостратиграфическому методу.

Фрейберг /35/ для сопоставления нижней части верхнеюрских отложений Франконии использовал "микростратиграфический метод, основанный на послойном измерении циклического разреза", который он назвал *строматометрией*. Этот метод также дал обнадеживающие результаты, но только применительно к единой фациальной обстановке и на ограниченной площади. Корреляции между отдаленными участками с разной последовательностью напластования оказались неточными или невозможными.

Поскольку речь при этом идет только о фациальной, а не о возрастной корреляции, термин *микростратиграфия* лучше не применять. Метод относится к области простратиграфии. При сопоставлении прослоев в пределах отдельных палеонтологических зон можно добиться еще более детальной дифференциации, но все эти данные в силу ограниченных возможностей метода никогда не удастся воспроизвести за пределами изученной области.

То же самое можно сказать о рекомендациях Фиге /32/ использовать для получения литостратиграфических временных отметок *циклы осадконакопления*. Однако он сам критически признает, что 1) строение циклов может изменяться на коротких расстояниях, 2) границы фаз в циклах не синхронны и что 3) для проведения корреляций "циклы должны быть прежде всего вписаны в биостратиграфическую систему расчленения (по макро- или микроископаемым)".

Тектоностратиграфия

То, что тектонические, и особенно орогенические, процессы не могут служить в качестве основы стратиграфического расчленения, уже показано выше. Нам пришлось со всей решительностью отвергнуть доводы, выдвинутые в свое время Рэстоллом /112/ в пользу тектонических представлений, направленных против расчленения поздней истории Земли на палеозой, мезозой и кайнозой. Такого рода эмоциональные оценки не в состоянии поколебать эту схему расчленения первого порядка, прекрасно оправдавшую себя со времени ее первого введения Филлипсом в 1841 г. Однако аналогичные нападки вновь и вновь встречаются в литературе.

Так, например, у Жинью /37/ мы читаем: "... c'est vraiment la Tectonique qui commande la Stratigraphie" ("... именно тектоника руководит стратиграфией"). Периоды складчатости, влекущие за собой

глубокие палеогеографические преобразования, составляют, по его мнению, главные события в истории Земли; перерывы и несогласия являются естественными границами систем /32/. Гуронская складчатость будто обозначает границу между докембрием и кембрием, каледонская – между силуром и девонем; фазы герцинской складчатости в позднем карбоне и перми – причина существования "бреши" между палеозоем и мезозоем; альпийская складчатость маркирует границу между мезозоем и кайнозоем.

Против этого можно выдвинуть следующие возражения:

1. Перерывы в осадконакоплении как не документированные, анонимные отрезки времени нельзя считать надежным средством для установления точных временных границ.

2. Несогласия не несут на себе никаких характерных признаков, которые позволяли бы производить непосредственные определения их возраста; их возраст всегда определим только вторично, с помощью других методов.

3. Вышеназванные орогенезы состоят из более или менее крупных комплексов отдельных фаз, эффективность проявления которых в разных областях весьма различна, и потому их соответствия во времени без других вспомогательных средств распознать невозможно. Следовательно, для целей стратиграфии герцинская или альпийская складчатость – совершенно ничего не говорящие названия.

4. Мы имеем полное право при получении значительно более точных палеонтологических данных изменять положение прежних границ, установленных более 100 лет назад, т. е. со времен Филиппса, и базировавшихся на несогласиях и перерывах в осадконакоплении.

Мы можем процитировать и других авторов, так же оценивающих приведенные положения. Крейчи-Граф пишет, что фазы складчатости "не имеют глобального распространения, не совершались и не заканчивались одновременно на обширных пространствах и далеко не так узко ограничены во времени, как это считалось ранее" /78/. Руттен /127/: "Orogenetic phases are not contemporaneous the world over. They are even often not contemporaneous in different parts of a single orogenic belt, and may vary considerably both along the strike and across the belt" ("Орогенетические фазы не проявляются одновременно по всему земному шару. Они зачастую не одновременны и в различных частях одного орогенного пояса и значительно варьируют как по простиранию так и вкрест этого пояса"). Аналогичным образом высказывался и Ньюэлл /101/: "The old idea that the period and era boundaries correspond to times of world-wide-orogeny is not borne out by the evidence" ("Старая идея о том, что границы периодов или эр соответствуют времени проявления глобальных фаз складчатости, не подтверждается /геологичес-

кими/ доказательствами"). В этой же работе он говорит: "... it may be concluded that the only really wide-spread stratigraphic datums are paleontological zones ... These are the objective datums on which the geologic time scale is based" ("... можно сделать вывод, что единственными реальными широко распространенными стратиграфическими величинами являются палеонтологические зоны ... Они – объективные величины, на которых базируется геологический масштаб времени"). Цитатами такого рода мы могли бы заполнить целые страницы; однако достаточно и этих.

5. Совершенно неоправданна и неправдоподобна точка зрения Жинью, который предлагает на основании фаз герцинской складчатости (поздний карбон и пермь) поместить границу между палеозоем и мезозоем в среднюю пермь и объединить верхнюю пермь с триасом! Но ведь общепризнано, что граница пермь – триас (наряду с границей между мелом и третичным периодом) наиболее резкая и самая четко выраженная граница между двумя системами из всех, которые выделены в истории Земли. Границу между этими двумя крупнейшими стратиграфическими подразделениями мы проводим, причем с полным правом, не из-за наличия крупного перерыва, а в силу глубочайших преобразований органического мира. Между прочим у Жинью нашлись приверженцы в лице Шерлока (1947 г.), выступавшего за то, чтобы объединить нижний красный лежень с карбоном, а верхний красный лежень и цехштейн с триасом. Излишне говорить о том, что эта идея также абсурдна, учитывая резкую смену фауны на традиционной границе перми и триаса.

Отдельные вопросы о границе пермь – триас совсем недавно были подняты вновь, и на них получены противоречивые ответы. Исследования Руженцева и др. (1965 г.) показали, что в Джульфе (Кавказе) переход от перми к триасу осуществляется без перерыва. Древнейшими представителями триаса считаются слои, охарактеризованные последовательно сменяющимися аммонитами родов *Tompophiceras*, *Dzhulfites*, *Bernhardites* и *Paratirolites*. Эти аммониты были определены советскими авторами, а также Куммелем /81/ как раннетриасовые (скифские); поскольку их всегда находят в сообществе с типичными пермскими брахиоподами и кораллами, речь должна идти, по-видимому, о типичных смешанных триасово-пермских фаунах.

Тозер /170, 171/, напротив, защищает представление о том, что формы, определенные как *Tompophiceras* и *Bernhardites*, не принадлежат соответствующим триасовым родам и что сделанные на основании их определения стратиграфические выводы несостоятельны. Род *Paratirolites* Stoyan. (интересная форма, по-видимому, со вторичным расщеплением боковой лопасти) до сих пор был известен только из Джульфы. Однако, по сообщению Тозера, он встречен и

на Мадагаскаре, где его возраст и условия залегания, к сожалению, не известны. Слои с *Paratirolites* Тозер относит еще к перми и считает, что триас в разрезе Джульфы начинается только со слоев с двустворками (*Claraia stachei*, *Cl. aurita*), *Ophiceras* и *Otoceras* (которые в других местах характеризуют самые низы триаса, т. е. нижний грисбах) в Нахичевани отсутствуют; поэтому Тозер предполагает, что слои с *Claraia* соответствуют верхнему грисбаху. Тем самым в основании триаса как будто бы устанавливается перерыв в осадконакоплении.

Напротив, проводя в 1954 г. исследования в Соляном хребте Пакистана /138/, я обнаружил *Ophiceras* над верхнепермскими слоями с *Cyclolobus*, а Трюмпи /172/, работавший в восточной Гренландии, нашел *Ophiceras* совместно с *Otoceras* в кровле отложений с *Cyclolobus*. В этих случаях напрашивается вывод, что *Cyclolobus* характеризует не только самые верхи перми, как это до сих пор считалось, а появляется еще где-то в начале поздней перми. Таким образом, в этих разрезах, считавшихся до сих пор полными, как будто намечается перерыв в верхней перми. Тозер считает, что непрерывной последовательности залегания морских отложений на границе перми и триаса не установлено ни в одной из областей, в которых находят, с одной стороны, *Cyclolobus*, а с другой — *Ophiceras* и *Otoceras* (Гималаи, Пакистан, Нахичевань, арктическая Канада, Северная Аляска, восточная Гренландия, Мадагаскар, Китай), и что таковой, возможно, нет нигде на земном шаре.

Но это очень странное редкое исключение, ибо, насколько мне известно, нет ни одной другой границы между двумя системами, которая, по крайней мере местами, не демонстрировала бы полной зональной последовательности и не поддавалась бы тем самым точному определению. Уместно задать вопрос: куда же делись все водные бассейны, если к позднепермскому или раннетриасовому времени все геосинклинали осушились? Не следует забывать и о том, что в слоях с *Otoceras* — *Ophiceras* восточной Гренландии /172/ и в нижнетриасовых слоях с *Ophiceras* Соляного хребта /81/ триасовые амmonoидеи ассоциируются с кораллами, мшанками и брахиоподами типично пермского облика. Кроме того, в обоих случаях в основании триаса наблюдается чередование или фаціальное замещение пластов только с амmonoидеями со слоями, заключающими еще продолжающую существовать бентонную "пермскую фауну". Судя по имеющимся описаниям, я считаю крайне неправдоподобным, чтобы эти "пермские" формы могли находиться во вторичном залегании. Здесь, по-видимому, повторяется ситуация, казавшаяся столь невероятной в Джульфе.

Отсюда были сделаны и противоположные выводы: Тозер пытался увязать изменение фауны в разрезе на границе перми и триаса с выделенным им перерывом, а Трюмпи, напротив, доказывал, что

из-за того, что пермские реликтовые формы частично сохранились и в раннем триасе, смена фауны не была столь резкой, как это предполагалось. Я предпочел бы привести эти две разноречивые точки зрения к общему знаменателю: факт изменения фауны с частичным "перекрытием" видов триаса пермскими видами отнюдь не умаляется; в то же время это перекрытие не затрагивает общего, статистически устойчивого характера развития фауны и свидетельствует о том, что крупные перерывы в осадконакоплении еще не являются доказательством изменения фауны.

В случае если перерывы имеют место в осадочных толщах, они непродолжительны. Так, Куммель и Тейхерт /81/ оценивают перерыв в осадконакоплении в Соляном хребте в несколько миллионов лет, а время сосуществования триасовых амmonoидей и пермской суперститовой фауны — только в несколько тысяч лет. Для геологического летосчисления эти цифры кажутся ничтожными и ничего не значат. За столь короткое время, по-видимому, никаких радикальных биологических изменений произойти не может.

Нам не хотелось бы здесь развивать эту тему дальше. Во всяком случае, твердо установлен тот факт, что граница пермь — триас в рассматриваемых областях отнюдь не определяется какой-либо фазой складчатости, разновозрастным угловым несогласием. В них известны незначительные параконформные перерывы в осадконакоплении вследствие эпейрогенических движений, которые устанавливаются только палеонтологическими методами. Для перемещения границы между палеозоем и мезозоем в среднюю пермь, как то предлагают Жинью и Шерлок, нет никаких оснований. Ниже (стр. 98) мы еще вернемся к другим примерам проблематичных тектонических перерывов и потерянных временных интервалов на границах между системами.

Докембрий

Как же обстоит дело с докембрием? Мы уже упомянули о представлении (стр. 23), в соответствии с которым ни для одного отрезка истории Земли не удается разработать столь точной и детальной стратиграфии, как для докембрия. Едва ли, однако, это представление найдет всеобщее признание.

Более правильным, видимо, является вывод, к которому пришли Квиннел и Халдеман /110/. Они отмечают коренное различие методов, используемых для расчленения докембрия и более поздних палеонтологически охарактеризованных периодов истории Земли. На докембрий не удается распространить такие единицы, как период или система (не только из-за разного порядка величин, но и в силу чисто качественных различий); понятие "синхронные границы" там не существует и ни о какой собственно стратиграфии с временным ас-

пектом не может быть и речи. Имеющиеся возможности ограничиваются только выделением литостратиграфических единиц, "формаций" и "групп формаций", образующих циклы, заканчивающиеся орогенами.

Тектонически маркированные границы циклов и их приблизительно продолжительность удается определить радиометрически, с помощью позднеорогенных гранитов, однако одновозрастность и корреляцию орогенных процессов установить невозможно даже в масштабах континентов, не говоря уж о масштабах всего земного шара. "World-wide revolutions may never have occurred" ("Всемирные революции никогда не могли происходить"). Условия, существовавшие в докембрии, не допускают корреляций в узком стратиграфическом смысле, поэтому Квиннел и Халдеман не верят в то, что в будущем возможности стратиграфии расширятся и она выйдет за пределы своего современного уровня.

Отсюда становится ясным, что для докембрия не может быть и речи о создании стратиграфии, аналогичной разработанной для фанерозоя. Имеющиеся возможности классификации пород докембрия базируются на совершенно иной основе, границы которой поставлены природой — будь то литостратиграфия, тектоностратиграфия или простратиграфия. Это отнюдь не дискриминирующее решение, на что мы уже обращали внимание. Важно, однако, понять, что это не только теоретическое, но и практическое различие.

Хедберг /51/ попытался закрыть на это глаза. отождествление биостратиграфии и "хроностратиграфии", которого я придерживался в полном согласии со многими другими авторами, привело бы, считает он, к исключению докембрия (и палеонтологически не охарактеризованных более молодых пород) из "хроностратиграфии", т. е. из собственно стратиграфии. Это, по сути дела, правильно, но моей вины здесь нет. Ведь нельзя же насильно, только путем применения определенных понятий попытаться добиться того, что противоречит фактам.

Но в настоящее время и для докембрия (по крайней мере для позднего) вроде бы вырисовываются перспективы приближения к стратиграфическим методам, применяемым при изучении фанерозоя. Советские исследователи Королюк /77/ и Келлер /75/ предприняли попытку использовать строматолиты для стратиграфических построений, базирующихся на эволюции создающих эти биогермы синезеленых водорослей и, возможно, также бактерий. Предложенный ими метод перекликается с методом Фэрбриджа (стр. 66-67), также основанным на изучении биогенных микроструктур осадков.

По данным Королюк, в докембрийских отложениях в настоящее время известно около 30 форм и групп строматолитовых структур,

которые находят не только в обширных районах СССР, но и в Южной Африке, Сахаре, Маньчжурии, Китае и Северной Америке. Представляется возможным, что строматолиты послужат докембрийскими руководящими ископаемыми и с их помощью удастся разработать хотя бы грубую биостратиграфию. Келлер считает, что можно выделить четыре последовательные ассоциации строматолитов, которые представляют временной интервал примерно в 1 млрд. лет. Эти биостратиграфические единицы названы им фитемами. Интересно, что покажут дальнейшие исследования. Во время чтения корректуры мне стал известен также новейший обзор Крылова /79/.

Экостратиграфия

В толщах пород, лишенных или почти лишенных окаменелостей, иногда можно встретить один или несколько пластов, богато охарактеризованных остатками какого-либо одного вида или небольшого фаунистического сообщества. Это явление чисто фаунистического порядка, обусловленного непродолжительными местными изменениями экологических условий. Такие слои можно использовать для стратиграфических сопоставлений, но отнюдь не для разработки хронологии (так как они не дают сведений о действительной продолжительности существования данного вида или фаунистического сообщества).

Этот вспомогательный стратиграфический метод я в свое время /135/ назвал *экостратиграфией* и в силу его локальной или только ограниченной региональной применимости отнес к стратиграфической пропедевтике, позже названной мной *простратиграфией*. Фаунистические остатки здесь, как и в литостратиграфии американского толка, рассматриваются лишь как некие минеральные компоненты породы (хотя они и не обнаруживают такой же, как у тех, хронологической дифференциации). Р. и Э. Рихтеры /120/ также считают такое стратиграфическое расчленение на основе скоплений в отдельных пластах остатков видов, продолжавших свое существование и далее, лишь как минимое палеонтологическое. "Ибо окаменелости при этом — не что иное, как составная часть породы".

По словам Хедберга /49/, название "экостратиграфия" он заимствовал у меня, но применял его в сильно измененном значении.

Экостратиграфия рассматривается им наряду с хроностратиграфией как самостоятельная доминантно-субъективная категория. Хроностратиграфия будто бы основывается на времени образования пород, а экостратиграфия — на времени возникновения господствующих условий среды, для определения которых привлекаются все приведенные Хедбергом доминантно-объективные методы. Экостратиграфическое расчленение он считает такой же важной задачей стратиграфии, как и хроностратиграфическую классификацию; однако, подчеркивает он, ни-

какой иерархии формализованных терминов для экостратиграфических единиц до сих пор не создано.

И да сохрани нас от этого божья! Информативная ценность и сфера применения их были бы столь же невелики, как и у всех простратиграфических понятий, не принадлежащих ни к одной истинно стратиграфической повсеместно приемлемой системе. Что касается меня, то я от "экостратиграфии" отказываюсь. Возможно, она имела бы определенную ценность как особый случай простратиграфии, но мне страшно "духов, вызванных мною".

БИОСТРАТИГРАФИЯ

Основные положения и критика

Из предшествующего изложения материала, видимо, ясно, что естественную и единственно реальную основу всей стратиграфии я, как и большинство других авторов, вижу в эволюционном развитии органического мира. Выведенные на основании этого методы теоретически безупречны и дают возможность получать практические результаты достаточной точности. Поэтому для меня биостратиграфия просто-напросто идентична стратиграфии. Так что биостратиграфия, по выражению Холланда /65/, "must remain the heart of the science" ("должна остаться сердцем этой науки"), т. е. стратиграфии.

Хотя эти взгляды и охарактеризованы Хедбергом как абсурдная точка зрения некоторых слишком рьяных палеонтологов, в принципе, на мой взгляд, они вряд ли оспоримы. Поскольку при рассмотрении хроностратиграфии нам придется еще раз возвращаться к анализу некоторых точек зрения, касающихся биостратиграфии, здесь, как мне кажется, не стоит давать подробного, документированного обоснования биостратиграфической методики.

Однако, по-видимому, полезно упомянуть о появившихся в последнее время критических замечаниях, потрясающих, как полагают их авторы, основы биостратиграфии. Они касаются преимущественно биологических вопросов, довольно далеких от нашей непосредственной темы. Тем не менее нам придется их рассмотреть, дабы не возбуждать подозрения в подавлении идей, отличных от наших.

Особое внимание следует обратить на работу Юнга "Биостратиграфия и новая палеонтология" /199/. Этот автор явно невысокого мнения о палеонтологах и стратиграфах. Правда, он считает невероятным, чтобы какой-нибудь палеонтолог в 1959 г., когда была написана его, Юнга, работа, еще ничего не слышал об эволюции. Но, во всяком случае, выводы из созданного 100 лет назад учения Дарвина якобы недостаточно проникли в сознание палеонтологов; в част-

ности, ими уделяется мало внимания ископаемым органическим остаткам в биостратиграфии.

Уже несколько десятков лет, объясняет далее Юнг, существует "новая морфология", "новая систематика" и "новая палеонтология". В представленном в них современном синтезе эволюции якобы радикально преобразовано понятие вида, что и лишило биостратиграфию ее основы. Биостратиграфии будто следует либо искать новые методы, либо хотя бы заново продумать принципы своего рабочего метода.

Кардинальная ошибка биостратиграфии состоит якобы в том, что создана она приверженцами катастрофизма. Примером тому служит расчленение юры на ярусы, не совместимое ни с эволюционным учением Дарвина, ни с принципом постепенного развития, сформулированным Лайелом. Современные стратиграфы все еще применяют, пишет Юнг, "anachronistic nomenclature and taxonomy" ("устаревшую номенклатуру и таксономию"). Таким способом совсем нельзя выразить изменчивость вида в пространстве и времени, которую можно понять только на основе концепции генофонда и изучения популяционной генетики. Негибкое линнеевское понятие неизменного вида должно отмереть.

И тут-то снова, как и в других описанных нами случаях, начинается излюбленная игра в терминологическую казуистику. Проводятся различия между *Biospezies* (биовидами), *Morphospezies* (морфовидами), *Palaeobiospezies* (палеобиовидами) и *Chronospezies* (хронновидами). Другие авторы различают еще понятия *Holomorphospezies* (голоморфовиды), *Superspezies* (надвиды), *Gamodem* (гамодемы), *Hologamodem* (гологамодемы), *Merogamodem* (мерогамодемы), *Phaenodem* (фенодемы) и т. п.!

В одной из более ранних работ /143/ я вступил в полемику с мыслями, содержащимися в "новой систематике" и "новой палеонтологии", правда, без учета тогда еще не известной мне статьи Юнга. Мне удалось показать на примерах, что выпдвигаемые популярные ныне идеи отнюдь не "новы", а были известны еще до Дарвина. Указывалось /143/, что понятие "географическая изоляция" можно встретить еще у Мопертиуса (1745), что Циммерман (1778-1783) детально обсуждал вопрос о географических расах у млекопитающих. Фойгт (1817) подробно изучал проблему изменчивости организмов и ее роль в видообразовании, причем проводил резкое различие между наследственными расами и модификационными разновидностями. Бух в совершенно современном духе описал возникновение видов из географических рас в результате изоляции и утраты способности к скрещиванию.

Эти факты, следовательно, были хорошо знакомы Буху и другим палеонтологам того времени. И все же они не переносились

на палеонтологический материал по той простой причине, что возможностей и отправных точек для этого тогда не было, точно так же как и теперь.

С другой стороны, непосредственно после окончательной победы эволюционных идей Дарвина (1859) такие палеонтологи, как Рютимейер (1863, 1865), Хильгендорф (1866), Вааген (1869), Вюртенбергер (1873, 1880), Неймайр (1875, 1880), начали применять эволюционное учение к палеонтологическому материалу и приступили к изучению постепенного изменения форм во времени. Так, Хильгендорф (1866), занимаясь верхнемиоценовыми *Planorbis* из Штейнгейма, детально описал их постепенные изменения, прослеживаемые от слоя к слою, в качестве маленьких шажков развития. Его исследования Неймайр назвал первой попыткой "путем детальных палеонтологических исследований доказать постепенное изменение форм организмов". Это было более 100 лет назад.

Однако этому уже предшествовали исследования Хёрнса, который в 1856 г., до появления работы Дарвина, установил, что современная улитка *Cancellaria cancellata* появилась в Венском бассейне уже в миоцене и начиная с плиоцена претерпела ряд постепенных превращений, не выходящих за пределы видовой изменчивости. Вааген в 1869 г. описал ряды развития аммонитов, которые, по его представлениям, демонстрируют внутривидовое изменение форм. Для незначительных изменений вида во времени он ввел понятие *мутация*, которое позже было вновь введено генетиками, но в совершенно ином смысле. Только при полном пренебрежении к старой литературе, и прежде всего к литературе на немецком языке, можно выдавать, как это делает Юнг, "новую палеонтологию" за нечто новое.

В другой, недавно появившейся (1969 г.) работе я попытался проанализировать с точки зрения палеонтолога концепции популяционной генетики и типологии и пришел к заключению, что *обе* они имеют полное право на существование (популяционная механика и генофонд в каузальном анализе внутривидового образования рас, а типология — в рамках исторической межвидовой эволюции, т. е. в филогении ископаемых организмов). У ископаемых все предпосылки для использования популяционно-генетического подхода и соответствующих понятий отсутствуют; тут мы вынуждены, хотим мы того или нет, довольствоваться типологическим образом мышления.

Попытки типологов представить вид как объективную категорию Юнг /199/ назвал нереалистическими; современные палеозоологи должны этому всеми силами воспротивиться. Однако я не думаю, чтобы генетик мог считать необъективным какой-либо вид, состоящий из реальных, способных к взаимному скрещиванию популяций.

И все же чисто биологические проблемы и оценки представляют в этой связи лишь подчиненный интерес. На вопрос, "что все

они значат для биостратиграфии?", я, не задумываясь, отвечаю: "ровно ничего!"

Однако Юнг считает, что эволюционное учение Дарвина приобрело истинное значение для биостратиграфии только при современной генетической интерпретации и что старая линнеевская система оперирует не биологическим континуумом, а конгломератом бессвязных прерывных единиц.

Напротив, у Майра /94/, одного из самых значительных представителей и интерпретаторов современной генетики, мы читаем: "that the organic world is organized into species" ("что органический мир состоит из видов") или: "The species are the real units of evolution" ("Виды — реальные единицы эволюции"), "The species in the keystone of evolution" ("Вид — краеугольный камень эволюции"). В другом месте Майр говорит о составленных палеонтологами рядах "видов", следующих один за другим во времени, т. е. о рядах в линнеевском смысле. В некоторых из этих эволюционных рядов различия, как он полагает, столь незначительны, что неонтологи склонны были бы считать члены такого ряда просто как подвиды одного политипического вида. В этих случаях, следовательно, перед нами были бы действительно *те* последовательные ряды с незначительными внутривидовыми изменениями, которые требует Юнг!

Не следует забывать, что для нашего ископаемого материала не существует способа на основании структуры генов и способности к скрещиванию однозначно проводить разграничения между популяциями, расами, подвидами и видами и предпринимать сопоставления с соответствующими единицами генетиков. На ископаемом материале удастся проводить лишь сравнительно-морфологические исследования, и если при этом учитывать диапазоны изменчивости соответствующих современных видов, то в некоторых случаях можно надеяться, что наши ископаемые виды будут соответствовать современным. Этого в большинстве случаев не происходит, и никакие изошренные определения здесь не помогут.

Применяемая биостратиграфами систематика неудачна, по мнению Юнга, еще в одном отношении. Приверженцы современной палеозологии будто стремятся к тому, чтобы понять и интерпретировать отдельные линии развития в эволюции; они придерживаются естественной, "вертикальной" классификации. Биостратиграфы, напротив, разрывают вертикальные ряды развития на отдельные отрезки и искусственно создают из них "горизонтальные" единицы, поскольку они стремятся получить ступени развития возможно более короткой длительности.

При внимательном рассмотрении оказывается, что это различие между "вертикальной" и "горизонтальной" классификациями или между "монофилетическими" и "полифилетическими" группами почти не

имеет значения для биостратиграфии. Ее основной единицей является зона, базирующаяся на видах. Вид, образующий основную единицу эволюции, всегда монофилетичен. Вопрос о монофилетическом или полифилетическом составе становится актуальным лишь применительно к более высоким таксономическим категориям — родам, семействам и отрядам.

Здесь снова сошлемся на литературу. Несколько десятилетий назад /131/ я опубликовал работу "Основные проблемы биологической систематики", которая была написана с чисто палеозоологических позиций, без апелляции к биостратиграфии, в период, предшествовавший созданию популяционной генетики. В этой работе высказывалось мнение, что понятие *монофилия* можно применить к одному-единственному видовому ряду, поскольку на нашем ископаемом материале мы едва ли в состоянии получить на этот счет однозначные данные. В качестве таксономически допустимых я рассматривал *полифилетические* категории, которые, правда, *многорядны*, но которые в целом ведут начало от *одной* предшествовавшей *категории того же ранга*. В качестве *полигенетических* я противопоставил им другие таксоны, которые являются *многокорневыми* и происходят, видимо, от *различных категорий того же или более высокого ранга*.

Примечательно, что много позже Симпсон /159/ как убежденный поборник популяционно-генетического мышления в филогении пришел точно к такому же заключению. Он назвал монофилетическим и, следовательно, допустимым "the derivation of a taxon through one or more lineages from one immediately ancestral taxon of the same or lower rank" ("деривацию некоторого таксона через одно или более ответвлений от одного непосредственно наследственного таксона того же или более низкого ранга"). Таким образом, в теоретических основах систематики, будь то с генетикой или без генетики, за прошедшие 40 лет ничего не изменилось.

Но совершенно независимо от этого пример Смита показывает нам, что ископаемые формы могут быть успешно использованы для целей биостратиграфии даже в том случае, если об эволюции их ничего не известно. Да, можно сделать еще один шаг, утверждая, что ископаемые могли служить целям расчленения пород уже тогда, когда их считали не остатками организмов, а "игрой природы". Стратиграфические корреляции были бы вполне возможными и при помощи установленной чисто эмпирически вертикальной последовательности проявления различных "игр природы". Естественно, что при этом приходилось бы мириться с некоторыми источниками ошибок и, кроме того, это нельзя было бы назвать действительно биостратиграфией.

Поскольку, как считает Юнг, биостратиграфия с ее якобы несостоятельной, устаревшей систематикой лишилась своей основы, следует придумать новые методические приемы, которые бы лучше со-

ответствовали современному уровню знаний. Не задумываясь, Юнг тут же набрасывает девять (1) возможных методов, начиная с "Simple symbols for biostratigraphic taxa" ("простых символов для биостратиграфических таксонов") (применение ничего не говорящих цифровых и буквенных символов как реликтов времени зарождения прикладной микропалеонтологии) до "Lineage correlation" ("родословной корреляции") (пестрая, непонятная смесь из ортохронологии, рядов развития, биостратиграфии и хроностратиграфии).

Но в конечном счете Юнг вынужден оставить этот вопрос открытым. Виды "новой палеонтологии" не удастся использовать для обозначения мелких биостратиграфических единиц якобы не потому, что это невозможно, а потому, что они слишком грубы для того, чтобы соответствовать требованиям к детальному расчленению, предъявляемым современной и будущей биостратиграфией. Это, по Юнгу, должно служить убедительным доказательством того, что био-стратиграфии не существует и не может быть. Такому утверждению можно противопоставить одно скромное возражение: "испытательный срок" биостратиграфии превышает 150 лет, что, вероятно, дает ей право возлагать некоторые надежды на будущее.

Столь же негативную позицию занимал Уиллер. В его работе "Stratigraphical Principles and Practice", насчитывающей более 700 страниц, вопрос о положении и значении палеонтологии для стратиграфии освещен всего на нескольких страницах, причем его отрицательная оценка дана путем подчеркивания всевозможных трудностей. После этого прямо-таки поразительно, что на практике вообще существует дееспособная биостратиграфия.

Дополнительные возражения были высказаны также Арнольдом. И он полагал, как это видно из самого названия его работы /11/, что основные трудности связаны с биостратиграфической интерпретацией филетических рядов. Его выкладки будто бы лишают идейной основы некоторые из распространенных биостратиграфических предположений. Арнольд чувствует себя подавленным из-за конфликтного положения в науке из-за того, что он высказывает деструктивные доводы и не находит никакого выхода из создавшегося нагромождения трудностей. Однако, к счастью, положение дел не столь безрадостно.

Арнольд, в сущности, открывает заново то, что давно обосновал Аркелл, предложивший аналогичную диаграмму /7/: виды не только изменяются в пространстве (по горизонтали) и во времени (по вертикали), но также и мигрируют, в результате чего возникают диагональные наложения. Арнольд разочарован тем, что эти процессы невозможно резко отграничить один от другого; только таким образом стратиграфии удалось бы достичь наивысшей степени точности.

Я, как и Аркелл, считаю, что нам следует довольствоваться уже тем, что путем сопоставления многочисленных разрезов на значительной площади мы получаем возможность судить о временном (вертикальном) распространении видовых или фаунистических зон. Для стратиграфических целей этого практически вполне достаточно.

Но то, что разыгрывается внутри каждой из этих зон, обычно остается за порогом полной достоверности. В этом причина краха бесконечных дискуссий о хемере, эпиболе, акмезоне, общей и местной ранговых зонах. Никаких четких критериев для их разграничения природа нам не дает. Если популяция в результате образования географических рас изменяется и расширяется пространственно, то в этом проявляется и временная компонента, секущая хронологические единицы по диагонали. Миграции популяций осуществляются обычно по геологическим масштабам — так быстро, что ими можно пренебречь. Там, где, как мы полагаем, нам удается установить расовые различия или внутривидовые преобразования, мы их должны, естественно, интерпретировать, даже если не ясно, постоянны и воспроизводимы ли эти тонкости. Вообще же не следует добиваться силой того, что нам недоступно.

Выше (стр. 57–58) я уже излагал свою точку зрения, в соответствии с которой мы с нашими ископаемыми видами не совершим слишком большой ошибки, если, абстрагировавшись от внутривидовых изменений форм, будем в стратиграфических целях рассматривать виды как более или менее неизменные в линнеевском смысле. В них можно усматривать некое подвижное равновесие, при котором форма остается квазипостоянной, а ее носители — отдельные индивидуумы — постоянно меняются. Это одновременно и мой ответ на выпады Юнга против понятия вида в биостратиграфии.

ХРОНОСТРАТИГРАФИЯ

История и определения

Time-стратиграфия, или хроностратиграфия, составляет, на мой взгляд, самую темную и самую запутанную главу стратиграфии. Уже с самого ее рождения над ней довели различия во мнениях и трактовках отдельных понятий. Право отцовства делят между собой четыре автора: Хедберг /44/, Томлинсон /169/, Шенк и Муллер /130/.

Шенк и Муллер определяли хроностратиграфические единицы как породы, образовавшиеся в определенные интервалы времени. Определение объема, границ и корреляция этих единиц с одновозрастными слоями в региональном или межрегиональном масштабе производятся на палеонтологической основе; таким образом, речь идет о явно биостратиграфическом расчленении. Так как биостратиграфия в терминологической схеме Шенка и Муллера в качестве самостоятельной

категории не выступала, видимо, предполагалось заменить ее хроностратиграфией.

Иную позицию заняли Хедберг /37/ и Томлинсон /169/, которые проводили резкое различие между биостратиграфией и хроностратиграфией, воспринимавшей ими в качестве самостоятельной категории. Биостратиграфия, считали они, применима только к слоям, охарактеризованным определенными сообществами организмов, тогда как хроностратиграфия якобы охватывает все породы, образовавшиеся в отдельные временные интервалы независимо от того, содержат они фауну или нет. В хроностратиграфии решающим оказывается хронологический аспект, который в биостратиграфии якобы отсутствует.

Эти представления, несмотря на их шаткую логику, удивительно быстро нашли признание у североамериканских геологов. Так, Хедберг в многочисленных публикациях, изданных им с 1937 по 1941 г., не будучи, правда, в состоянии привести убедительных аргументов в защиту своей точки зрения, требовал резкого и, как он полагал, принципиального разграничения между биостратиграфией и, по его мнению, в корне от нее отличающейся хроностратиграфией. Его постоянно повторявшийся в ответ на все возражения аргумент гласит: биостратиграфия, согласно определению, не имеет никакого хронологического значения; временное значение фаунистических зон от места к месту может изменяться (по мере изменения фаций). И только хроностратиграфия в соответствии с ее определением обладает временной компонентой; следовательно, между ними должно существовать различие.

Начиная с 1955 г. я неоднократно выступал против дуализма биостратиграфии и хроностратиграфии; в настоящее время число оппонентов сильно возросло. Правда, позиция их не всегда ясна, поскольку некоторые авторы отвергают различие между биостратиграфией и хроностратиграфией, но в то же время принимают обозначение "хроностратиграфия" для всего комплекса: стратиграфия + биостратиграфия. Этим, видимо, частично и объясняется неоднократно с удовлетворением высказывавшееся утверждение Хедберга о том, что в вопросах стратиграфии будто бы достигнуто полное согласие. На эту "гармонию" он, между прочим, настойчиво указывал даже в своем вступительном докладе на симпозиуме в Далласе в 1959 г., в то время как почти все другие докладчики (Роджерс, Уилер, Стори и Паттерсон, Макларен, Уилсон) высказывали существенно отличающиеся взгляды по вопросам биостратиграфии, хроностратиграфии, типовых разрезов и т. д. ("Amer. J. Sci.", 1959, 257, 684 p.).

И тем не менее, несмотря на все контраргументы, хроностратиграфия нашла официальное признание в американском кодексе стратиграфической номенклатуры (1961 г.). Хроностратиграфические

единицы обозначены в нем объективными пачками пород, из которых могут абстрагироваться хронологические единицы ("geologic time units"). Последние, в свою очередь, служат для "correlation of rock in one section or area with those of others on the basis of age equivalence or contemporaneity of origin" ("корреляции пород в одном разрезе или на одной площади с другими на основе одновозрастности или одновременности происхождения") /5/. На практике же хроностратиграфическая единица по своему объему должна по возможности совпадать с биостратиграфической или литостратиграфической единицей, границы которых установлены в типовом разрезе и признаны в качестве объективной исходной основы. Впрочем, через несколько страниц (стр. 660) мы читаем, что эти границы будто бы не точнее "imprecise because of imperfect correlation" ("из-за несовершенной корреляции") хроностратиграфических единиц.

Непосредственно после выхода в свет этого кодекса американская комиссия по стратиграфической номенклатуре издала "Примечание 25" /6/, в котором Белл и др. привели дополнительные разъяснения по поводу "геохронологических и хроностратиграфических единиц". Геохронологические единицы (эра, период, эпоха и век) получили здесь новое, оригинальное определение, которое я повторяю слово в слово, дабы не исказить смысл собственной формулировкой: "These units are conceptual units based 1) on preserved lithostratigraphic record (system, series, etc.), which can properly be called "time-rock" and 2) on preserved nonrecord (lacunas), which could logically be termed "time-non-rock". Because the period is not conceived of as unidirectional but as coincident with 3-dimensional space, it consists of "time-rock" (chronostratigraphic) units, plus "time-non-rock" units (lacunas)" / "Эти единицы являются концептуальными (понятийными) единицами, основанными на 1) сохранившейся литостратиграфической летописи (система, отдел и т. д.), которая может собственно быть названа "время-порода" ("time-rock"), и 2) на сохранившемся свидетельстве отсутствия летописи (лакунах), которое логически могло бы быть названо "время без пород" ("time-non-rock"). Поскольку период понимается не как нечто однонаправленное, а как соответствующий трехмерному пространству, он состоит из "time-rock" (хроностратиграфических) единиц плюс "time-non-rock" (лакун) единиц"/.

В отношении хроностратиграфии в "Примечании 25" говорилось: "Chronostratigraphic units are identified by 1) the evolutionary level or superposition of fossils or both, 2) the superposition or intrusive relationship, or both, of rocks that can be related to fossil-bearing strata" ("Хроностратиграфические единицы определяются по 1) эволюционному уровню или последовательности фаун или тому и другому, 2) последовательности или интрузивным соотношениям (или тому и другому) с породами, которые могут быть соотнесены с фау-

нистически охарактеризованными отложениями"). Таким образом, если я правильно интерпретирую цитируемые формулировки, в "Примечании 25" однозначно констатируется, что хроностратиграфические единицы могут быть определены и скоррелированы только на основании изучения развития органического мира, — следовательно, по биостратиграфической методике.

И тем не менее подчеркивается, что хроностратиграфия отлична от биостратиграфии! Будто бы, например, хроностратиграфическая единица иногда охватывает часть биостратиграфической единицы, а иногда — целую единицу или несколько единиц; их границы могут совпадать, а могут и не совпадать. Все это выглядит примерно так: хроностратиграфия существует, и теперь надо пытаться, пусть даже силой, вложить в нее смысл и содержание.

Как и следовало ожидать и как это явствует из сообщения Хедберга /52/, хроностратиграфия составляет также важнейший элемент и в кодексе, подготовляемом Международной подкомиссией по стратиграфической терминологии. Однако Хедберг здесь снова, как и в 1965 г. /54/, повторяет: "The boundaries of a chronostratigraphic unit, as they are extended away from its type or reference section, are by definition surfaces of equal time value everywhere (isochronous surfaces)" /"Границы какой-либо хроностратиграфической единицы, так как они продолжают, от ее типового или эталонного разреза, являются по определению повсюду поверхностями равного временного значения (изохронными поверхностями)"/. Эти изохронные (даже лучше — синхронные) пограничные поверхности считаются полностью независимыми от физических основ всех других видов стратиграфического расчленения и могут несогласно пересекать границы остальных стратиграфических единиц. Область применения биостратиграфии распространяется якобы только на зону; ее эквивалентом в хроностратиграфическом расчленении является подъярус (substage).

Возражения

Возвращаясь снова к вопросу о самостоятельности и правомочности хроностратиграфии, следует прежде всего констатировать, что она не обосновывается данным ей определением. В определениях могут содержаться неверные утверждения или выдвигаться требования, реализовать которые невозможно.

1. Так, в данном случае явно неверно определение, в соответствии с которым биостратиграфические единицы лишены временной компоненты. Зона как главная единица биостратиграфической иерархии была основана Д'Орбиньи и Опшелем на продолжительности существования одного вида или сообщества организмов. Предметом изучения биостратиграфии служит последовательность пространственного размещения зон, познаваемых и комбинируемых при исследова-

нии эволюции органического мира. Следовательно, она имеет совершенно явный историко-хронологический характер.

Это не мое личное мнение, и в подтверждение этого я могу сослаться на ряд авторов. Так, согласно Монти /99/, зональные ископаемые у Д'Орбини имеют "a definite time value and help correlate remote outcrops; they mark isochronous intervals of time over wide areas" ("определяют определенно временное значение и помогают коррелировать отдельные обнажения пород; они маркируют изохронные интервалы времени на широких территориях"). То же самое относится к интерпретации зоны Оппелем. Аркелл /9/ высказался на этот счет так: "That Oppel himself fully appreciated the time element cannot be doubted" /135/ ("В том, что сам Оппель вполне принимал во внимание элемент времени, не может быть сомнений") и добавил, что его зоны оказались весьма надежными при возрастных сопоставлениях юрских отложений различных частей Европы. Шоу /153/ считал просто "incredibly" ("невероятным"), что кто-то может рассматривать палеонтологические данные как нехронологические величины.

2. Явно неверно и широко распространенное представление, в соответствии с которым биостратиграфия будто бы ограничивается рассмотрением более или менее локальных местонахождений слоев, заключающих упомянутые "руководящие ископаемые". Биостратиграфия всегда, по крайней мере в Европе, делала то, что в приведенном выше определении выдается за новшество при выделении хроностратиграфических единиц; она всегда вводила в свои зоны, ярусы и т. д. и те породы, которые не содержали руководящих ископаемых, но которые при помощи рассмотренных выше средств могли определяться ею как эквивалентные по возрасту.

Биостратиграфия, следовательно, распространяет свои сравнительные исследования на все породы, образовавшиеся за определенные единицы времени. Прочитав еще раз Аркелла: "A zone is much more than a mere bed or stratum, or a formation, because it is an abstraction and a generalization: it is in theory any bed, stratum, or formation deposited in any part of the world during the period in which the index fossils lived" ("Зона — это нечто значительно большее, чем просто слой, пласт или свита, так как это абстракция и генерализация: это теоретически любой слой, пласт или свита, отложившиеся в любой части мира в течение периода, в котором существовали данные руководящие ископаемые"). Этими словами выражено как раз то, что декларируется хроностратиграфией в качестве своей новой цели исследований. Для обоснования каких-то коренных различий недостаточно упомянутого выше утверждения о различном объеме биостратиграфических единиц.

3. Правомочность существования любой научной дисциплины (или направления) зависит исключительно от того, располагает ли

она собственным методом исследования (который служит ей обоснованием и гарантирует ее состоятельность). В данном случае этого нет. Единственным, а в другом истолковании наиболее точным методом из тех, которыми располагает хронология, является биостратиграфический. "Fossil evidence has been the most useful and to date has been almost the only means of world-wide geochronological dating of sediments, but we need all possible lines of evidence, and even then we will be usually far from perfection" /49/ ("Фаунистическое обоснование было наиболее пригодным и в настоящее время остается почти единственным из средств глобального хронологического датирования отложений, но мы должны использовать все возможные линии доказательств, и даже тогда мы будем достаточно далеки от совершенства").

Мало понятно, как привлечение методов (признанных менее надежными и менее точными, чем биостратиграфический) позволит получить более точные данные. Литостратиграфические критерии, естественно, не могут идти в расчет из-за их лишь местной применимости. Таким образом, остаются только надежды на значительное совершенствование радиометрии, служащие оправданием для отделения хроностратиграфии, как это признает, пусть несколько витиевато, и сам Хедберг /52/.

Видимо, полезно на произвольно избранном примере показать пропорции хронологических величин, которыми оперируют биостратиграфия и радиометрия. В обоих ярусах нижнего лейаса, геттанге и синемюре, в северо-западной Европе выделено по аммонитам 9 зон, которые удается расчленить на 23 подзоны. Эти зоны или более или менее крупные отрезки упомянутых охарактеризованных аммонитовых разрезов доказаны на обширных площадях в Северной и Южной Америке, восточной Гренландии, СССР, Японии и на островах Тихоокеанского кольца. Продолжительность обоих названных ярусов лейаса оценивается приблизительно в 10 млн. лет. Это сравнительно небольшая величина; она значительно меньше предела ошибок при радиометрических определениях возраста.

Напомним, что еще в β -шкале Холмса (1947) продолжительность юры принималась равной 25 млн. лет (при возрасте нижней границы около 152 млн. лет); по оценкам, в настоящее время продолжительность этой системы увеличилась более чем вдвое (54 — 60 млн. лет) и нижняя граница ее переместилась на отметку 190 — 195 млн. лет! А названную выше величину продолжительности геттанга и синемюра (10 млн. лет) биостратиграфический метод позволяет расчленить еще на 23 подразделения!

В нижнем лейасе Перу установлена та же последовательность родов аммонитов (*Psiloceras*, *Schlotheimia*, *Arietites*, *Arnioceras*, *Asteoceras* и др.), частично с теми же видами, что и в северо-западной Европе. Соответствующие серии отложений мы рассматрива-

ем не только как гомотаксальные, но практически как совершенно синхронные, поскольку необходимое для распространения пелагических аммонитов время в силу его незначительности роли не играет. Таким образом, корреляция отложений на биостратиграфической основе обеспечивает самую высокую (достижимую для современной стратиграфии) точность. Кроме того, нельзя забывать и о том, что в этом случае, как и во многих других, никаких предпосылок и опорных точек для проведения радиометрических исследований вообще не имеется.

Конечно, со временем физические методы определения абсолютного возраста станут совершеннее, однако вряд ли можно ожидать, что удастся устранить источники ошибок, создаваемые материалом и самим методом. В юре насчитывается около 60 аммонитовых зон, каждая из которых, как в нижнем лейасе, имеет продолжительность, следовательно, в среднем около миллиона лет. Значит, и радиометрия должна достичь такой же точности разграничения и даже превысить ее!

Мы можем это спокойно предоставить будущему. А поскольку мы все же не футурологи, мы должны использовать те данные, которые дает нам настоящее. При ближайшем трезвом рассмотрении выглядит несколько странным, что целая отрасль науки может основываться на мечтах об исполнении желаний (и все это снова и снова всерьез обсуждается).

Совершенно неправильно требование Скотта /149/, утверждающего, что хроностратиграфия должна ограничиваться изучением только тех отложений, возраст которых определен радиометрическим методом. Такая хроностратиграфия едва ли будет существенно отличаться от простых серий отложений, как они составлялись в добиостратиграфический период. Уотерхауз /184/ тотчас же выступил с вполне справедливой критикой представлений Скотта, однако тот остался при своем мнении: ни о каком временном масштабе без радиометрических данных говорить нельзя. По-видимому, он не в состоянии понять, что историческое развитие органического мира представляет нам гораздо более точные и легче применимые хронологические данные.

В этой же работе /149/ Скотт высказывает странную мысль: чтобы доказать несостоятельность понятия *хроностратиграфический ярус*, нужно показать, что по крайней мере часть разреза одного из таких ярусов образовалась не в соответствующем интервале времени. Доказательства такого рода, естественно, совершенно ни к чему. Поскольку современные методы хроностратиграфии те же, что у биостратиграфии, подобные несоответствия вообще не появятся и, конечно же, не радиометрии их выявлять.

Навязчивые идеи хроностратиграфии иногда дают и другие странные соцветия. В верхнекембрийских песчаных фациях долины Миссисипи по трилобитам до сих пор выделяли дресбахский и франконский ярусы. Самой верхней зоной дресбахского яруса считалась зона *Aphelaspis*, а самым ранним членом франконского яруса — зона *Elvinia*. Изучение непрерывных разрезов отложений Большого Бассейна (западная часть США) позволило недавно Палмеру /106/ сделать важный вывод о том, что между двумя упомянутыми зонами заключено еще несколько ранее неизвестных (комплексных) зон, которые объединяют в естественный отрезок истории развития трилобитов формы зон *Aphelaspis* и *Elvinia*.

Палмер рассматривает установленный им отрезок исторического развития трилобитов как новый тип региональной биостратиграфической единицы, для которой предлагает понятие *биомер*. Поскольку он, не задумываясь, присоединяется к мнению, что хроностратиграфическими единицами с синхронными границами являются только ярусы, то за биостратиграфическим биомером не может быть признан четко ограниченный возраст. В последовательности биомеров отдельные (или даже все) границы могут быть диахронными!

Из этих новых интересных наблюдений я бы просто сделал вывод, что прежнее расчленение ярусов следует дополнить и уточнить на основе более совершенной последовательности зон — и только. Я так и не уяснил, почему ярусы (в данном случае неверно ограниченные) имеют хроностратиграфический смысл, тогда как последовательность ярусов, откорректированная по тому же развитию трилобитов, его утрачивает. Естественно, что диахронны не отрезки исторического развития трилобитов, а границы фаций, которые влияют на локально выраженные части хода развития, строго пропорционального во времени.

Перерывы в осадконакоплении

Несомненно, что перерывы в осадконакоплении играют большую роль в наших геологических разрезах. Они могут быть обусловлены временным прекращением отложения осадков, размывом уже сформировавшихся слоев, тектоническими движениями и дроблением местных разрезов и т. п. На земном шаре, несомненно, нет ни одного места, где бы удавалось наблюдать полную непрерывную зональную последовательность какой-либо из систем в том виде, в каком ее удается воссоздать лишь путем сопоставления всех доступных разрезов и сведения воедино их отдельных частей.

С другой стороны, у меня создается впечатление, что роль этих перерывов в общей стратиграфической картине все же довольно сильно преувеличена. Прежде всего их используют абстрактно понятийно, что представляется мне недопустимым. Мы уже упоми-

нали о том, что хроностратиграфическим единицам (система, отдел и т. д.) противопоставляются категории геохронологических единиц, которые, по определению, "состоят" из "время-порода" (time-rocks) + "время без пород" (time-non-rocks), т. е. перерывов.

Сколько я ни крутил это определение, для меня остается непонятным, как может единица времени состоять из пород и тем более из перерывов, т. е. из компонентов, которых вообще не существует. Конечно, чистое, абстрактное время действительно повсеместно и протекало даже там, где не оставило после себя никаких материальных следов. Однако геохронологические понятия (*период, эпоха* и т. д.) являются все же только временным вариантом того, что задокументировано в стратиграфических подразделениях (системах, отделах) пространственно, т. е. породами и окаменелостями. Обе группы понятий, хотя и имеют различную акцентировку, базируются на одной и той же основе; следовательно, они не могут иметь различные содержание и объем. Это должно означать следующее: в стратиграфических разрезах "non-rocks", т. е. перерывы уже учтены; при сопоставлении разрезов они обнаруживаются и заполняются, иначе говоря, устраняются. Следовательно, в хронологических единицах их нельзя прибавлять к породам еще раз.

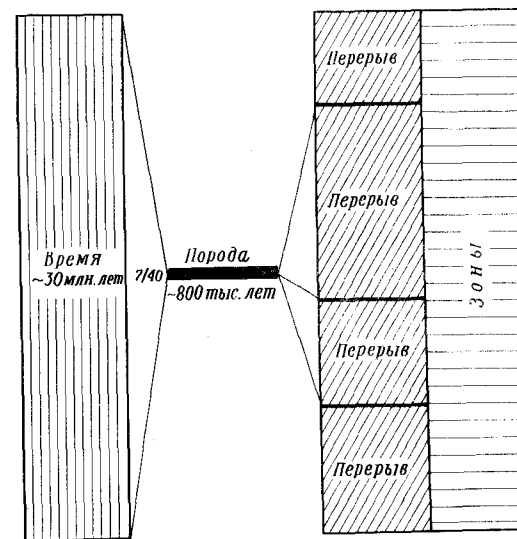
Либо же перерывы есть нечто, о чем мы совершенно ничего не знаем и размеры которых никак определить невозможно. В таком случае всякий разговор о подобных схемах вообще бесполезен. Если же для этого у кого-то имеются какие-то основания, то можно напомнить о том, что и в других местах имеются пробелы в наших знаниях, однако их не приходится принимать в расчет в качестве определенных величин.

Некоторые авторы высказывают крайнюю точку зрения, в соответствии с которой осадочными породами как документами наглядно подтверждается лишь ничтожный промежуток геологического времени. По мнению Корна /76/ и Рихтер-Бернбурга /121/, они представляют лишь $1/20$ – $1/40$ всего геологического времени, тогда как большая часть его приходится на перерывы в осадконакоплении. Значения того же порядка привел недавно Ньюэлл /102/, считающий, что по крайней мере 50%, а скорее 90% фанерозойского времени представлено (вернее не представлено) перерывами в осадконакоплении. Кое-где это, возможно, и так, но не везде.

Против этого свидетельствуют как мне кажется, одно простое рассуждение и ранее уже приводившийся мною график (фиг. 3). В интервале времени от конца раннего до конца позднего девона по цефалоподам удается выделить 9 ярусов; каждый из них распадается на 2–3 зоны, так что всего получается около 20 зон. Сколько же

из них действительно было бы представлено в данном разрезе (или части разреза), если приведенные утверждения верны?

Ответом на вопрос служит упомянутая мной схема (фиг. 3), на которой на весь интервал ярусов и зон произвольно распределен принятый минимум пород — как единственных свидетельств времени.



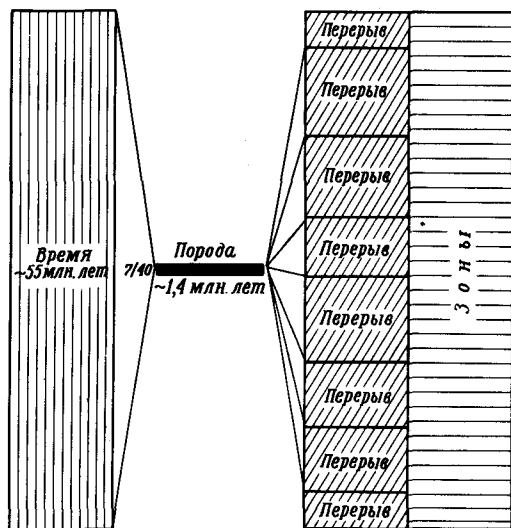
Фиг. 3. Интервал времени от конца раннего девона до границы девон — карбон имеет продолжительность ~ 30 млн. лет (слева) и охватывает более 20 цефалоподовых зон (справа).

Доказуемость этой зональной последовательности имеет предпосылкой в какой-то мере полный геологический разрез. Если же, напротив, породами может быть подтверждена только $1/40$ часть всего времени (в середине), то это меньше того, чему бы соответствовала средняя продолжительность каждой зоны. Небольшой комплекс пород, распределенный на весь разрез, характеризует пропорцию между несколькими тонкими пластами пород и гигантскими перерывами.

В результате удалось бы получить то здесь, то там лишь крошечные случайные участки зональной последовательности. (При этом мы принимаем продолжительность зон, предложенную упомянутыми авторами, и не собираемся увеличивать ее в 40 раз, поскольку считаем, что не стоит увеличивать срок существования Земли с 5 до 200 млрд. лет.)

В действительности, однако, все выглядит иначе. Естественно, что полная последовательность зон не представлена повсеместно во всех локальных разрезах. Однако всюду, где рассматриваемый отрезок

зох времени охарактеризован цефалоподовой фашией, перед нами предстают более или менее полные последовательности ярусов и зон: в Германском Среднегорье, Карнийских Альпах, Испании, Южной Франции, Южной Англии, в Польском Среднегорье, на Урале, Новой Земле, в Казахстане, Северной Африке и Западной Австралии; по крайней мере части их мы находим также в Северной Америке и Китае. Само собой разумеется, совершенно исключено, что в этих весьма разобщенных между собой областях перерывы в осадконакоплении повсеместно приурочены к одним и тем же местам, а именно к границам выделенных нами ярусов и зон, и что до сих пор сохранились



Ф и г. 4. Аналогичный (фиг. 3) график для юры продолжительностью 55 млн. лет, разделенный приблизительно на 60 аммонитовых зон.

Слой пород, который бы представлял всего $1/40$ часть времени, не соответствует по времени даже двум зонам. Разрез состоял бы из продолжительных перерывов, лишь изредка разделяемых тонкими пластами пород.

их следы. Внутри зон, на поверхностях напластования, местами могут быть скрыты небольшие перерывы, не всегда поддающиеся обнаружению палеонтологическими средствами, но более крупные перерывы должны были бы привести к выпадению из разрезов целых комплексов зон и ярусов.

Еще более убедительной окажется картина, если мы около 60 аммонитовых зон юры северо-западной Европы в соответствующих им

возрастных границах, охватывающих почти 55 млн. лет, изобразим графически. У нас получилось бы, что даже $1/40$ часть всего времени (55 млн. лет) была бы представлена тонким слоем породы (фиг. 4). Совершенно невероятно, чтобы когда-нибудь удалось разработать – даже за счет комбинации таких многих отдельных разрезов – столь сложную, многочленную последовательность тончайших зон, которая бы годилась для северо-западной Европы и, с известными модификациями, для земного шара в целом. Некоторые из этих отдельных зон характеризуются той же продолжительностью, что и редуцированная сумма времени для юры в целом, которая якобы представлена породами!

Система

Особую хроностратиграфическую проблему Международная подкомиссия усмотрела в определении геологических систем (в немецкой терминологии "формаций"¹); президент подкомиссии Хелберг опубликовал в связи с этим довольно пространную работу /53/. Тем не менее это вызывает некоторые возражения.

С 1900 г. сессиями Международного геологического конгресса кодифицировалось, а подавляющим числом стратиграфов признавалось, что расчленение стратиграфических единиц является иерархическим и включает следующие подразделения:

Систему

Отдел

Ярус

Зону

Это означает, что ярус – сумма зон, отдел – сумма некоторого числа ярусов, а система – сумма некоторого числа отделов. Основной единицей является зона, так что в конечном итоге система есть суммарное понятие всех зон, слагающих стратиграфические подразделения более низкого порядка.

Сравнение из повседневной жизни: одна дюжина яиц – это 12 яиц, а один гросс – 12 дюжин яиц (и в том и другом случае единица, подлежащая измерению, – яйцо). Поскольку, как известно, одно яйцо похоже на другое, это разграничение категорий – чисто количественное, устанавливаемое условно. Яйца можно измерять и другой мерой, например такой, как мандель (15 штук), соединяя их затем в копу (4 манделя, или 60 штук).

¹ "Формацию" в немецком толковании этого слова, отличном от его толкования в других странах, вряд ли удастся спасти даже с помощью само по себе удачного предложения Бартеля /12/ применять "вместо" формаций иностранных авторов термин "Folge" ("свита") и называть, например, бывшие нейбургские известняки "нейбургской свитой".

В стратиграфии подобного произвола нет. Ей не приходится иметь дела с континуумом количественно однородных единиц, которые можно было бы по-разному, произвольно объединять в вышестоящие категории. Объединяемые в ярус зоны тесно взаимосвязаны одна с другой, а именно на этом основывается отграничение их от столь же тесно взаимосвязанного комплекса зон следующего яруса. Другими словами, здесь налицо определенный порядок, предначертанный самой природой.

Поэтому более точным будет сравнение с естественной иерархической системой организмов, между единицами которой и стратиграфическими категориями существует определенное соответствие. Род охватывает большее или меньшее число видов, семейство – сумму родов, отряд – сумму семейств и т. д.; их границы определяются не схематически, на основании количественных данных, а на основании качественной общности черт соответствующих групп. Однако граница между двумя родами или двумя семействами всегда проходит между двумя видами.

По аналогии мне представляется, что положение вещей в стратиграфии в сущности также весьма простое: системы состоят из суммы зон и их границы точно так же определяются зонами, как границы ярусов и отделов. Речь лишь идет о *более глубокой* границе в зональной последовательности, которая не только разделяет две зоны, но одновременно совпадает с границей между двумя ярусами или двумя отделами (или двумя свитами этих отделов) /139/.

Однако нам указывают, что дело обстоит не столь просто. По представлениям некоторых авторов, зоны, как и ярусы, являются *биостратиграфическими*, а отделы, напротив, *хроностратиграфическими* единицами, между которыми якобы существует фундаментальное различие. Основным определяющим признаком фанерозойской системы является, по Хедбергу /53/, именно ее палеонтологическое содержание, отражающее соответствующую ступень эволюции животного и растительного мира. Но любая палеонтологическая маркировка (так же, как и другие видимые свойства пород) не удовлетворяет требованию определения, согласно которому границы систем и других хроностратиграфических единиц должны быть повсеместно синхронными. Следует якобы иметь в виду (стр. 13): "that biostratigraphic units – units founded by the limits of the physical range of certain fossils or by other paleontologic features – are not in themselves chrono-stratigraphic units – units which by definition must have boundaries which are everywhere isochronous. The two types of units are fundamentally different in concept" ("что биостратиграфические единицы – единицы, заложенные пределами физического распространения определенных ископаемых или другими палеонтологическими особенностями, – сами по себе не являются хроностратиграфическими единицами – единицами, которые, по опре-

делению, должны иметь повсеместно изохронные границы. По идее эти два типа единиц фундаментально различны").

Хедберг признает за палеонтологическими данными право только на локальное, ограниченное значение. Иметь общее значение и быть синхронными они не могут якобы из-за существующих фашиальных различий, из-за местных отклонений в условиях фоссилизации и сохранения фауны и флоры, из-за того, что для глобальных миграций организмов требуется определенное время, а также из-за различного времени вымирания этих организмов (стр. 13–14). Переорывы в осадконакоплении и орогенические события также не пригодны для прозедения синхронных границ. Таким образом, палеонтологические критерии, по Хедбергу, несмотря на их недостатки, в настоящее время все же являются лучшим вспомогательным средством, однако наряду с этим радиометрические методы определения возраста открывают благоприятные перспективы для определения стратиграфических систем по абсолютному летосчислению и прослеживания границ этих систем из типового региона по всей территории земного шара как одновозрастных поверхностей. Поэтому принципы определения систем и проведения границ между ними должны обеспечивать совпадение с данными будущих определений абсолютного возраста (стр. 15–16).

Границы между системами и всеми другими хроностратиграфическими единицами лучше всего фиксируются в непрерывных разрезах отложений *стратотипов*, которые всегда могут служить эталонами. Но: "The definition of a boundary is largely a matter of decision; the subsequent tracing of this boundary is a much more subjective procedure" ("Установление границы – в значительной степени вопрос принятия того или иного решения; последующее прослеживание этой границы – процедура значительно более субъективная") (стр. 16).

Против этого представления можно выдвинуть следующие возражения:

1. Каких-либо фундаментальных различий между биостратиграфией и хроностратиграфией не существует, что я пытался обосновать уже раньше /139/. То же самое я изложил в связи с докладом Хедберга Международной подкомиссии /52/: "I am not able to adopt a distinction between biostratigraphic and chronostratigraphic units. As far as I can see biostratigraphy and chronostratigraphy are the same thing or merely two slightly different versions of the same thing. The methods in both cases are exactly the same" ("Я не могу принять различие между биостратиграфическими и хроностратиграфическими единицами. Несколько я понимаю, биостратиграфия и хроностратиграфия – это одно и то же или только две слегка различные версии одного и того же. Методы, применяемые в обоих случаях, точно те

же самые"). Аналогичный вотум новейшим выкладкам Хедберга по вопросу об определении понятия *система* /53/ вынесен стратиграфической комиссией СССР, также отклоняющей это искусственное разграничение. Каждое истинно стратиграфическое понятие и без того уже является "хроностратиграфическим", соответствуя эквивалентной геохронологической категории.

2. Биостратиграфические единицы не ограничены локальными или узко региональными местонахождениями слоев, содержащих соответствующий ископаемый остаток (или остатки). Они документируются и определяются отнюдь не на основании находки ископаемых в одном отдельном обнажении (где, возможно, имеется только "тейльзона", т. е. небольшой отрезок зоны). Их общий объем определяется лишь путем сопоставления многих, причем по возможности пространственно наиболее разобренных разрезов. И посему биостратиграфическая единица — не локально ограниченное, а абстрагированное, повсеместно приемлемое понятие, т. е. то понятие, за которое выдают обобщенные без самостоятельной методики хроностратиграфические единицы.

3. Если даже не признавать временной характер биостратиграфических единиц и оспаривать как саму возможность корреляций пластов на палеонтологической основе, так и построенный на ней метод, основная функция биостратиграфии этим не исчерпывается. Эквивалентные по возрасту породы тогда лишатся какой-либо взаимосвязи, как будто никакой возможности их увязки посредством сопоставления не имеется. Биостратиграфия начнет деградировать точно так же, как литостратиграфия, в которой все хронологические аспекты педантично игнорируются.

4. Биостратиграфическая зона якобы превращается в хроностратиграфическую зону или подъярус только вследствие того, что к ней причисляют также породы, не заключающие руководящих ископаемых. Как ни странно, хронологическая информативность увеличивается здесь в силу того, что часть слоев лишена ископаемых остатков как определяющего время элемента. Границы между биостратиграфическими подразделениями, которые, по определению, не имеют точно выраженного хронологического характера, превращаются при этом в повсеместно синхронные границы хроностратиграфических подразделений.

5. Объем и границы *обеих* подразделений в соответствии с имеющимися в настоящее время возможностями определяются только при помощи ископаемых палеонтологических остатков, т. е. биостратиграфически. Но тогда непонятно, почему одни и те же границы в одном случае должны быть диахронными, т. е. рассекать "истинные" стратиграфические единицы по диагонали, а в другом, "хроностратиграфическом" случае становится "by definition" ("по определению") синхронными. Как метко заметил Юпé /70/, одна и та

же временная поверхность "ne peuvent pas se transgresser elles-mêmes" ("не может быть трансгрессивной по отношению к самой себе").

6. Столь же странным представляется и то, что, по мнению отдельных авторов (поскольку они вообще являются приверженцами хроностратиграфии), изменения в характере пограничных поверхностей от невременных к временным осуществляются на совершенно разных уровнях. Одни стратиграфы (Хатчинсон, Мак-Ларен, Мур) рассматривают все единицы, в том числе и зоны, как хроностратиграфические понятия; другие считают, что хроностратиграфия "начинается" с подъяруса (Хедберг), яруса или даже только с отдела или системы (Белл, Де-Форд, Уилер). Это похоже на то, как если бы секунды или часы мы еще не считали временем, а начинали бы его отсчет только с дней или месяцев.

В результате почти создается впечатление, что по мере повышения ранга стратиграфических единиц требования к их временной точности соблюдаются не столь строго. Поэтому, видимо, и рекомендуется при проведении границ между системами использовать данные определений абсолютного возраста радиометрическими методами. Ошибки в 20, 50 и более миллионов лет при таком порядке величин, по-видимому, уже не играют никакой роли, тогда как зоны, выделенные на основании "добрых старых" руководящих ископаемых, имеют среднюю продолжительность всего в один или два миллиона лет и столь грубого проведения границ не допускают. В действительности, однако, границы между двумя системами — не что иное, как границы между двумя зонами.

7. Учитывая все это, мне представляется совершенно излишним рассматривать определение геологических систем как особый случай в специальном объемистом трактате. Система — понятие для обозначения суммы зон независимо, в конце концов, от того, это просто зоны, биозоны или хронозоны. Достаточно поэтому выяснить и определить понятие *зона*; определение состоящих из зон ярусов, отделов и систем, как и проведение границ между ними, произойдет автоматически, само собой.

8. Бессмысленно и стремление с помощью пород и находок окаменелостей обязательно закрепить "хроностратиграфическую" единицу в стратотипе. Окаменелость в хроностратиграфическом типовом разрезе определяет *частное местонахождение*, но не обозначает *время* (возраст), например, верхней границы зоны, яруса или системы. При фиксировании какого-либо ископаемого вида место его находки играет лишь подчиненную роль; важен прежде всего *голотип*, служащий эталоном для контроля за правильностью сделанного определения. Как уже заметил однажды Белл /14/, "No place is typical of a time" ("Ни одно место не символизирует время").

9. Каким образом зафиксированная в стратотипе временная точка должна проецироваться в виде строго синхронной поверхности

по всему земному шару — нигде нельзя распознать. Биостратиграфические средства при этом игнорируются или привлекаются лишь в совершенно незначительных масштабах. По мнению Уилера /191/, для проведения точных корреляций вообще нет никаких возможностей, поэтому хроностратиграфические единицы могут быть отнесены только к соответствующим стратотипам. Все, что лежит за их пределами, — это *para-time-rock*-единицы, синхронные лишь приблизительно. Таким образом, существует еще класс собственных стратиграфических понятий только для типовых разрезов; это можно сравнить с палеонтологией, которая признает лишь голотипы, а все остальное считает неопределимым. Тем самым не только хроностратиграфия, но и стратиграфия в целом лишаются какой бы то ни было основы.

10. Одного определения временных границ недостаточно; они должны нести на себе хронологическую маркировку, чтобы по ней их всегда можно было распознать. Такого рода зримыми характеристиками, насколько сейчас известно, могут быть только ископаемые органические остатки.

Хедберг в своем докладе на XXII сессии Геологического конгресса /53/ неоднократно приводил *силур* в качестве примера требуемого единого определения понятия *система*. Что касается границы между *ордовиком* и *силуrom*, то она приходится, как известно, на тектонически активное время. Результатом "таконской складчатости" явилось отложение на обширных площадях кластических пород. Эти отложения, не будучи однородными и разновозрастными повсеместно, известны начиная уже с ордовика и вплоть до силура. По мнению Грейлинга /40/, "таконская фаза не являлась ни единой, ни четко ограниченной во времени". Поэтому она не может служить границей между ордовиком и силуrom. На этой основе в каком-нибудь типовом разрезе, может быть, и удалось бы провести границу, обусловленную тектоническими явлениями, как фациально различную границу, однако она имела бы только местное значение и ее не удалось бы непосредственно сопоставить с подобными границами в других районах.

Поэтому в Великобритании граница между ордовиком и силуrom была установлена на биостратиграфической основе, посредством граптолитовых зон. На пограничном участке выделены следующие зоны:

<i>Monograptus cyphus</i>	
<i>Orthograptus vesiculosus</i>	нижний силур
<i>Akidograptus acuminatus</i>	
<i>Glyptograptus persculptus</i>	
<i>Dicellograptus anceps</i>	ордовик

По предложению Джонса, пограничную линию проводят между двумя нижними зонами; значит, граница между этими зонами временно служит и границей между системами. Напротив, Эллис указал на то, что, возможно, естественнее было бы провести гра-

ницу на две зоны выше (пунктирная линия). При таком разграничении *силур* характеризовался бы первым появлением типичных *Monograptus*, т. е. четкой выраженной сменой фауны. Аналогичные соображения высказывал Грейлинг /40/. Соответствующие пограничные зоны, помимо Великобритании, известны также в Чехословакии, в Польском Среднегорье, Франкенвальде, Тюрингии и Сьерра-Морене, где границу удается провести именно в этом месте.

Совсем недавно Чуркин /24/ обнаружил такую же последовательность пяти граптолитовых зон, полностью соответствующих британским стандартным зонам, в юго-восточной части Аляски. И независимо от того, на каком уровне будет проведена граница между обеими системами — в соответствии с имеющейся конвенцией или с рекомендуемой ревизией — ее, во всяком случае, удастся провести на Аляске столь же четко, как в Англии.

То, что речь идет об истинных, практически точных временных границах, вряд ли оспоримо. Даже если принять, что для миграции видов планктонных граптолитов между Великобританией и юго-восточной Аляской понадобилось несколько сотен или даже тысяч лет, то это ровно ничего не значит по сравнению с продолжительностью существования видов, которая у силурийских зональных граптолитов составляет в среднем 1–2 млн. лет. Это, видимо, высшая степень точности, которой удается достичь при установлении границы между этими системами биостратиграфическим методом.

Для сравнения напомним, что по данным новейшей радиометрической шкалы абсолютного возраста интервал колебаний положения границы между ордовиком и силуrom составляет 90 млн. лет, что вдвое превышает продолжительность силура! Определения возраста физическими методами, следовательно, как в настоящее время, так, вероятно, и в будущем не открывают перспектив уточнения биостратиграфической границы до "хроностратиграфической". (При этом мы, естественно, не имеем в виду радиометрических определений возраста радиоуглеродным методом, которые применимы только к последним 50 тыс. лет, но отнюдь не к более древним породам.)

Верхняя граница силура недавно была установлена также по граптолитам. Принимают, что *силур* заканчивается зоной *Monograptus angustidens*; тогда как зона *Monograptus uniformis* знаменует собой начало девона. Вид, давший наименование этой зоне, известен во многих районах Европы, Северной Африки и Северной Америки; вероятно, он присутствует на севере Урала и в Юго-Восточной Азии. Зона *uniformis* подтверждена и околонуена в настоящее время по меньшей мере на трех континентах (см. также новейшие данные Борри /15/).

Вопрос о том, является ли эта граница общепризнанной, мы здесь подробно рассматривать не будем (см. /182/). Возможно, естественнее было бы проводить границу силур – девон выше последнего появления *Monograptus*. Мы показали, что в этом смысле "inkonsequent" ("нелогична") также граница ордовик – силур и что были сделаны предложения ориентировать ее по первому появлению монографитид. Однако эти незначительные отклонения в общем не опровергают естественного характера силура как эпохи монографитид.

С формально-стратиграфических позиций главное состоит в том, чтобы граница четко определялась и была бы повсеместно легко распознаваема. В данном случае это именно так, что достигается частично непосредственно с помощью граптолитов, частично благодаря привлечению конодонтов, остракод и т. д. в качестве вспомогательных средств для параллелизации. Таким образом удалось определить и номинальное стратиграфическое положение лудловских костеносных слоев, которые относили то к девону, то к силуру.

Наивный наблюдатель мог бы предположить, что тем самым дело оказалось улаженным. Однако это далеко не так, по крайней мере с точки зрения некоторых стратиграфов. Теперь, как это считает Мартинссон /91/, следует создать комиссию и снарядить экспедицию для того, чтобы решить вопрос о том, где может быть найден подходящий для установления границы стратотип. Если это удастся, то далее необходимо установить "парастратотипы" в отдельных странах. К чему эти огромные расходы?

Будет ли это означать, что в каком-то одном районе или разрезе время лучше, чем в другом? Ведь мы видели, что требуемые Хедбергом стандартные разрезы дают возможность установить отнюдь не время, а только факт появления одного или двух следующих один за другим видов. Это не обязательно должно соответствовать всей продолжительности существования вида, которую удается определить только путем региональных сопоставлений. Или типовому разрезу следует доверять больше, чем определениям видов, которые все же являются основой для маркировки границ? Но определения видов контролируются не местонахождением, а только сравнением с голотипами.

Во всяком случае, информативная ценность типового разреза не больше чем перечисление видов, обосновывающих проведение границы. И если вопреки всем ожиданиям выяснится, что между двумя зонами, выделенными на основании продолжительности существования видов *Monograptus*, вклинивается еще одна, ранее не известная единица, тогда стратотип не поможет, а только усложнит положение. Наконец, все еще остается нерешенной проблема, каким образом маркеры (*die Marke*) того или иного типового разреза, если определяющими считаются они, а не видоопределение, можно спроецировать на другие разрезы и парастратотипы.

Естественно, здесь не место детально вникать в отдельные проблемы проведения границ всех систем. Вопрос о границе между пермью и триасом уже рассматривался нами выше (стр. 72 и след.). В общем следует констатировать, что в настоящее время проведение границ между системами производится не по тектоническим событиям, перерывам в осадконакоплении, коренным фаціальным изменениям и т. п., а в принципе только по плоскостям в последовательности зон, хотя Хедберг и считает это недопустимым.

Граница *девон-карбон* располагается между зонами *Wocklumeria wocklumensis* и *Gattendorfia subinvoluta*. (Предложение Либровича сместить ее в основание вокломерий, следовательно, в середину периода развития климений, к счастью, не было принято.)

На границе *триас-юра*, как в Центральной Европе, так и в Северной Америке, доказана следующая последовательность зон:

Schlotheimia angulata
Psiloceras planorbis
Choristoceras marshi
Rhabdoceras suessi

Граница проводится между зонами *Choristoceras marshi* и *Psiloceras planorbis*, после чего начинается грандиозное развитие аммонитов юры и мела. Эта граница резко выражена не только в Альпах Европы, но и в Канаде. Там, где аммоноидеи отсутствуют, соответствующие сопоставления слоев удается проводить парастратиграфически, на основании *Rhaeticicula contorta* и брахиопод.

По вопросу о нижней и верхней границах *мела* существуют различные мнения /193, 194/ не из-за нарушенности пограничных участков разрезов и наличия в них перерывов, а скорее в силу "embarras de richesse" ("затруднений из-за большого выбора"), поскольку существует несколько почти равноценных вариантов проведения этих границ, и потому, что положение берриаса, с одной стороны, и дания, с другой, может оцениваться по-разному. Границы здесь можно провести только обычным способом, но сделать это необходимо по возможности на рациональной основе. Многочисленные меловые и третичные орогенические фазы для этого не годятся.

Заключительные выводы

Хедберг /53/ считает аксиомой, что "Since a System is a chronostratigraphic unit, it is by definition inherent that, in theory, the boundaries of a complete System should be surfaces having everywhere the same age or time-value (isochronous surfaces)" /"Поскольку система – хроостратиграфическая единица, что, по определению, неотъемлемо, то теоретически границами полной системы должны быть поверхности, имеющие везде одинаковый возраст или временное значение (изохронные поверхности)"/. Очевидно, он не замечает, что вытекающее

из этого предложения следствие уже заключено в нем в качестве предпосылки. Если "by definition" ("по определению") пограничные поверхности хроностратиграфических единиц синхронны, то, как считает Хедберг, просто не приходится сомневаться в их синхронности и в том, что единицы с такими границами должны быть хроностратиграфическими. И, напротив, биостратиграфическим единицам (в силу соответствующего определения) ранг синхронных границ должен быть отказан.

Различия во взглядах и определениях возникают, в конце концов, именно вследствие *разной оценки задач и целей стратиграфии*. Насколько я могу судить, специфическим назначением стратиграфии всегда считалось определение *хронологической последовательности* горных пород, расчленение их на единицы и корреляция эквивалентных слоев. То, что эквивалентность является именно временной эквивалентностью и границы, следовательно, имеют *временной характер*, не всегда, может быть, подчеркивалось, но всегда молчаливо подразумевалось как нечто само собой понятное.

При этом не играет никакой роли, выражается временной аспект границ относительно, т. е. во временных отметках, получаемых на основе изучения эволюционного развития организмов, или же "абсолютно", т. е. в годах. Определяющим является лишь то, каким образом удастся получить наиболее точные хронологические данные. Этому требованию всегда удовлетворяла биостратиграфия, которая в течение 150 лет является основным методом стратиграфии палеонтологически охарактеризованных слоев. Появившиеся лишь совсем недавно радиометрические определения возраста — весьма ценные в многих других отношениях — оказались не в состоянии упростить или заменить собой биостратиграфический метод. Границы ошибок их слишком велики, чтобы можно было говорить о той точности временных датировок, в которой нуждается стратиграфия.

Утверждение, что только хроностратиграфия вводит временной аспект как нечто совершенно новое и тем самым будто бы в корне отличается от биостратиграфии, является, на мой взгляд, просто фикцией. Мерилон должны служить не определения понятий, а применимые и применяемые методы. А они в обоих случаях одни и те же. Хедберг недавно заметил /58/: "I do not know of any biostratigraphic zone, which in itself everywhere fulfills the requirement of a chronostratigraphic zone" ("Я не знаю вообще биостратиграфической зоны, которая сама по себе всюду отвечает требованию хроностратиграфической зоны"). На это я могу только возразить: мне не известно ни одной "хроностратиграфической" зоны, которая, если не принимать во внимание софистическую подтасовку, была бы более действенной, чем ее биостратиграфическое обоснование.

С другой стороны, Хедберг допускает /49/: "the goal of determi-

ning perfect isochronous surfaces (those with exactly the same time value everywhere) and perfect boundaries for time-stratigraphic units may never be attained" /"задача определения совершенно изохронных поверхностей (поверхностей с точно одинаковым временным значением повсюду) и безупречных границ для хроностратиграфических подразделений, возможно, никогда не будет достигнута"/. Это чуть ли не дает основания подозревать, что временные значения в хроностратиграфии хуже и менее точны, чем в биостратиграфии (разрешающая способность последних вполне удовлетворяет всем стратиграфическим целям, поскольку никаких чрезмерных требований к исчерпывающей точности не ставится).

Другие авторы, такие, как Эгер /1/, Харрингтон /43/, Ньюэлл /102/, также считают, что требование синхронных временных поверхностей в строгом смысле невыполнимо. Они говорят о метафизических понятиях, абстрактных идеалах, чуждых действительности фантомах и т. п., не позволяющих якобы осуществлять корреляцию отложений. Однако в отличие от Хедберга они делают из этого вывод, что различий между био- и хроностратиграфией не имеется. Палеонтологов и стратиграфов, которые, основываясь на фактическом материале, высказывают подобные представления, Хедберг обвиняет /54/ в том, что они живут в темном мире фантазии. Но, как известно, число таких фантазеров весьма велико!

Поскольку Хедберг снова и снова с удовлетворением указывает на достигнутое ныне единодушие, мы назовем только некоторых из большого числа авторов, отрицающих принципиальное различие между хроностратиграфией и биостратиграфией: Эгер /1/, Аркелл /9/, Калломон и Доновэн /20/, Хлупач /23/, Доновэн /28/, Данбар и Роджерс /29/, Жинью /37/, Ханкок /42/, Харрингтон /43/, Юпé /70/, Елецкий /72/, Мак-Ларен /95/, Меннер /95a/, Миллер /97/, Ньюэлл /102/, Эпик (1960), Раузер-Черноусова /113/, Роджерс /123, 124/, Шенк /128/ (который, как и Сильвестер-Бредли /164/, воспринимает биостратиграфию и хроностратиграфию как единое целое, но предпочитает последнее из этих двух наименований), Шиндевольф /139, 142, 144/, В. Шмидт (1962), Зейц /152/, Симон /157, 158/, Степанов (1958), Стори и Паттерсон /161/, Трэттер (1961), Фервэрд /173/, Валлизер /182/, Ванг /183/, Видман /194/, Уилсон /197/. К этому следует добавить и единодушное veto стратиграфического комитета СССР. В британском кодексе речь идет также об одной-единственной "стратометрической стандартной шкале", и понятие хроностратиграфия, к большому удивлению Хедберга, в нем вообще не упоминается.

Своеобразную точку зрения, не согласующуюся с другими интерпретациями, высказал Тейхерт /168/. В своем богатом идеями анализе он в противоположность Хедбергу убедительно показал, что гра-

ницу между зонами и биостратиграфическими единицами более высокого порядка являются истинными (относительными) временными поверхностями, с помощью которых можно точно определять границы хроностратиграфических единиц. И все же он полагал, что различие между биостратиграфическими и хроностратиграфическими понятиями должно сохраниться в том смысле, что первые охватывают только слои с идентичными или близко родственными организмами, а вторые – все слои, отложившиеся в течение определенного интервала времени. Но поскольку временной интервал во втором случае также задается эволюцией ископаемых организмов и определяется биостратиграфически (орто- или парастратиграфически, посредством фациальных переходов, обрамляющих слоев определенного возраста и т. п.), я лично никакой подлинной альтернативы в этом противопоставлении не усматриваю.

Другие авторы без долгих размышлений примкнули к многоаспектной стратиграфии и даже пытаются совершенствовать ее терминологически. Люттиг /89/ недавно выступил с предложением различать соподчиненные единицы в биостратиграфии, хроностратиграфии и геохронологии, снабдив их приставками био-, хроно- и гео-. Как следует из названия его короткого сообщения, он говорит о био-зоне, хроно-зоне и гео-зоне. Первая у него основана на органическом мире, вторая – на физических методах, а третья – на наименьшей единице геологического времени. Эти новые наименования частично совпадают с существовавшими ранее старыми обозначениями для тех же самых понятий, а частично уже применялись раньше в ином смысле. И вообще со своей идеей Люттиг несколько запоздал. По словам Трэттера /52/, в Южно-Африканской Республике применяется один-единственный комплект стратиграфических терминов ("система", "отдел", "ярус" и т. д.), которые в случае необходимости уточняют с помощью приставок лито-, био- и хроно-.

Для уточнения моей собственной точки зрения напомню: я отвергаю выделение двух различных биостратиграфий, одна из которых так открыто и называется, но будто бы не содержит понятия времени, а вторая, по определению, якобы обладает временным значением и замаскированно обозначается как "хроностратиграфия". Это, на мой взгляд, крючкотворное различие, не имеющее никакого научного или практического значения, служит, самое большее, лишь предлогом для введения новых категорий понятий и тем самым запутывает простые основы стратиграфии. Я признаю лишь *единую стратиграфию*, которая, как до сих пор считалось само собой разумеющимся, включает в себя понятие геологического времени в качестве принципа классификации напластований пород, их последовательностей и эквивалентов. Так называемая хроностратиграфия – не что иное, как *синоним стратиграфии*, и к тому же неудачный, ибо это название тавто-

логически выражает нечто и без того свойственное стратиграфии. "Биостратиграфией" мы именуем специфический стратиграфический метод, который является *основным методом стратиграфии* фанерозоя и позволяет производить в высшей степени детальное расчленение отложений.

"Литостратиграфии" нет места в рамках истинной стратиграфии. Ей, как и биостратиграфии, отказывают не только в хронологическом содержании, но даже и в наличии временных взаимосвязей (в данном случае справедливо, поскольку на основании одних только пород никакие расчленения и корреляции за пределами ограниченных районов невозможны). Литостратиграфия по необходимости используется применительно к криптозою, однако только в сочетании с данными определения абсолютного возраста, но и тогда нельзя гарантировать выделение хронологических серий глобального значения.

Недавно Хедберг /57/ призвал к терпимости: международный кодекс не претендует на безоговорочное признание изложенных в нем основных положений. Я не хочу уступать ему в великодушии и никого не уговариваю присоединиться к моей точке зрения или к мнению многочисленных моих противников. Тем, кто хочет копаться в мелочах, не будем мешать!

III. СТРАТОТИП

ОБЗОР (ИСТОРИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ)

Ссылки на типовые районы или местонахождения при выделении стратиграфических единиц имеют такую же давнюю историю, как сама стратиграфия. Во многих случаях региональные ссылки высказаны четко, в других — вытекают сами по себе из выбранного наименования системы (в немецкой литературе "формации"), отдела или яруса.

Наиболее популярными примерами могут служить юрская система, выделенная в 1795 г. (или в 1823 г.) Гумбольтом в качестве самостоятельной единицы по горам Юра; кембрий, выделенный Седжвиком в 1836 г. (от Камбрии — древнего названия Уэльса); девон Мурчисона и Седжвика; пермь, выделенная Мурчисоном в работе 1841 г., который выразительно говорил о типовом регионе системы уже в 1839 г. Все ярусы — келловей, оксфорд, кимеридж, портланд, пурбек Смита (1815—1816), Бекланда (1818) и Броньяра (1829), байос, тоар и синемюр, выделенные Д'Орбиньи (1847 или 1849), плинсбах, выделенный Оппелем (1858), — получили названия по местностям, где соответствующие слои наблюдались впервые или где они наиболее четко выражены.

О своем синемюрском ярусе Д'Орбиньи, например, писал: "qu'il vient du nom de la ville Semur (Sinemurium), autour de laquelle ces couches, montrant un beau développement, peuvent offrir le type le plus complet, et un point réellement étalon pour l'étage" ("что название его происходит от города Семюр (Синемюр), вблизи которого пласты, обнаруживая прекрасное развитие, могут быть наиболее полным типом и действительно самым полным эталоном этого яруса"). В соответствии с современной терминологией во всех этих случаях говорили бы о типовых местонахождениях или, может быть, лучше о типовых регионах, ибо обычно описывают не какой-то конкретный разрез — стратотип в собственном смысле этого слова, а более обширный географический район.

Понятие *типовой разрез*, принцип региональной или локальной фиксации исходных моментов для стратиграфических единиц широко обсуждались в литературе позднее, особенно в литературе на немецком языке. Пиа /108/ подчеркивал, что разграничение временных промежутков в истории Земли может устанавливаться только на ос-

новании определенных событий; при этом необходимо указывать место или район, явившиеся для данного события главными. Следовательно, определение должно быть приблизительно таким: "Лейас начинается с появления рода *Psiloceras* в Швабии". "Наибольшую точность обеспечивало бы использование вполне конкретного разреза", однако "вряд ли это представляет практическую ценность". Аналогично этому Пиа высказывался и позже: "Для отдельных подразделений рекомендуется избирать типовые районы, которые можно будет использовать в качестве эталонов при расчленении этих подразделений".

Несколько лет спустя Кегель /74/, с тем чтобы подвести под выделение стратиграфических границ более солидное обоснование, выдвинул предложение "тщательно выбирать на местности такие профили, в которых возможно однозначное определение той или иной границы". Соответствующим профилям он дал наименование *опорных (Richtprofile)*. Для определения стратиграфической границы будто бы всегда достаточно *одного-единственного* опорного профиля, с которым все остальные "следует сопоставлять обычными методами сравнительной стратиграфии".

Выявление опорного профиля, в котором граница должна быть выделена как можно более четко, "в отдельных случаях требует детальных полевых исследований". Такие исследования, как заявил Кегель, уже начались в Рейнских Сланцевых горах с целью определения положения границ между силуром и девоном и между нижним и средним девоном.

Руководителем этих работ был Рихтер, который в 1942 г. опубликовал отчет, где обозначение "опорный профиль" он заменил обозначением "опорный разрез" ("Richtschnitt"). Одновременно он изменил и цель, которой стала не фиксация конкретного эталонного разреза, а детальное палеонтолого-стратиграфическое изучение пограничных слоев в избранных типовых районах. Однако об этом речь будет идти ниже.

Идеи Кегеля еще до их опубликования живо обсуждались на двух международных конференциях по опорным разрезам, проведенных в 1936 г. в Аахене и в 1937 г. в Дюссельдорфе. В печати среди прочих других авторов свои позиции изложили Франк /34/ и Бреддин /18/, в идеях Кегеля приветствовавшие, конечно, непреднамеренное, явное предпочтение геостратиграфического метода и "отказ от преимущественного использования в стратиграфии биостратиграфического принципа".

Примерно в это же время Герасимов (1937), Хедберг /44/, Финлей и Мэрвик (1940), а возможно, также и другие авторы начали применять понятие *типовой разрез*, или *стратотип* и потребовали его узаконения. Следовательно, идея уже тогда витала в воздухе, но из семени буйно разрослась только ботва.

Вопреки представлению Кегеля, в соответствии с которым для определения границы достаточно одного-единственного типового разреза, здесь, как и во всех других областях стратиграфии, вскоре хлынул поток хитроумных различий и новых обозначений для якобы разных стратотипов. Стивенсон /160/ по аналогии с зоологической номенклатурой предложил расчленять типовые разрезы на *голотип*-, *синтип*-, и *паратип*-разрезы. Я /142/ в свое время отклонил такое расчленение как связанное с уже тогда давно устаревшей стадией разработки зоологической номенклатуры. Допустимо (если оно вообще допустимо) применение только разреза-голотипа и выделенного позже разреза-лектотипа.

Несколькими годами позже Сигаль /155/ уже говорил о *голостратотипах*, *костратотипах*, *гипостратотипах*, *парастратотипах*, *плезистратотипах*, *лектостратотипах*, *неостратотипах* и добавлял к ним еще *фацциостратотип*, являющийся разновидностью *гипостратотипа*. Далее *фацциостратотип* расчленялся на первичный голофацциостратотип для полностью морских фацций и *вторичные и дополнительные фацциостратотипы* для отдаленных, отклоняющихся морских толщ, для лагунных и континентальных отложений.

Международная подкомиссия по стратиграфической классификации требует, как это можно видеть из ее отчетов и проектов, установления стратотипов для *всех* отдельных единиц лито-, био- и хроностратиграфии и применяет при этом терминологию, не отличающуюся от приведенной выше. Подкомиссия выделяет:

1. *Стратотипы единиц (Unit-Stratotypen)* для соответствующих лито-, био- и хроностратиграфических единиц.
2. *Стратотипы границ (Boundary-Stratotypen)* для границ (границы) названных стратиграфических единиц или для общей границы между двумя такими единицами.
3. *Сложные стратотипы (Composite-Stratotypen)* для стратотипов единиц, состоящих из комбинации нескольких типовых интервалов слоев (Schicht-Intervalle).
4. *Компонентные стратотипы (Component-Stratotypen)* для отдельных компонентов сложных стратотипов.
5. *Исходные стратотипы (Reference-Stratotypen)* – подчиненные первичным стратотипам исходные разрезы для переноса стратиграфических единиц и их границ в другие географические области или фациальные зоны (в некотором роде релейные установки).
6. *Типовые регионы (Typlokalitäten)* для обозначения географического района, в котором данный стратотип находится.

Наряду с *Reference-стратотипами* говорят еще и о *вспомогательных исходных разрезах (auxiliary reference sections)*. Эти различные понятия стратотипов комбинируют затем с выше названными парастратотипами,

тотипами, лектостратотипами, неостратотипами и т. п. и почти с дюжиной единиц вместе с их границами, выделяемых Международной подкомиссией внутри различных стратиграфических категорий. Бытуют, например, такие обозначения, как "*Reference unit-Chronostratotypus*," "*Auxiliary boundary reference-Lithostratotypus*," "*Standard global stage-Holostratotypus*" и т. п. Я не беру на себя труд подсчитать, сколько вообще таких комбинационных возможностей имеется. Но наверняка их число больше, чем число названий типовых категорий в зоологической номенклатуре (которая разбухла до 250 терминов для всех возможных и невозможных случаев, пока Рихтер в 1925 г. несколькими штрихами не привел этот хаос в порядок, сведя обилие подразделений к двум основным категориям с несколькими членами /116/).

В отчетах и докладах Международной подкомиссии по стратиграфической классификации установление стандартных стратотипов оценивается как огромный прогресс ("a tremendously progressive step in world stratigraphy") ("страшно прогрессивная ступень в развитии мировой стратиграфии"), открывший якобы новую эру в стратиграфии. Созданная недавно Международным союзом геологических наук Международная программа геологических корреляций также, как мы слышали, считает главной задачей своих двух рабочих групп стандартизацию хроностратиграфических единиц и их закрепление в стратотипах. Стратотипы воспринимаются настолько серьезно, что это послужило стимулом для создания специального журнала ("Newsletters on Stratigraphy"), предназначенного преимущественно для дискуссий об "обязательных" стратотипах, оперативной информации о вновь вводимых стратотипах, неостратотипах и т. п. /90/.

Мое (субъективное) мнение таково, что вопрос о стратотипах отнюдь нельзя считать окончательно продуманным и ясным. Это мнение разделяют и весьма многочисленные другие авторы, выступающие против метода стратотипов. Не вынесено даже предварительного решения о том, нужны ли нам вообще стратотипы, имеет смысл вводить их или нет. В случае, если такое решение окажется утвердительным, необходимо определить, какими средствами легче добиться поставленной цели. Иначе существует опасность поспешных определений, способных нанести ущерб, который потом устранить очень трудно. К тому же в ходе последующих дискуссий могут выявиться точки зрения, ранее представлявшиеся не заслуживающими внимания.

Наш первый вопрос гласит: опорный разрез – для чего? Потому что и в этом вопросе пока еще нет единодушного мнения относительно того, применять ли стратотипы для всех стратиграфических

категорий или только для некоторых из них и для всех единиц этих категорий или только для отдельных из них.

СТРАТОТИПЫ ДЛЯ ЛИТОСТРАТИГРАФИИ, БИОСТРАТИГРАФИИ И ХРОНОСТРАТИГРАФИИ?

Вопросы определения понятий, содержания и значения этих трех стратиграфических категорий были подробно рассмотрены в разд. II. Кое-что там сообщалось и по вопросу о стратотипах, поскольку того требовала связность изложения, так что здесь мы можем ограничиться в какой-то мере кратким его анализом.

Литостратиграфия

Видимо, все согласны с тем, что на одних только свойствах состава пород, без привлечения других методов, никакой стратиграфии в узком смысле построить не удастся. Не выполняется ни требование хронологического соответствия подразделений, ни требование о трансрегиональной применимости метода. Сопоставимы лишь одинаковые типы пород и фаций; о них известно, что в течение единицы времени они подвержены значительным изменениям. Возраст "формации" может от места к месту изменяться; с другой стороны, две разные формации в соседних областях могут соответствовать одному и тому же промежутку времени, о чем уже много лет назад с полным правом говорил Хедберг /44/.

Отсюда сам собой вытекает ответ на наш вопрос: документация посредством литостратотипов не только *излишня*, но и *прямо-таки бессмысленна*. Поскольку с помощью литологических критериев никаких корреляций проводить невозможно, стратотипы остаются изолированными, частными явлениями, которые могут соотноситься лишь сами с собой и определяться сами через себя.

Естественно, что отдельные разрезы и толщи должны быть точно литологически изучены и описаны; дело совсем не в этом. Если эта процедура выполнена и если, более того, образцы типовых пород составлены в официальную общедоступную коллекцию, задача решена вполне удовлетворительно. Мы не нуждаемся в маркированных точках обнаружения каких-либо песчаников или глинистых сланцев; в то же время литостратотипы для серий, свит, пачек и т. д., как и специальные фациостратотипы для морских, лагунных и континентальных отложений, в стратиграфическом отношении лишены смысла.

Документированными литостратотипами считаются даже буровые скважины, при этом вполне достаточным считается описание разреза скважины и сохранение нескольких проб. Почему же дело не обстоит столь же просто с обнажениями на дневной поверхности?

Биостратиграфия

Если бы разделяемое многими авторами представление о том, что биостратиграфические единицы не обладают хронологическим значением и границы их от места к месту изменяются, было правильным, то выделение стратотипов здесь, по тем же соображениям, что и для литостратиграфии, оказалось бы излишним. Такое представление я считаю исторически и фактически неверным, что и показал, полагаю, достаточно убедительно. Однако есть и другие обстоятельства, которые заставляют меня отказаться от биостратотипов.

Главная единица биостратиграфии — зона — основана на продолжительности существования одного вида или сообщества видов. Поэтому зона может быть установлена не по отдельному разрезу или отдельному наблюдению (которые таят в себе многочисленные источники ошибок), а только путем синтеза сведений по многим разрезам из различных регионов. Иными словами, зона — это генерализация или абстракция. Основу для такой абстракции дает типизированное посредством *номенклатурного голотипа видовое понятие*, а не пространственная точка местонахождения этого вида в каком-то стратотипическом эталоне.

Как сообщает Хедберг /52/, это признано даже Международной подкомиссией, по крайней мере для ранговой зоны, определяемой временем существования одного вида; отправной точкой при этом якобы служит понятие или типовой экземпляр вида. Но то, что справедливо для ранговой зоны, должно быть справедливо и для комплексной зоны, ибо и там и там речь идет о видах, т. е. о биологически, а не стратотипически обосновываемых понятиях.

Кратким, но подкупающим логичностью разбором вопроса "руководящий разрез или руководящее ископаемое" мы обязаны Сцю /151/. Он четко показал, что "единственными маркерами времени могут служить только ископаемые", являющиеся "истинными носителями стратиграфии". Поэтому границы стратиграфических единиц должны основываться не на стратотипах, а на руководящих ископаемых или на документации голотипами. Метод опорных разрезов только усложняет и маскирует элементарный метод руководящих ископаемых. Другие разрезы удается сопоставить с опорным только на основе руководящих ископаемых; поэтому метод стратотипов представляет собой лишь кружной путь. Избегая его, мы получаем многочисленные "опорные разрезы", "ибо каждый разрез, в котором найдена руководящая форма, приобретает значение опорного".

Если согласиться с этими проясняющими дело доводами — я сделал это в 1964 г. (работа опубликована лишь в 1967 г. /144/), — оказываются беспредметными бесконечные рассуждения о том, что, собственно, следует устанавливать в биостратотипах — весь интер-

вал или просто наличие зоны; обе ее границы или только нижнюю (верхнюю); следует ли эти границы определять по возможности в полном, непрерывном разрезе или же в разрезе, характеризующимся наличием перерыва; требуются ли особые стратотипы для соподчиненных суммарных понятий зон – ярусов, отделов и систем или же эти подразделения более высокого ранга вообще следует исключить из биостратиграфии.

Мы не будем здесь дискутировать на эту тему дальше; выше достаточно ясно показано, что я, как и многие другие стратиграфы, считаю перечисленные подразделения более высокого ранга истинно биостратиграфическими понятиями, которые могут быть основаны только на суммах составляющих их зон. Применение для их подтверждения собственных стратотипов приводит лишь к противоречиям и путанице. То, что установление перерывов в стратотипах бессмысленно, едва ли нужно особенно доказывать. Очевидно и то, что в любом состоящем из зон разрезе границу следует устанавливать лишь для начала новой зоны (ибо в каждой шкале черта между двумя смежными единицами служит одновременно началом одной из них и завершением другой).

Послойная, переносимая в пространство маркировка начала времени какой-то зональной последовательности возможна лишь в случае, если она является абстрагированным результатом сопоставления многих разрезов. Избранный в этом случае стратотип означал бы, что в нем представлена и задокументирована полная – при данном уровне знаний – последовательность зон. Однако никакой потребности в установлении для этого стратотипов нет. Наши знания о последовательности видов или зон нашли отражение на бумаге, в соответствующих стратиграфических таблицах. Поскольку коррективы в стратиграфическом расчленении необходимы (как вследствие введения новых, до сих пор неизвестных единиц, так и из-за смещения границ в силу каких-то веских причин), их легче производить в наших таблицах, чем в стратотипах. Фиксированные стратотипы всегда таят в себе опасность определенной косности, препятствия для необходимых корректур; кроме того, в сложных ситуациях они не способствуют их прояснению. Ответ на вопрос "руководящее ископаемое или стандартный разрез" можно свести к короткой формуле: *золотые виды вместо стратотипов зон, ярусов и т. п.*

Полностью абсурдной идея о стратотипах будет в том случае, если, как это делают многие авторы, считать, что биостратиграфические зоны не имеют временного характера и не способны поэтому связать какие-либо разрезы со стратотипами. Якобы объективные опорные точки становятся бессмысленными, ибо опираться на них невозможно. Со всей серьезностью утверждалось /209/, что выделение триасовой системы действительно только в ее стандарт-

ном разрезе (которого для всего объема этого подразделения, естественно, вообще не существует); местонахождения вне этого разреза являются будто бы *para-time-rock*-эквивалентами и должны именоваться по-иному.

Хроностратиграфия

То, что сказано выше о биостратиграфии, по логике вещей относится и к "хроностратиграфии", которая, в моем представлении, не что иное, как переименованная в силу заблуждения биостратиграфия. Несколько лет назад Холланд /65/ опубликовал прекрасный критический обзор основных проблем стратиграфии. В нем он также высказал сожаление о "the disturbing tendency to move from practicability to a confusing form of philosophy, which has bedeviled the whole subject of stratigraphical classification up to the present time" ("тревожной тенденции отхода от реальности к путаной форме философии, которая сбивает с толку всю проблему стратиграфической классификации вплоть до настоящего времени"). Между его и моими выводами в большинстве случаев имеет место отрадное соответствие; однако в одном пункте я придерживаюсь совершенно противоположного мнения. Холланд полагал, что "time-stratigraphical units are something more than biostratigraphical units because they are tied to the time scale itself by the use of standard sections" ("хроностратиграфические единицы есть нечто большее, чем единицы биостратиграфические, поскольку они привязаны к временной шкале сами по себе посредством стандартных разрезов"), и заключал отсюда, что особая категория биостратиграфических единиц едва ли необходима. В аналогичном смысле высказывался Мартинсон /91/, считая, что никаких временных границ (time boundary) не существует до тех пор, пока они не будут зафиксированы в стратотипе.

Мне это кажется прямо-таки игрой в слова. Конечно, отметка в том или ином стратотипе маркирует определенный временной момент геологической истории, который можно рассматривать как объективный репер. Но если на практике требуется, чтобы такая маркировка по возможности совпала с границей биостратиграфической единицы и если при этом признается, что прослеживание этой временной границы и увязывание других разрезов со стратотипом точнее всего осуществляется именно на биостратиграфической основе, то биостратиграфию, на мой взгляд, следует рассматривать как первичный метод, а "хроностратиграфию" – как его излишнее "переложение". Все связано с возможностью хронологических корреляций. Если такая возможность оспаривается применительно к биостратиграфии, тем самым обрекается на несостоятельность и "хроностратиграфия". Но об этом уже достаточно говорилось выше.

Мы упоминали о том, что Тейхерт /168/, приписывая истинно

хронологический характер пограничным поверхностям, определяемым биостратиграфическим путем, наряду с категорией биостратиграфии признавал правомочной и "хроностратиграфию". Типовые разрезы, по его мнению, требуются для биостратиграфических, но не для хроностратиграфических единиц. В одной из последних критических заметок о методах стратиграфии Цейсс /200/ также требовал сохранить стратотипы только для биостратиграфических групп, отвергая, как и я, правомочность существования хроностратиграфии. И все же я не могу согласиться с ним в том, что будто бы необходимо иметь руководящий разрез для яруса или несколько опорных разрезов для каждой из палеофаунистических областей.

В данном случае я протестую против того, что биостратиграфические единицы получают право на присоединение к временной шкале и тем самым на ранг хроностратиграфических понятий лишь в результате увязки со стандартными разрезами. Более того, дело обстоит так, что маркирующие точки в стратотипе берутся обычно совершенно произвольно и отнюдь не отражают значительных моментов в хронологической шкале. Это в первую очередь касается тех случаев, когда их устанавливают на базе литостратиграфических границ.

С другой стороны, следует согласиться с тем, что биостратиграфическое расчленение, основанное на связанной со временем эволюции организмов, *олицетворяет само по себе, причем непосредственно, естественную временную шкалу*, которая не нуждается ни в каком искусственном, выполненном рукой человека маркировании времени в породах. Мы определяем возраст пород с помощью ископаемых, но не возраст ископаемых на основе пород!

Я охотно понимаю, что убежденный геолог предпочел бы "выводить" стратиграфию и хронологическое расчленение истории Земли на основании пород. Однако практической возможности для этого не существует, и переименование в жуткий плеоназм "хроностратиграфия" лишь затушевывает первичное положение вещей.

Неверным я считаю и то, что за биостратиграфией (как имеющей якобы лишь местное значение) оставляют только зоны (в другой интерпретации также подъярусы и ярусы), а ранг хроностратиграфических единиц признают лишь за легче распознаваемыми отделами и системами (причем, видимо, предполагается, что абсолютных, созданных самой природой границ не существует). Истинную причину этой различной оценки четко охарактеризовали Данбар и Роджерс /29/: "Series and system are more satisfactory time-stratigraphic units than stage and zone not because they are in fact defined differently but only because they are larger and grosser, so that the errors of paleontologic correlation are not so apparent — the "limit of resolution" of the criteria is not approached" ("Отдел и система — более удовлет-

ворительные хроностратиграфические единицы, чем ярус или зона, не потому, что они действительно определяются различно, а только потому, что они больше и грубее, так что ошибки палеонтологических корреляций на них не столь явно выражены — не достигается "предел разрешающей способности критериев"). Это означает: чем недоувернее хронологические значения для определения и разграничения, тем "хроностратиграфичнее" подразделение!

Такое разграничение опять-таки лишь фиктивное. Антагонизм между двумя разновидностями стратиграфии, одна из которых правомочна, а другая нет, не должен иметь места. Основную единицу стратиграфии образует зона; ярус складывается из суммы зон, а все последующие члены соподчиненной иерархической системы — из сумм единиц более низкого порядка. (Тем самым можно обойти бессмысленный спорный вопрос о том, складываются ли ярусы из зон или распадаются на зоны — что раньше — яйцо или курица?) "Historically, series and system, as they have always been used by stratigraphers, are as dependent on fossils as zone, and if zone is a biostratigraphic term, so are they" /29/ ("Исторически отдел и система в том понимании, в каком они всегда использовались стратиграфами, столь же зависимы от ископаемых остатков, как и зона; так что если зона — биостратиграфическое понятие, то и они тоже").

Если это так, то в полном соответствии с решением парижской сессии Международного геологического конгресса (1900 г.) следует согласиться с тем, что границы между двумя отделами или двумя системами должны определяться *границей между двумя зонами* и характеризоваться *той же*, что и она (не меньшей и не большей), точностью. Действительно, системы в настоящее время стараются, как правило, ограничивать зонами. Мы не случайно несколько раньше (стр. 100) заострили внимание на таких определяемых на основе зон системах. *Специальные стратотипы для ярусов, отделов и систем являются* в таком случае не только излишними, но и явно вредными, поскольку они могут обусловить несоответствие с границами зон.

Вся область хроностратиграфии полна противоречий. Хелберг уже очень давно /44/ назвал ярус (stage) составной частью time-stratigraphy, определяя его как материальную стратиграфическую единицу, которая независимо от палеонтологических критериев ограничивается только синхронными временными линиями (но базироваться эта единица, как ни странно, должна на типовом разрезе морских палеонтологически охарактеризованных фаций). Если ископаемые не играют никакой роли, зачем требовать палеонтологически охарактеризованных типовых разрезов? И как могут абстракции, ограниченные временными линиями, быть материальными стратиграфическими единицами? Непонятно и различие между глобальной и местной хроностратиграфией, в силу которого якобы требуются различные стра-

тотипы. Являются ли эти единицы действительно хроностратиграфическими, т. е. *повсеместно одновозрастными*, или не являются?

Британский кодекс проводит различие между биостратиграфическими зонами и стандартными хронозонами, которые, как и все стратометрические стандартные единицы, устанавливают, связывая с произвольно выбранными в типовых разрезах маркирующими точками. Они рассматриваются как совершенно различные по своей сущности (хронозона будто бы составляет элементарную единицу яруса и тем самым — подразделений более высокого порядка). Тем не менее допускается, что в типовых местонахождениях обе эти единицы могут совпадать. А за пределами местонахождений, значит, уже не могут? Мне кажется, что основное различие между ними заключается в том, что видовые названия ископаемых у биостратиграфических зон пишут со строчной буквы и курсивом, а у хронозон нет.

ОСНОВНЫЕ ВОЗРАЖЕНИЯ ПРОТИВ СТРАТОТИПОВ

Изложенные выше рассуждения привели к (субъективному) выводу, что стратотипы ни в литостратиграфии, ни в био- и хроностратиграфии не правомочны и не нужны. Просто, по-видимому, трудно расстаться с полюбившейся концепцией. Приведем поэтому еще несколько принципиальных возражений против стратотипов.

1. В противоположность многим другим авторам, которые видят в хроностратиграфии здоровый, жизнеспособный принцип, Сигаль /155/ считает ее больной и нуждающейся в лечении при помощи, как он выражается, гомеопатической терапии. Лечение это состоит в том, что в дополнение к типовым понятиям зоологической номенклатуры он пытается ввести целый ряд новых разновидностей стратотипов: парастратотипы, костратотипы, плезиостратотипы, фациостратотипы и т. д.; впрочем, в этом он уже имел предшественника в лице Стивенсона /160/. Сигаль сознает опасность того, что многочисленные "изобретатели" найдут в этом стимул создавать все новые и новые разновидности типовых разрезов, поддавшись соблазну "rechercher quelque gloire" ("покупаться в лучах славы"). На мой взгляд, предлагаемая Сигалем гомеопатическая терапия посредством введения многочисленных новых наименований только ухудшит состояние хроностратиграфии и стратотипов. Здесь может помочь лишь радикальное хирургическое вмешательство, в результате чего удастся загнанный до смерти принцип стратотипов с его гигантской опухолью из различных наименований или полностью ампутировать, или, во всяком случае, подвергнуть значительной резекции.

2. Типовая терминология зоологической номенклатуры, из которой заимствованы наименования стратотипов, отражает совершенно устаревшую точку зрения. По решению Международного зоологического конгресса в Монако в 1913 г. — следовательно, уже более

50 лет назад — котипы и синтипты прекратили свое существование. Было решено, что в будущем выделение видов должно основываться только на голотипе.

Поскольку прежние авторы описывали какой-либо новый вид по нескольким экземплярам (котипам-синтипам) без точного указания голотипа, автор, производящий ревизию, должен один экземпляр выбрать за лектотип, который составляет документальную основу соответствующего вида, тогда как остальные экземпляры станут паратипами. Плезиотипы (гипотипы) как дополнительно описанные или выделенные экземпляры никакого документального значения в качестве носителей наименования вида не имеют. Поэтому они были Рихтером /116/ отнесены не к собственно типам, а к *типоидам*, т. е. к "не-типам". Позже Рихтер логично присоединил к этой группе в качестве паратипоида так называемый паратип.

В соответствии с современным состоянием зоологической номенклатуры для типизации и регистрации вида служит всего один экземпляр. Это либо с самого начала установленный *голотип*, либо дополнительно выбранный из нескольких экземпляров прежних авторов *лектотип*, или же, в случае если первоначальный документальный материал утрачен, установленный одним из последующих авторов *неотип*. Все остальные экземпляры (типоиды) могут представлять интерес лишь как дополнительные контрольные экземпляры; для типизации вида никакого документального значения они не имеют. Ибо при более детальных исследованиях всегда может оказаться, что от типа вида они отличаются и что их следует из него исключить.

3. Поскольку в вопросе о стратотипах стремятся брать пример с типов в зоологической номенклатуре, следует соблюдать и принятую там терминологию, прежде всего ее внутреннюю логику. Нельзя говорить *костратотипы*, *парастратотипы*, *плезиостратотипы*, *гипостратотипы*, а также *фациостратотипы*, *reference-стратотипы*, *auxiliary reference sections* и т. п. Это, собственно, нечто само собой разумеющееся, даже без всяких примеров. Если считают, что нечто следует подтвердить стратотипом, для этого допустим только один — *единственный обязательный документ*. При установлении вторичных стратотипов и посреднических опорных разрезов всегда существует опасность неправильного проведения границ и неверных корреляций; эта опасность здесь, судя по всему, особенно велика.

4. При ссылках стратиграфов на типовую терминологию в зоологической номенклатуре зачастую обращают недостаточное внимание на то, что номенклатура (как чисто технический прием) и научно обоснованная таксономия животного мира — две совершенно разные вещи. Тип вида, выбранный конкретный индивидуум — всего только номенклатурное вспомогательное средство, и объективно применим только в сфере номенклатуры. Однако как отдельный экземп-

ляр он не представляет и не регистрирует абстрактного субъективного видового понятия. Он (большой частью) не типичен в смысле идеального среднего значения вида; он ничего не говорит ни об его объеме, ни об его определении. Если, например, тип вида — взрослый экземпляр мужской особи, по нему нельзя определить, какова диморфная женская особь и каковы эмбриональные и личиночные стадии его развития. Он только *носителю наименования*, или неизменяемая этикетка данного вида.

Это означает, что в случае необходимости разделения какого-то вида его тип автоматически определяют, за какой частью разделенного вида следует сохранить первоначальное видовое название. *Видовой тип служит, таким образом, лишь для стабилизации видовых наименований в смысле их приоритета.* Бросаются в глаза чисто номенклатурные связи, особенно у высших ступеней таксономической иерархии: наименование семейства производят по типичному роду, наименование надсемейства — по семейству, а отряда — зачастую по надсемейству; *любой член нижестоящей таксономической категории образует номенклатурный тип вышестоящей категории. Таксономия в ее морфологическом расчленении и определении понятия при этом никоим образом не затрагивается и остается полностью автономной.*

Что касается стратиграфических единиц, то лучше избегать говорить об их бинарном определении: а) о типологическом определении с помощью типовых разрезов и б) об иерархическом определении, устанавливающим ранг соответствующей единицы /19/. Эти два способа определения, на что справедливо указал Калломон, не могут, естественно, считаться равнозначными. Определение посредством стратотипов относится к области номенклатуры (в соответствии с зоологической номенклатурой, к которой оно относится), а иерархическое определение составляет предмет стратиграфической систематики. Это часто путают. Длительные дискуссии о правомочности ааленского яруса касаются не вопроса номенклатуры и приоритета, а вопроса систематики.

5. Отмеченное принципиальное различие правильно уяснил и описал также Сильвестер-Бредли /164/. И тем не менее он предложил распространить типизацию категорий более высокого порядка, как это принято в зоологической систематике, на стратиграфию. Поскольку ярус состоит из зон (так же, как род из видов), следует якобы одну из них избрать в качестве типа яруса. Соответственно ярус стал бы типом отдела, а отдел — типом системы.

Однако в стратиграфии положение вещей совсем иное, поскольку типы в ней служат *не для сохранения* названий. Названия ярусов отличны от названий зон, названия отделов — от названий ярусов и образуются совсем не от них; точно так же не может быть и речи о номенклатурном типе стратиграфического понятия *система*. На-

имение "плинсбах" выводится не из названия одной из зон с *Amalteus*, название "лейас" — не из названия "плинсбах", как и название "юра" — не из названия "лейас".

При переносе принципов номенклатуры и приоритета на стратиграфию типичными следовало бы считать наиболее *старые, изначально выделенные зоны*; однако это было бы бессмысленным, поскольку в стратиграфии вопрос о фиксировании и сохранении названий не играет никакой роли. В стратиграфическом разрезе располагающиеся одна под другой зоны равноценны; то же самое можно сказать о ярусах и отделах. Мы не беремся, например, утверждать, что средний девон типичнее для девона, чем нижний или верхний.

Однако Сильвестер-Бредли считает такого рода типизацию в стратиграфии весьма важной применительно к стратотипам; иначе — установленное с помощью маркирующей точки основание яруса может оказаться в *одном* стратотипе, а основание его самой нижней зоны — в *другом*. Однако такого случая быть не может, ибо ясно, что ярус состоит из сумм зон и определяется и типизируется через их совокупность. Нижняя граница яруса автоматически является и нижней границей (геологически) самой древней из его зон, а его верхняя граница устанавливается по верхней границе самой молодой из зон (или лучше: по нижней границе древнейшей из зон следующего яруса). Независимая от этого типизация границ яруса является не только излишней, но и бессмысленной.

Уилсон /197/ и Скотт /148/ признают за стратотипами лишь функцию носителей наименования. Но и для этого, как показано, нет никаких логических оснований. То обстоятельство, что Плинсбах составил историческую основу наименования плинсбахского яруса, не оправдывает установления стратотипа, который в сомнительных случаях не может объективно обосновывать объем стратиграфической категории. Стратотипы абсолютно излишни.

6. Хедберг /50/, напротив, высказывает предположение, в соответствии с которым стратотипы для определения стратиграфических единиц необходимы и имеют будто бы такое же значение, "as Bureau of Standards references are to physical measures" ("как эталоны комитета по стандартам имеют в физических измерениях"). Сравнение это несколько неудачно: речь идет в том и другом случае о совершенно различных вещах.

Задачей созданных в большинстве стран соответствующих государственных учреждений и Международного комитета мер и весов является установление и стандартизация методов и масштабов для измерения длины, времени и веса. Они хранят прототипы эталона метра и международного килограмма (которые размножаются в качестве образцов), осуществляют контроль за точностью изготовления дубликатов, проверяют шкалы измерительных инструментов.

Тем самым задачи комитетов по стандартам и исчерпываются. В измерения, проводимые посредством их методов и масштабов, они не вмешиваются. Они не берут на себя смелость судить о том, верны или неверны результаты проведенных где-то измерений; это было бы, несомненно, превышением их полномочий. В переводе на наш случай комитет по стандартам не должен был бы решать, верно или неверно представление об эволюции органического мира, на котором базируется стратиграфия; представляют ли стратотипы полные разрезы или же, может быть, к замаркированным местам приурочены перерывы в осадконакоплении; "верно" или "неверно" установлены реперы для стратиграфических единиц; правильна или неправильна их проекция в других разрезах.

Это *научные решения*, которые не могут быть приняты чисто технически или большинством голосов. Следовательно, круг задач комитета физико-технических стандартов значительно отличается от задач стратиграфической комиссии в том виде, как их понимает Хедберг. Комитеты по стандартам не могут служить примерами, которые должны были бы заставить стратиграфические комиссии официально признать стратотипы для хроностратиграфических единиц (и их границы) или заставить местные, региональные учреждения (или учреждения с высшим международным престижем) располагать стратотипы по ранжиру в соответствии с их значимостью.

Исключение из этого правила имело бы место разве что в случае принятия странного предложения, сделанного недавно Хьюгом и др. /68/. По мнению этих авторов, использовавшиеся до сих пор единицы (системы, ярусы и т. д.) не естественны и, исходя из современных требований, недостаточно точно ограничены. Это затруднение можно якобы устранить, устанавливая в определенных разрезах отложений любые границы при помощи отметок, которые затем послужат исходной системой реперов. Здесь, таким образом, не выносится решение о том, что правильно, что неправильно, что естественно, а что нет, что целесообразно, а что нет, а царит голый произвол. Контроль стратиграфической комиссии здесь тем более ни к чему.

В стратиграфии — на что следует обратить внимание, поскольку это представляется весьма важным, — речь идет не о физических измерениях, а об *исторических интерпретациях*. Возможным подобием (контрастом) решений, требуемых от стратиграфических комиссий, были бы решения исторических комиссий о правильности датировок и целесообразности границ тех или иных исторических единиц. Таких комиссий, насколько мне известно, не существует, и создание их не имело бы никакого смысла. Данные границы и датировки либо безупречны, и тогда для их формального признания никаких комиссий не нужно, либо в результате углубленных исследований мо-

жет оказаться, что они неверны — тогда неправильное решение, вынесенное одной из комиссий, окажется опасным и устранимо лишь с трудом.

Расчленение стратиграфических разрезов производится нами не с помощью металлических табличек (хотя бы это были и "золотые гвозди"), а на основании исторических фактов, выявление и постоянное изучение которых и является компетенцией стратиграфии. Комиссии могут опубликовывать технические директивы и давать указания, но не могут выносить научных решений.

ВЫВОДЫ

Я не считаю себя умнее и компетентнее многих из членов 17 подкомиссий, комитетов и рабочих групп комиссии по стратиграфии Международного союза геологических наук. Но мой долг открыто изложить и подробно обосновать то, что представляется мне правильным.

Сделанный мной вывод гласит, что стратотипы не только излишний, но и вредный балласт и что от них поэтому следует отказаться. Как и многие другие авторы, я придерживаюсь того мнения, что стратотипы могут лишь способствовать сохранению невыясненных ситуаций и ошибочных представлений и препятствуют прогрессу в стратиграфии. От связанных с ними огромных затрат сил вполне можно отказаться без малейшего ущерба для точности и обоснованности научных исследований.

Что я, напротив, признаю весьма желательным и необходимым, так это требование проведения новых и детальных исследований по изучению конкретных границ в районах, которые можно считать типовыми и общезначимыми. Это означает известный возврат к *концепции руководящих разрезов* Рихтера, который в свое время с помощью многочисленных шурфов провел в районе Эйфеля исследование по уточнению границ между нижним и средним девоном и между эйфелем и живетским ярусом. Пачки пограничных пластов при этом изучались весьма детально, слой за слоем, чтобы затем на основании собранной фауны определить зональную последовательность и произвести рациональную отбивку границ.

Такого рода исследования в типовых районах позволят и учитывать группы фауны, ранее не принимавшиеся во внимание, особенно микрофауны: конодонты, остракоды, фораминиферы, хистрихосфериды, кокколиты, споры и пыльцу и т. д. Благодаря точной увязке их стратиграфических диапазонов с диапазонами обычно используемых для расчленения организмов эти исследования приобретают особенно большое значение для установления "комплексных зон" и парастратиграфических сопоставлений.

После того как обработка "руководящих разрезов" завершена и

результаты ее опубликованы, использованные для изучения этих разрезов шурфы следовало бы засыпать. Действительно, в свое время два глубоких шурфа были засыпаны сразу после отбора многочисленных проб, о чем мне сообщил участник этих работ проф. Крёмельбейн из Килия. Следовательно, Рихтер совсем не предполагал снабдить изученные им разрезы флажками или табличками, чтобы сохранить их для геологов всех времен и народов как место паломничества.

Поступают и иначе. Для установления хроностратотипов вполне допускаются и скважины, даже пробуренные в море. Следовательно, считают, что можно обойтись простой регистрацией наблюдений и сохранением проб. Так же и при описании новых видов обычно приводят типовое местонахождение (*locus typicus*), а при описании ископаемых форм – типовой слой (*stratum typicum*), не считая обязательным маркировку этих данных в природе.

О некоторых стратиграфах создается впечатление, что всю ответственность им хотелось бы свалить на физику (радиометрические определения возраста) или на ЭВМ (надежда на автоматически поставляемую информацию). Они предпочли бы обходиться простыми рутинными методами, доступными даже для вспомогательного персонала. Иногда совершенно открыто говорят о том, что учащаяся молодежь будто бы не желает глубоко изучать палеонтологию в стратиграфических целях. Здесь следует напомнить, что наукой, между прочим, является и сама стратиграфия. Речь идет не о том, чтобы наиболее дешево откупиться от своих обязанностей, а о том, чтобы путем интенсивной работы достичь наивысшего уровня научного познания. Никто не должен заниматься стратиграфией насильно; тот, кого пугает необходимая для этого работа, может от нее отказаться.

И, наоборот, гигантский аппарат излишних методов, понятий и обозначений отнюдь не является отражением научности. В описанном выше применении стратотипов я усматриваю не что иное, как ("sit venia verbo") ("с позволения сказать") программу по трудоустройству стратиграфов – любителей путешествий. Труднейшая из связанных со стратотипами (и вообще с хроностратиграфией) задач заключается, как мне кажется, в том, как бы поскорее от них избавиться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ager D.V., The Luxembourg Colloquium, Geol. Mag., **101**, 471–472, Hertford, Herts, 1964.
2. American Commission on Stratigraphic Nomenclature, Report 2, Nature, usage, and nomenclature of time-stratigraphic and geologic-time units, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **36**, II, 1627–1638, Tulsa, Okla., 1952.
3. American Commission on Stratigraphic Nomenclature, Report 4, Nature, usage, and nomenclature of rock-stratigraphic units, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **40**, II, 2003–2014, Tulsa, Okla., 1956.
4. American Commission on Stratigraphic Nomenclature, Report 5, Nature, usage, and nomenclature of biostratigraphic units, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **41**, II, 1877–1891, 1 Abb., Tulsa, Okla., 1957.
5. American Commission on Stratigraphic Nomenclature, Code on Stratigraphic Nomenclature, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **45**, I, 645–665, Tulsa, Okla., 1961 a.
6. American Commission on Stratigraphic Nomenclature, Note 25, Geochronologic and chronostratigraphic units, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **45**, I, 666–670, Tulsa, Okla., 1961 b.
7. Arkell W.J., The Jurassic System in Great Britain, XII, 681, 97 Abb., 41 Taf., Oxford Univ. Press, 1933.
8. Arkell W.J., Review of "Grundlagen und Methoden der paläontologischen Chronologie", 3rd ed., by O.H. Schindewolf, Geol. Mag., **88**, 303–304, Hertford, Herts, 1951.
9. Arkell W.J., Jurassic Geology of the World, Edinburgh-London, 1956 a (см. русский перевод: Аркелл В., Юрские отложения земного шара, ИЛ, М., 1961).
10. Arkell W.J., Comments on stratigraphic procedure and terminology, Am. J. Sci., **254**, 457–467, New Haven, Conn., 1956 b.
11. Arnold H., Grundsätzliche Schwierigkeiten bei der biostratigraphischen Deutung phyletischer Reihen, Senckenberg. leth., **47**, 537–547, 7 Abb., Frankfurt a. M., 1966.
12. Barthel K.W., Die obertithonische, regressive Flachwasser-Phase der Neuburger Folge in Bayern, Abh. bayer. Akad. Wiss. math.-nat. Kl., No.F, **142**, 174, München, 1969.

13. *Bell W.C.*, Stratigraphy: a factor in paleontologic taxonomy, *J. Paleont.*, **24** 492–496, Tulsa, Okla., 1950.
14. *Bell W.C.*, Uniformitarianism – or Uniformity, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, **43**, II, 2862–2865, Tulsa, Okla., 1959.
15. *Berry W.B.N.*, The base of the Devonian and an early Devonian Graptolite succession in central Nevada, *Bull. Geol. Soc. Am.*, **81**, 513–520, Boulder, Colo., 1970.
16. *Blanford W.T.*, The anniversary address of the president, *Quart. J. Geol. Soc. London*, **45**, Proc., 37–77, London, 1889.
17. *Bogsch L.*, Einige prinzipielle und praktische Fragen der erdgeschichtlichen Grenzen auf Grund der Egerer Fauna, *Annal. Univ. Sci. Budapest, Sect. Geol.*, **5** (1961), 11–23, Budapest, 1962.
18. *Bredden H.*, Bemerkungen zur Frage der Richtprofile, *Z. Dt. Geol. Ges.*, **90.**, 231–232, Berlin, 1938.
19. *Callomon J.H.*, Notes on Jurassic stratigraphical nomenclature, I, Principles of stratigraphic nomenclature, Carpatho-Balkan Geol. Assoc., Rep. VII, Congr. Sofia, 1965, II, **1**, 81–85, Sofia, 1965.
20. *Callomon J.H.*, *Donovan D.T.*, Stratigraphic classification and terminology, *Geol. Mag.*, **103**, 97–99, Hertford, Herts, 1966.
21. *Chamberlin T.C.*, Diastrophism as the ultimate basis of correlation, *J. Geol.*, **17**, 685–693, 1909.
22. *Chatterjee N.D.*, Indischer Subkontinent, *Hdb. Stratigr. Geol.*, **13**, 343–388, Stuttgart, 1966.
23. *Chlupáč J.*, Principes de la terminologie stratigraphique en URSS, *Věstn. Ust. Geol.*, **32**, 301–308, Prag, 1957.
24. *Churkin M. et al.*, Graptolite succession across the Ordovician-Silurian boundary in south-eastern Alaska, *Geol. Soc. Circular*, **157**, 3, London, 1969.
25. Code of stratigraphical nomenclature for Norway, *Norges Geol. Unders.*, **213**, 229–233, Oslo, 1961.
26. Comité Français de Stratigraphie (red. Sigal and Tintant), Principes de classification et de nomenclature stratigraphiques, 15, Paris, 1962.
27. *Dewalque G.*, Rapports de la Commission pour l'uniformité de la nomenclature, C.R. Congr. Géol. Int., 3, Sess. Berlin, 1885, 99, Berlin, 1885.
28. *Donovan D.T.*, Stratigraphy, An introduction to principles, 199, London, 1966.
29. *Dunbar C.O.*, *Rodgers J.*, Principles of stratigraphy, 356, New York, 1957 (см. русский перевод: *Данбар К.*, *Роджерс Дж.*, Основы стратиграфии, ИЛ, М., 1963).
30. *Fairbridge R.W.*, Stratigraphic correlation by micro-facies, *Am. J. Sci.*, **252**, 683–694, New Haven, Conn., 1954.
31. *Fiege K.*, The zone, base of biostratigraphy, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, **35**, II, 2582–2596, Tulsa, Okla., 1951.
32. *Fiege K.*, Sedimentationszyklen als Zeitmarken, *Z. Dt. Geol. Ges.*, **118** (1966), 260–265, Hannover, 1969.

33. *Fischer A.G.*, Geological time-distance rates: the Bubnoff unit, *Beol. Geol. Soc. Am.*, **80**, 549–551, Boulder, Colo., 1969.
34. *Frank M.*, Zur Frage der Richtprofile, *Z. Dt. Geol. Ges.*, **90**, 227–230, Berlin, 1938.
35. *Freyberg B.*, Der Faziesverband im Unteren Malm Frankens, *Ergebnisse der Stromatometrie*, Erlanger Geol. Abh., **62**, 112, Erlangen, 1966.
36. Geological Society of London, Report of the stratigraphical code sub-committee, *Proc. Geol. Soc. London*, No. 1638, 75–87, London, 1967.
37. *Gignoux M.*, Géologie stratigraphique, 5. Aufl. (L. Moret), 759, Paris, 1960 (см. русский перевод первого издания: *Жиньо М.*, Стратиграфическая геология, ИЛ, М., 1952).
38. *Glaessner M.F.*, Biological events and the Precambrian time scale, *Canad. J. Earth Sci.*, **5**, 585–590, 1968.
39. *Glaessner M.F.*, *Raggatt H.G.*, *Teichert C.*, *Thomas D.E.*, Stratigraphical nomenclature in Australia, *Austral. J. Sci.*, **11**, 7–9, Sydney, 1948.
40. *Greiling L.*, Die Grenze Ordovizium–Gotlandium, *Geol. Rundsch.*, **49**, 11–120, Stuttgart, 1960.
41. *Haldane J.B.S.*, Suggestions as to quantitative measurement of rates of evolution, *Evolution*, **3**, 51–56, Lancaster, Pa., 1949.
42. *Hancock J.M.*, Theoretical and real stratigraphy, *Geol. Mag.*, **103**, 179, Hertford, Herts, 1966.
43. *Harrington H.J.*, Space, things, time, and events – an essay on stratigraphy, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, **49**, II, 1611–1646, Tulsa, Okla., 1965.
44. *Hedberg H.D.*, Stratigraphy of the Rio Querecual section of northeastern Venezuela, *Bull. Geol. Soc. Am.*, **48**, 1971–2024, New York, 1937.
45. *Hedberg H.D.*, Stratigraphic nomenclature, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, **25**, II, 2202–2206, Tulsa, Okla., 1941.
46. *Hedberg H.D.*, Time-stratigraphic classification of sedimentary rocks, *Bull. Geol. Soc. Am.*, **59**, 447–462, New York, 1948.
47. *Hedberg H.D.*, Nature of time-stratigraphic units and geologic time units, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, **35**, I, 1077–1081, Tulsa, Okla., 1951.
48. *Hedberg H.D.*, Procedure and terminology in stratigraphic classification, C.R., 19, Sess. Congr. Géol. Int. Alger, 1952, Sect. 13, 1, 205–233, Algier, 1954.
49. *Hedberg H.D.*, Stratigraphic classification and terminology, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, **42**, II, 1881–1896, Tulsa, Okla., 1958.
50. *Hedberg H.D.*, Towards harmony in stratigraphic classification, *Am. J. Sci.*, **257**, 674–683, New Haven, Conn., 1959.
51. *Hedberg H.D.*, The stratigraphic panorama (An inquiry into the bases for age determination and age classification of the earth's rock strata), *Bull. Geol. Soc. Am.*, **72**, 499–517, New York, 1961a.
52. *Hedberg H.D.*, ed., Stratigraphic classification and terminology, Rep. 21, Int. Geol. Congr. Norden, 1960, XXV, 38, Copenhagen, 1961b.

53. *Hedberg H.D.*, ed., Definition of geologic Systems, Rep. 22, Int. Geol. Congr. India, 1964, XVIII, 26, New Delhi, 1964.
54. *Hedberg H.D.*, Chronostratigraphy and biostratigraphy, *Geol. Mag.*, **102**, 451–461, Hertford, Herts, 1965.
55. *Hedberg H.D.*, Erathem, substage, and chronozone as time-stratigraphic terms in the Code of Stratigraphic Nomenclature, Stratigraphic Commission, Note 33, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **50**, I, 560–561, Tulsa, Okla., 1966.
56. *Hedberg H.D.* in: Discussion; Stratigraphic classification by W.J. Verwoerd, Trans. Proc. Geol. Soc. South Africa, **67** (1964); 310–313, Johannesburg, 1967a.
57. *Hedberg H.D.*, Status of stratigraphic classification and terminology, *Geol. Newsletter*, 1967; No. 3, 16–29, Antwerpen, 1967b.
58. *Hedberg H.D.*, Some views on chronostratigraphic classification, *Geol. Mag.*, **105**, 192–199, Hertford, Herts, 1968.
59. *Henningsmoen G.*, The Upper Cambrian faunas of Norway, *Norsk Geol. Tidsskr.*, **38**, 179–196, Bergen, 1958.
60. *Henningsmoen G.*, Remarks on stratigraphical classification, *Norges Geol. Undersök.*, No. 2 13, 62–92, Oslo, 1961.
61. *Hinte J.E. van*, On the stage, *Geol. en Mijnbouw*, **47**, 311–315, 's-Gravenhage, 1968.
62. *Hinte J.E. van*, The nature of biostratigraphic zones, Proc. I, Int. Confer. Planctonic Microfossils Geneva, 1967 (Ed. Brönnimann and Renz), **2**, 267–272, Leiden (Brill), 1969.
63. *Hölder H.*, Empfehlungen des Colloque du Jurassique in Luxemburg 1962, N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1963, 2 15–2 18, Stuttgart, 1963.
64. *Hölder H.*, Jura, Hdb. Stratigr. Geol., **4**, 603, Stuttgart, 1964.
65. *Holland C.H.*, Stratigraphical classification, *Science Progr.*, **52**, 439–451, London, 1964.
66. *Hornibrook N. de B.*, A viewpoint on stages and zones, *New Zealand J. Geol. Geophys.*, **8**, 1195–1212, Wellington, 1965.
67. *Horusitzky F.*, Földtani Közlöny, **85**, 106–121, Budapest, 1955.
68. *Hughes N.F.*, *Williams D.B.*, *Cutbill J.L.*, *Harland W.B.*, A use of reference-points in stratigraphy, *Geol. Mag.*, **104**, 634–635, Hertford, Herts, 1967.
69. *Hughes N.F.*, Correspondence, *Geol. Mag.*, **105**, 79, Hertford, Herts, 1968.
70. *Hupé P.*, Les zones stratigraphique, Bull. Trimestr. serv. Inform. Géol. B.R.G.M., No. 49, 1–20, Paris, 1960.
71. *Huxley T.H.*, The Anniversary Address, *Quart. J. Geol. Soc.*, **18**, XL–LIV, London, 1862.
72. *Jeletzky J.A.*, Paleontology, basis of practical geochronology, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **40**, I, 679–706, Tulsa, Okla., 1956.
73. *Jukes-Browne A.J.*, The term "hemera", *Geol. Mag.*, **10**, 36–38, London, 1903.
74. *Kegel W.*, Über Rishtprofile, *Z. Dt. Geol. Ges.*, **90**, 224–226, Berlin, 1938.
75. *Келлер Б.М.*, Подразделения единой стратиграфической шкалы фанерозоя, ДАН СССР, **171**, 1405–1408, 1966.

76. *Korn H.*, Schichtung und absolute Zeit. Bewegungen, Schichtenaufbau und Sedimentationsgeschwindigkeiten in einer varistischen Mulde nach Studien im thüringisch-fränkischen Unterkarbon und Oberdevon, N. Jb. Mineral. usw., Beil.-Bd. (A), **74**, 50–188, Stuttgart, 1938.
77. *Koroljuk I.K.*, Subdivision of the Cambrian and pre-Cambrian of Eastern Liberia according to stromatolites, Rep. 21, Int. Geol. Congr. Norden, 1960, VIII, 113–118, Copenhagen, 1960.
78. *Krejci-Graf K.*, Über die Phasen der Gebirgsbildung, *Geol. Rundsch.*, **38**, 112–124, Stuttgart, 1950.
79. *Крылов И.Н.*, Древние следы жизни на Земле, "Природа", № 11, 41–59, 1968.
80. *Kulp J.L.*, The geological time scale, Rep. 21, Int. Geol. Congr. Norden, 1960, III, 18–27, Copenhagen, 1960.
81. *Kummel B.*, *Teichert C.*, Relations between the Permian and Triassic formations in the Salt Range and Trans-Indus ranges, West Pakistan, N. Jb. Geol. Paläont., **125** (Festband Schindewolf), 297–333, Stuttgart, 1966.
82. *Langer W.*, Ernst Friedrich von Schlotheim, 1764–1832, *Argumenta palaeobot.*, **1**, 19–40, Münster i. W., 1966.
83. *Lawson J.D.*, Stratigraphical boundaries, Symposium Silur/Devon-Grenze, 1960 (Hrsg. H.K. Erben), 136–142, Stuttgart, 1962.
84. *Lehmann J.G.*, Versuch einer Geschichte von Flötz-Gebürgen, betreffend deren Entstehung, Lage, darinnen befindliche Metallen, Mineralien und Foßilien ..., 248, Berlin, 1756.
85. *Либрович Л.С.*, ред., Стратиграфические и геохронологические подразделения, их принципы, содержание, терминология и правила применения. Госгеолтехиздат, М., 1954.
86. *Либрович Л.С.*, *Овечкин Н.К.*, Задачи и правила изучения и описания стратотипов и опорных стратиграфических разрезов (Межвед. стратигр. комитет СССР), ВСЕГФИ, М., Госгеолтехиздат, 1963.
87. *Lippolt H.J.*, Heutiger Stand der physikalischen Methoden geologischer Altersbestimmung und neue Wege der Anwendung, *Z. Dt. Geol. Ges.*, **118** (1966), 207–208, 1969.
88. *Lloyd A.J.*, The Luxembourg Colloquium and the revision of the stages of the Jurassic System, *Geol. Mag.*, **101**, 249–259, Hertford, Herts, 1964.
89. *Lütting G.*, Bio-Zone, Chrono-Zone, Geo-Zone? *Geol. Jb.*, **86**, 1–3, Hannover, 1968a.
90. *Lütting G.*, Pro "Stratigraphical Newsletters", *Geol. Jb.*, **87**, 41–43, Hannover, 1968b.
91. *Martinsson A.*, The series of the redefined Silurian System, *Lethaia*, **2**, 153–161, Oslo, 1969.
92. *Maubeuge P.L.*, Les méthodes modernes de la Stratigraphie du Jurassique: ses buts, ses problèmes, *Bull. Soc. Belge Géol.*, **68**, 59–103, Brüssel, 1959.
93. *Maubeuge P.L.*, La classification en Stratigraphie et plus spécialement à la lumière du Jurassique meso-européen, *La Classification dans les Sciences, Soc. Belge Logique et Philos. Sci.*, 89–116, Gembloux, 1963.

94. *Mayr E.*, Animal species and evolution, 797, Cambridge, Mass., Harvard Univ. Press, 1963.
95. *McLaren D.J.*, The role of fossils in defining rock units with examples from the Devonian of Western and Arctic Canada, *Am. J. Sci.*, **257**, 734–751, New Haven, Conn., 1959.
96. *Miller T.G.*, The Luxembourg Colloquium, *Geol. Mag.*, **101**, 469–471, Hertford, Herts, 1964.
97. *Miller T.G.*, Time in stratigraphy, *Palaeontology*, **8**, 113–131, London, 1965.
98. *Monty C.L.V.*, Pour une codification de la nomenclature stratigraphique belge, *Ann. Soc. Géol. Belgique*, **90**, B203–B253, Liège, 1967.
99. *Monty C.L.V.*, D'Orbigny's concepts of stage and zone, *J. Paleont.*, **42**, 689–701, Tulsa, Okla., 1968.
100. *Moore P.F.*, Nature, usage, and definition of marker-defined vertically segregated rock units, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, **42**, I, 447–450, Tulsa, Okla., 1958.
101. *Newell N.D.*, Paleontological gaps and geochronology, *J. Paleont.*, **36**, 592–610, Tulsa, Okla., 1962.
102. *Newell N.D.*, Problems of geochronology, *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, **118**, 63–89, Philadelphia, 1966.
103. *Oppel A.*, Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands, 857, Stuttgart, 1856–1858.
104. *D'Orbigny A.*, Paléontologie Française, Terrains oolitiques ou jurassiques, **1**, 642, Paris, 1842–1851.
105. *D'Orbigny A.*, Cours élémentaire de Paléontologie et de Géologie stratigraphiques, **2**, 848, Paris, 1852.
106. *Palmer A.R.*, Biome – a new kind of biostratigraphic unit, *J. Paleont.*, **39**, 149–153, Tulsa, Okla., 1965.
107. *Patterson J.R., Storey T.P.*, Lithologic versus stratigraphic concepts, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, **41**, II, 2139–2142, Tulsa, Okla., 1957.
108. *Pia J.*, Über geologische Karten, *Mitt. Geol. Ges. Wien.*, **17**, (1924), 47–76, Wien, 1925.
109. *Pia J.*, Grundbegriffe der Stratigraphie mit ausführlicher Anwendung auf die europäische Mitteltrias, 252, Leipzig u. Wien, 1930.
110. *Quennell A.M., Haldemann E.C.*, On the subdivision of the Precambrian, *Rep.* **21**, *Int. Geol. Congr. Norden*, 1960, IX, 170–178, Copenhagen, 1960.
111. *Rankama K.*, The Geologic Systems, The Precambrian, **1**, 279, New York, London, 1963.
112. *Rastall R.H.*, Palaeozoic, Mesozoic and Kainozoic: a geological disaster, *Geol. Mag.*, **81**, 159–165, Hertford, Herts, 1944.
113. *Rauser-Chernousova D.M.*, Zur Frage des Zonenbegriffes in der Biostratigraphie, *Eclog. Geol. Helvet.*, **59**, 21–31, Basel, 1966.
114. *Reh H.*, Über einige neuere Ergebnisse der Auswertung physikalischer Altersbestimmungen, *Geologie*, **12**, 537–555, Berlin, 1963.

115. *Renevier E.*, Rapport de la Commission internationale de Classification stratigraphique, C.R.8, Congr. Géol. Int., **1**, 192–203, Paris, 1901.
116. *Richter R.*, Über die Benennungsweise der Typen und über "Offene Namgebung", *Senckenbergiana*, **7**, 102–119, Frankfurt a. M., 1925.
117. *Richter R.*, Zugänge an Typen und Typoiden in der paläontologischen Abteilung des Senckenberg-Museums I, *Senckenbergiana*, **10**, 231–234, Frankfurt a. M., 1928.
118. *Richter R.*, Geschichte und Aufgabe des Wetteldorfer Richtschnittes, *Senckenbergiana*, **25**, 357–361, Frankfurt a. M., 1942.
119. *Richter R.*, Der Schönecker Richtschnitt als Fortführung des Wetteldorfer Richtschnittes, *Senckenberg. leth.*, **36**, 199–203, Frankfurt a. M., 1955.
120. *Richter R., Richter E.*, Die Trilobiten des Ebbe-Sattels und zu vergleichende Arten, *Abh. Senckenberg. Naturf. Ges.*, **488**, 76, Frankfurt a. M., 1954.
121. *Richter-Bernburg G.*, Zur Frage der absoluten Geschwindigkeit geologischer Vorgänge, *Naturwissenschaften*, **37**, 1–8, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1950.
122. *Richter-Bernburg G.*, Zeitmessung geologischer Vorgänge nach Warven-Korrelationen im Zechstein, *Geol. Rundsch.*, **49**, 132–148, Stuttgart, 1960.
123. *Rodgers J.*, Nature, usage, and nomenclature of stratigraphic units: a minority report, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, **38**, I, 655–659, Tulsa, Okla., 1954.
124. *Rodgers J.*, The meaning of correlation, *Am. J. Sci.*, **257**, 684–691, New Haven, 1959.
125. *Ромай А.П.*, Стратиграфическая классификация и терминология, изд. 2-е (Межвед. стратигр. комитет СССР), ВСЕГЕИ, М., 59, 1960.
126. *Ромай А.П.*, Стратиграфическая классификация и терминология (Межвед. стратигр. комитет СССР), "Недра", Л., 13–38, 1965.
127. *Rutten M.G.*, Strata, movement and time, a dialogue, C.R. 4, Congr. Carbonifère Heerlen 1958, **3**, 603–608, Maestricht, 1962.
128. *Schenck H.G.*, Guiding principles in stratigraphy, *J. Geol. Soc. India*, **2**, 1–10, Bangalore, 1961.
129. *Schenck H.G., Hedberg H.D., Tomlinson C.W., Eaton J.E., White R.T.*, Stratigraphic nomenclature, *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, **25**, II, 2195–2211, Tulsa, Okla., 1941.
130. *Schenck H.G., Muller S.W.*, Stratigraphic terminology, *Bull. Geol. Soc. Am.*, **52**, 1419–1426, New York, 1941.
131. *Schindewolf O.H.*, Prinzipienfragen der biologischen Systematik, *Palaeont. Z.*, **9**, 122–169, Berlin, 1927.
132. *Schindewolf O.H.*, Die Liegendgrenze des Karbons im Lichte biostratigraphischer Kritik, C.R. (1), Congr. Stratigr. Carbonif. Heerlen, 1927, 651–661, 1928.
133. *Schindewolf O.H.*, Probleme der Devon-Karbon-Grenze, *Int. Geol. Congr.*, Rep. 16, Sess. U.S.A., 1933, **1**, 505–514, Washington, 1936.

134. *Schindewolf O.H.*, Über die Bedeutung der Paläontologie als geologische Grundwissenschaft, Jb. Reichsamts Bodenforsch., **63**(1942), 629–676, Berlin, 1943.
135. *Schindewolf O.H.*, Grundlagen und Methoden der paläontologischen Chronologie, 139, Berlin, 1944; 152, Berlin, 1950a.
136. *Schindewolf O.H.*, Grundfragen der Paläontologie, Geologische Zeitmessung, Organische Stammesentwicklung, Biologische Systematik, 506, Stuttgart, 1950b.
137. *Schindewolf O.H.*, Der Zeitfaktor in Geologie und Paläontologie, 114, Stuttgart, 1950c.
138. *Schindewolf O.H.*, Über die Faunenwende vom Paläozoikum zum Mesozoikum, Z. Dt. Geol. Ges., **105**, 1953; 153–182, Hannover, 1954.
139. *Schindewolf O.H.*, Über einige stratigraphische Grundbegriffe, Roemeriana, **1**, 23–37, Clausthal-Zellerfeld, 1955.
140. *Schindewolf O.H.*, Tektonische Triebkräfte der Lebensentwicklung? Geol. Rundsch., **45**, 1–17, Stuttgart, 1956.
141. *Schindewolf O.H.*, Comments on some stratigraphic terms, Am. J. Sci., **255**, 394–399, New Haven, 1957.
142. *Schindewolf O.H.*, Stratigraphische Methodik und Terminologie, Geol. Rundsch., **49**, 1–35, Stuttgart, 1960.
143. *Schindewolf O.H.*, "Neue Systematik", Paläont. Z., **36**, 59–78, Stuttgart, 1962.
144. *Schindewolf O.H.*, Logic and method of stratigraphy, Trans. Proc. Geol. Soc. South Africa, **67**, 1964; 306–310, Johannesburg, 1967.
145. *Schindewolf O.H.*, Über den "Typus" in morphologischer und phylogenetischer Biologie, Abh. Akad. Wiss. Lit., Math.-Nat. Kl., No. 4, 77, Mainz, 1969.
146. *Schönenberg R.*, Hans Stille's Auffassung vom Grenzbereich Orogenese/Epirogenese in heutiger Sicht, Beih. Geol. Jb., **80**, 155–166, Hannover, 1969.
147. *Schwinner R.*, Ist die Geologie wirklich eine "historische" Wissenschaft? N. Jb. Mineral. Usw., Mh. (B), 130–136, 1943.
148. *Scott G.H.*, The type locality concept in time-stratigraphy, New Zealand J. Geol. Geophys., **3**, 580–584, Wellington, 1960.
149. *Scott G.H.*, Homotaxial stratigraphy, New Zealand J. Geol. Geophys., **8**, 859–862, Wellington, 1965.
150. *Scott G.H.*, Time in stratigraphy, New Zealand J. Geol. Geophys., **10**, 300–301, Wellington, 1967.
151. *Sdzuy K.*, Richtschnitt oder Leitfossil? Symposium Silur/Devon-Grenze, 1960 (Hrsg. H.K. Erben), 231–233, Stuttgart, 1962.
152. *Seitz O.*, Gibt es eine Chronostratigraphie? Geol. Jb., **75**, 647–649, Hannover, 1958.
153. *Shaw A.B.*, Time in Stratigraphy, 365, New York, 1964.
154. *Sherlock R.L.*, The Permo-Triassic formations, A world review, 367, London, 1947.

155. *Sigal J.*, Une thérapeutique homéopathique en chronostratigraphie: les parastrototypes (ou prétendus tels), Bull. Trimestr. Dép. Inform, Géol., No. 64, 1–8, Paris, 1964.
156. *Simon W.*, Zeitmarken der Erde, Grund und Grenze geologischer Forschung, Wissenschaft, **98**, 232, Braunschweig, 1948.
157. *Simon W.*, Stratigraphische Gliederung, Terminologie und Nomenklatur, in: Leitfossilien der Mikropaläontologie, **1**, 23–29, Berlin, 1962.
158. *Simon W., Lippolt H.J.*, Geochronologie als Zeitgerüst der Phylogenie, in: Die Evolution der Organismen (Hrsg. G. Heberer), **1**, 161–237, Stuttgart, 1967.
159. *Simpson G.G.*, Principles of animal taxonomy, Columbia Biol. Ser., **20**, 247, New York, 1961.
160. *Stevenson R.E.*, Two suggested rules for stratigraphic nomenclature, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **39**, II, 2524–2525, Tulsa, Okla., 1955.
161. *Storey T.P., Patterson J.R.*, Stratigraphy – traditional and modern concepts, Am. J. Sci., **257**, 707–721, New Haven, 1959.
162. Stratigraphy Committee of the Geological Society of London: Recommendations on stratigraphical usage, Proc. Geol. Soc. London, No. 1656, 139–166, London, 1969.
163. *Stubblefield C.J.*, The relationship of paleontology to stratigraphy, Advancement of Sci., 49–59, London, 1954.
164. *Sylvester-Bradley P.C.*, Towards an international code of stratigraphic nomenclature, Essays in Paleont. and Stratigr., R.C. Moore commemor. Vol. (Ed. C. Teichert and E.L. Yochelson), 49–56, Lawrence, 1967.
165. *Sylvester-Bradley P.C.*, Hierarchy in stratigraphical nomenclature, Geol. Mag., **105**, 78, Hertford, Herts, 1968.
166. *Teichert C.*, Zone concept in stratigraphy, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **34**, II, 1585–1588, Tulsa, Okla., 1950.
167. *Teichert C.*, Discussion of Report 5, Nature, usage, and nomenclature of biostratigraphic units, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **41**, II, 2575–2575, Tulsa, Okla., 1957.
168. *Teichert C.*, Some biostratigraphical concepts, Bull. Geol. Soc. Am., **69**, 99–119, New York, 1958.
169. *Tomlinson C.W.*, Technique of stratigraphic nomenclature, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **24**, II, 2038–2046, Tulsa, Okla., 1940.
170. *Tozer E.T.*, A standard for Triassic time, Bull. Geol. Surv. Canada, **156**, 103, Ottawa, 1967.
171. *Tozer E.T.*, Xenodiscacean ammonoids and their bearing on the discrimination of the Perm-Triassic boundary, Geol. Mag., **106**, 348–361, Hertford, Herts, 1969.
172. *Trümpy R.*, Über die Perm-Trias-Grenze in Ostgrönland und über die Problematik stratigraphischer Grenzen, Geol. Rundsch., **49**, 97–103, Stuttgart, 1960.

173. *Verwoerd W.J.*, Stratigraphic classification: a critical review, Trans. Proc. Geol. Soc. South Africa, **67**, 263–282, Johannesburg, 1967.
174. *Vieweg R.*, Maß und Messen in der Wissenschaft und im täglichen Leben, Jb. Akad. Wiss. u. Lit., 216–228, Mainz, 1954.
175. *Vieweg R.*, Ephemeridenzeit und Atomzeit, Abh. Akad. Wiss. u. Lit., Math.-Nat. Kl., No. 1, 20, Mainz, 1966.
176. *Waagen W.*, Die Formenreihe des Ammonites subradiatus, Versuch einer paläontologischen Monographie, Geognost.-paläont. Beitr., **2**, 179–256. München, 1869.
177. *Wagenbreth O.*, Über Unschärfebeziehungen in der Geologie, Wiss. Z. Humboldt-Univ., Math.-Nat. R., 686–692, Berlin, 1965.
178. *Wagenbreth O.*, Bemerkungen zum Zeitbegriff in der historischen Geologie und zur Frage einer Unschärfebeziehung bei rhythmischer oder zyklischer Schichtengliederung, Wiss. Z. Hochsch. Arch. u. Bauwes. Weimar, **13**, 617–625, Weimar, 1966.
179. *Wagenbreth O.*, Zur Frage geologischer Naturgesetze, Ber. Dt. Ges. Geol. Wiss. (A), **11**, 341–349, Berlin, 1966.
180. *Wagenbreth O.*, Die Paläontologie in Abraham Gottlob Werner's geologischen System, Berg-akademie, **20**, 32–36, Freiberg, 1968.
181. *Walliser O.H.*, Stratigraphie des Lias α_3 zwischen Fildern und Klettgau, N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **103**, 281–311, Stuttgart, 1956.
182. *Walliser O.H.*, Die Silu/Devon-Grenze, Ein Beispiel biostratigraphischer Methodik, N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **125**, Stuttgart, 1966.
183. *Wang C.S.*, In defence of traditional stratigraphy, Proc. Geol. Soc. China, No. 7, 40–47, 1964.
184. *Waterhouse J.B.*, Time in stratigraphy, New Zealand J. Geol. Geophys., **9**, 541–544, Wellington, 1966.
185. *Wedekind R.*, Über die Grundlagen und Methoden der Biostratigraphie, 60, Berlin, 1916.
186. *Weller J.M.*, Stratigraphic principles and practice, 725, New York, 1960.
187. *Wheeler H.E.*, Time-stratigraphy, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **42**, I, 1047–1063, Tulsa, Okla., 1958.
188. *Wheeler H.E.*, Stratigraphic units in space and time, Am. J. Sci., **257**, 692–706, New Haven, 1959.
189. *Wheeler H.E., Beesley E.M.*, Critique of the time-stratigraphic concept, Bull. Geol. Soc. Am., **59**, 75–85, New York, 1948.
190. *Wheeler H.E., Mallory V.S.*, Designation of stratigraphic units, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **37**, II, 2407–2421, Tulsa, Okla., 1953.
191. *Wheeler H.E., Scott W.F., Bayne G.W., Steele G., Mason J.W.*, Stratigraphic classification, Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **34**, II, 2361–2365, Tulsa, Okla., 1950.
192. *Wickmann F.E.*, How to express time in geology, Am. J. Sci., **266**, 316–318, New Haven, 1968.

193. *Wiedmann J.*, Die Jura/Kreide-Grenze und Fragen stratigraphischer Nomenklatur, N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 736–746, Stuttgart, 1967.
194. *Wiedmann J.*, Das Problem stratigraphischer Grenzziehung und die Jura/Kreide-Grenze, Eclog. Geol. Helvet., **61**, 321–386, Basel, 1968.
195. *Will H.J.*, Untersuchungen zur Stratigraphie und Genese des Oberkeupers in Nordwestdeutschland, Beih. Geol. Jb., **54**, 239, Hannover, 1969.
196. *Williams H.S.*, The discrimination of time-values in Geology, J. Geol., **9**, 570–585, Chicago, 1901.
197. *Wilson J.A.*, Stratigraphic concepts in vertebrate paleontology, Am. J. Sci., **257**, 770–778, New Haven, 1959.
198. *Young K.*, Techniques of mollusc zonation in Texas Cretaceous, Am. J. Sci., **257**, 752–769, New Haven, 1959.
199. *Young K.*, Biostratigraphy and the New Paleontology, J. Paleont., **34**, 347–358, Tulsa, Okla., 1960.
200. *Zeiss A.*, Untersuchungen zur Paläontologie der Cephalopoden des Unter-Tithon der Südlichen Frankenalb, Abh. Bayer. Akad. Wiss., Math.-Nat. Kl., N F, **132**, 190, München, 1968.
201. *Zeuner F.E.*, Dating the Past, An Introduction to Geochronology, 420, London, 1946.
202. *Жамойда А.И.*, ред., Стратиграфическая классификация, Терминология и номенклатура (Межвед. стратигр. комитет СССР), "Недра", Л., 1965.
203. *Жамойда А.И., Ковалевский О.П., Моисеева А.И.*, Обзор зарубежных стратиграфических кодексов, "Наука", М., 1969.
204. *Жамойда А.И., Меннер В.В., Миклухо-Маклай А.Д.*, Правила составления стратиграфической номенклатуры, в сб. "Проблемы стратиграфии и палеогеографии", Тр. ВСЕГЕИ, Л., 1968.
205. *Ziegler B.*, Leitfossilien und Faziesfossilien, Vjschr. Naturforsch. Ges. Zürich, **108**, 217–242, Zürich, 1963.
206. *Ziegler B.*, Ammoniten-Ökologie am Beispiel des Oberjura, Geol. Rundsch., **56**, 439–464, Stuttgart, 1967.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Краткое содержание	9
I. Введение	13
II. Стратиграфия	17
Обзор (история и проблемы)	17
Хронометрия (радиометрия)	27
Хронология (биохронология, геохронология)	33
Зона	46
Литостратиграфия	62
Биостратиграфия	78
Хроностратиграфия	84
III. Стратотип	108
Обзор (история и определения)	108
Стратотипы для литостратиграфии, биостратиграфии и хроностратиграфии?	112
Основные возражения против стратотипов	118
Выводы	123
Список литературы	125

О. Шиндевольф

СТРАТИГРАФИЯ И СТРАТОТИП

Редактор *Ю.Я. Ретеюм*

Художник *А.И. Юркевич*

Художественный редактор *В.К. Бисенгалиев*

Технический редактор *М.А. Страшнова*

Подписано к печати 13/ХП-74 г. Бумага офсетн. №1

60 x 90 ¹/₁₆ = 4,25 бум. л. 8,50 печ. л. Уч.-изд. л. 9,08 Изд. № 5/7614 Цена 92 к. Зак. 32

Издательство "Мир"

Москва, 1-й Рижский пер., 2

Тульская типография Союзполиграфпрома при
Совете Министров СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли
г. Тула, пр. Ленина, 9