

## АКСИОМАТИКА ЗОНАЛЬНОГО МЕТОДА В БИОСТРАТИГРАФИИ

© 2014 г. В. В. Черных

Зональный метод является одним из наиболее востребованных в биостратиграфии. Вместе с тем, как это ни покажется странным, в стратиграфических работах, авторы которых широко используют этот метод, не приводится никаких сведений, касающихся его определения, характерных особенностей, возможностей, границ применения и прочих данных, которыми принято сопровождать методические основания работы. Я в течение ряда лет пытался привлечь внимание специалистов к этой странной ситуации и сделал попытку дать перечень некоторых общих вопросов зональной стратиграфии [8–11].

В настоящей краткой заметке обобщены высказанные ранее соображения по поводу зональных шкал и зональных подразделений в виде своеобразной аксиоматики зональной стратиграфии и даны комментарии к каждому из сформулированных положений.

Основным инструментом биостратиграфических исследований является зональная биохронологическая шкала (БХШ). Не руководящие виды, не отдельно взятые зональные подразделения, не комплексные зоны, не биогоризонты, а именно биохронологическая шкала. В этом, собственно, и состоит существо зонального метода. Однако именно шкалам в стратиграфических работах уделяется мало внимания. А если и уделяется, то чаще всего вносит еще большую путаницу в определение этого понятия. Например, в последнем выпуске отечественного “Стратиграфического кодекса” можно прочитать такое определение стратиграфической шкалы: “Общая стратиграфическая шкала – совокупность стратиграфических подразделений (в их полных объемах, без пропусков и перекрытий), расположенных в порядке их стратиграфической последовательности и таксономической подчиненности” [7, с. 15]. На предыдущей странице кодекса дано разъяснение термина “стратиграфические подразделения”: “Стратиграфическое подразделение (стратон) – совокупность горных пород, составляющих определенное единство и обособленных по признакам, позволяющих установить их пространственно-временные соотношения, т.е. последовательность формирования и положение в стратиграфическом разрезе”. После прочтения этого текста не остается сомнения в том, что авторы понимают под стратиграфической шкалой “совокупность совокупностей горных пород” и, следо-

вательно, представляют шкалу как субстратную вещественную конструкцию. Подобное восприятие стратиграфической шкалы в ряде работ формулируется также с полной определенностью (см., например, [2, 5]). В других работах о шкалах вообще ничего не говорится (хотя схемы последовательности зональных видов-индексов приводятся), но, судя по контексту, в большинстве случаев авторы также считают их материальными, субстратными (см., например, [6]).

Все шкалы, используемые в стратиграфии, являются в своей основе хронологическими. Хронологические шкалы, построенные на эволюционной палеонтологической основе, назовем биохронологическими (БХШ). Термин “стратиграфическая шкала” не говорит ни о чем другом, кроме того, что данная хронологическая шкала используется для целей стратиграфии [9].

Биохронологическая шкала – это шкала исторического, событийного, качественного времени. В метрологии такие шкалы относят к шкалам порядка и называют также ординальными или ранговыми шкалами. Ранговые шкалы определяют только порядок следования событий, на которых они построены. Пользуясь хронологической шкалой, мы устанавливаем бинарные отношения “раньше чем” между геологическими телами [3].

Хронологическая шкала является модельным представлением геологического времени. Хронологическое время, иначе говоря, время историческое, событийное не может подразделяться бесконечно, так как это приведет к исчезновению событий, составляющих основу, базис хронологии. Зона является наименьшим подразделением хронологической шкалы и принимается в качестве своеобразного кванта хронологического времени.

Зональные подразделения на шкале – это моменты хронологического времени (не делятся на части), они дискретны (между смежными зонами нет временных переходов), равноценны (эквиполентны) и различаются только порядком размещения, т.е. тем местом, которое они занимают на шкале.

Ясно поэтому, что не имеет смысла говорить о частях зоны на шкале – на шкале зона однородна, безразмерна и у нее нет частей. Привычное уху стратиграфа выражение “объект А встречается в нижней (средней, верхней) части зоны” не имеет никакого смысла по отношению к зоне на шкале в силу того, что зона – наименьшее подразделе-

ние шкалы. По этой же причине невозможно оценить “размер” (продолжительность) одной зоны по сравнению с другой зоной. Хронологически они равноценны, равнозначны, эквивалентны. Отличает их только порядок размещения на шкале. Чтобы чисто технически отразить отмеченные особенности зональных подразделений, их следует обозначать на шкале рисками, расположенными на одинаковом расстоянии друг от друга, причем расстояние в данном случае имеет только одно назначение – возможность прочтения названий зон. В традиционной практике при рисовании зональных шкал принято помещать название зон в прямоугольные ячейки, высота которых создает иллюзию некоей их временной протяженности, длительности. Зоны на шкале не имеют протяженности, и эта их особенность наиболее точно отражается в обозначении на шкале черточкой-риской.

Безразмерной на хронологической шкале зоне в конкретном разрезе отвечает геологическое образование – стратозона. Стратозона имеет объем, границы, определенный интервал протяженности в разрезе и, конечно же, может быть разделена на части (нижнюю, среднюю, верхнюю). Упомянутый выше объект А вполне может находиться, например, в нижней части стратозоны. Зона в разрезе – стратозона – является материальным эквивалентом зоны на шкале. Стратозона как реальный объект отличается от ее модельного представления на хронологической шкале, т.е. от зоны, примерно так же, как в физике отличается объемное тело от его модельного (теоретического) представления в виде точки.

Отметим наиболее существенную особенность в отношении зоны и стратозоны. Зональная шкала не позволяет установить, насколько полно представлена данная стратозона в разрезе: любая ее часть будет датирована по шкале как одна и та же определенная зона. Объект А может занимать самую верхнюю часть стратозоны, но если стратозона представлена в данном разрезе только самой нижней своей частью, то объект А в действительности там и находится. Но отразить это истинное положение объекта на зональной шкале невозможно: хронологическое положение (“возраст”) любой части стратозоны определяется полной зоной. Все части одной стратозоны хронологически одновозрастны. Определение возраста любого объекта с помощью зональной биохронологической шкалы может быть выполнено с точностью до зоны.

Вернемся к тезису о минимальной размерности зоны и рассмотрим, с чем это объективно связано. Когда мы строим инициальную (без помощи других шкал) зональную шкалу на палеонтологической основе, мы вынуждены пользоваться не био-зонами используемых видов-индексов, а их тейл-зонами [9]. По существу инициальная шкала представляет собой последовательность тейлзон видов-индексов, стратиграфический объем и хронологи-

ческое соотношение которых может несколько изменяться при переходе от одного разреза к другому. Это связано с тем, что одна и та же стратозона в разных разрезах может быть представлена более или менее полно. И построенная шкала не позволяет установить, какой именно частью представлены зоны в том или другом разрезе. Именно для того, чтобы заблокировать вариации в показаниях шкалы, необходимо ввести допущение (требование) о том, что зональные подразделения являются минимальными хронологическими единицами. Выполнение этого требования приводит к тому, что хронологическое положение интересующего объекта в пределах стратозоны определяется полной зоной независимо от того, какую часть стратозоны занимает этот объект в разрезе, т.е. с точностью до зоны. Собственно, в этом и состоит смысл введения условия о минимальной размерности зональных подразделений.

Все сказанное выше о зоне как наименьшем подразделении шкалы не означает, что зональная шкала не может быть детализирована. Если в процессе изучения палеонтологического материала по реконструкции эволюционной линии (фратрии) обнаружатся ранее неизвестные ее члены (виды, подвиды, морфотипы), то они должны быть включены в зональную шкалу в качестве зональных маркеров. Однако следует обратить внимание на то, что новые зональные подразделения не делят прежние зоны на части, а только дополняют шкалу новыми зонами при сохранении прежних зон (если они были корректно выделены).

Для того чтобы зона на шкале действительно приближалась к минимально возможному пределу, необходимо для ее построения использовать такие события, которые происходят на пределе делимости (но не переходят его!) самого базисного процесса. И здесь приходится обратиться к эволюционным линиям как наиболее подходящему базису для зонального хронологического строительства. Во-первых, потому что эволюционная линия, связывающая хронологическую последовательность генетически родственных форм, вскрывает наиболее полную картину изменения стратифицирующего признака, и это позволяет выбрать оптимальный масштаб для установления таксономической единицы (как бы мы ее не называли – видом, подвидом или морфотипом). Во-вторых, филогенетическая последовательность форм часто (хотя бы на коротких временных интервалах) обнаруживает направленное развитие определенных признаков. Это позволяет перейти от таксономических шкал к мерономическим шкалам, строящимся на основе морфологических трендов (конодонты, граптолиты, тентакулиты и др.), и получить самые детальные шкалы на пределе делимости стратифицирующих морфологических признаков. Шкалы, построенные на эволюционной палеонтологической основе, я называю биохронологическими шкалами [9].

Обратимся вновь к вопросу о зоне как наименьшему подразделению БХШ. Традиционная практика детализации зональных шкал приводит к появлению все новых и новых терминов для обозначения так называемых инфразональных подразделений шкалы (подзона, зонула, биогоризонт и т.п.). С моей точки зрения, не имеет никакого смысла обозначать каждый шаг в детализации шкалы отдельным термином. Намного проще сохранить термин “зона” за наименьшим (на данный момент) подразделением построенной (и продолжающей строиться, детализироваться) шкалы. Тогда не возникнет такой (ничем неоправданной) ситуации, когда для выделения наименьших подразделений аммонитовых шкал юры принимаются особые условия, особые названия (например, биогоризонты) и их специальное определение [6], отличное от определения зональных подразделений всех других шкал (не юрских и не аммонитовых).

Едва ли подобная практика может быть оправдана особым положением юрской системы, как подчеркивают авторы упомянутой статьи, предварив ее (в виде эпиграфа) высказыванием В. Аркелла об уникальности юрской системы. Я думаю, что при желании подобную работу минимизации биостратонов могли бы провести и другие специалисты при выделении наименьших подразделений граптолитовых шкал в ордовике или конодонтовых шкал в девоне и получить “свои”, особенные инфразональные подразделения, которые позволили бы выделить “свои” граптолитовые или конодонтовые “атомы” в ордовикской или девонской биостратиграфии. Однако ни к чему, кроме как к засорению терминологического и понятийного базиса зональной стратиграфии, это не приведет.

Стратиграфическая граница любого стратона (яруса, отдела, системы) может быть представлена на хронологической шкале только как определенная зона. Рекомендация совмещать нижнюю границу некоторой зоны с нижней границей стратона для последующей ее корреляции может подразумевать выполнение этой процедуры только в конкретном разрезе и с привлечением находящейся в нем конкретной стратозоны. Именно о нижней границе стратозоны, наиболее близко пространственно расположенной к интересующей границе стратона (свиты, толщи, яруса и т.п.), идет речь, когда мы перед корреляцией совмещаем нижнюю границу, например, яруса с основанием соответствующей стратозоны. Зона (на шкале) в этой операции участвовать не может, поскольку не имеет ни нижней, ни верхней границы. Как указывалось, зона на шкале обозначает момент хронологического времени, и в таком понимании это – безразмерная единица. Установив данную границу яруса как основание некоторой стратозоны, мы можем указать положение этой границы яруса на шкале только как соответствующую зону. Более точной шкалы, чем зо-

нальная шкала, мы не имеем по определению, поэтому установление положения любого объекта, в том числе и стратиграфической границы, мы можем выполнить с максимально возможной точностью “до зоны”.

Таким образом, только в одном разрезе, который принят за эталонный, стратогипический, например, для нижней границы яруса, мы можем указать ее точное (линейное) положение, совпадающее с литологической границей некоторого слоя, пачки и т.п., условно принятой за “основание стратозоны”, относимой к определенной зоне. Я говорю “условно принятой”, потому что в действительности мы не имеем возможности установить, какой именно своей частью представлена стратозона в конкретном разрезе. Во всяком другом разрезе, куда путем корреляции с помощью зональной шкалы будет транслироваться данная граница, основание той же самой стратозоны может оказаться стратиграфически и ниже, и выше положения границы в эталонном разрезе. Проще говоря, граница яруса как нижняя граница некоторого слоя в эталонном разрезе, транслируемая за пределы региона с помощью зональной шкалы, становится “объемной”: ее положение варьирует в границах определенной зоны.

С учетом вышесказанного точка-момент в астрономическом времени не имеет адекватного образа в хронологии и в разрезе хронологически одновременны (одновозрастны) все точки, принадлежащие одной наименьшей хронологической единицы – зоне. По этой же причине в хронологии нет изохронных линий или изохронной поверхности, образ которых интуитивно привлекают стратиграфы (для наглядности) при выполнении процедуры корреляции стратонов с помощью хронологической шкалы.

Следующее положение в аксиоматике зональной стратиграфии я бы сформулировал так: “Корректно построенная зональная БХШ должна быть непрерывной”. Это положение имеет, несомненно, аксиоматическое содержание и отражает общее, само собой разумеющееся правило: любая измерительная шкала не может содержать лакун и пробелов. Ничем в этом отношении не отличается от других шкал и шкала хронологическая.

Сразу оговорюсь, что далеко не все исследователи считают хронологическую непрерывность непрерывным условием корректности используемых БХШ. Основным аргументом для такого мнения служит ссылка на прерывистый характер биостратиграфических данных. Это обстоятельство иногда рассматривается как временное препятствие при установлении зон в мало изученных регионах [1], а иногда как основной довод в пользу отказа от разработки непрерывных шкал [12]. Тот же аргумент выдвигается и в самое последнее время авторами минимальных биостратиграфических подразделений – биогоризонтов: “... в подавляющем большинстве разрезов удовлетворительно палеонтологиче-

ски охарактеризованными оказываются лишь отдельные уровни, разделенные стратиграфическими перерывами или интервалами, не содержащими руководящих окаменелостей приемлемой сохранности (рис. 3). Соблюсти в этом случае пресловутый принцип смыкаемости без спекулятивных допущений невозможно” [6, с. 110].

Ответ на это может быть только один: ищите такие разрезы, на которых можно построить непрерывные шкалы. Построив непрерывную шкалу, можно использовать ее и в дефектных разрезах, фиксировать соответствие данной части разреза без палеонтологических остатков определенному подразделению (или подразделениям) непрерывной шкалы. А высказанное в цитированной выше работе мнение, что биогоризонты, разделенные стратиграфическими перерывами и интервалами, являются более приемлемыми, чем непрерывные зональные шкалы, по меньшей мере, странно и рационально необъяснимо.

Есть конкретные приемы работы по построению хронологических шкал в разрезах, которые не содержат непрерывных серий ископаемых. Например, если удастся установить характер (общее направление) изменения гомологичного признака в эволюционной последовательности форм в даже весьма неполном разрезе, то найденные впоследствии некоторые промежуточные формы в других разрезах займут вполне определенное место в общем эволюционном тренде. Этот тренд, использованный в качестве базиса, и обеспечит построение непрерывной шкалы.

При необходимости дискретные биохронологические шкалы могут быть получены искусственно при разрежении подразделений непрерывных шкал, что может быть полезно для усиления их корреляционных возможностей при решении частной задачи по сопоставлению границ конкретных стратонтов.

Инициальная зональная БХШ, построенная без обращения к другим шкалам, должна содержать не менее трех зон. Я называю инициальную трехзонную шкалу “элементарной” [9]. Когда речь идет о шкале, построенной на эволюционном тренде, т.е. последовательности видов, обнаруживающей определенную направленность в изменении некоторого признака, то указанное требование понятно. Действительно, оценить направление изменения признака можно только в том случае, если фратрия содержит последовательность, насчитывающую не менее трех видов (три позиции состояния изменяющегося во времени признака).

Есть другое, более общее соображение, справедливое при построении любого варианта хронологических шкал и подтверждающее указанную

рекомендацию в отношении элементарной шкалы. Я имею в виду принцип Гексли [4], который рекомендует сопоставлять разрезы по гомотаксальной последовательности, состоящей по крайней мере из двух стратифицирующих признаков. Только в том случае, когда инициальная шкала, построенная на конкретном разрезе, имеет не менее трех подразделений, можно осуществить его корректное (в соответствии с принципом Гексли) сопоставление с другими разрезами, наращивающими данный разрез стратиграфически вверх и вниз [9]. Последовательно переходя таким путем от одного разреза к другому, мы можем продолжать строить шкалу, не нарушая основополагающих принципов стратиграфии.

*Работа выполнена при поддержке проекта конкурсных программ фундаментальных научных исследований УрО РАН (проект № 12-У-5-1007).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бодылевский В.И. О стратиграфической зоне // Тр. Всесоюз. н.-и. геол. ин-та. Нов. сер. 1964. Вып. 102. С. 25–32.
2. Ганелин В.Г. Три концепции теории стратиграфии и Стратиграфический кодекс СССР // Сов. геология. 1992. № 5. С. 77–81.
3. Гоманьков А.В. Геологическое время и его измерение. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2007. 58 с.
4. Мейен С.В. Введение в теорию стратиграфии. М., 1974. 186 с. / Рукопись, деп. в ВИНТИ. № 1749–74 Деп.
5. Найдин Д.П. Так что же такое стратиграфия? // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1994. Т. 2, № 2. С. 3–11.
6. Рогов М.А., Гуляев Д.Б., Киселев Д.Н. Биогоризонты – инфразональные биостратиграфические подразделения: опыт совершенствования стратиграфии юрской системы по аммонитам // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2012. Т. 20, № 2. С. 101–121.
7. Стратиграфический кодекс. Изд. 3-е. СПб.: ВСЕГЕИ. 2006. 96 с.
8. Черных В.В. Биохронологические шкалы и зональная стратиграфия // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1995. Т. 3, № 3. С. 100–110.
9. Черных В.В. Зональный метод в биостратиграфии. Зональная шкала нижней перми Урала по конодонтам. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН. 2005. 217 с.
10. Черных В.В. Определение ярусных границ Международной стратиграфической шкалы по конодонтам // Литосфера. 2008. № 1. С. 3–17.
11. Черных В.В. Лимитотипы нижних границ ярусов (назначение, требования, перемещение) // Общ. стратиграфическая шкала России: состояние и проблемы обустройства. Всерос. совещ. 23–25 мая 2013 г. Сб. ст. М., 2013. С. 35–37
12. Jean Guex. *Biochronological correlations*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1991. 252 p.