

ЗОНАЛЬНЫЕ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ И СТРАТОТИПЫ ЯРУСНЫХ ГРАНИЦ

© 2013 г. В. В. Черных

1. Наиболее эффективным инструментом расчленения и корреляции разрезов являются зональные палеонтологические шкалы, построенные с соблюдением определенных требований, из которых требования линейности границ зональных подразделений и хронологической непрерывности являются важнейшими. Эти требования удовлетворяются использованием при построении шкалы филогон, в которых границы зон на шкале проводятся по уровням возникновения последовательных видов-индексов [3].

Все шкалы, используемые в стратиграфии, являются хронологическими. Термин “стратиграфическая шкала” означает только то, что данная хронологическая шкала используется в целях стратиграфии. Зона – наименьшее подразделение хронологической шкалы. Это определение вносит полную ясность в понятие “зона” как основного наименьшего элемента хронологической шкалы, независимо от того, о какой шкале – литостратиграфической, биостратиграфической, магнитостратиграфической или любой другой шкале – идет речь. Все зоны данной хронологической шкалы равноценны и отличаются только тем местом, которое они занимают на шкале, т.е. порядком следования (“раньше/позже”).

2. Выделяются два типа палеонтологических шкал. Шкалы первого типа – биохронологические (БХШ) – маркированы по уровням возникновения последовательных видов, образующих в совокупности эволюционную последовательность. Такие шкалы позволяют выполнить корреляцию границ стратиграфических подразделений (слоев, пачек, ярусов и т.п.), путем их совмещения с уровнями появления зональных видов-индексов (или других видов, входящих в зональный комплекс) в разрезе.

В последние годы в связи с активизацией деятельности международных рабочих групп по выбору и обоснованию стратотипов нижних границ ярусных подразделений Международной стратиграфической шкалы (МСШ) особое значение приобретают зональные биохронологические шкалы с высоким корреляционным потенциалом, позволяющие транслировать установленные в стратотипах границы в глобальном масштабе.

Шкалы второго типа (биостратиграфические, фациостратиграфические) маркированы по смене комплексов видов в разрезе, определяемой, в том числе и изменением фациальных условий. Этот ва-

риант шкал подразумевает выделение зонального подразделения непосредственно в разрезе, который является справочным для данного подразделения. Сюда относятся все зоны, границы которых имеют фациальную природу: комплексные зоны (оппель-зоны), зоны совместного распространения, эпизоды (акмезоны) и т.п. Такие зональные подразделения имеют четкие (литологические и биостратиграфические) границы в разрезе, относительно которых формулируются их диагнозы. В то же самое время при переходе к другим, достаточно удаленным от справочного разрезам, состав комплекса и границы фациозон обнаруживают определенные вариации. По этой причине невозможно отразить такие границы на шкале как границы линейные и, следовательно, с помощью этих шкал невозможно коррелировать границы стратон в удаленных разрезах. Биостратиграфические шкалы могут рассматриваться как провизорные, предваряющие построение биохронологических шкал.

3. При использовании биохронологических шкал следует исключить обращение к времени-длительности, понимаемой как продолжительность существования определенных биологических (палеонтологических) таксонов, на основе которых построены хронологические шкалы.

Единственным инструментом определения и измерения времени является сама хронологическая шкала. В этой связи “стратиграфические” и “геохронологические” подразделения следует понимать соответственно как “подразделения разрезов” и “подразделения шкалы”. В контексте зональной стратиграфии наименьшим подразделением хронологических шкал является зона, которой в разрезе отвечает материальная стратиграфическая единица – стратозона.

4. Общее следствие из понимания зоны как наименьшей единицы хронологической шкалы состоит в том, что хронологическое время (“событийное время”) не может делиться бесконечно, и зона принимается в качестве своеобразного кванта хронологического времени. Зона на шкале не имеет размерности. По этой причине попытки совместить хронологическую шкалу, которая относится к шкалам порядка [1], с хронометрической (шкалой интервалов) принципиально невозможно. Хронометрические датировки возраста имеет смысл выполнять в разрезе, т.е. относить их непосредственно к конкретным стратозонам, но не к подразделениям шка-

лы. В связи с тем, что в конкретных разрезах стратозоны представлены в различном стратиграфическом объеме (т.е. как тейльзоны), то хронометрический возраст (“абсолютный возраст”) стратозоны в разных разрезах будет, вообще говоря, свой. И возрасты одной и той же стратозоны в разных разрезах могут достаточно сильно различаться.

5. В связи с тем, что зональные подразделения маркируют границы ярусов, то имеющиеся хронометрические датировки ярусных границ на хронологической шкале будут уточняться столько раз, сколько будет определено возрастов соответствующих стратозон. Если маркировать положение нижней границы яруса материальной точкой в специальном (стратотипическом) разрезе и зафиксировать ее определенной хронометрической датой, то использование этой даты в качестве опорной метки для определения идентичной границы в других разрезах неизбежно придет в противоречие с определением границы по хронологической (биохронологической) шкале. В этом главная слабость принципиальной основы концепции GSSP, декларируемой как стабилизатора стратиграфических границ путем определения их “абсолютного возраста”.

6. Возраст стратиграфического подразделения, определяемый по зональной шкале, может быть выражен только целым числом зон. Стратоны, занимающие на шкале одинаковое число одноименных зон, считаются одновозрастными.

С помощью хронологических стратиграфических шкал нельзя доказать или опровергнуть синхронность (диахронность) разноместных событий, запечатленных в геологической летописи.

7. Детализация БХШ (при условии сохранения ее универсальности и точности корреляции) должна быть осуществлена теми же средствами, с помощью которых она построена. Это положение вытекает из следующих соображений. Одна и та же стратозона в разных разрезах может иметь различный стратиграфический объем, и зональная шкала не содержит информации, насколько полно представлена та или иная зона в конкретных разрезах. Иначе говоря, зональная шкала не дает представления о том, какая именно часть стратозоны запечатлена в данном разрезе. Чтобы заблокировать связанные с этим вариации в показаниях шкалы в разных разрезах, мы и вводим условие о том, что зональные подразделения шкалы являются минимальными хронологическими единицами. Исходя из этого, мы должны датировать всякий объект, находящийся внутри определенной стратозоны, полной зоной, независимо от того, какую часть стратозоны занимает данный объект в разрезе. Таким образом, любая попытка выделения инфразональных подразделений на основе детализации стратозоны путем введения в нее новых реперов (туфовых прослоев, зон, устанавливаемых по новым группам ископаемых и т.п.) не может получить адекватного отражения на шкале. Такие реперы, не выходящие за пределы данной стратозоны, могут быть включены в комплексную характеристику соответствующей зоны шкалы и использованы в дальнейшем в качестве ее индикатора.

Корректная детализация БХШ должна осуществляться путем дробления самого базисного процесса, на котором построена данная шкала. При построении БХШ в качестве базиса используется видообразовательный процесс. В соответствии с этим для детализации зональных подразделений БХШ необходимо выделить более дробные стадии становления видовых таксонов и (или) морфологических (эволюционных) трендов, в которых направленные изменения определенных признаков фиксируются не только на видовом, но и на внутривидовом уровне. Эти, более дробные, вновь выделенные подразделения мы считаем зональными, т.е. минимальными подразделениями шкалы.

8. Никаких границ у зоны, понимаемой как наименьшее хронологическое подразделение, на шкале нет. Зона в таком понимании – это риска на шкале. Она приобретает хронологический смысл только после ее включения в шкалу, т.е. помещения между некими такими же безразмерными зонами-рисками. Собственно, хронологическая шкала должна быть размечена штрихами. Каждый штрих означает положение минимальной единицы шкалы (в нашем случае – зоны). Нижнюю и верхнюю границу имеет стратозона, т.е. материальный эквивалент зоны в разрезе. Нижняя граница отвечает уровню появления зонального вида-индекса на шкале, верхняя – уровню появления вида-индекса выше следующей, смежной зоны.

Когда мы показываем на зональной схеме (шкале) положение каких-то объектов, например, протяженность биозон некоторых других видов, часть из которых занимает нижнюю часть, другие верхнюю часть и т.п. некоторого зонального подразделения, в действительности мы запечатлеваем факты, установленные в конкретных разрезах, т.е. в стратозонах. Эти данные невозможно отобразить на зональной шкале, подразделения которой безразмерны, т.е. не имеют длительности. Восприятие зоны как некоей продолжительности связано с ее материальным эквивалентом – стратозоной – геологическим телом, которое, конечно же, имеет нижнюю и верхнюю границы, и материальное заполнение промежутка между ними. На шкале стратозоне отвечает зональная безразмерная метка-штрих.

9. Несовпадение границ зон, выделенных по разным группам ископаемых (так называемая “лестница Шиндевольфа”), является следствием традиционной путаницы границ зон, устанавливаемых в разрезе, и границ зон, устанавливаемых на шкале. Разрешение этой, как мы считаем, псевдопроблемы, состоит в выборе приоритетной (стандарт-

ной) зональной шкалы для данного стратиграфического интервала по определенной группе ортофауны, по которой должны маркироваться все остальные (автономные) зональные шкалы. Маркировка шкал выполняется следующим образом. Вначале по стандартной шкале определяются биозоны всех видов, используемых для построения автономных шкал. При этом должно быть строго соблюдено условие минимальной размерности зональных подразделений стандартной шкалы. Из полученных таким образом биозон конструируются отдельные (автономные) шкалы по каждой группе ископаемых. Критерий установления границ зон автономных шкал должен быть тем же самым, что и в стандартной шкале. Если условие минимальной размерности зональных подразделений стандартной шкалы при определении биозон строго выполнялось, то зональные подразделения построенных автономных шкал совпадут с теми или иными зональными подразделениями стандартной шкалы. При корректном выполнении всех названных операций станет также ясным, какие из зон стандартной шкалы могут быть прослежены по автономным шкалам, а какие не могут.

10. Зональные биохронологические шкалы выполняют сугубо корреляционные функции. Ее подразделения – зоны – служат целям корреляции удаленных геологических объектов, в том числе и общих стратиграфических подразделений, но не входят в их иерархию. Зональная шкала служит только инструментом определения и корреляции стратиграфических подразделений, но не средством обоснования их границ [4].

11. Зона БХШ должна непременно иметь стратотип, на котором всякий исследователь может повторить исследования автора, установившего данную зону. Указывается как желательный выбор стратотипа зоны “в стратотипе или стратотипической местности яруса” ([2], с. 69). Выбранный разрез должен позволить установить эволюционную последовательность видов, включающей вид-индекс данной зоны и виды-индексы нижележащей и вышележащей зон. Иначе говоря, стратотип зоны БХШ представляет собой последовательность трех зональных видов-индексов, составляющих в совокупности элементарную зональную шкалу [3].

12. Нижняя граница яруса МСШ (в соответствии с концепцией GSSP) маркируется определенной точкой, выбранной в конкретном разрезе и фиксирующей определенный момент геологического времени; отмечается желательность выбора точки в пределах эволюционного (филогенетического) ряда определенных таксонов фауны или флоры [6]. Здесь под геологическим временем авторы концепции GSSP, несомненно, понимают физическое время. Это подчеркивается указанием возможности изучения выбранного лимитотипа магнитостратиграфическим и геохронометрически-

ми методами. Основным инструментом определения (маркировки) стратиграфической границы является ее биохронотип, который извлекается из зональной биохронологической шкалы. Зона для маркировки нижней границы стратона выбирается, исходя из ее максимальной пространственной близости к искомой стратиграфической границе. Проще говоря, искомая граница должна оказаться в пределах соответствующей стратозоны. Закрепление положения стратиграфической границы на зональной шкале считается корректным, если в стратотипическом разрезе устанавливается последовательность (как минимум трех) стратозон, внутри которой располагается определяемая граница яруса. Иными словами, корректным биохронотипом стратиграфической границы является все та же элементарная зональная шкала, внутри которой лежит искомая граница.

13. В последние годы стала обычной практика перенесение лимитотипа стратиграфической границы ярусного подразделения МСШ из исторической стратотипической местности в весьма отдаленные от нее регионы (скажем, так поступили с границами некоторых ярусов ордовика, нижней границей визейского яруса, перенеся их стратотипы из Западной Европы в Китай, и др.).

Думается, что эта процедура должна быть более подробно и основательнее, чем это сделано до сих пор авторами концепции GSSP, сформулирована с указанием конкретных обстоятельств, которые должны сопровождать решение о перемещении типового разреза из стратотипической местности. Точно так же должны быть проанализированы и все возможные следствия этой акции.

14. Рассмотрим в этой связи ситуацию, возникшую в последнее время при установлении нижней границы кунгурского яруса МСШ.

Последовательность конодонтов, образующих элементарную зональную шкалу в пограничных отложениях артинского и кунгурского ярусов, была установлена нами на Урале и оказалась представленной видами *Neostreptognathodus requoensis* – *N. pnevi* – *N. clinei*. Первый и последний из названных видов впервые описаны в разрезе Rockland (США, штат Невада), а *N. pnevi* – на Урале. Значительно позднее вид *N. pnevi* был найден также и на Мидконтиненте. В настоящее время указанная последовательность видов установлена и в разрезе Rockland.

На Урале нижнюю границу кунгурского яруса на основании изучения пограничного артинско-кунгурского интервала, в котором была установлена эта последовательность конодонтов, мы предложили совместить с уровнем появления вида *N. pnevi* (подошва саранинского горизонта). Разрез пограничных артинско-кунгурских отложений на правом берегу р. Юрюзань близ западной окраины с. Мечетлино (Башкортостан) был выбран нами в качестве стратотипического для установления

Таблица 1.

Сравнение и противопоставление разрезов Роклэнд (R) и Мечетлино (M) как лимитотипов нижней границы кунгурского яруса (по [7])	R	M
Конодонтовые морфотипы и хроноклины идентичны в обоих разрезах, обнаруживают похожие стадии эволюционного изменения. <i>N. pnevi</i> более обычен в холодноводных обстановках, но известен в тепловодных условиях в Китае и Техасе.	✓	✓
Встречаемость конодонтов сравнима в обоих разрезах (от 0 до 20 экз. на кг)	✓	✓
Конодонты демонстрируют хорошую сохранность и низкие значения цветового индекса (CAI = 1,5) в Мечетлино и частичную перекристаллизацию и повышенные значения CAI (4,0) в Роклэнде.		✓
Мечетлинские конодонты могут быть использованы для анализов изотопов стронция и для разработки возрастного уровня GSSP		✓
Ректор формация Роклэнда составляет 1305 м мощности и представляет почти полностью артинский и кунгурский яруса. Мощность разреза в Мечетлино 88 м и включает только верхнюю часть саргинского горизонта и нижнюю часть саранинского горизонта.	✓	
Литологическая последовательность в обоих разрезах монофациальная, при преимущественном осаждении микрозернистых карбонатов в Мечетлино и мелкозернистых – в Роклэнде с некоторым количеством силикокластики в том и другом. Главным образом отложение осадков в виде суспензии с небольшой примесью темпеститов в обоих разрезах	✓	✓
Пограничный интервал представлен конденсированным разрезом в Мечетлино и увеличенной мощности в Роклэнде (увеличен приблизительно в 42 раза)	✓	
Сильно выветрелые карбонаты в основном разрезе Мечетлино и непригодны для изучения С-изотопии, но хорошей сохранности только в пограничном интервале в разрезе карьера. Карбонаты Роклэнда могут быть измененными диагенетически, но вполне пригодны для изучения С-изотопии.	✓	
Данные по изотопии карбонатного углерода, имеющиеся по Роклэнду, обнаруживают положительный экскурс в 2 промилле вблизи границы GSSP.	✓	
При дополнительном изучении, слои, которые первоначально определялись как вулканические туфы в Мечетлино, оказались обломочными алевритистыми аргиллитами и содержащими позднедевонские обломочные цирконы. В Роклэнде вулканических туфов нет.		
Разрезы хорошо обнажены, но расчистка требуется в обоих разрезах. Оба доступны и находятся на государственной территории. Доступ, вероятно, более легкий в разрезе Роклэнд.	✓	✓
В Роклэнде имеются бентические фоссилии, включая фузулинацей, брахиопод, мшанок и иглокожих. В Мечетлино есть фузулинацей в верхней части артинского яруса и два горизонта с аммоидеями.	✓	
Большинство фоссилий, кроме конодонтов, представлены провинциальными и эндемичными видами для каждого региона. Среди фузулинацей Роклэнда присутствует вид <i>Pamirina darvasica</i> , обеспечивающий корреляцию с Тетис.	✓	
Мечетлинский разрез находится в исторической типовой местности, хотя первоначально кунгур был установлен преимущественно в эвапоритовых фациях вблизи города Перми.		✓

нижней границы кунгурского яруса. Единственный недостаток этого разреза состоит в относительно невысокой частоте встречаемости конодонтов, который, впрочем, легко преодолевается увеличением объема анализируемой пробы [5].

Несколько позднее американские стратиграфы предложили в этом же качестве свой, невадский разрез Роклэнд, полагая, что он имеет определенные преимущества перед уральским Мечетлинским разрезом (см. табл. 1). В частности говорилось о присутствии в пограничных артинско-кунгурских отложениях более разнообразной фауны; о выполненных изотопных определениях; о большей стратиграфической представительности невадского разреза, включающего полностью оба яруса, между которыми определяется граница и т.п. [7].

Прежде чем рассмотреть американское предложение по существу, заострим внимание на некоторых возникающих в этой связи процедурных (методических) вопросах.

Во-первых, каким образом был установлен в Неваде тот интервал, который американские исследователи считают артинско-кунгурским? Проще говоря, как узнали, что в Неваде есть аналог артинского и кунгурского ярусов, и как определили место, где следует искать границу между ними? Ответ на поставленный вопрос, в общем-то, ясен. Американские исследователи разреза в Неваде, используя сведения о стратиграфическом распространении конодонтов в уральском разрезе и предложенный уральскими стратиграфами конодонтовый биохронотип границы (*Neostreptognathodus pequopensis* – *N. pnevi* – *N. clinei*), выполнили корреляцию уральского разреза в Мечетлино с разрезом Роклэнд в Неваде и нашли, таким образом, в своем разрезе аналог нижней границы кунгурского яруса, установленной на Урале. Все, что оказалось ниже этой границы, стало артинским ярусом. А все, что выше по разрезу – отнеслось к кунгуру. Затем они присоединили к конодонтам в пограничном интервале сопутствующий ком-

плекс других ископаемых организмов, который, по их мнению, более обилен, чем уральский, переходный интервал шире, чем в Мечетлино, комплекс сопутствующей конодонтам фауны разнообразнее и в том числе включает представителя отряда фузулинид – *Pamirina darvasica*, что позволяет транслировать границу на разрезы Тетис (табл. 1). С учетом всех этих сопоставлений высказано мнение о предпочтительности невадского разреза перед уральским.

И, в связи с ответом на первый вопрос, возникает второй, основной вопрос: можно ли указанные преимущества разреза Роклэнд считать достаточными для того, чтобы отказаться от уральского разреза и перенести лимитотип нижней границы кунгура из стратотипической местности в штат Невада?

В ответе на этот вопрос обратим внимание, что необходимая (для перемещения) предварительная корреляция уральского разреза с разрезом Роклэнд несет с собой понятное и неизбежное искажение хронометрического положения определяемой границы яруса. Отметим главное: с таким же правом (с той же хронометрической ошибкой) мы можем, сопоставив разрезы, перенести в уральский стратотип данные по разрезу Роклэнд. Например, ввести американские сопутствующие комплексы ископаемых (и любые другие стратифицирующие признаки в разрезе Роклэнд) в соответствующие зоны уральской конодонтовой шкалы, оставив лимитотип нижней границы кунгурского яруса на его исконном месте. И после этого пользоваться уральской шкалой для еще более широких корреляций уральского, американского и любых других разрезов, с разрезами того же Тетис. При этом мы сохраним лимитотип границы в стратотипической местности и не исказим ее “абсолютный” возраст.

Если предположить, что стратотип нижней границы кунгурского яруса окажется в Неваде, то для того, чтобы установить эту границу на Урале, мы снова должны выполнить корреляцию Мечетлинского разреза с разрезом Rockland и убедиться, что эта граница на Урале оказалась на прежнем месте. Операцию, более нелепую и бессмысленную, трудно себе представить. Однако именно таков должен быть порядок действий в предполагаемых условиях для того, чтобы обосновать положение этой границы для ее использования в общей стратиграфической шкале России.

Установленный нами на Урале – местности стратотипической для артинского, и кунгурского ярусов – конодонтовый биохронотип нижней границы кунгура имеет глобальный корреляционный потенциал (найден в США, Канаде и в Китае). Судя по этому, уральский лимитотип вполне легитимен и вполне отвечает требованиям Международной Комиссии по стратиграфии в отношении установления точки глобального стратотипа границы.

15. Перенесение стратотипа границ МСШ из стратотипической местности в отдаленный регион может быть оправдано только в случае безусловной его непригодности выполнять свои функции. При паритете достоинств и недостатков конкурирующих разрезов приоритет должен остаться за тем из них, который располагается в стратотипической для данного яруса местности. Это следует в первую очередь из самой идеи концепции GSSP, которая ориентирована на закрепление положения границы ярусов МСШ на шкале астрономического времени.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гоманьков А.В.* Геологическое время и его измерение. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2007. 58 с.
2. Стратиграфический кодекс. Издание второе, дополненное. СПб.: МСК, 1992. 120 с.
3. *Черных В.В.* Зональный метод в биостратиграфии. Зональная шкала нижней перми Урала по конодонтам. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2005. 217 с.
4. *Черных В.В.* Определение ярусных границ Международной стратиграфической шкалы по конодонтам // Литосфера. 2008. № 1. С. 3–17.
5. *Chernykh V. V., Chuvashov B. I., Davydov V. I., Schmitz M. D.* Mechetlino Section: A candidate for the Global Stratotype and Point (GSSP) of the Kungurian Stage (Cisuralian, Lower Permian) // Permophiles. 2012. № 56. P. 21–34.
6. *Cowie J. W., Ziegler W., Boucot A. J. et al.* Guidelines and statutes of the International Commission on Stratigraphy (ICS) // Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 1986. Frankfurt a.M., S. 1–14.
7. *Henderson C. M., Wardlaw B. R., Davydov V. I. et al.* Proposal for base-Kungurian GSSP // Permophiles. 2012. № 56. P. 8–21.