

## ПРОБЛЕМЫ ЗОНАЛЬНОЙ СТРАТИГРАФИИ

© 2009 г. В. В. Черных

Институт геологии и геохимии УрО РАН  
620075, г. Екатеринбург, Почтовый пер., 7  
E-mail: chernykh@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 11.03.2009 г.

Рассмотрены дискуссионные вопросы зональной стратиграфии. Зона определена как наименьшее подразделение хронологической шкалы. Зоне в разрезе горных пород соответствует субстратная стратиграфическая единица – стратозона. Выделены два типа палеонтологических шкал – биохронологические и биостратиграфические. Биохронологические шкалы позволяют выполнить корреляцию границ стратиграфических подразделений. Предлагается исключить из биохронологии обращение к времени-длительности. Единственным временем (временем-порядком) является хронологическая шкала. Предложен алгоритм увязки зональных подразделений, установленных по разным группам ископаемых организмов. В арсенале биостратиграфии нет методов, позволяющих обнаружить синхронность или диахронность удаленных геологических объектов. Геологическая одновозрастность определяется как хронологическая тождественность. Детализация зональной палеонтологической шкалы должна быть выполнена теми же средствами, с помощью которых она построена.

Ключевые слова: зона, зональная шкала, типы шкал, детализация шкалы, сопоставление шкал, время-длительность, время-порядок, корреляция стратиграфических границ.

Обсуждение проблем зональной стратиграфии имеет почтенный возраст и необозримую библиографию. В новейших обзорах наиболее полный перечень ключевых вопросов зональной стратиграфии приведен в работе Ю.Б. Гладенкова [2]. В ряде наших работ [12–15] предпринята попытка наметить пути решения некоторых из них. Настоящая статья является своеобразным итогом тех предложений по совершенствованию понятийного и терминологического арсенала зональной стратиграфии, которые были сделаны нами в разное время и в разных публикациях.

### 1. ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ЗОНАЛЬНЫЕ ШКАЛЫ

В качестве наиболее общего замечания к этому разделу следует указать, что наиболее эффективным инструментом корректной корреляции стратиграфических подразделений (разрезов) является палеонтологическая шкала, а не отдельно взятые зональные подразделения. Все палеонтологические шкалы (ПШ) являются в основе своей хронологическими [5]. Термин “стратиграфическая шкала” не говорит ни о чем другом, кроме того, что данная хронологическая шкала используется для целей стратиграфии.

Зональное подразделение ПШ может быть задано двумя способами: а) определением его границ путем их совмещения с некими событиями в эволюционном развитии группы организмов или б) содержательной палеонтологической характеристи-

кой, позволяющей отличить данное подразделение от выше и ниже лежащих подразделений в конкретном разрезе. Процедуру установления тем или иным способом подразделений на шкале будем называть *маркировкой* шкалы.

В первом случае маркировка шкалы требует значительной предварительной работы по выявлению эволюционной последовательности форм, эволюционных трендов. Необходимым условием для выполнения этой работы является высокая встречаемость представителей используемой группы ископаемых в разрезах и ее достаточно быстрая видообразовательная эволюция, обеспечивающая приемлемую детальность шкалы. Далеко не все группы ископаемых отвечают этим требованиям. Зональная шкала, маркированная по уровням возникновения видов в их эволюционной последовательности, позволяет выполнить корреляцию границ стратонов (слоев, пачек, свит, ярусов и т.д.).

Второй вариант подразумевает задание зонального подразделения непосредственно в разрезе, который является справочным [10] для данного подразделения. Сюда относятся все зоны, границы которых имеют фациальную природу: комплексные зоны (оппель-зоны), зоны совместного распространения, эпиболы (акмезоны) и т.п. Такие зональные подразделения имеют четкие (литологические и биостратиграфические) границы в разрезе, относительно которых и рассматриваются их диагнозы. В то же самое время, при переходе к другим, и особенно, к достаточно удаленным от справочного разрезу, границы фациозон обнаруживают определен-

ные вариации. По этой причине невозможно отразить такие границы на шкале как границы линейные.

Учитывая эти особенности определения границ зональных подразделений, мы предложили разделить палеонтологические шкалы на два типа – *биостратиграфические (фациостратиграфические)*, составленные из хронологической последовательности фациозон, и *биохронологические (филостратиграфические)*, построенные на эволюционной последовательности видов, т.е. составленные из филозон. Название “биостратиграфический” отражает фациальную природу зональных подразделений, в то время как термин “биохронологический” подчеркивает абстрактный, отвлеченный от конкретных разрезов характер соответствующих зональных подразделений. Предложенные названия для типов шкал этимологически вовсе не безупречны, но введение совершенно новых терминов, как показывает практика, болезненно воспринимается научным сообществом.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ “ЗОНА”

Основная путаница в восприятии понятия зона (та же путаница существует и в случае общих стратиграфических подразделений) начинается с введения понятий “стратиграфические подразделения” и “геохронологические подразделения”. Во-первых (и это главное), не говорится, о подразделениях *чего* идет речь: о подразделениях шкалы или о подразделениях разреза. Отсюда возникают разночтения. Например, у С.В. Мейена [5] “стратиграфическое подразделение” – это любое подразделение стратиграфической (читай – хронологической) шкалы. В отечественном Стратиграфическом кодексе [11] – это “совокупности горных пород”, причем подразделение, которое соответствует этой “совокупности” на хронологической шкале, вообще не упоминается. Противопоставляя “совокупности пород” различного ранга их временным эквивалентам – длительностям (хрону, веку, эпохе, периоду) пытаются представить это так, словно само введение хронологических названий привносит в стратиграфические понятия временную характеристику. Но в действительности эти термины несут лишь семантическую нагрузку, позволяя перевести историю прошедших событий на язык актуалистических рассуждений. Еще О. Шиндевольф [16] обращал внимание на то, что “в кодексе американской комиссии... геохронологические единицы почему-то названы “материальными единицами” (точно так же, как и в нашем отечественном кодексе – В.Ч.)” и указывал далее: “Тем не менее, я не считаю необходимым выдвигать для этих двух категорий особые иерархические понятия. Например, хронологическое понятие *эпоха* и стратиграфическое понятие *отдел* являются взаимообусловленными. ...Понятия период, эпоха, век и другие представляются мне излишними” (с. 21).

Если учесть, что О. Шиндевольф считал геохронологию синонимом биохронологии, то становится ясно, что и он хорошо понимал ту путаницу, которую вносит в восприятие хронологических единиц противопоставление категорий “стратиграфическая единица” (стратон) и “геохронологическая единица” (геохрон), т.е. время-длительность, за которое произошло формирование стратона.

Во-вторых, ситуация усугубляется еще и тем, что в такой классификации вообще не нашлось места биохронологическим подразделениям – единицам биохронологических шкал, которые, собственно, и ответственны за придание стратонам временной характеристики, правда, не в том смысле, который ей традиционно приписывают, а в смысле временной упорядоченности стратонов.

В отличие от О. Шиндевольфа, я не считаю геохронологическую шкалу синонимом биохронологической и полностью согласен с мнением С.В. Мейена [5] о том, что приставка “гео” к хронологической шкале является излишней. В противовес О. Шиндевольфу, полагаю, что хронологическими являются в той или иной степени и литологические, магнитометрические и любые другие шкалы, позволяющие провести различие породных тел по принципу “раньше”/“позже” и выполнить хронологическое сопоставление разрезов по признакам, заложенным в конструкцию той или иной шкалы. Иное дело, что ни одна из шкал не может сравниться с биохронологической по своей универсальности. Именно по этой причине О. Шиндевольф, синонимизируя биохронологию с геохронологией, говорит об “истинной геохронологии”.

Возвращаясь теперь к собственно зонам, упомянем так называемый дуализм в толковании зоны. “С одной стороны, – указывает Мессежников [6, с. 9], – зона принималась как слои, сформировавшиеся за время существования зонального комплекса фауны или вида-индекса... Иначе говоря, зона становится подобной хроностратиграфическим подразделениям. С другой стороны, слои, охарактеризованные определенным – зональным – комплексом фауны, также назывались зонами”.

Эту точку зрения хорошо иллюстрирует схема типизации зональных подразделений, предложенная В. Аркеллом [17]. Он рассматривает зоны в двух аспектах: как стратиграфическое понятие (фаунозона, эпибола, биозона, тейльзона) и как хронологическое понятие (секула, хемера, биохран, тейльхран). Говоря о зоне как хронологической единице, В. Аркелл следует традиционному подходу и имеет в виду время существования соответствующего зонального подразделения, точнее длительность существования того палеонтологического основания, по которому выделена зона. Так, тейльхран – время существования вида в данном регионе, биохран – абсолютная (полная) продолжительность существования вида и т.д. Эти представления не вызывают возражений у пода-

вляющего большинства современных стратиграфов. По существу, именно из этих представлений возникла хроностратиграфия Хедберга.

Однако при таком подходе упускается из виду основное содержание биохронологии, в котором нет места времени-длительности, а используется только время-порядок, т.е. порядок следования тех событий, которые положены в основу составления биохронологических шкал (БХШ). Если строго придерживаться такого понимания биохронологии, то зональные подразделения следует рассматривать в хронологическом аспекте как подразделения биохронологической шкалы, без упоминания времени-длительности, а в стратиграфическом аспекте – как вещественные эквиваленты этих подразделений в конкретных разрезах.

Зона, с нашей точки зрения, – это наименьшее подразделение хронологической шкалы, будь то шкала биостратиграфическая, литостратиграфическая, магнитостратиграфическая и всякая другая хронологическая шкала порядка, используемая для целей стратиграфии. Этому подразделению соответствует определенная часть разреза – *стратозона*, содержащая соответствующий комплекс признаков. Никакого иного времени, кроме соответствующего подразделения на зональной хронологической шкале, в арсенале стратиграфии нет. И всякое упоминание втуне “времени” в хронологических сопоставлениях только запутывает существо дела. Хронология нигде не подразумевает использования времени-длительности, а оперирует временем-порядком (последовательностью). И это время уже включено в само понятие “хронология”, “хронологическая шкала”.

Если понимать стратозону как часть разреза, соответствующую определенному (наименьшему) подразделению биохронологической шкалы – зоне, то, как нам кажется, никакой альтернативы в понимании зоны быть не может. При таком подходе не понадобится привлекать бесполезное для хронологии “время существования зонального комплекса или вида-индекса”, поскольку никакого способа определить это время мы не знаем. Мы просто прикладываем нашу зональную шкалу, состоящую из последовательности определенных видов-индексов и зональных комплексов, к конкретному разрезу и выясняем, какие слои какому подразделению этой шкалы соответствуют. В установлении зоны в разрезе единственным инструментом является уже построенная шкала. И пока нам неизвестны другие способы определения геологической одновозрастности стратонов отдаленных разрезов, мы не имеем возможности обращаться к времени-длительности в геологической хронологии. По этой причине все рассуждения о хроностратиграфических подразделениях, об изохронности границ таких подразделений, определяемых якобы по ортохронологическим группам, лишены действительных оснований. В этой связи понятие “хронозона”, трактуемое как

отложения, образовавшиеся в определенный интервал времени, оказывается совершенно излишним.

### 3. ТИПЫ ЗОН

Многие авторы справедливо отмечают множественность толкований и в этой связи инфляцию понятия “зона” в стратиграфических работах. Ю.Б. Гладенков в ряде своих работ, посвященных вопросам зональной стратиграфии [1–3], уделил большое внимание классификации зональных подразделений. Им предложен вариант типизации, предусматривающий выделение трех основных типов зон: фациозоны (экозоны, эпиболы, тейлзоны и др.), таксонные зоны – биозоны s.l. (биозоны s.s., генозоны), филозоны и собственно зоны s.s. – зоны совместного распространения, комплексные зоны (оппель-зоны) с выделением в них региональных (лон) и глобальных (гло) зональных подразделений.

Отметим, что при типизации зон, как правило, не указывается, какие именно из предлагаемых типов пригодны для корректного построения шкал. Этот момент является чрезвычайно важным, так как любая зона приобретает хронологическое содержание, только будучи включенной в общую зональную последовательность [18], т.е. в зональную хронологическую шкалу. По этой причине наиболее общее определение зоны должно включать прямую ссылку на хронологическую шкалу. Как указано выше, мы считаем, что зона – это наименьшее подразделение биохронологической шкалы (БХШ). Зональное подразделение возникает только после ее включения в биохронологическую шкалу в строго определенных (линейных) границах. После этого мы получаем возможность установить положение зональных границ в разрезе и выделить в нем вещественный эквивалент зоны – *стратозону*.

Определяя зону как наименьшее подразделение БХШ, мы, безусловно, предусматриваем возможность продолжения детализации шкалы, однако и после детализации наименьшее подразделение шкалы мы будем, как и прежде, называть зоной. Тем самым достигается единственность и однозначность понятия “зона” в стратиграфии и отпадает необходимость в употреблении так называемых “инфразональных” подразделений (подзоны, зонулы и т.п.).

Ниже при обсуждении различных аспектов зональной стратиграфии, мы продолжим разговор о применимости тех или иных типов зон для конструирования хронологических шкал.

### 4. ЗОНА КАК СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ

Еще раз подчеркнем, что зона как стратиграфическое подразделение может возникнуть только после того, как она выделена на зональной биохро-

нологической шкале, а этот акт является результатом обобщения соответствующих данных по целому ряду разрезов и, вообще говоря, результатом определенного отвлечения от частных стратиграфических характеристик конкретных разрезов. Эта стадия конструирования зональной шкалы странным образом предается забвению, и в традиционных обсуждениях типов зон получается так, словно некая часть разреза уже заранее является определенной зоной, и нужно просто ее открыть по присутствию ей объективным признакам. Но в действительности зона в конкретном разрезе опознается только после того, как ее границы будут заданы на предварительно построенной зональной шкале.

Зона, заданная на БХШ, может быть затем установлена как стратиграфическое подразделение (стратозона) по фактическому нахождению в конкретном разрезе последовательности видов-индексов или заменяющих их видов зонального комплекса. Дискуссионным считается вопрос об отнесении зоны к подразделениям общей стратиграфической шкалы или к единицам региональных шкал. Традиционный подход к решению этого вопроса состоит в оценке пространственной протяженности зональных подразделений. Ранее мы уже отмечали [12], что не считаем принципиальной разницу между глобально распространенными и местными зонами, полагая, что корректно построенная местная БХШ является потенциально универсальной в том смысле, что нельзя заранее установить предел возможности прослеживания любого ее подразделения за пределы региона. В тех случаях, когда в данном разрезе отсутствуют ископаемые, то возможности опознания определенной зоны всецело зависят от состояния комплексной характеристики данной зоны на шкале. Если такая характеристика включает признаки различной природы (например, наряду с палеонтологическими, указываются признаки литологические, геохимические и т.д.) или есть возможность проследить соответствующие слои непосредственно за пределы данного разреза, то нет никаких оснований отказываться от хронологического отождествления данной зоны в разрезах, где отсутствуют палеонтологические индикаторы. Но при этом нужно обязательно дать разъяснение по поводу того, какие именно признаки были положены в основу выполненной корреляции.

На наш взгляд, решение вопроса о возможности рассмотрения зоны в качестве общестратиграфического или регионального подразделения лежит совершенно в другой плоскости и не имеет отношения к пространственной ограниченности или глобальному распространению зон.

Нет никаких сомнений в том, что в основе построения БХШ лежит стратиграфически (литологически) расчлененный разрез, но стратиграфическая последовательность слоев в этом случае не является главным определяющим фактором при констру-

ировании БХШ. Она лишь задает общее направление – хронологическую “стрелу” времени, на которую мы нанизываем элементарные эволюционные события в развитии группы организмов. Корректно построенная биохронологическая шкала наследует от стратиграфической последовательности слоев общую хронологическую направленность, однако сам принцип маркировки шкалы является совершенно независимым от того, как был расчленен разрез на литологические подразделения. В этой связи природа зональных подразделений БХШ коренным образом отличается от природы любых стратиграфических подразделений. Если последние (независимо от того, члены ли это общей стратиграфической шкалы или региональных шкал), как это убедительно было показано Г.П. Леоновым [4], “являются единицами регионально-стратиграфического происхождения, объем и границы которых определялись на основе регионально-геологических данных” (с. 78), то зональный масштаб при маркировке БХШ мы заимствуем исключительно из самого процесса эволюционного развития организмов. И природа зональных шкал, безусловно, биологическая (палеонтологическая). Зона возникает первоначально как подразделение БХШ и затем отыскивается в том или другом разрезе как стратиграфическое подразделение (стратозона). Зона (стратозона) не является стратиграфической единицей, подчиненной ярусу или какому-либо региональному стратиграфическому подразделению. Нельзя задать зону непосредственно в разрезе путем расчленения, например, отложений некоторого яруса или регионального подразделения до того, как будет построена зональная БХШ. Реальное положение границ стратозон, определенных по БХШ, совершенно необязательно должно совпасть с границами ярусов, горизонтов или свит. Практика условного совмещения границ стратозон с той или иной границей (обычно наиболее близко пространственно расположенной в разрезе) зонального подразделения исходит не из их действительного совпадения, а преследует именно практические цели – проследить как можно шире данный стратон путем корреляции его границ с помощью универсальной БХШ. Непонимание существа этой условной процедуры приводит к неправомерному отождествлению границ зон с границами подразделений общей стратиграфической шкалы (или региональных единиц) и рассмотрению зоны как подразделения ОСШ, подчиненному ярусу.

В последние годы, в связи с деятельностью международных рабочих групп по определению нижних границ ярусов, резко возросла роль зональных шкал. В частности для выполнения этой задачи необходимо выбрать такой разрез (лимитотип), желательно, в стратотипической местности, где был установлен данный ярус, и выбрать в нем эволюционную последовательность определенных ви-

дов (биохронотип), которая могла бы служить в качестве широко прослеживаемого индикатора нижней границы яруса. Обычно в таком качестве служит последовательность видов-индексов зональной БХШ. Искомая нижняя граница яруса устанавливается как граница литологического подразделения, к которой пространственно тяготеет одна из границ зонального подразделения широкого (глобального) распространения. Однако и в этом случае вовсе необязательно полное совпадение пространственного положения границ яруса с положением границ зональных подразделений. Золотой гвоздь может быть забит в точку, пространственно близкую границе стратозоны, но необязательно непосредственно в нее. Зональная шкала служит только средством корреляции, но не средством обоснования границ ярусов.

Как следует из сказанного, включать зоны в иерархию стратонов, нет никаких оснований. Более того, становится ясно, что выделение зон (стратозон) в разрезе редко имеет самостоятельное значение. Обычно такое выделение является промежуточной подготовительной операцией и служит исключительно целям корреляции границ стратонов (ярусов, свит, пачек). Таким образом, зональная БХШ обычно выполняет сугубо корреляционные функции. Ее подразделения – зоны – являются вспомогательным инструментом для выполнения хронологического отождествления удаленных геологических объектов, в том числе и подразделений ОСШ, но не входят в их иерархию.

##### 5. КРИТЕРИИ УСТАНОВЛЕНИЯ ГРАНИЦ ЗОНАЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ БХШ

Поскольку зона приобретает хронологическое содержание, только будучи включенной в общую зональную последовательность [18], постольку критерии установления границ зон должны рассматриваться в контексте требований, предъявляемых к построению зональных шкал [13]. Из них важнейшими являются требования обеспечения *линейного характера границ* зональных подразделений и *хронологической непрерывности шкалы*.

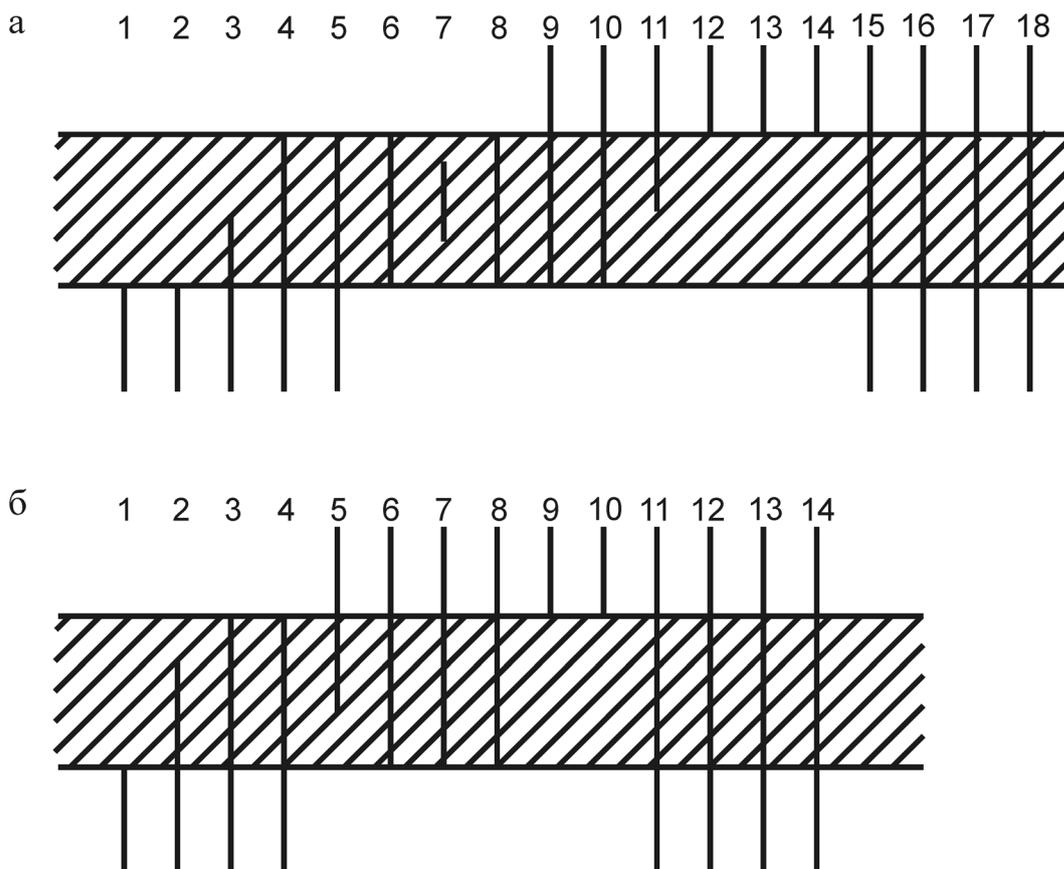
*Требование однозначного (линейного) определения границ* зоны на шкале при построении БХШ удовлетворяется путем использования для маркировки зональной шкалы событий “возникновение” и “вымирание” вида той или иной группы организмов. Была также отмечена предпочтительность использования при маркировке шкалы события “возникновение” вида перед событием “вымирание” [14].

С учетом этих требований можно проверить пригодность различных типов зональных подразделений для построения хронологической шкалы. Так, например, такое подразделение как эпибола (акмезона) выделяется по стадии эволюционного оптимума в развитии вида. Достижение максимального

разнообразия таксона в конкретном местонахождении зависит, в том числе, и от фациальных условий и связано с предшествующей и последующей стадиями постепенными переходами. По этой причине невозможно корректное (в линейных границах) отражение акмезоны на шкале. Подчеркнем, что речь идет именно о шкале, что не препятствует использованию факта массового развития представителей некоторого вида в качестве индикатора определенной части разреза и ее корреляции по этому признаку с другими разрезами. Однако определить линейные границы такого подразделения на шкале и, следовательно, выполнить корреляцию границ соответствующего стратона в силу количественного характера используемого признака не представляется возможным.

Похожая ситуация возникает при использовании других фазиозон, к которым мы, в первую очередь, относим комплексные зоны. Такая точка зрения в отношении комплексных зон (оппель-зон) не является общепринятой, например Ю.Б. Гладенков [2] относит комплексные зоны к “собственно зонам” (с. 6).

В этой связи необходимо кратко проанализировать основные приемы выделения комплексной зоны. Подробное рассмотрение этого вопроса сделано в работе Д.Л. Степанова и М.С. Мессежникова [10, с. 224–230]. “Как правило, – отмечают эти исследователи, – комплекс устанавливается в одном разрезе, который является, таким образом, справочным, но отдельные детали его состава, естественно, уточняются по целой серии разрезов” (с. 225). Особое значение цитируемые авторы придают четкому диагнозу комплекса и приводят конкретный случай такого диагноза для комплекса, показанного ими на схеме, которую мы воспроизводим ниже (рис. 1). В качестве диагностических для комплекса, показанного на рис. 1а отмечаются следующие признаки: а) совместное существование видов 3–11, 15–18; б) существование только в рассматриваемом комплексе видов 6–8; в) исчезновение на нижней границе комплекса видов 1–2 и появление видов 6, 8–10; г) исчезновение на верхней границе комплекса видов 4–6, 8 и появление видов 12–14. Аналогичный диагноз для комплекса, показанного на рис. 1б, включает следующие признаки: а) совместное существование видов 2–8 и 11–14; б) исчезновение на нижней границе вида 1 и появление видов 6–8; в) исчезновение на верхней границе видов 3–4 и появление видов 9–10. Обратим внимание на то, как определяются границы комплекса. Поскольку границы определяются в конкретном (справочном) разрезе, ясно, что речь идет о литологических границах, относительно которых рассматриваются события появления и исчезновения тех или иных видов, а также их совместное существование. Факт совместного появления или исчезновения видов на определенных литологических границах интерпретируется как синхронное возникнове-



**Рис. 1.** Примеры выделения биостратиграфических подразделений и установления их границ путем анализа стратиграфических диапазонов отдельных видов комплекса, по [10]. Объяснения в тексте.

ние или вымирание группы видов. Чтобы доказать правомерность именно такой трактовки, необходимо иметь данные по распространению биозон этих видов, определенных по независимой зональной шкале. Поскольку таких данных при выделении комплексной зоны не имеется, то более правомерно рассматривать факты совместных появлений и исчезновений группы видов на определенных литологических границах справочного разреза как следствие фациальных факторов.

Кстати сказать, во всех тех работах, где приводятся схематическое изображение комплексных зон (см., например, [11, с. 40]), хорошо видно, что границы зоны устанавливаются не по комплексно-наполнителю, а по появлению и исчезновению отдельных видов из этого комплекса. Это и понятно: для определения линейных границ зоны необходимо использования элементарных событий, например, возникновение или вымирание отдельных видов, но не их комплекса, в котором каждый вид имеет свой диапазон распространения, и уровни их совместного появления (исчезновения) в разрезе не определяют положение границ на шкале.

Д.Л. Степанов и М.С. Мессежников [10] отмечают, что при переходе к другим разрезам состав ком-

плекса претерпевает изменения, что вполне увязывается с преимущественно фациальным характером распределения видов на границах комплексной зоны. Составленная из комплексных зон шкала в лучшем случае может обеспечить корреляцию соответствующих стратозон в пределах одного бассейна, где сохраняются условия осадконакопления, близкие к тем, в которых происходило формирование справочного разреза. Однако и в этом случае вариации в составе комплекса, вызванные местными условиями, приводят к неоднозначным выводам о положении границ комплексной зоны в удаленных разрезах. Выполненное на этой основе “уточнение состава комплекса по целой серии разрезов” приводит к неконтролируемому расширению диагноза комплекса, в котором нередко указываются те виды, которые вместе никогда не встречаются. Использование такого комплекса в дальнейшем ведет к существенным искажениям положения границ зоны при корреляции удаленных разрезов. Самое же главное, что выделение комплексных зон (как и любых фазиозон) на шкале не может обеспечить линейное представление границ, и такая шкала непригодна для корреляции границ стратиграфических подразделений.

*Непрерывность биостратиграфических шкал* принято связывать с критерием так называемой смыкаемости смежных зональных подразделений [8]. По-видимому, должно быть ясно, что непрерывная охарактеризованность разреза ископаемыми и возможность выделения комплексных зон, не разделенных “пустыми” интервалами в каком-то разрезе, не дает полной гарантии смыкаемости зон в хронологическом смысле. Например, если граница смежных стратозон связана с выпадением части разреза или имеет фациальную природу, то при переходе в новый разрез смыкаемости тех же самых зон может и не быть. По этой причине использование фазиозон для построения хронологической шкалы не гарантирует ее непрерывности. С этой особенностью фацистратиграфических шкал связаны непрекращающиеся споры о положении границ общих подразделений в различных разрезах, корреляция которых осуществляется с помощью комплексных зон.

Применительно к БХШ требование смыкаемости зон уместно изменить на требование хронологической непрерывности шкалы. Это наиболее трудное требование, и называемый в этой связи критерий преемственности зональных комплексов является недостаточно сильным, чтобы его удовлетворить. Наиболее приемлемой для построения непрерывной зональной БХШ является эволюционная (филогенетическая) основа. Распространение последовательных видов одной фратрии, развивающейся в процессе дивергентной эволюции, перекрывается во времени, что обеспечивает непрерывность шкалы, построенной на этой основе. Наличие перекрытия в распространении смежных видов-индексов гарантирует непрерывность шкалы даже в том случае, когда отдельные члены фратрии были пропущены.

По поводу возможности использования филогенезов в стратиграфии высказываются различные мнения, но все авторы согласны в том, что зональные подразделения, установленные на эволюционной основе гарантированы от повторений и не зависят от фаций. Необратимость эволюционного процесса и в самом деле является полезной при подборе хронологической последовательности видов-индексов. Однако, в принципе, можно набрать необходимый хронологический ряд видов одного или различных родов на чисто эмпирической основе без обращения к филогенезам, руководствуясь лишь их стратиграфическими взаимоотношениями. Этот подход был использован М.П. Рубелем [9] при построении зональных биостратиграфических схем. Но ни он, как и никто другой, до сих пор не указали, как обойтись без филогенезов и чем их заменить при построении непрерывной последовательности зональных подразделений на биохронологической шкале. С моей точки зрения, скептическое отношение к использованию филогенетических линий

ввиду их субъективности едва ли вполне оправдано. Реконструкция филогенетических линий должна проходить под строгим стратиграфическим контролем. При этом условии, получаемые хронологические ряды форм не более субъективны, чем последовательность зональных форм, устанавливаемая, исходя только из их стратиграфического положения в разрезе. В то же время филогенетическая гипотеза имеет организующее значение при сборе и обработке ископаемого материала, позволяя осуществлять целенаправленный поиск форм, принадлежащих одной или нескольким сосуществующим во времени родственным эволюционным линиям. При использовании филогенезов для построения БХШ некоторая умозрительность совершенно неизбежна, и поэтому следует особенно ужесточить стратиграфический контроль при подборе хронологической последовательности видов-индексов, в частности, потребовать, чтобы элементарная (трех-зонная) биохронологическая шкала была построена на одном или немногих близко расположенных разрезах [13].

Обеспечение непрерывности биостратиграфических шкал (БСШ) достигается чисто эмпирически: путем выделения дополнительных комплексов в разрезах, где между известными зонами обнаруживается стратиграфический хиатус. В качестве контроля используется критерий преемственности состава смежных комплексов.

Непрерывность биохронологических шкал обеспечивается целенаправленными поисками ранее не установленных членов (видов, подвидов, морфотипов) в эволюционной последовательности форм, использованных в качестве основы для построения шкалы. Если эволюционный ряд форм обнаруживает направленное развитие по определенному признаку, то его пополнение вновь обнаруженными формами и установление их положения в хронологической последовательности значительно облегчается, и можно утверждать, что морфологические тренды представляют наиболее подходящую основу для обеспечения непрерывности БХШ.

## 6. СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗОНАЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Только после создания зональной биохронологической шкалы как эволюционной последовательности видов-индексов можно сформировать комплексную характеристику зональных подразделений, требуемую для увеличения корреляционного потенциала шкалы. Эта операция выполняется следующим образом. По БХШ определяются биозоны всех видов, которые предполагается ввести в комплексную характеристику зональных подразделений. При этом строго выдерживается условие минимальной размерности зон БХШ. Выполнение

этого условия приводит к тому, что биозоны всех привлекаемых для комплексной характеристике видов будут выражены целочисленным количеством зон БХШ, и границы всех биозон совпадут с теми или иными границами зональных подразделений шкалы. Те виды, биозоны которых не выходят за пределы одного зонального подразделения шкалы, вводятся в его комплексную характеристику и могут служить корректным индикатором этого зонального подразделения. Комплексная характеристика зональных подразделений БХШ может включать данные по распространению видов не только той группы, к которым принадлежат виды-индексы, но и представителей любых групп ископаемых. Более того, в комплекс индикаторных признаков зоны могут быть включены, не только палеонтологические данные, но и литологические (туфовые прослои) или геохимические реперы (слои, обогащенные иридием) и т.п. Комплексная характеристика зональных подразделений усиливает корреляционный потенциал шкалы, но не увеличивает ее детальность.

Отметим принципиальную разницу между “комплексной характеристикой биохронологической зоны”, полученной описанным способом, и комплексом видов, входящих в комплексную зону (оппель-зону) биостратиграфической шкалы. Список видов при выделении комплексной зоны (оппель-зоны) формируется, исходя из совместной встречаемости форм в определенном стратоне (слое, пачке, свите и т.п.), т.е. совместной встречаемости, устанавливаемой в границах подразделения литологической шкалы. Комплексная характеристика зоны БХШ выполняется по совместному нахождению форм в пределах стратозоны, т.е. в границах зонального подразделения БХШ. Понятно, что эффективность корреляции границ стратонов, выполняемой при использовании комплексной характеристики в этом последнем случае, значительно выше, чем корреляция, осуществляемая с помощью комплексной зоны (оппель-зоны).

## 7. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗОН

Фациозоны, на основе которых построены шкалы так называемого комплексного обоснования, имеют региональное распространение. Выделение фациозон ограничивает применение соответствующей шкалы одним или немногими смежными бассейнами осадконакопления.

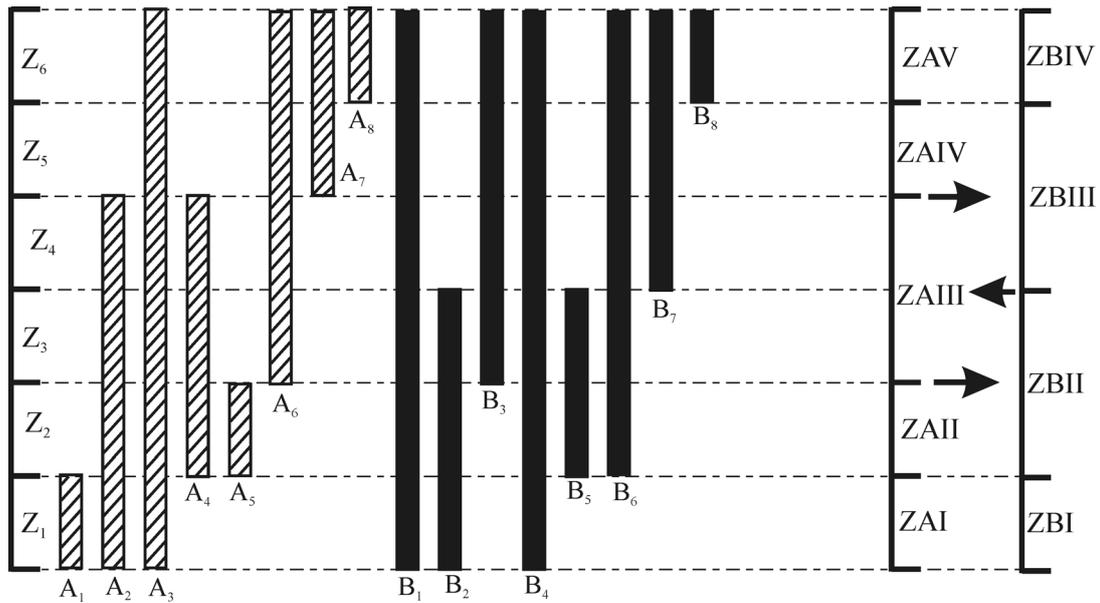
Зональная шкала, корректно построенная на эволюционной основе, является потенциально универсальной, и после придания подразделениям шкалы комплексной характеристики пределы ее применения могут быть сколь угодно широко раздвинуты. Таким образом, термины “местная”, “региональная” или “глобальная” шкалы отражают в общем случае положение на текущий момент (что мо-

жет быть связано с самыми различными причинами), но не качественное, принципиальное их различие. Все палеонтологические шкалы, построенные на эволюционной основе, появляются вначале как местные и по мере увеличения комплексной характеристики зональных подразделений приобретают все более широкие возможности практического применения. В общей постановке вопроса о пространственном распространении зоны следует, по видимому, принять презумпцию возможности глобального прослеживания любого стратиграфического подразделения на основе принципа Мейена.

В этой связи мы полагаем, что термины “лона”, “рена” и “глона, или хронозона” являются излишними, и, если во всех таких случаях речь идет о наименьшем подразделении шкалы, то их следует именовать зонами. Если пока часть зон не может быть прослежена за пределы бассейна осадконакопления, региона или провинции, нет никакой необходимости подчеркивать этот известный специалистам факт особым названием зоны. Возможно, со временем, как показывает практика, часть таких зон отомрет, часть удастся тем или иным путем сопоставить с зонами стандартной БХШ. Но и в этом последнем случае желательно сохранить прежнее название зоны, добавив к нему вид-индекс соответствующей зоны стандартной шкалы.

## 8. УВЯЗКА ГРАНИЦ ЗОНАЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ, УСТАНОВЛЕННЫХ ПО РАЗНЫМ ГРУППАМ ИСКОПАЕМЫХ

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 (стандартной) 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 границы зональных подразделений построенных автономных шкал совпадут с границами тех или иных



**Рис. 2.** Построение и корреляция автономных зональных шкал.

Z1–Z6 – зональные подразделения стандартной шкалы; A1–A8 – биозоны видов группы А; B1–B8 – биозоны видов группы В; ZAI–ZAV, ZBI–ZBIV – зональные подразделения автономных зональных шкал, построенных соответственно по группам А и В; стрелками указаны некоррелируемые границы зональных подразделений разных шкал.

зональных подразделений стандартной шкалы. При корректном выполнении всех названных операций станет также ясным, какие из границ зон стандартной шкалы могут быть прослежены по автономным шкалам, а какие не могут (рис. 2).

## 9. МОНОТАКСОННЫЕ И ПОЛИТАКСОННЫЕ ЗОНАЛЬНЫЕ ШКАЛЫ

В этом вопросе, несмотря на многочисленные попытки внести в него ясность (см. например, [4]), многое остается непонятным. Во-первых, непонятно, что подразумевается под терминами “монотаксонный” и “политаксонный”. Можно ли считать монотаксонными группы фораминифер, аммоноидей, брахиопод или трилобитов? Или следует считать монотаксонной группу, составленную из представителей только одного рода, семейства? С нашей точки зрения, в качестве “монотаксонной” следует принять филогенетическую последовательность (фратрию), составленную из родственных видов. Если такая линия окажется достаточно протяженной, то крайние члены этой последовательности могут принадлежать разным родам и даже семействам. *Инициальная* зональная БХШ, если она корректно построена с соблюдением известных требований [13], должна базироваться на эволюционной последовательности форм, т.е. быть монотаксонной. Только при этом условии возможно проведение линейных границ зональных подразделений на шкале (по уровням возникновения видов в эволюционной последовательности) и обеспечение ее

непрерывности. В дальнейшем зональные подразделения инициальной шкалы могут получить комплексную характеристику тем способом, о котором сказано выше в разделе 6. При этом в зональный комплекс могут быть вовлечены самые разные группы организмов и, более того – реперы любой природы, о чем мы уже говорили ранее. Шкала станет политаксонной в самом широком понимании этого термина. Однако маловероятно, чтобы такие шкалы, во-первых, могли быть созданы, а во-вторых, получили бы практическое применение, поскольку большинство стратиграфов специализируется на изучении вполне конкретной группы ископаемых. Во всяком случае, такое строительство можно осуществить только объединенными усилиями самых разных специалистов точно так же, как и практическое использование политаксонной (в указанном смысле) шкалы потребует участия всего коллектива специалистов. По-видимому, с политаксонными шкалами, несмотря на известные преимущества таких шкал, придется пока повременить.

## 10. ПРОВЕРКА КОРРЕКТНОСТИ ХРОНОЛОГИЧЕСКИХ СОПОСТАВЛЕНИЙ

Обсуждая вопрос о проверке геологической одновозрастности зональных комплексов разных регионов, Ю.Б. Гладенков [2] указывает, что “в строгом смысле, методов, которые могли бы решать этот вопрос, фактически нет” (с. 7). Если понимать под “геологической одновозрастностью” синхронность в физическом смысле, то следует, безусловно,

но, согласиться с этой точкой зрения. Однако на той же странице сказано следующее: “Часто априорно принимается, что наличие в разных районах определенной последовательности нескольких зон также может считаться достаточно надежной основой, как для их сопоставления, так и суждения об их соответствующей синхронности”. По поводу этого утверждения необходимо сделать некоторые замечания. “Определенная последовательность нескольких зон” – это биохронологическая шкала, и ее применение для корректного сопоставления отдаленных разрезов предполагает установление в них именно последовательности определенных зональных подразделений. В этом и состоит хронологическое отождествление удаленных объектов с учетом принципа Гексли. Сопоставлять разрезы по одной зоне – дело ненадежное. Однако и корректное хронологическое отождествление стратонов по БХШ не может служить основанием для заключения об их синхронности. Хронологические шкалы не пригодны для такого рода заключений. Гексли специально ввел термин “геологическая одновозрастность” для случаев хронологического отождествления объектов, оставляя открытым вопрос об их синхронности или диахронности.

Следует считать геологически одновозрастными, т.е. хронологически тождественными, сопоставляемые отложения, если они размещаются в пределах одинакового числа одноименных зон *стандартной для данного стратиграфического интервала БХШ*. Использование при этом шкал, составленных по разным группам и не калиброванных по стандартной шкале, неизбежно приведет к противоречивым заключениям. В качестве примера, иллюстрирующего это утверждение, приведу определение возраста слоев с видом *Calceola sandalina*, который долгое время являлся руководящим для эйфельского яруса, и по его появлению опознавалась нижняя граница среднего девона. Использование конодонтовой шкалы показало, “что этот вид появляется в районе Анжу (Франция) уже в середине нижнего девона, в Богемии – в конце нижнего девона и только в Эйфеле и Гарце – к началу среднего девона” [7, с. 87]. Х. Нестлер полагает, что тем самым было доказано, что “рабочая гипотеза изохронности (руководящих форм – В. Ч.) не выдерживает критики” (там же). Однако я думаю, что с помощью какой бы то ни было хронологической шкалы, пусть и конодонтовой, не могут быть доказаны ни диахронность, ни синхронность разноместных объектов. Чтобы сделать вывод о разновременном появлении названного выше коралла или любого другого объекта в различных районах, необходимо быть уверенным, что одноименные виды конодонтов, на основе которых построена используемая шкала, появлялись в разных районах синхронно. Чтобы подтвердить или опровергнуть это предположение нам вновь понадобится некая шкала.

А поскольку хронометрических шкал у нас нет, и никакие иные, более точные шкалы, чем биохронологические, нам в стратиграфии не даны, то такая задача будет бесконечно повторяться, требуя для своего решения все новых и новых шкал для проверки используемых. Принятие некоторой шкалы в качестве стандартной для данного стратиграфического интервала не решает проблему синхронизации разноместных объектов, но позволяет окончательно решить вопрос о хронологической тождественности сопоставляемых объектов.

## 11. УВЕЛИЧЕНИЕ ДЕТАЛЬНОСТИ БХШ

Детализация биохронологической шкалы при условии сохранения ее универсальности и точности корреляции должна быть осуществлена теми же средствами, с помощью которых она построена [14]. Это положение вытекает из следующих соображений. Зональная шкала не дает представления о том, какая именно часть зоны запечатлена в конкретном разрезе. Чтобы заблокировать связанные с этим вариации в показаниях шкалы в разных разрезах, мы вводим допущение о том, что зональные подразделения являются минимальными хронологическими единицами. Исходя из этого, мы должны датировать любой новый репер, находящийся внутри определенной стратозоны, полной зоной, независимо от того, какую часть стратозоны занимает данный репер 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*. Единственная польза, которую можно извлечь из введения таких реперов, не выходящих за пределы данной стратозоны, это включить их в комплексную характеристику соответствующей зоны шкалы и пользоваться ими в качестве индикатора данной зоны (но не ее границ!).

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 подробные 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.

Детализация биостратиграфических шкал, составленных из фациозон и не предполагающих корреляцию границ стратонов, осуществляется непосредственно в справочном разрезе. Фациозона, выделенная в конкретном разрезе, полностью

отвечает соответствующему подразделению *био-стратиграфической* шкалы, например комплексной зоне. Иначе говоря, фациозона как стратон (оппель-зона) и как подразделение шкалы (комплексная зона) в справочном разрезе совершенно адекватны. Детализируя опель-зону по конкретным, например, литологическим, палеонтологическим (по существу, по более тонким, фациальным) признакам в разрезе, мы можем вынести их в качестве маркеров на шкалу. Такая более детальная шкала может быть использована при корреляции для ограниченных территориальных сопоставлений. Заметим, что и в этом случае детализация биостратиграфической шкалы осуществляется теми же средствами (т.е. по фациальной приуроченности используемых маркеров), с помощью которых она построена.

### ВЫВОДЫ

1. Наиболее эффективным инструментом корреляции разрезов являются зональные палеонтологические шкалы, построенные с соблюдением определенных требований, из которых требования линейности границ зональных подразделений и хронологической непрерывности являются важнейшими. Все шкалы, используемые в стратиграфии, являются хронологическими. Зона – наименьшее подразделение хронологической шкалы.

2. Выделяются два типа палеонтологических шкал. Шкалы первого типа (биохронологические) маркированы по уровням возникновения видов, образующих в совокупности эволюционную последовательность. Такие шкалы позволяют выполнить корреляцию границ стратиграфических подразделений (слоев, пачек, ярусов и т.п.).

Шкалы второго типа (биостратиграфические, фациостратиграфические) маркированы по смене комплексов видов в разрезе, определяемой, в том числе и изменением фациальных условий. Шкалы этого типа могут рассматриваться как провизорные, предвещающие построение биохронологических шкал.

3. Из стратиграфической хронологии следует исключить обращение к времени-длительности, понимаемого как продолжительность существования определенного биологического (палеонтологического) таксона, используемого для построения хронологических шкал. Единственным временем (временем-порядком) является сама хронологическая шкала. В этой связи выделение “стратиграфических” и “геохронологических” подразделений следует заменить соответственно на “подразделения разрезов” и на “подразделения шкалы”. В контексте зональной стратиграфии наименьшим подразделением хронологических шкал является зона, которой в разрезе отвечает материальная стратиграфическая единица – стратозона.

4. 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.

5. Увязка зональных подразделений, установленных по разным группам ископаемых, выполняется с помощью стандартной биохронологической шкалы, по которой предварительно должны быть определены биозоны всех видов, используемые для построения автономных зональных шкал. Принцип маркировки стандартной шкалы сохраняется и для автономных шкал.

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

7. Детализация зональных палеонтологических шкал выполняется теми же средствами, с помощью которых она построена.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гладенков Ю.Б.* Стратиграфия морского неогена северной части Тихоокеанского пояса. М.: Наука, 1988. 210 с.
2. *Гладенков Ю.Б.* Современные проблемы зональной стратиграфии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 10. С. 3–8.
3. *Гладенков Ю.Б.* Перспективы инфразонального (микростратиграфического) расчленения осадочных толщ // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1995. Т. 3. № 4. С. 3–15.
4. *Леонов Г.П.* Основы стратиграфии. В 2-х томах. М.: Изд. МГУ. Т. 2. 1974. 486 с.
5. *Мейен С.В.* Введение в теорию стратиграфии. М., 1974. 186 с. / Рукопись, деп. в ВИНТИ, № 1749-74.
6. *Мессежников М.С.* Зональные стратиграфические подразделения (назначение, содержание, виды) // Изв. АН. Сер. геол. 1992. № 6. С. 5–15.
7. *Нестлер Х.* Ископаемая фауна как показатель времени // Современное значение палеонтологии для стратиграфии. Тр. XXIV сессии ВПО. Л.: Наука, 1982. С. 85–88.
8. *Раузер-Черноусова Д.М.* О зонах единых и региональных шкал // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1967. № 7. С. 104–118.
9. *Рубель М.П.* К пониманию хронозоны // Современное значение палеонтологии для стратиграфии. Тр. XXIV сессии ВПО. Л.: Наука, 1982. С. 27–33.
10. *Степанов Д.Л., Мессежников М.С.* Общая стратиграфия (Принципы и методы стратиграфических исследований). Л.: Недра, 1979. 424 с.
11. Стратиграфический кодекс (издание третье). СПб: Межведомственный стратиграфический комитет, 2006. 96 с.
12. *Черных В.В.* Методы построения и корреляции зональных биохронологических шкал // Новые данные по геологии Урала и Средней Азии. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 3–10.

13. Черных В.В. Биохронологические шкалы и зональная стратиграфия // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1995. Т. 3. № 3. С. 100–110.
14. Черных В.В. Совершенствование зональных стратиграфических шкал // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. Т. 10. № 2. С. 15–26.
15. Черных В.В. Зональный метод в биостратиграфии. Зональная шкала нижней перми по конодонтам. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2005. 217 с.
16. Шиндевольф О. Стратиграфия и стратотип. М.: Мир, 1975. 136 с.
17. Arkell W. The Jurassic system in Great Britain. Oxford, 1933. 681 p.
18. Miller T.G. Time in stratigraphy // Palaeontol. 1965. № 8. P. 113–131.

*Рецензент А.В. Каныгин*

## The problems of zonal stratigraphy

V. V. Chernykh

*Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS*

The debating points of the zonal stratigraphy are examined. A zone is defined as the smallest subdivision of the chronological scale. A substratal stratigraphic unit (stratozone in the section of the rocks) corresponds with zone. Two types of the paleontological scales – biochronological and biostratigraphical are isolated. The biochronological scales make it possible to carry out the correlation of stratigraphical subdivisions boundaries. It is proposed to exclude from biochronology the address to time-duration. The chronological scale is the only time (time-order). The zonal subdivision coordination algorithm, established on the different groups of organisms is proposed. In the arsenal of biostratigraphy there are no methods, which make it possible to reveal synchronism or diachronism of the far-away geological objects. The same geological age of objects is defined as their chronological identity. Detailing of the zonal paleontological scale must be performed by the same means, which used for its building.

*Key words: zone, the zonal scale, the types of the scales, detailing the scale, the comparison of the scales, time-duration, time-order, the correlation of the stratigraphic boundaries.*