

ПОЛИТАКСОННЫЕ И МОНОТАКСОННЫЕ ЗОНАЛЬНЫЕ ШКАЛЫ В БИОСТРАТИГРАФИИ

© 2016 г. В. В. Черных, Н. А. Кучева

Институт геологии и геохимии УрО РАН
620016, г. Екатеринбург, ул. Акад. Вонсовского, 15
E-mail: chernykh@igg.uran.ru
kucheva@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 27.11.2015 г.

Принята к печати 23.05.2016 г.

Предложен метод повышения корреляционного потенциала зональных биохронологических шкал путем создания политаксонной комплексной характеристики зональных подразделений. Для этой операции необходима нормативная (стандартная) зональная шкала, по которой определяются биозоны видов разных групп ископаемых организмов. Установленные таким образом видовые биозоны позволяют подготовить комплексную характеристику зон нормативной шкалы и построить автономные зональные шкалы по выбранным группам организмов. Зональные подразделения данных шкал оказываются при этом сопоставленными между собой и с зонами нормативной шкалы, что позволяет выполнить унификацию стратиграфических шкал, построенных по разным группам ископаемых.

Ключевые слова: хронология, конодонты, брахиоподы, биозона, зона, стратозона, мономонаксонная зональная шкала, политаксонная зональная шкала, автономная зональная шкала, корреляционный потенциал.

1. ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Перед специалистами, работающими с зональными биохронологическими шкалами, неизменно возникает необходимость решать такие задачи, как усиление детальности шкалы, увеличение ее корреляционного потенциала и сопоставление зональных подразделений, установленных по разным группам ископаемых. Очень коротко и в самом общем виде данные вопросы рассмотрены в ряде работ [14, 15]. В настоящей статье один из вариантов их решения представлен более подробно и проиллюстрирован конкретными примерами.

Прежде чем перейти к обсуждению этих вопросов, нужно оговорить некоторые важные положения, имеющие непосредственное отношение к выбранной теме.

1.1. Хронологическая шкала является модельным представлением исторического, событийного времени и отражает порядок следования тех событий, которые положены в основу построения такой шкалы. Для выделения наименьших (зональных) подразделений на ней используются элементарные события, условно принятые за однородные и далее неделимые. В настоящей работе речь идет о зональных шкалах, построенных на палеонтологической основе. В этом случае при создании биохронологических шкал в качестве элементарного события принимается событие “существование вида”. Данный выбор продиктован тем соображением,

что эволюционный ряд форм (фратрия), который предпочтителен в качестве основания биохронологической шкалы, имеет для членов этого ряда минимальную размерность – “вид”. Поскольку элементарное зональное событие принимается как однородное и неделимое, постольку на шкале зональные подразделения выглядят как расположенные на одинаковом расстоянии друг от друга метки-риски с соответствующими названиями зон, единственное назначение которых – показать порядок их размещения на шкале.

1.2. Термин “зона” в биостратиграфии традиционно имеет двойственное содержание: он употребляется для обозначения как наименьшего подразделения хронологической шкалы (собственно *зоны*), так и его материального эквивалента в конкретном разрезе отложений, который мы вслед за Сильвестер-Бредли [22] предложили называть *стратозоной* [15]. В этом предложении есть некая недоговоренность, которую следует обозначить с полной определенностью. Дело в том, что термины “зона” или “ярус” были предложены впервые А. Д’Орбиньи и обозначали *слои*, охарактеризованные содержащимися в них фаунистическими остатками. Иными словами, под зоной он понимал часть разреза – толщу пород, где размещены характерные для данной зоны комплексы ископаемых организмов. В дальнейшем такое – субстратное – понимание зоны сохранилось у всех исследователей, начиная с А. Опделя и заканчивая современными специ-

алистами. Все они рассматривают зону только как подразделение разреза и почти никогда не говорят о зоне как подразделении хронологической шкалы, хотя оппелевские “идеальные профили”, построенные по результатам изучения вертикального распространения находок ископаемых организмов, вполне заслуживали названия “хронологическая шкала”. Очень редко поступали предложения различать зоны как материальные тела и как маркеры, отмечающие последовательность эволюционных событий. Г. Харрингтон [20] – один из немногих, кто ясно осознавал зону в качестве субстратного тела и единицы событийной (хронологической) шкалы. Однако и он не воспользовался термином “шкала”, столь уместным для обозначения событийной последовательности.

Появление наряду со стратиграфическими подразделениями “геохронологических” подразделений не внесло ясности в вопросы размежевания стратиграфических объектов и хронологических шкал. Общая стратиграфическая шкала сохранила толщину пород в качестве своих подразделений, а “геохронология” вернула временной аспект в рамки астрономического времени и ничего не дала для собственно хронологии. Для зоны в Общих стратиграфических подразделениях предусмотрено название “хронозона”, а ее геохронологический аналог предложено называть “фазой”. По поводу этих двух терминов необходимо сказать следующее. Термин (и понятие) “хронозона” как общее стратиграфическое подразделение по определению является “совокупностью горных пород” [12], и приставка “хроно” оказывается совершенно не уместной. Более того, она возвращает нас к тому пониманию “хроностратиграфических подразделений”, которое проповедовал Х.Д. Хедберг и от которого в последнем отечественном Кодексе разумно отказались. Термином “фаза” не пользуется практически никто. Остается только термин “зона”, применяемый как в случае, когда речь идет об отложениях, так и для обозначения времени, за которое они накопились. По В. Аркеллу, “зона... – это любые отложения, слои или формации, накопившиеся... за время жизни вида-индекса” [18, с. 34]. Данное определение почти повторяется у В.И. Бодылевского [1], его сочувственно цитируют многие отечественные стратиграфы. В этой трактовке, как и прежде, присутствует время (надо понимать, время астрономическое) жизни вида-индекса и отсутствует хронология, без которой нет стратиграфии.

После всего сказанного, казалось бы, следует искать новое название для наименьшего подразделения хронологической шкалы, поскольку для подразделения разреза название “зона” уже существует. Однако мы хотим обратить внимание на одну особенность во взаимоотношениях общих стратиграфических и геохронологических подразделений, которая отмечается в последнем отечествен-

ном Стратиграфическом кодексе. Она состоит в том, что на *первое место* поставлены стратоны (общие стратиграфические подразделения), а геохронологические подразделения находятся на *втором месте* и рассматриваются как “геохронологические эквиваленты стратонов” [12, сноска на с. 20]. Мы не станем обсуждать эту особенность в отношении надзональных стратиграфических и геохронологических подразделений. Однако по отношению к зональным подразделениям этот порядок не соответствует истинному положению вещей: зона в разрезе не может быть установлена ранее, чем будет построена зональная биохронологическая шкала, на которой обозначено место данной зоны в установленной зональной последовательности. В природе нет такого объективного зонального подразделения разреза, которое существует независимо и до того, как его установят с помощью какой-либо группы ископаемых. Зональный масштаб при строительстве биохронологической шкалы мы извлекаем из запечатленного в палеонтологической летописи процесса эволюции той или иной группы организмов, безотносительно той толщи горных пород, из которой они извлекаются. Все, что нас интересует и что мы заимствуем из порядка следования слоев, – это последовательность существования ископаемых организмов. Наша шкала времени от разреза слоев наследует только хронологичность, но не субстратность. Главное, что следует из сказанного: зона, понимаемая как совокупность пород, вторична по отношению к зональному подразделению шкалы. Если оставить термин “зона” для обозначения субстратного эквивалента зонального подразделения шкалы, то для последнего нужно искать новое название. В этом качестве подходит термин “хронозона”, но он уже был использован совсем в ином значении. Название “фаза”, попавшее в геохронологические подразделения с совершенно иным, не хронологическим смыслом, тоже не годится. По этой причине мы решили понятие “зона” ввести в арсенал хронологии как основное, исходное, а производному от него эквивалентному стратиграфическому понятию дать название “*стратозона*”, чтобы подчеркнуть его субстратное, материальное содержание.

В отличие от безразмерной зоны стратозона, представленная слоистой толщей пород, имеет объем, мощность и латеральную протяженность. Стратозону можно разделить на части, например нижнюю, среднюю и верхнюю, между которыми можно установить возрастные отношения “раньше, позже и между”, руководствуясь принципом суперпозиции (Стенона). Однако на зональной шкале отразить эти взаимоотношения невозможно. Привычное для стратиграфа словопотребление “нижняя, средняя, верхняя части зоны” может относиться только к стратозоне. На шкале зона не подразделяется, и любой объект (стратиграфическая граница

или части осадочной толщи), оказавшийся в пределах стратозоны, датируется полной зоной.

1.3. В соответствии со сказанным так называемые “инфразональные подразделения” на шкале теряют всякий смысл. Если удастся корректно разделить прежнюю зону на “подзоны”, то все они должны получить статус зоны. Название прежней зоны целесообразно сохранить для нижней подзоны, придав ей зональный статус. Таким образом, однажды корректно выделенная зона сохраняется на шкале независимо от последующей детализации шкалы, а вновь выделенные зональные подразделения присоединяются к ней и надстраивают ее. В частности, после разделения конодонтовой зоны фаменского яруса *triangularis* на три подзоны (*lower*, *middle*, *upper*) **следует рассматривать их как самостоятельные зоны и давать им названия по первым появляющимся в разрезе видам:** для нижней зоны сохранить название *triangularis*, среднюю зону назвать, например, *delicatula clarki* и для верхней зоны можно было бы использовать название *perlobata perlobata*.

1.4. Любые стратиграфические операции, в которых используется зональный метод, предполагают наличие корректно построенной зональной биохронологической шкалы. Ее минимальным подразделением является зона. Корректность построения зональной шкалы на палеонтологической основе обеспечивает выполнение следующих требований: а) шкала должна быть непрерывной, б) границы зональных подразделений в разрезе должны быть однозначно определены, в) элементарная трехзонная шкала должна быть построена в одном или немногих близко расположенных разрезах. Последнее условие, облегчающее после построения корректное совершенствование шкалы: она должна обеспечить корреляцию разнофациальных типов разрезов.

1.4.1. Требование непрерывности шкалы представляется интуитивно ясным и часто упоминается в стратиграфических работах как “критерий смыкаемости зональных подразделений” [7, с. 110] и/или как требование “преемственности зональных комплексов” [12, с. 38]. Существует, впрочем, и альтернативная точка зрения, согласно которой практически невозможно построить непрерывную биостратиграфическую шкалу в условиях прерывистости палеонтологических данных [9, 19]. Нам представляется, что шкалы на эволюционном базисе, особенно с использованием эволюционных трендов, позволяют максимально приблизиться к выполнению требования непрерывности.

Применение эволюционной последовательности видов, прослеженной в непрерывных разрезах, обеспечивает возможность построения непрерывной шкалы. Понятно, что геологическая летопись далеко не всегда может быть расшифрована столь надежно, чтобы можно было неопровержимо доказать полноту коллекционного материала и убедить-

ся в непрерывности разреза. Последующие работы на других разрезах могут выявить промежуточные формы, упущенные на начальной стадии исследований из-за того, что либо они просто были пропущены, либо полнота разреза оказалась неудовлетворительной. Все данные о вновь обнаруженных членах (видах) эволюционной последовательности должны дополнить уже существующие зональные подразделения вновь установленными зонами.

Особенно часто детализируются зональные ме-рономические шкалы, построенные на эволюционной последовательности состояний гомологичных признаков ископаемых [16]. В первую очередь это касается зональных шкал, построенных на основе изучения конодонтов. Родовые и видовые таксоны, выделяемые при систематике представителей этой важной в стратиграфии группы ископаемых, обычно основываются на особенностях морфологии единственного элемента скелета (Ра-элемента), гомологичного для большей части представителей животных-конодонтоносителей. Выделяемые таким образом виды – это организмы-носители своеобразных морфотипов Ра-элемента, эволюционное изменение которых, обычно постепенное, позволяет выделять в их стратиграфической последовательности значительное количество членов, различающихся частными характеристиками строения. На этой основе конструируются детальные шкалы ордовика, девона, карбона, перми и части триаса. Ранее был упомянут случай детализации нижнефаменской конодонтовой зоны *Palmatolepis triangularis*, выполненной на базе эволюции все того же Ра-элемента.

1.4.2. Выполнение требования однозначного определения зональных границ подразумевает указание качественного признака для опознавания стратозоны в разрезе. Наиболее ясное выполнение этого требования состоит в том, что для опознавания нижней границы стратозоны используется факт возникновения вида-индекса (или заменяющего его вида из зонального комплекса) в разрезе. Уровень появления следующего за ним вида-индекса фиксирует нижнюю границу вышележащей стратозоны. И так для каждой последующей стратозоны. Зональная датировка возраста стратозоны выполняется по факту нахождения в ней зонального вида-индекса. Здесь уместна оговорка, касающаяся случая дивергентного видообразования, сопровождающегося сохранением вида-предка в течение некоторого времени после того, как от него “ответвился” вид-потомок. Таким образом, зональная датировка по факту существования вида-индикатора требует условия отсутствия вида-индикатора следующей зоны. Как можно понять из сказанного, совместное присутствие видов-индикаторов смежных зон датирует отложения верхней зоной.

1.4.3. Зональная шкала, насчитывающая не менее трех подразделений, должна быть построена в

одном или немногих близко расположенных разрезах. Это условие продиктовано использованием принципа Гексли, который обязывает сопоставлять разрезы по гомотаксальной последовательности ископаемых, состоящей, по крайней мере, из двух членов (видов). Только при условии, что шкала, построенная в одном конкретном разрезе, имеет не менее трех подразделений, можно выполнить его корректное сопоставление (в соответствии с принципом Гексли) с другими разрезами, наращивающими данный разрез стратиграфически вверх и вниз. Если основой для выделения зон является морфологический тренд направленно изменяющегося признака, то для опознания такого тренда также необходимо, чтобы последовательность содержала не менее трех членов. Данная трехчленная шкала была названа элементарной [15].

Наконец, последнее замечание в отношении необходимости исходного высокого корреляционного потенциала зональной шкалы далее подробно рассмотрено, так как это требование непосредственно связано с построением политаксонной зональной шкалы. Пока отметим, что выбор ортостратиграфической группы ископаемых в качестве базиса конструируемой нормативной шкалы является исходным условием, обеспечивающим ее потенциально широкие корреляционные возможности.

2. МОНО- И ПОЛИТАКСОННЫЕ БИОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ЗОНАЛЬНЫЕ ШКАЛЫ

2.1. В современной практике стратиграфии используются автономные хронологические шкалы, построенные, как правило, на монотаксонной основе (отдельно по брахиоподам, конодонтам, фораминиферам и др.). Для того чтобы сопоставить выделяемые по этим шкалам одновозрастные зоны, необходимо выполнить калибровку зон по одной, назовем ее *нормативной*, шкале. Методика корректной калибровки автономных шкал по шкале, принятой для данного стратиграфического интервала за нормативную, не разработана ни в России, ни за рубежом. Мы впервые предлагаем такую методику сопоставления автономных шкал, которая, кроме этого, позволяет дать комплексную характеристику зональных подразделений шкалы, выбранной в качестве нормативной, превращая ее тем самым в политаксонную.

В литературе, посвященной обсуждению типов зональных подразделений, часто рассматривается вопрос о географическом распространении зон. В принятой нами здесь терминологии речь идет о пространственной протяженности стратозон или, если говорить о зоне как подразделении шкалы, можно обсуждать корреляционный потенциал последней. Он может быть невысоким, и в этом случае шкалы относят к “местным”, либо высоким,

обеспечивающим возможность, например, глобальной корреляции, тогда шкала становится планетарной. Если она строится с соблюдением указанных требований, то возможность пространственного прослеживания выделенного зонального подразделения не может быть заранее ограничена. Все зоны первоначально выделяются как местные, и, соответственно, шкалы поначалу служат для корреляции близко расположенных разрезов, т.е. являются “местными”.

2.2. Существуют приемы увеличения детальности и корреляционного потенциала зональной шкалы. Одним из них является построение шкал на монотаксонной основе [7, с. 106]. Впрочем, преобладание монотаксонных зональных комплексов связано отчасти с тем простым обстоятельством, что специалист, занимающийся построением зональной биохронологической шкалы, как правило, владеет только какой-то одной группой ископаемых.

Кроме этой причины чисто технического характера, существует интуитивное стремление специалистов строить шкалу с учетом “эволюционного момента” [7]. В идеале – это шкала, построенная на основе эволюционной последовательности видов. Главным ее достоинством является существенная независимость устанавливаемой последовательности зон от фациальных особенностей тех разрезов, на изучении которых создается шкала. Учитывая условия сохранения и специфику палеонтологического материала, можно надеяться только в большей или меньшей степени приблизиться к этому идеальному базису. Вместе с тем понятно, что использование последовательности видов какой-то одной группы ископаемых имеет значительно большие возможности реализовать эту надежду, чем в том случае, когда для построения зональной шкалы применяются разные группы ископаемых организмов. С этим, по-видимому, и связано то, что, несмотря на обычно отмечаемую “желательность политаксонного систематического состава зон, ...монотаксонный характер зональных комплексов в настоящее время явно преобладает” [7, с. 106]. Добавим, что за те полвека, которые отделяют нас от времени, когда писались цитируемые строки, ничего не изменилось и автономные шкалы продолжают сохранять доминирующее положение в биостратиграфии.

Обращение к монотаксонному базису вызвано, кроме этого, и стремлением достичь по возможности максимальной детальности зональной шкалы. Действительно, для того или другого временного интервала разные группы организмов имели различное стратиграфическое значение, связанное со скоростью их эволюции в данное время. Понятно, что выбор падает на те группы, которые имеют максимальную скорость эволюции и обеспечивают необходимую детальность строящейся на их основе хронологической зональной шкалы. В ка-

честве известных примеров использования таких групп можно вспомнить о граптолитах для ордовика, конодонтах для девона, радиоляриях для кайнозоя, фораминиферах для верхнего палеозоя и т.п.

2.3. Однако использование монотаксонного базиса при построении хронологической шкалы далеко не всегда может обеспечить высокий корреляционный потенциал. Часто именно опора на политаксонные комплексы ископаемых позволяет преодолеть территориальную ограниченность в распространении видов одной фратрии, входящих в зональный комплекс. Традиционно с этой целью выделяют так называемые “биостратиграфические комплексные зоны”, которые в Стратиграфическом кодексе определяются как “совокупность слоев, охарактеризованных комплексом древних организмов из трех или более таксонов, отличным от подстилающих и перекрывающих слоев” [12, с. 39]. Таким образом, комплексная зона выделяется непосредственно в разрезе. Последний называется “справочным”, по особенностям распределения в нем ископаемых дается диагноз комплексной зоны, т.е. список видов, совместное присутствие которых позволяет опознать данную зону [11]. Часто биостратиграфическую комплексную зону называют “оппель-зоной” – название, впервые введенное в обиход зональной стратиграфии Д.Л. Степановым [10]. При прослеживании оппель-зоны в пространстве допускается замещение зональных видов и родов викарирующими формами “вплоть до отсутствия индекса-вида при условии сохранения общего характера зонального комплекса” [7, с. 107]. Сам А. Оппель точно так же прослеживал выделенные им зоны, охарактеризованные в удаленных разрезах различающимися фаунистическими комплексами, руководствуясь, вероятно, совместным присутствием отдельных форм в пределах одного слоя и выбирая из них хронологически взаимозаменяемые. Основными, принципиальными недостатками комплексных зон являются нечеткость в определении их границ на шкале и значительная фациальная зависимость состава зонального комплекса. Оба эти фактора при прослеживании зоны приводят к неконтролируемому разрастанию списочного состава зонального комплекса и искажению положения зоны в разрезах, удаленных от справочного разреза. Длительный опыт использования шкал, составленных из биостратиграфических комплексных зон, для определения и корреляции нижних границ ярусов фанерозоя показал их слабую эффективность в этом качестве.

2.4. Усиление детальности шкалы почти неизбежно влечет за собой снижение ее корреляционного потенциала. Задача расширения корреляционных возможностей зональных шкал при условии сохранения их детальности является столь же важной, сколь и трудоемкой. Как отмечалось, зональные подразделения всегда поначалу возникают

как местные и их дальнейшая судьба зависит от того, какие будут предприняты действия, чтобы сделать их опознаваемыми на обширной территории – в масштабе региона, в глобальном масштабе. Мы уже говорили о попытках увеличить корреляционный потенциал шкал путем использования биостратиграфических комплексных зон и о том, что этот подход решает проблему с определенными издержками, вводя нежелательную фациальную зависимость зональных подразделений и стирая четкость зональных границ. Это негативно сказывается на обеспечении непрерывности шкалы, состоящей из биостратиграфических комплексных зон.

Здесь нужно сказать несколько слов о принципе Мейена – принципе хронологической взаимозаменяемости признаков, который определяет подход к комплексированию подобных признаков. Наиболее ясное определение принципа дано его автором и формулируется следующим образом: “Хронологически тождественными или взаимозаменяемыми являются такие стратиграфические признаки, которые отражают следы одной и той же геосистемной перестройки” [3, с. 34]. Конечно, далеко не всегда можно установить связь между изменением морфологии ископаемых организмов с трансформацией обстановки в палеоэкосистеме. В качестве менее строгого, но более реалистичного подхода можно рекомендовать комплексирование тех видов, биозоны которых находятся в пределах наименьшего подразделения зональной шкалы [17]. Это такие виды, распространение которых не выходит за границы одной стратозоны, либо виды, чье совместное распространение ограничено определенной стратозонной. Большей точности для выбора хронологически взаимозаменяемых событий хронологическая шкала не предоставляет. Получение комплексной характеристики хотя бы для части зональных подразделений увеличит корреляционные возможности шкалы без снижения ее детальности. Понятно, что в состав зонального комплекса могут при этом включаться не только представители той же самой группы ископаемых, которая послужила основой построения зональной шкалы. В комплекс могут быть введены виды любых ископаемых, а также непалеонтологические стратифицирующие объекты и признаки (туфовые и другие маркирующие слои, геохимические характеристики и др.).

2.5. Рассмотрим подход, позволяющий построить политаксонную зональную шкалу в наиболее точном значении этого термина. Вначале необходимо выбрать нормативную зональную шкалу для данного стратиграфического интервала из числа уже существующих автономных шкал. Основными критериями выбора являются детальность шкалы и ее достаточно высокий корреляционный потенциал, дающий возможность сопоставить конкретные разрезы на потенциально более обширной площа-

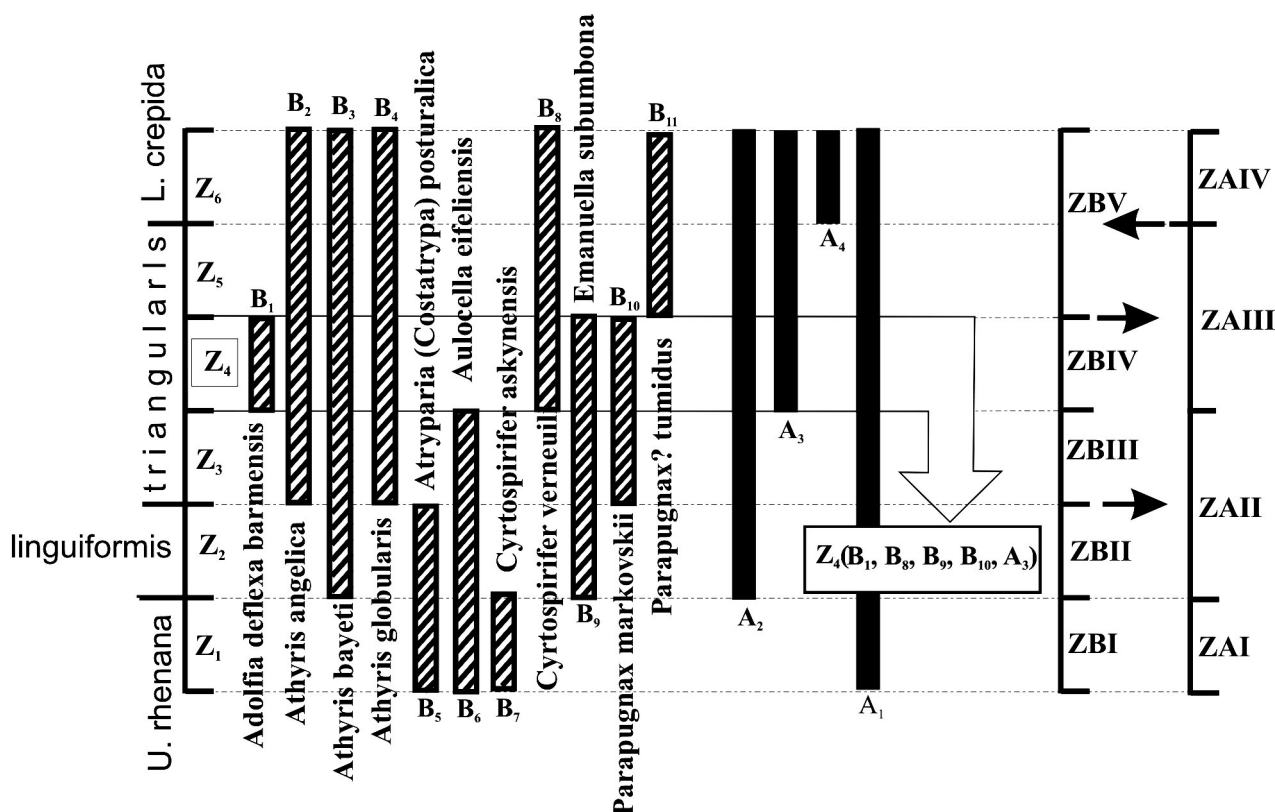


Рис. 1. Биозоны видов позднедевонских брахиопод (B_1 – B_{11}) и видов условной группы организмов (A_1 – A_4), установленные по нормативной конодонтовой шкале.

Объяснение см. в тексте.

Fig. 1. Biozones of the forms of Late Devonian brachiopods (B_1 – B_{11}) and the forms of the conditional group of organisms (A_1 – A_4) established according to the normative Conodont scale.

Explanation in the text.

ди. Затем по нормативной шкале следует определить биозоны видов тех групп ископаемых, которые предполагается включить в комплексную характеристику. Под последней здесь подразумевается комплекс видов или отдельные виды, помогающие опознать одну определенную зону или несколько смежных зон.

Рассмотрим схематическое изображение (рис. 1), на котором отражены результаты определения биозон некоторых видов брахиопод по конодонтовой шкале в переходных отложениях между франским и фаменским ярусами верхнего девона на западном склоне Южного Урала (разрезы Большая Барма, Аккыр, Рязук и Кук-Караук). Данные о распространении конодонтов и брахиопод в этих разрезах взяты из работы [13]. На рис. 1 показано распространение 11 видов брахиопод (B_1 – B_{11}), установленное по конодонтовой зональной шкале, в данном случае принятой за нормативную. Интервалы Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4 , Z_5 и Z_6 отражают положение *стратозон* в разрезах: соответственно – “верхняя rhenana”, “linguiformis”, “нижняя triangularis”, “средняя triangularis”, “верх-

няя triangularis” и “нижняя crepida”. Заштрихованными прямоугольниками обозначены биозоны соответствующих видов. Еще раз отметим, что полученные биозоны построены по результатам изучения 4 разрезов. Ясно, что часть из них или все они могут остаться неизменными или измениться (увеличиться) после привлечения данных по каким-то другим разрезам либо после более тщательных поисков брахиопод в уже изученных разрезах. Однако сейчас для нас важны принципиальные основания предлагаемой методики, которую мы рассмотрим подробнее.

На рис. 1 выделяется единственный вид (подвид) *Adolfia deflexa barmensis*, биозона которого не выходит за пределы стратозоны “средняя triangularis” (Z_4). Это тот случай, когда подобные виды непосредственно войдут в зональный комплекс одноименной зоны. Такой вид можно рассматривать как индикатор зоны middle triangularis. Более широкие биозоны других видов позволяют отнести к комплексной характеристике этой зоны только совместное присутствие определенных видов, выне-

сенных в буквенном обозначении под стрелкой на сером поле, очерченном прямоугольником. На схеме можно видеть, что для опознания конодонтовой зоны достаточно установить совместное нахождение в разрезе таких двух видов, как *Cyrtospirifer verneuili* и *Emanuella subumbona* или *Cyrtospirifer verneuili* и *Parapugnax markovskii*. Следовательно, знание биозон видов брахиопод (как и любой другой группы ископаемых), определенных по конодонтовой шкале, дает возможность внести некоторые из них или сочетание видов в комплексную характеристику конкретной зоны шкалы. Эти данные могут быть использованы для опознания конодонтовой зоны по находкам этих видов брахиопод в тех разрезах, где конодонты либо отсутствуют, либо еще не найдены.

Обратим внимание на принципиальную разницу между “комплексной характеристикой”, полученной описанным способом, и комплексом видов, входящих в биостратиграфическую комплексную зону (оппель-зону). Список видов при установлении биостратиграфической комплексной зоны составляется из совместно встречающихся видов в определенном стратоне (слое, пачке, свите и т.п.), т.е., по существу, в границах подразделений литологической шкалы. Комплексная характеристика зоны биохронологической шкалы выполняется по совместному нахождению форм в пределах стратозоны, т.е. в границах зонального подразделения биохронологической зональной шкалы. Такой подход, опирающийся на зональную шкалу, построенную по ортостратиграфической группе, позволяет значительно усилить корреляционный потенциал шкалы, не влияющий негативно на ее детальность и не приводящий к скольжению границ зональных подразделений в разных разрезах.

2.6. Корректное построение автономных (монотаксонных) шкал должно выполняться только после установления биозон всех видов, которые предполагается применять для ее создания. Традиционное конструирование шкал на основе тейлзон постоянно требует введения поправок на изменение диапазона существования видов до тех пор, пока не будут определены истинные биозоны видов, использованные для построения шкалы. По-видимому, рациональнее начинать строительство шкалы с выявления биозон соответствующих видов по нормативной для данного стратиграфического интервала шкалы, привлекая всю имеющуюся информацию (собственные и опубликованные данные), в дальнейшем пополняемую все новыми и новыми сведениями о стратиграфическом распространении видов.

Из установленных биозон видов брахиопод, представленных на рис. 1, можно сконструировать зональную шкалу, состоящую из пяти зон (ZBI, ZBII, ZBIII, ZBIV и ZBV), положение которых в разрезе определяется по уровням появления видов

этой группы. Первые четыре зоны соответствуют зонам нормативной (конодонтовой) шкалы, а пятая зона охватывает две последние зоны конодонтовой шкалы.

Предлагаемый алгоритм построения зональной шкалы является оптимальным. Во всяком случае, по сравнению с традиционным строительством шкал из тейлзон. Однако он требует в качестве обязательного условия наличия нормативной (в нашем случае конодонтовой) шкалы, по которой определяются биозоны видов некоторой группы ископаемых.

Существенно, что автономные шкалы, построенные таким образом по разным группам, оказываются сопоставленными и между собой, и с зональной нормативной шкалой. Это следует из условия минимальности зональных подразделений нормативной шкалы, по которой определяются биозоны видов какой-либо группы ископаемых. В соответствии с этим условием любая биозона может быть выражена только целым количеством зональных подразделений шкалы. Соответственно, и выделяемые зоны автономных шкал отвечают целому числу нормативных зон, и, следовательно, границы стратозон, установленные по автономным шкалам, в этом случае непременно совпадут с какими-либо границами стратозон нормативной шкалы. Это можно видеть на рис. 1, где справа показаны две зональные шкалы. Одна из них – уже знакомая нам брахиоподовая шкала ZB (последовательность стратозон). Вторая шкала – ZA, построенная аналогичным образом по некоторой условной группе ископаемых, биозоны которых обозначены на рис. 1 черными прямоугольниками. В разрезе зональные подразделения этой условной шкалы, как и в случае с брахиоподовой шкалой, выделены по уровням первого появления видов.

Таким образом, сама методика конструирования автономных шкал неизбежно приводит к тому, что границы зональных подразделений обеих шкал (ZA и ZB) оказываются сопоставленными между собой и с зонами нормативной шкалы, что позволяет выполнить унификацию стратиграфических схем, построенных по разным группам ископаемых.

Кроме этого, сопоставив построенные описанным методом шкалы между собой, можно убедиться, что границы некоторых стратозон брахиоподовой шкалы не имеют аналогов на условной шкале ZA и наоборот – нижняя граница стратозоны ZAIV не имеет соответствующей ей границы среди брахиоподовых стратозон. Подобные некоррелируемые границы обозначены на рис. 1 стрелками. Это значит, что с помощью одной из шкал нельзя сопоставить отдельные стратиграфические уровни, которые хорошо фиксируются с помощью другой шкалы. Такого рода сведения помогут избежать ненужных дискуссий по поводу установления границ некоего стратона (яруса, отдела, системы) с помо-

щью нескольких автономных шкал, построенных по разным группам ископаемых.

Попутно отметим, что один из видов (A_3) условно введенной группы ископаемых может быть введен в комплексную характеристику зонального подразделения Z_4 и использован в комплексе с видами брахиопод *Emanuella subumbona* и/или *Parapugnax markovskii* для опознания зоны Z_4 нормативной конодонтовой шкалы.

2.7. Зональная шкала, при построении которой использованы данные о распространении видов верхнедевонских брахиопод только в южноуральских разрезах, имеет пока региональное значение. С ее помощью можно коррелировать разрезы разновозрастных отложений, размещенных на территории Уральского региона.

Аналогичная работа по определению биозон брахиопод нижнего карбона и построению автономной зональной шкалы выполнена на основе анализа данных о распространении видов на более широкой территории, включающей восточный склон Урала и Доно-Днепровский прогиб. Ясно, что сконструированная на этих данных зональная брахиоподовая шкала имеет более широкое применение и может быть использована для межрегиональной корреляции разновозрастных отложений.

В этом случае в качестве нормативной шкалы, по которой определялись биозоны видов брахиопод, взята фораминиферовая шкала (рис. 2). Анализ распределения видов брахиопод производился в хорошо изученных и расчлененных с детальностью до горизонтов стратотипических и опорных разрезах Среднего и Южного Урала, а также Доно-Днепровского прогиба. Использованы наши собственные данные и сведения, опубликованные в открытой печати [2, 5, 6]. Отложения нижнекаменноугольных разрезов Кипчак, Нижняя Гусиха, Покровское, Усть-Рассоха и Донбасса представлены монотонной в литологическом отношении толщей известняков. В вулканогенно-карбонатном разрезе Грязнушинский косвинский горизонт турнейского яруса представлен известняками с прослоями туффицитов общей мощностью около 200 м. В вулканогенно-терригенно-карбонатном разрезе Усть-Греховка скопления брахиопод приурочены к пачке известняков с прослоями аргиллитов общей мощностью 100–120 м. Количество установленных таксонов в каждом разрезе значительно больше, чем представлено на рис. 2. Выбор сделан в пользу видов, встречающихся в большинстве анализируемых разрезов и представленных характерными формами, относительно систематической принадлежности которых у специалистов нет разногласий.

Несомненно, что с пополнением данных о стратиграфическом распределении брахиопод в разрезах нижнекаменноугольных отложений других регионов биозоны указанных видов могут и, скорее

всего, будут изменяться. Пока по имеющимся сведениям четко определилась возможность построить для данного стратиграфического интервала трехзонную зональную шкалу, включающую верхнетурнейскую зону *Levitusia humerosa*, две зоны в составе нижнего визе – *Delepinea lebedevi*–*Ovatia markovskii* и зону *Linoprotonia probus*. Детальность брахиоподовой шкалы несколько уступает таковой по фораминиферам. Однако знание соотношений зональных подразделений этих шкал позволяет опознать подразделения нормативной (в нашем случае фораминиферовой) шкалы в тех случаях, когда в разрезе присутствуют остатки брахиопод и нет фораминифер.

В отличие от рассмотренного случая, когда один из видов брахиопод или их сочетание можно было ввести в комплексную характеристику зоны нормативной (конодонтовой) шкалы и использовать для ее идентификации этих зон, здесь распространение брахиопод такой возможности не предоставляет. Хотя с помощью введения таких маркеров, как “присутствие одних видов брахиопод при отсутствии других”, можно опознать зоны фораминиферовой шкалы. Например, присутствие в разрезе вида *Levitusia humerosa* позволяет идентифицировать фораминиферовую зону *Tetrataxis sussaica*–*Eotextularia diversa*, распространение видов *Delepinea lebedevi* и *Ovatia markovskii* в отсутствие вида *Linoprotonia probus* – фораминиферовую зону *Eoparastaffella simplex*–*Eoglobobioendothyrta ukraineica*.

Таким образом, установление уровней первого появления ряда видов позволяет предложить зональную брахиоподовую шкалу, подразделения которой приведены в соответствие с зонами нормативной шкалы (см. рис. 2).

По мере увеличения количества групп ископаемых, вовлеченных в описанную процедуру, мы сможем получить сколь угодно полную комплексную характеристику зональных подразделений инициальной шкалы, причем в комплекс могут входить любые (а не только палеонтологические) стратифицирующие признаки. Построенная таким образом зональная шкала будет политаксонной в строгом смысле и обеспечит выполнение корреляции сколь угодно далеко расположенных разрезов геологически разновозрастных отложений.

3. НАИМЕНЬШЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ

В большинстве стратиграфических работ детализация зональной шкалы как одна из операций ее совершенствования подменяется рассмотрением детального расчленения конкретного разреза. Последовательное расчленение разреза на палеонтологической основе приводит к выделению все более мелких подразделений, получающих собственные названия. Так, вначале могут устанавливаться

зоны, затем они подразделяются на подзоны, зонулы, биогоризонты и прочие инфразональные элементы. При этом не принимается во внимание, что решениями Международных геологических конгрессов (1881 и 1990 г.) именно зона принята за минимальное подразделение хронологической шкалы. Здесь дело не в названии, которым мы будем пользоваться при обозначении минимального подразделения шкалы, хотя термин “зона”, безусловно, имеет исторический приоритет перед всеми другими. Важно другое – большинство исследователей не осознают саму подоплеку существования наименьшего подразделения при строительстве хронологической шкалы, событийной по содержанию. Далеко не любое событие может быть положено в основу хронологической шкалы, сконструированной и применяемой в условиях неполноты геологической летописи. Однако, когда выбор сделан и событие заняло место на шкале, оно не может далее подразделяться, поскольку это приведет к исчезновению самого события.

Традиционные биохронологические (биостратиграфические) шкалы являются по базису, точнее по замыслу базиса, концептуально таксономическими. Именно в этом случае можно говорить о том, что палеонтологический метод в стратиграфии основан на необратимом прогрессивном развитии органического населения Земли. На особое значение “эволюционного момента” при выделении зон неоднократно обращалось внимание исследователей [4, 7, 21]. В основу современных зональных биохронологических шкал нередко кладется эволюционная последовательность видовых таксонов. Даже если принять во внимание известные трудности в установлении этой последовательности видовых таксонов по ископаемым формам, сама идея построения шкалы на такой основе вполне обоснована с общих методологических позиций.

Если мы строим хронологическую, событийную по базису шкалу на палеонтологическом материале, то элементарным, далее неделимым событием, которое может быть установлено на данном материале, является существование вида какой-либо группы ископаемых. Видовая зона – это наименьшее подразделение биохронологической шкалы не столько по определению, сколько потому, что видообразование – элементарный акт необратимого эволюционного процесса, лежащего в основе биохронологического исчисления геологического времени. В связи с этим элементарным событием, которое мы используем для установления зоны и которое не можем делить на части из-за риска потерять само событие, является “существование вида”.

Существование каждого следующего вида в эволюционной последовательности завершает зону предыдущего вида и устанавливает следующую за ней новую зону. В связи с этим нужно сказать несколько слов о давней дискуссии по поводу собы-

тия “первое появление” вида в разрезе, которое часто используется для определения границ видовой зоны (в действительности – границы стратозоны). Традиционное замечание состоит в том, что первое появление вида в разрезе может быть и не первым, т.е. необязательно служит указанием на возникновение вида на данном стратиграфическом уровне (см., например, [8]). В конкретном разрезе он мог появиться в результате длительной миграции из некоторого значительно удаленного центра происхождения. Значит, критерий проведения границ по признаку “появление” не достаточно аргументирован. Отсюда следует, что выделение зоны на шкале нужно связывать не с “появлением” (или “исчезновением”), а с самим событием “существование вида”, в котором мы из-за неполноты геологической летописи не можем распознать событие “возникновение”. На зональной шкале это событие отмечено просто риской, что подчеркивает минимальную хронологическую размерность далее неделимого события “существование вида” и самого выделенного на этой основе зонального подразделения. Встреча данного вида-индекса в разрезе датирует вмещающие слои полной зоной независимо от того, находится ли разрез в центре происхождения этого вида или вид “прибыл” сюда уже на исходе существования.

С помощью зональной шкалы, в которой зона принята за минимально возможное подразделение, нельзя установить, насколько полно представлена зона в конкретном разрезе. Однако в любом случае слои, содержащие вид-индекс, независимо от полноты этого интервала разреза будут датироваться полной зоной.

Данная зона сменяется следующей за ней зоной, как только в разрезе устанавливается существование следующего вида-индекса. Зафиксировать границу стратона (слоя, пачки, свиты, яруса и т.п.) в конкретном разрезе и затем проследить ее в отдаленных разрезах можно только в том случае, когда ее положение установлено на хронологической шкале. В разрезе это положение фиксируется нахождением границы внутри определенной стратозоны и условно совмещается с пространственно наиболее близкой границей стратозоны. На шкале рассматриваемый факт отражается совпадением с одноименной зоной. В дальнейшем исследуемую стратиграфическую границу можно установить в любом разрезе, где действует данная шкала, как определенную зону.

Также хотелось бы обратить внимание, что в этом тексте, посвященном обсуждению значения видовых форм для построения биохронологической шкалы, мы не обращаемся ко “времени существования вида”, так как определить его мы не можем, а говорить о нем втуне не имеет смысла. В данном случае хронологическим временем-моментом является само событие “существование вида”. Понятно, что нелегко отказываться от привычного физи-

ческого времени при умозрительной актуализации событий прошлого и размышлять в рамках хронологических дат-событий. Однако никакого другого способа использовать понятие “время” в биохронологии нет. Чем скорее это будет осознано, тем быстрее будет достигнуто единодушие при обсуждении многих проблемных вопросов стратиграфии.

ВЫВОДЫ

1. В связи с продолжающейся работой международных исследовательских групп по обоснованию нижних границ ярусных подразделений фанерозоя большое значение приобретает унификация имеющихся данных о стратиграфическом распространении разных групп ископаемых. Выполнить эту задачу можно только при условии знания биозон видов, в первую очередь ортостратиграфических групп по шкале, которая принимается по соглашению в качестве нормативной для данного стратиграфического интервала. Каждый стратиграфический интервал фанерозоя должен иметь свою зональную нормативную биохронологическую шкалу.

2. Определение биозон видов разных групп организмов по нормативной зональной шкале позволяет создать и в дальнейшем нарастить комплексную характеристику для зональных подразделений нормативной шкалы, что увеличит корреляционный потенциал без снижения детальности шкалы.

3. Автономные зональные шкалы, построенные из характерных видов, биозоны которых были установлены по нормативной шкале, легко сопоставляются между собой и с нормативной шкалой. Это позволяет все зональные подразделения, выделенные по любой группе ископаемых, выразить в зонах нормативной шкалы.

4. Хронологические шкалы, используемые в геологии, являются событийными по природе. В основу выделения наименьшего подразделения биохронологических шкал закладывается элементарный акт процесса прогрессивной необратимой организменной эволюции – событие “существование вида”. Именно это событие и есть наименьшая хронологическая единица геологической истории.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта 15-18-5-13 комплексной программы УрО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бодылевский В.И. (1964) О стратиграфической зоне. *Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер.*, вып. 102, 25-32.
- Кучева Н.А. (2015) Распространение брахиопод зоны *Delepineia lebedevi*–*Ovatia markovskii* в разрезах Южного и Среднего Урала. *Ежегодник-2014, Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 162. Екатеринбург, 26-32.
- Мейен С.В. (1974) Введение в теорию стратиграфии. Геологический институт АН СССР, ВИНТИ, № 1749-74. Деп. М., 185 с.
- Меннер В.В. (1980) Зоны в практике стратиграфических исследований. *Изв. АН СССР. Сер. геол.*, (3), 5-17.
- Наливкин Д.В. (1979) Брахиоподы турнейского яруса Урала. Л.: Наука, 247 с.
- Полетаев В.И., Вдовенко М.В., Щоголев О.К., Боярина Н.И., Макаров И.А. (2011) Стратотипи регіональних стратотипичних підрозділів карбону і нижньої пермі Доно-Дніпровського прогину. ІГН НАНУ (Інститут геологічних наук Національна академія наук України). Київ: Логос, 236 с.
- Раузер-Черноусова Д.М. (1967) О зонах единых и региональных стратиграфических шкал. *Изв. АН СССР. Сер. геол.*, (7), 104-118.
- Ремизова С.Т. (2004) Фузулиниды Тимана: эволюция, биостратиграфия и палеобиогеография. Екатеринбург: УрО РАН; Коми научный центр, 218 с.
- Рогов М.А., Гуляев Д.Б., Киселев Д.Н. (2012) Биогоризонты – инфразональные биостратиграфические подразделения: опыт совершенствования стратиграфии юрской системы по аммонитам. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **20**(2), 101-121.
- Степанов Д.Л. (1958) Принципы и методы биостратиграфических исследований. Л.: Гостоптехиздат, 180 с.
- Степанов Д.Л., Мессежников М.С. (1979) Общая стратиграфия. Л.: Недра, 423 с.
- Стратиграфический кодекс России. (2006). Изд. 3-е. СПб.: ВСЕГЕИ, 96 с.
- Тагариева Р.Ч., Мизенс Л.Г. (2015) Разрезы западного склона Южного Урала, перспективные для выбора точки регионального стратотипа нижней границы фаменского яруса. *Литосфера*, (3), 33-56.
- Черных В.В. (2002) Совершенствование зональных стратиграфических шкал. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, **10**(2), 15-26.
- Черных В.В. (2005) Зональный метод в биостратиграфии. Зональная шкала нижней перми по конодонтам. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 217 с.
- Черных В.В. (2008) Определение ярусных границ международной стратиграфической шкалы по конодонтам. *Литосфера*, (1), 3-17.
- Черных В.В. (2015) Система принципов стратиграфии. *Ежегодник-2014, Тр. ИГГ УрО РАН*, вып. 162. Екатеринбург, 39-43.
- Arkell W.J. (1956). *Jurassic geology of the world*. London: Publication Oliver and Boyd, p. I-XV, 1-806.
- Guex J. (1991) Biochronological correlations. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 252 p.
- Harrington H.J. (1965). Space, Things, Time and Events – An essay on Stratigraphy. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists.*, **49**(10), 1601-1646.
- Sigal J. (1961) Existe-t-il plusieurs stratigraphies? *BRGM France, Serv. Inform. Geol. Bull. Trimest.*, **13th** year, (51), 2-5.
- Sylvester-Bradley P.C. (1967) Towards an international code of stratigraphic nomenclature. *Paleont. and Stratigr., R.C. Moore commemor. vol.* (Ed. C. Teichert, E.L. Yochelson), 49-56.

Polytaxonomic and monotaxonomic zonal biochronological scales in biostratigraphy

V. V. Chernykh, N. A. Kucheva

Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

The method of increasing the correlation potential of zonal biochronological scales by creating the polytaxonomic complex characteristic of zone subdivisions is proposed. For this operation is necessary the normative zonal scale, by which biozones of the species of different groups of the organisms are determined. Established thus specific biozones make it possible to create the complex characteristic of zones of the normative scale and to build the autonomous zonal scales on the selected groups of organisms. The zonal subdivisions of these scales prove to be in this case comparable between themselves and with the zones of the normative scale, which makes it possible to carry out the unification of the stratigraphic scales, built according to the different groups of organisms.

Key words: *chronology, conodonts, brachiopods, biozone, zone, stratozone, monotaxonomic zonal scale, polytaxonomic zonal scale, the autonomous zonal scale, correlation potential.*

REFERENCES

1. Bodylevsky V.I. (1964) About stratigraphic zone. *Trudy VSEGEI. Nov. ser.*, v. 102, 25-32.
2. Kucheva N.A. (2015) Distribution of brachiopods zone *Delepinea lebedevi*–*Ovatia markovskii* in the sections of the South and Middle Urals. *Ezhegodnik-2014, Trudy IGG UrO RAN*, v. 162. Ekaterinburg, 26-32. (In Russian)
3. Mejen S.V. (1974) *Vvedenie v teoriyu stratigrafii* [Introduction to stratigraphy]. Geologicheskij institut AN SSSR, VINITI, № 1749-74. Dep. M., 185 p. (In Russian)
4. Menner V.V. (1980) Zones in the practice of stratigraphic investigation. *Izv. Akad. Nauk SSSR. Ser. geol.*, (3), 5-17. (In Russian)
5. Nalivkin D.V. (1979) *Brahiopody turnejskogo jarusa Urala* [Tournasian stage Brachiopods of the Urals]. Leningrad: Nauka Publ., 247 p. (In Russian)
6. Poletaev V.I., Vdovenko M.V., Shchogolev O.K., Bojarina N.I., Makarov I.A. (2011) Stratotipi regional'nikh stratotipichnikh pidrozdiliv karbonu i nizhn'oi permi Dono-Dniprov's'kogo proginu. IGN NANU (Institut geologichnikh nauk Natsional'na akademija nauk Ukraini) [Stratotypes of regional stratotype subsections Carboniferous and Lower Permian the Don-Dnieper depression]. Kyiv: Logos Publ., 236 p. (In Ukrainian)
7. Rauzer-Chernousova D.M. (1967) On the zones of common and regional stratigraphic scales. *Izv. Akad. Nauk SSSR. Ser. geol.*, (7), 104-118. (In Russian)
8. Remizova S.T. (2004) *Fuzulinidy Timana: evolyutsija, biostratigrafija i paleobiogeografija* [Timan Fusulinids: Evolution, biostratigraphy and paleobiogeography]. Ekaterinburg: UrO RAN; Komi nauchnyj tsentr Publ., 218 p. (In Russian)
9. Rogov M.A., Guljaev D.B., Kiselev D.N. (2012) Biohorizons – infrazonal biostratigraphic units: Experience perfection Jurassic system stratigraphy by ammonite. *Stratigr. Geol. Correl.*, 20(2), 101-121. (In Russian)
10. Stepanov D.L. (1958) *Printsipy i metody biostratigraficheskikh issledovanij* [Principles and methods of biostratigraphic studies]. Leningrad: Gostoptekhizdat Publ., 180 p. (In Russian)
11. Stepanov D.L., Meseszhnikov M.S. (1979) *Obshchaja stratigrafija* [The overall stratigraphy]. Leningrad: Nedra Publ., 423 p. (In Russian)
12. *Stratigraficheskij kodeks Rossii* (2006) [Russian Stratigraphic Code]. St. Petersburg: VSEGEI Publ., 96 p. (In Russian)
13. Tagarieva R.Ch., Mizens L.G. (2015) Cross-sections of the western slope of the Southern Urals, promising to select the point of the lower boundary of the regional stratotype Famennian stage. *Lithosphere*, (3), 33-56. (In Russian)
14. Chernykh V.V. (2002) Improving the zonal stratigraphic scales Stratigraphy. *Stratigr. Geol. Korrel.*, 10(2), 15-26. (In Russian)
15. Chernykh V.V. (2005) Zonal'nyj metod v biostratigrafii. Zonal'naja shkala nizhnej permi po konodontam [The zonale method in biostratigraphy. Zonal range for the Lower Permian by conodonts]. Ekaterinburg: IGG UrO RAN Publ., 217 p. (In Russian)
16. Chernykh V.V. (2008) Determination of the stage boundaries of the international stratigraphic scale by conodonts. *Lithosphere*, (1), 3-17. (In Russian)
17. Chernykh V.V. (2015) Principles of stratigraphy system. *Ezhegodnik-2014, Trudy IGG UrO RAN*, v. 162. Ekaterinburg, 39-43. (In Russian)
18. Arkell W.J. (1956). *Jurassic geology of the world*. London: Publication Oliver and Boyd, p. I-XV, 1-806.
19. Guex J. (1991) *Biochronological correlations*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 252 p.
20. Harrington H.J. (1965). Space, Things, Time and Events – An essay on Stratigraphy. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists*, 49(10), 1601-1646.
21. Sigal J. (1961) Existe-t-il plusieurs stratigraphies? *BRGM France, Serv. Inform. Geol. Bull. Trimest.*, 13th year, (51), 2-5.
22. Sylvester-Bradley P.C. (1967) Towards an international code of stratigraphic nomenclature. *Paleont. and Stratigr.*, *R.C. Moore commemor. vol.* (Ed. C. Teichert and E.L. Yochelson). Lawrence, 49-56.