

Зональный биохронологический метод в решении долгоживущих проблем общей стратиграфии

В. В. Черных

Институт геологии и геохимии УрО РАН, 620110, г. Екатеринбург, ул. Академика Вонсовского, 15,
e-mail: chernykh@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 20.03.2023 г., принята к печати 24.04.2023 г.

Объект исследования. Рассмотрены проблемные вопросы общей стратиграфии: принцип Карпинского, унификация автономных зональных биохронологических шкал (БХШ), основы стратиграфической классификации, соотношение зональных био- и хроностратиграфических подразделений. **Материал и методы.** Анализируется традиционное решение этих вопросов. Сделана попытка вскрыть логические источники противоречий и сформулировать пути к непротиворечивому синтезу. **Результаты.** Для успешного решения названных вопросов показана необходимость отказаться от отождествления биохронологической шкалы и геологического разреза. Из признания зоны наименьшим подразделением биохронологической шкалы следует линейность зональных подразделений шкалы, что делает ее корректным инструментом для выполнения основных стратиграфических операций – расчленения разреза, определения и корреляции границ стратиграфических подразделений. Строгая дифференциация шкалы от изучаемого с ее помощью разреза позволяет выполнить все требования принципа Карпинского по поводу разделительных горизонтов со смешанной фауной. Это же условие лежит в основе создания стратиграфической классификации, которому должно предшествовать четкое разделение материальных (“картируемых”) стратиграфических подразделений земной коры и подразделений хронологических шкал, с помощью которых выполняется их корреляция. Помещение их в единую “дуалистическую” стратиграфическую классификацию не может дать удовлетворительного результата. Созданию автономных зональных шкал должно предшествовать определение биозон видов, используемых для построения этих шкал, по нормативной (стандартной) для данного стратиграфического интервала зональной шкале. С учетом минимальной размерности зональных подразделений стандартной шкалы выделенные таким методом 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, выделенными по нормативной шкале. Указанная процедура позволяет выполнить унификацию автономных зональных БХШ, построенных по разным группам ископаемых. Зональная БХШ выполняет корреляционные функции, зональные подразделения представляют собой инструмент для хронологического отождествления удаленных геологических объектов, в том числе границ хроностратиграфических подразделений, но не входят в их иерархию. **Выводы.** Биохронологическая шкала является моделью биохронологического исчисления геологического времени и не может быть тождественна тому, что моделирует. Дифференциация шкалы от изучаемого с ее помощью разреза является обязательным условием, предвещающим и обеспечивающим успешное решение долгоживущих вопросов общей стратиграфии.

Ключевые слова: принцип Карпинского, унификация биохронологических шкал, стратиграфическая классификация, хроностратиграфические подразделения, зональные подразделения

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках НИР государственного задания ИГГ УрО РАН, тема № 123011800010-5

Zonal biochronological method for solving long-living problems of general stratigraphy

Valerii V. Chernykh

A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, UB RAS, 15 Academician Vonsovsky st., Ekaterinburg 620110, Russia,
e-mail: chernykh@igg.uran.ru

Received 20.03.2023, accepted 24.04.2023

Research subject. Problematic issues of general stratigraphy are considered, including the Karpinsky principle, the unification of autonomous zonal biochronological scales (BCS), the basics of stratigraphic classification, the relation of zonal

Для цитирования: Черных В.В. (2023) Зональный биохронологический метод в решении долгоживущих проблем общей стратиграфии. *Литосфера*, 23(6), 935–949. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-6-935-949>

For citation: Chernykh V.V. (2023) Zonal biochronological method for solving long-living problems of general stratigraphy. *Lithosphere (Russia)*, 23(6), 935–949. (In Russ.) <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2023-23-6-935-949>

biostratigraphic and chronostratigraphic units. *Materials and methods.* The existing standard solutions to the above issues are analyzed. An attempt is made to reveal the logical sources of contradictions and to pave ways for a consistent synthesis. *Results.* The necessity for a successful solution of these issues to abandon the identification of the biochronological scale and the geological section is shown. From the recognition of the zone as the smallest subdivision of the biochronological scale, the linearity of the zonal subdivisions of the scale follows, which makes it a correct tool for performing basic stratigraphic operations – section subdivision and correlation of the boundaries of stratigraphic units. Strict differentiation of the scale from a section studied using this scale makes it possible to fulfill all the requirements of the Karpinsky principle regarding dividing horizons with mixed fauna. The same condition underlies the creation of a stratigraphic classification, which must be preceded by a clear separation of the material (“mapped”) stratigraphic units of the Earth’s crust and units of chronological scales, which are used for their correlation. Placing them in a single “dualistic” stratigraphic classification cannot give a satisfactory result. The creation of autonomous zonal scales should be preceded by the definition of the biozones of the species used to build these scales, according to the normative (standard) zonal scale for a given stratigraphic interval. Taking into account the minimum dimension of the zonal subdivisions of the standard scale, the zones of autonomous scales distinguished by this method correspond to a whole number of normative zones, and, therefore, the boundaries of the stratozones established on the autonomous scales, in this case, will certainly coincide with any boundaries of the stratozones, distinguished on the normative scale. This procedure makes it possible to perform the unification of autonomous zonal BCSs based on different groups of fossils. Zonal BCS performs correlation functions, zonal units are a tool for chronological identification of remote geological objects, including the boundaries of chronostratigraphic units, although not being included in their hierarchy. *Conclusions.* A biochronological scale is a model of the biochronological calculation of geological time and cannot be identical to what it models. Differentiation of the scale from a section studied using this scale is an indispensable condition that precedes and ensures the successful solution of long-living problems of general stratigraphy.

Keywords: *Karpinsky principle, unification of biochronological scales, stratigraphic classification, chronostratigraphical subdivisions, zonal subdivisions*

Funding information

The work was conducted within framework of state assignment of IGG UB RAS (No. 123011800010-5)

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

О ведущей роли зонального биохронологического метода при определении и корреляции границ стратиграфических подразделений фанерозоя говорится в работах многих исследователей (Раузер-Черноусова, 1967; Меннер, 1980; Гладенков, 1991, 2001, 2004). Может быть, с наибольшей определенностью об этом пишет Б.С. Соколов (1971).

Корректное построение и использование зональных биохронологических шкал (БХШ) предполагает принятие и выполнение ряда исходных условий, требований, которые как будто являются тривиальными, но в то же время часто не выполняются. Наиболее общим и важным считаем требование строгой дифференциации подразделений биохронологической шкалы и подразделений геологического разреза земной коры, или, проще говоря, необходимость строго различать биохронологическую шкалу как модельное представление геологического времени и материальный (субстратный) геологический разрез, в котором запечатлено это время в виде конкретных событий, используемых в том числе для построения шкалы.

Считается, что общепринятое выделение субстратных хроностратиграфических единиц (эратемы, системы, отдела, яруса, хронозоны) и соответствующих им геохронологических (временных) подразделений (эры, периода, эпохи, века, фазы) полностью следует этому требованию. Действи-

тельно, стратоны – это совокупности горных пород, а геохронологические подразделения – единицы временной шкалы, или “интервал геологического времени, в течение которого образовались горные породы, входящие в состав данного стратиграфического подразделения, включая время внутренних перерывов” (Стратиграфический кодекс..., 2019, с. 10). Завершающая часть текста о включении в геологическое время времени внутренних перерывов не оставляет сомнений в том, что речь идет о физическом, обыденном времени. Сама же геохронологическая шкала понимается при этом как внешнеотсчетная шкала физического времени.

Обращение к физическому времени имело серьезные последствия для развития теоретической стратиграфии и, в частности, вначале вызвало к жизни хроностратиграфические построения Х. Хедберга, а затем послужило основанием для оформления концепции GSSP, в которой использование хронометрических маркеров становится обязательным при обосновании лимитотипа нижней границы общих стратиграфических подразделений (Cowie et al., 1986; Remane et al., 1996).

Сейчас хроностратиграфические установки изъятые из последних выпусков отечественного Стратиграфического кодекса (2006, 2019), а концепция GSSP подвергается серьезной критике (Гладенков, 2001; Жамойда, 2004; Тесаков, 2015). Но в то же время остается неизменным положение о существовании стратиграфических и геохронологи-

ческих подразделений, хотя последние никакой конструктивной роли в геологической хронологии не играют. Об этом с полной определенностью говорит О. Шиндевольф: "...такие понятия, как триас, мел и т. д., мы можем (без всяких дополнительных определений) использовать в двойном, т. е. в хронологическом и стратиграфическом, смысле, совершенно не опасаясь путаницы. Если это уж так необходимо, можно добавлять для всех подразделений понятие *время*. Понятия триасовое *время*, позднедевонское *время* или *время Manticoceras* позволяют столь же однозначно выразить, что под ними подразумевается, как и понятия триасовый *период*, позднедевонская *эпоха*, *век Manticoceras* или *адорфский век*" (1975, с. 45).

Вместе с тем сохраняется ситуация, когда отсутствует явная дифференциация существующих стратиграфических подразделений разреза и подразделений хронологической шкалы, с помощью которой определяется геологический возраст и проводится корреляция этих подразделений. В отечественных стратиграфических кодексах и зарубежных стратиграфических справочниках определение подразделений стратиграфических шкал начинается со слов "совокупность горных пород" или "совокупность слоев", так что все такие "шкалы" оказываются субстратными конструкциями – стратиграфическими колонками пород.

Следует также обратить внимание на то, что введение геохронологических подразделений в стратиграфическую классификацию вуалирует факт отсутствия истинных хронологических шкал, подразделения которых эквивалентны общим стратиграфическим подразделениям. Часто можно встретить, например, выражение "ярусная стратиграфическая шкала", когда, по существу, речь идет о стратиграфической ярусной колонке, в которой подразделениями являются именно ярусы (совокупности горных пород, установленные на основе регионально-геологических данных), а не хронологические единицы, для которых в данном случае даже не придумано соответствующее название. Геохронологический эквивалент яруса – век – это единица физического времени, а не подразделение хронологической шкалы. Точно так же, как и эпоха, период, эра и т. д.

По-видимому, было бы полезно различать биостратиграфические и зональные биохронологические шкалы.

Биостратиграфическая шкала в традиционном понимании – это разрез, расчлененный, например, на свиты, ярусы, для которых указаны маркеры (комплексы палеонтологических остатков), позволяющие опознавать эти стратона в разных разновозрастных разрезах. В таком понимании Международная стратиграфическая шкала (МСШ) фанерозоя – это сводный разрез стратисферы, подразделения которого снабжены комплексной (и в пер-

вую очередь палеонтологической) характеристикой, позволяющей опознать выделенные в стратотипах подразделения МСШ в других разрезах.

До последнего времени строгая маркировка границ подразделений самой МСШ отсутствовала, так как выполнялась по комплексу ископаемых организмов, что приводило к неоднозначному определению границ стратона в разных разрезах.

В настоящее время маркировка границ общих стратиграфических подразделений в соответствии с концепцией GSSP, принятой в современной практике стратиграфических исследований, выполняется с использованием зональной биохронологической шкалы с высоким корреляционным потенциалом. Однако даже здесь рекомендация сформулирована расплывчато без упоминания зональных биохронологических шкал: как желательность выбора границы и точки внутри эволюционной линии. Делается оговорка, что "опознание таких линий может быть субъективным и не обязательно более точным, чем опознание определенной комплексной зоны" (Cowie et al., 1986, с. 7). Однако результаты длительной практики применения комплексов ископаемых организмов для определения границ хроностратиграфических подразделений не оставляют сомнений в ненадежности такой маркировки.

Истинно хронологическими, событийными являются построенные на эволюционной основе биохронологические зональные шкалы (и пока только зональные биохронологические шкалы), так как в основе выделения зональных подразделений таких шкал лежат однотипные (равноценные) события – существование видов организмов в их эволюционной последовательности. Такие шкалы используются для маркировки границ ранее выделенных свит, ярусов и других стратона в конкретных разрезах. Только после создания зональных биохронологических шкал (и отказа от комплексных зональных маркеров) появилась возможность строгого (однозначного) определения положения границ стратона. Но и в настоящее время эта возможность не используется так, как это следует из признания зоны биохронологической шкалы наименьшим хронологическим подразделением. Если строго учитывать это положение, то границы всех стратиграфических подразделений фанерозоя будут маркироваться как та или другая зона биохронологической шкалы (Черных, 2014, 2016).

Для каждого стратиграфического интервала стратисферы должна быть выбрана стандартная (номинальная) зональная БХШ, в основу построения которой заложена эволюционная последовательность видов ортостратиграфической группы ископаемых организмов. Если (в соответствии с концепцией GSSP) все границы подразделений фанерозоя МСШ будут промаркированы зонами номинальных зональных биохронологических шкал,

то МСШ может рассматриваться как инструмент опознания ее подразделений в конкретных геологических разрезах. Однако если строго подойти к определению возраста отложений по МСШ, то главную роль в этой процедуре играют и будут продолжать играть зональные БХШ. Сами подразделения так называемой Общей, или Международной, стратиграфической шкалы (а по сути, стратиграфической колонки сводного разреза стратисферы) служат в качестве международного хронологического языка (Мейен, 1981). Как отмечено ранее, собственно хронологических шкал и составляющих их хронологических единиц на однотипной событийной основе для общих стратиграфических подразделений (ярусов, отделов, систем и т. д.) пока не существует. Впрочем, возможно, в этом и нет необходимости, если имеются зональные биохронологические шкалы, о которых идет речь далее.

ЗОНАЛЬНЫЕ БИОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ. ЗОНАЛЬНЫЙ МЕТОД

Негативные последствия, вызванные отсутствием строгой дифференциации стратиграфической шкалы и геологического разреза, наиболее явственно сказались в случае с зональными биохронологическими шкалами, поскольку термины “зона”, “биостратиграфическая зона” традиционно используются для обозначения “совокупности слоев” (Стратиграфический кодекс..., 2019, с. 34), а о зональных подразделениях биохронологических шкал в кодексах даже не упоминается. Кроме этого, зону разрешается подразделять “на подзоны, составляющие в сумме полный стратиграфический объем зоны” (Стратиграфический кодекс..., 2019, с. 34). Как совместить это предложение с признанием зоны в качестве наименьшего подразделения биохронологической шкалы, никак не комментируется.

Главная особенность зональной биохронологической шкалы в том, что она состоит из минимальных хронологических подразделений – зон. Как всякая хронологическая шкала, БХШ является шкалой порядка (Гоманьков, 2007), построенной на последовательной смене однотипных событий в эволюции тех или других групп ископаемых. БХШ – инструмент биологического исчисления геологического времени, и элементарным событием, которое используется для ее построения, выступает событие “существование вида”, маркирующее данную зону и дающее ей имя этого вида в качестве собственного названия. Смена видов в процессе эволюционного развития группы позволяет представить темпоральную последовательность таких событий в виде зональной биохронологической шкалы. Каждое последующее событие завершает предыдущую зону и открывает новую, следующую за ней. Изучение ретроспективных систем прошлого неполной сохранности, каковыми

служат геологические разрезы, из которых мы получаем информацию для построения БХШ, не дает возможности различать в разрезе истинное положение событий, связанных с эволюционной последовательностью видов организмов, используемых для построения БХШ. Так, факт первой находки остатков вида А в конкретном разрезе не может служить свидетельством события “возникновение” этого вида, как и факт исчезновения фоссилий вида А из разреза не может быть истолкован как событие “вымирание вида А”. Все, о чем говорит находка ископаемых остатков вида, – это о факте его существования. Именно это событие и должно быть положено в основу построения зональных биохронологических шкал.

Несмотря на то что все сведения о фоссилиях, используемые в дальнейшем для построения шкалы, мы получаем из разреза, это не может рассматриваться как основание для отождествления шкалы и разреза. Более того, если для построения шкалы применяется эволюционная последовательность видов, она абсолютно независима от того, как именно расчленен данный разрез на ярусы, свиты и любые другие стратона, из отложений которых мы извлекаем ископаемых, и определяется исключительно особенностями самого эволюционного процесса, положенными затем в основу построения зональной БХШ.

Зона как минимальное подразделение шкалы не имеет на шкале границ. Все зоны на шкале безразмерны (зона – хронологический момент), дискретны (между смежными зонами нет постепенных переходов), равнозначны (эквивалентны), различаются только положением на шкале. По существу, здесь зоны – это линейные метки, риски, отмечающие их положение на шкале (рис. 1).

В разрезе зональному подразделению отвечает *стратозона* – интервал пород от уровня первого появления в разрезе вида-индекса до уровня появления следующего за ним вида-индекса. Без подразделения зональной шкалы и разреза, т. е. без выделения зоны как подразделения шкалы и соответствующего ему стратиграфического подразделения (стратозоны) в разрезе, невозможно уяснить, почему зона является минимальным подразделением, если ее (в разрезе) можно делить хоть на миллиметровые слойки. Минимальным подразделением она является именно на хронологической шкале, потому что положенное в основу ее выделения событие “существование вида” невозможно подразделять на части, не потеряв при этом самого события.

Точно так же привычное выражение “в нижней (средней, верхней) части зоны встречается...” может относиться только к стратозоне и теряет всякий смысл, если речь идет о зоне на шкале. Как уже сказано, на шкале зона как минимальное хронологическое подразделение однородна, гомогенна и не может иметь частей.

Пермская система	Нижний отдел	Сакмар- ский ярус		
		Ассельский ярус	M. monstra	
			S. postfusus	
			S. fusus	
			S. constrictus	
			S. cristellaris	
			S. glenisteri	
			S. isolatus	
			S. wabaunsensis	
		Каменноугольная система	Верхний отдел	Гжельский ярус
S. simplex				
S. virgilicus				
S. vitali				
S. simulator				
S. firmus				
Касимов- ский ярус				

Рис. 1. Зональная шкала гжельского и ассельского ярусов по конодонтам.

S. – Streptognathodus, M. – Mesogondolella.

Fig. 1. Zonal scale of the Gzhelian and Asselian Stages based on conodonts.

S. – Streptognathodus, M. – Mesogondolella.

Опираясь на принцип суперпозиции, можно утверждать, что в разрезе нижняя часть стратозоны древнее верхней. В то же время хронологический возраст любой части стратозоны и любых объектов, не выходящих за границы данной стратозоны, одинаков и отвечает на шкале одноименной зоне. Таким образом, любая часть стратозоны и все объекты, находящиеся в ее границах, являются хронологически идентичными, геологически разновозрастными. Это именно та предельная точность измерения возраста, которую обеспечивает зональная хронологическая шкала. В связи с этим и нижняя, и средняя, и верхняя части стратозоны, как и все находящиеся в ней объекты, в разрезе имеют одну и ту же зональную датировку на хронологической шкале. Исходя из этого, и граница любого

стратиграфического подразделения, оказавшаяся внутри стратозоны, датируется полной зоной и совпадает с соответствующей зоной-риской на шкале (см. рис. 1).

Следующий отсюда вывод – зональные биохронологические *границы* любых стратиграфических подразделений (стратонов) представляют собой определенную зону, т. е. *на шкале* являются линейными (двумерными), а *в разрезе* всегда *объемные* (трехмерные), – невозможно осознать без дифференциации шкалы и разреза.

Назначение зонального метода состоит в определении (опознании) и корреляции стратиграфических границ с помощью зональной БХШ. Можно сказать, что никакого другого назначения зональное расчленение вообще не имеет. Об этом с полной определенностью говорит Г.П. Леонов: “Зональное расчленение, при биостратиграфическом его понимании, является прежде всего методом сопоставления разрезов. Зональное расчленение предшествует при этом сопоставлению и должно быть от него независимым” (1974, с. 53).

Если принять предлагаемую концепцию разделения шкалы и разреза и учесть зональную природу стратиграфических границ, то можно преодолеть ряд традиционных долгоживущих стратиграфических противостояний и упростить процедуры решений, связанные с классификационными и номенклатурными вопросами стратиграфии. Далее приведены примеры, иллюстрирующие это утверждение.

Принцип Карпинского

Вначале С.Н. Никитин и Ф.Н. Чернышев, затем А.П. Карпинский, а за ними Л.Л. Халфин, отрицая резкие разграничительные линии между подразделениями Международной стратиграфической шкалы и утверждая, что смежные из них связаны горизонтами со смешанной фауной, мыслили МСШ как сводный разрез стратисферы, состоящий из материальных (вещественных) подразделений (стратонов), а их палеонтологическую характеристику (биохронологическую шкалу) считали неотъемлемой частью этого сводного разреза. Об этом прямо свидетельствуют представления С.Н. Никитина и Ф.Н. Чернышева о том, что “подразделения одинакового порядка должны насколько возможно быть друг другу эквивалентны как циклы палеонтологического развития” (1889, с. 143)¹. Л.Л. Халфин утверждает, что “МСШ отражает историю развития органического мира Земли, а ее подразделения отвечают качественно различным этапам этой истории”

¹ Замечу, что цитированная мысль этих исследователей полностью отвечает зональным подразделениям биохронологической шкалы в моем представлении. Но именно хронологической шкалы, а не разреза.

(1980, с. 75). Следует отметить, что и большинство современных стратиграфов согласны с представлениями о МСШ как о сводном разрезе стратисферы (см, например: Ганелин, 1992; Стратиграфический кодекс..., 1992, 2006, 2019; Найдин, 1994). Наиболее определенно эта точка зрения высказана и обоснована в работе А.В. Гоманькова (2007).

При таком взгляде на МСШ как на колонку сводного разреза стратисферы, безусловно, верным является требование непрерывности стратиграфической последовательности ее подразделений (“как следствие чисто регионального синтеза” (Соколов, 1971, с. 160). При выполнении этого требования колонка стратонов (без пропусков и перекрытий), представленных стратотипическими разрезами, может служить вещественным эталоном геологического времени. Желание авторов первых опытов построения МСШ сделать границы между ее подразделениями резкими вполне естественно, понятно и оправданно. Действительно, границы подразделений любой шкалы, используемой как измерительный инструмент, несомненно, должны быть резкими, линейными. Если мыслить шкалу как разрез, то необходимо иметь четкие разграничительные линии между подразделениями МСШ. Именно такой взгляд С.Н. Никитин и Ф.Н. Чернышев считали выражением телеологического мирозерцания и полагали, что он “в геологию завещан теорией катаклизмов Кювье” (1889, с. 138). Однако как не квалифицируй такой взгляд и кем бы он ни был завещан, само желание иметь шкалу с четко выделенными линейными границами подразделений продиктовано функциональным назначением шкалы как измерительного инструмента и не может быть объектом критики.

Тем не менее, если рассматривать биохронологическую составляющую как неотъемлемую часть МСШ (а именно так делают С.Н. Никитин, Ф.Н. Чернышев и их последователи), то приходится признать, что биохронологическое исчисление геологического времени основано на событиях истории развития органического мира, в которой “нет разрывов, зияний: последовательные фауны (флоры) преемственно связаны” (Халфин, 1980, с. 54). Следовательно, на границе любых стратиграфических подразделений располагаются слои (“переходные горизонты”, по терминологии А.П. Карпинского), содержащие смешанную фауну (флору), эти переходные горизонты нужно выделять в самостоятельные подразделения. Данное предложение А.П. Карпинского (1945) Л.Л. Халфин предложил рассматривать в качестве *принципа Карпинского* и считать переходные горизонты со смешанной фауной естественными границами между подразделениями МСШ (Халфин, 1970).

Остается открытым вопрос о том, как сделать так, чтобы границы подразделений хроностратиграфической шкалы (как и всякой шкалы, рассмат-

риваемой как измерительный инструмент) были бы резкими, линейными, а эквивалентные им границы подразделений геологических разрезов представляли бы “переходные горизонты со смешанной фауной”.

В настоящее время границы всех стратиграфических подразделений фанерозоя *определяются* с использованием зональной биохронологической шкалы. Как уже было сказано ранее, любой объект, в том числе определяемая *стратиграфическая граница*, попавшая в ту или иную зону данной зональной БХШ, датируется полной зоной (в силу ее минимальной хронологической размерности). Иначе говоря, границей между любыми смежными стратонами является определенная зона данной шкалы. Именно зона (на шкале) разделяет, например, два смежных яруса и служит (на шкале) разграничительной линией между смежными ярусными, системными и любыми другими надъярусными стратонами (см. рис. 1). *Принятие условия минимальности зонального подразделения обеспечивает линейность границ подразделений зональной шкалы.* На шкале зона обозначается безразмерной линейной, и зональная граница между соседними ярусами, системами *на шкале* линейная, резкая (между смежными зонами нет переходных подразделений), такая, какая и должна быть между минимальными подразделениями шкалы, используемой как измерительный инструмент. В то же время разделительная граница – зона *в разрезе* (стратозона) не линейная (как на шкале), а интервальная (объемная), имеет определенную мощность, латеральную протяженность и выступает тем самым “горизонтом со смешанной фауной”, о котором говорили А.П. Карпинский и Л.Л. Халфин.

В практике ведения геолого-съемочных работ принято относить эту разделительную зону к верхнему из смежных ярусов. Однако это не влияет на ее положение на шкале – она занимает промежуточное положение между смежными стратонами (см. рис. 1), именно такое положение, которое настойчиво предлагали упомянутые авторы. Несмотря на то что границы между надзональными подразделениями *на шкале* двумерные, линейные, это уже никак нельзя списать на телеологическое мирозерцание, которое “завещано теорией катаклизмов Кювье”. Как уже было сказано, линейный характер границ стратонов на зональной шкале полностью следует из признания минимальной размерности зонального подразделения биохронологической шкалы.

Если не оговорить строгое разделение хронологической шкалы и разреза и рассматривать шкалу как сводный разрез, а стратоны – как ее (шкалы) подразделения, в этом случае обсуждение резких границ подразделений шкалы и переходных горизонтов между стратонами может вестись долго и безрезультатно.

Как это происходит – можно показать на примере. В работе “Введение в теорию стратиграфии” Сергей Викторович Мейен уделил обсуждению принципа Карпинского два раздела – § 97 и 98 (1989). Забегая вперед, следует сказать, что мы целиком согласны с С.В. Мейеном в отношении статуса так называемого принципа Карпинского. Конечно, это не принцип, а скорее техническая рекомендация: при установлении границ между стратонами выбирать непрерывные разрезы с постепенными переходами между палеонтологическими реперами. Однако далее показано, что это согласие происходит не на той логической основе, которую использует С.В. Мейен.

Итак, приведем пространную цитату из работы С.В. Мейена, касающуюся обсуждаемой темы. Именно здесь он ведет спор с Л.Л. Халфиным, отстаивающим точку зрения А.П. Карпинского, С.Н. Никитина, Ф.Н. Чернышева.

“Высказывалось даже мнение, что представление о двумерном (плоскостном) характере границ МСШ – пережиток катастрофизма (Халфин, 1970) и даже телеологического мирозерцания (Никитин, Чернышев, 1889, с. 138). «Мы неоднократно утверждали, что МСШ отражает историю органического мира Земли, а ее подразделения отвечают качественно различным этапам этой истории... Но эволюция органического мира не знает зияний, разрывов; ее этапы связаны переходными интервалами, которым в МСШ отвечают переходные горизонты; последние и представляют собой естественные границы подразделений, тогда как резкие, не имеющие третьего измерения уровни, искусственно вносятся в МСШ, а фактически унаследованы от теории катастроф Кювье» (Халфин, 1970, с. 5).

Эту точку зрения разделял и А.П. Карпинский, предложивший еще в прошлом веке не включать переходные слои ни в одно из граничных подразделений, а выделять в самостоятельную переходную единицу. <...> Мнение Карпинского Л.Л. Халфин (1970) возвел в статус универсального принципа, который якобы соответствует диалектическому пониманию развития органического мира Земли.

Против такого решения выдвигалось веское соображение: выделяя переходные слои в качестве самостоятельной единицы, мы вместо одного спорного уровня получаем два. В ответ на это Халфин говорит, что это не так, поскольку пограничная единица (например, ярус) более не включается ни в одну систему. Вопрос о границе систем не обсуждается, остаются лишь границы ярусов. К сожалению, в статье Халфина не говорится, как же быть со всеми другими границами МСШ. Если следовать его логике, то надо выделять переходные слои между всеми другими единицами МСШ, не исключая ярусы и даже зоны. Допустим, что мы ввели переходную единицу, изображающую границу между зонами. У этой единицы границы тоже должна

быть трехмерными. Потребуется вводить единицу еще более низкого порядка, и так до бесконечности” (Мейен, 1989, с. 99–100).

Показав, что принцип Карпинского “ведет через “дурную бесконечность” к абсурду” и “таким образом, ни о какой диалектике в предложении Халфина не может быть и речи” (Мейен, 1989, с. 101), С.В. Мейен приводит свое видение разрешения диалектического противоречия: “Надо вскрыть наиболее глубокие источники противоречия, ясно сформулировать противоположения (антиномию, антитезы) и искать путь к непротиворечивому синтезу” (1989, с. 100).

С нашей точки зрения, основным источником противоречий является именно то обстоятельство, что ни С.В. Мейен, ни его оппоненты в лице Л.Л. Халфина и А.П. Карпинского не разделяют понятий “геологический разрез” и “зональная биохронологическая шкала”. Кроме этого, С.В. Мейен забыл, что зона является наименьшим подразделением шкалы и в связи с этим “вводить единицу еще более низкого порядка” непозволительно. Наконец, важно и то, что “на всех уровнях иерархической системы стратиграфии фанерозоя границы подразделений должны определяться лишь видовыми зонами, независимо от заключенного в них рангового разнообразия таксонов других (незональных) групп фауны” (Соколов, 1971, с. 175).

Если рассматривать МСШ как хронологическую шкалу-разрез, то невозможно осознать зону наименьшей (линейной) единицей: *в разрезе* она неизбежно будет трехмерной и ее можно подразделять на подзоны, зонулы, биогоризонты и т. п. В этом случае можно привести принцип Карпинского к “дурной бесконечности”. Если говорить о границах подразделений МСШ, понимая под МСШ все-таки не разрез, а шкалу, то границы ее подразделений определяются по зональной биохронологической шкале как конкретная зона. В силу минимальной размерности зональных подразделений на шкале эти границы являются линейными и разделяют в таком виде ярусы, отделы и системы (см. рис. 1).

В связи с этим можно высказать общую точку зрения, что хронологические границы стратонов любого ранга в разрезе являются трехмерными, в то время как на зональной биохронологической шкале эти границы всех стратиграфических подразделений представлены зонами, которые, будучи наименьшими подразделениями, должны рассматриваться как линейные, двумерные. Но это связано только с принятием условия минимальной размерности зональных подразделений и не имеет никакого отношения к теории катастроф.

Использование зональной шкалы для маркировки границ ярусных и более высокого ранга стратонов и строгая дифференциация шкалы от измеряемого с ее помощью разреза позволяют выполнить все требования по поводу разделительных горизон-

тов со смешанной фауной, о которых говорил в новейшее время Л.Л. Халфин и которые не принимало большинство исследователей. В частности, как было показано ранее, зональные подразделения являются линейными границами на биохронологической шкале. В то же время в разрезе они представляют собой некоторый стратиграфический интервал, занимаемый соответствующей стратозоной, служащей “горизонтом со смешанной фауной” между смежными стратонами. Так разрешается давняя проблема, обозначенная Л.Л. Халфиным как принцип Карпинского.

Стратиграфическая классификация В.А. Зубакова

В свое время В.А. Зубаков предложил свою схему “улучшенной стратиграфической классификации” (1980). Он называет ее дуалистической, поскольку она объединяет “все множество стратонов... в два типа: геостратиграфических подразделений, представляющих картируемые геологические тела, и хроностратиграфических подразделений, представляющих инструмент корреляции” (1980, с. 28; курсив наш. – В. Ч.). Как обычно, и хроностратиграфические, и геостратиграфические подразделения относятся к стратонам, т. е. подразделениям разреза. Например, в хроностратиграфические попадают подразделения общей шкалы (ярусы, отделы и т. п.), горизонты, оппель-зоны.

Хотя общая идея предлагаемой В.А. Зубаковым “классификации” вполне здравая, однако, чтобы ее реализовать в полной мере, нужно четко обозначить первый шаг. Ведь предложение В.А. Зубакова, с нашей точки зрения, касается в первую очередь не столько классификации стратиграфических подразделений, сколько строгой дифференциации подразделений *хронологических шкал*, действительно представляющих собой *инструмент корреляции*, и *разрезов* стратиграфических подразделений земной коры, которые можно рассматривать как “картируемые геологические тела” и которые с помощью этих шкал опознаются и коррелируются.

Только после выполнения этой операции можно было бы предметно обсуждать предлагаемый В.А. Зубаковым или любым другим автором проект стратиграфической классификации, куда едва ли есть резон помещать хроностратиграфические шкалы и “картируемые геологические тела”. Классификацию шкал, если в этом действительно есть необходимость, следовало бы сделать автономной и независимой от отдельной, самостоятельной классификации стратонов (субстратных подразделений разрезов).

Таким образом, и при решении вопросов стратиграфической классификации исходной акцией является дифференциация хронологических шкал и разрезов.

Унификация автономных зональных шкал, или как справиться с “лестницей Шиндевольфа”

Использование автономных зональных шкал, построенных по разным группам ископаемых, для установления (опознания) и корреляции стратиграфических границ дает несопоставимые результаты, причиной которых принято считать феномен, известный под названием “лестница Шиндевольфа”, вызванный хронологическим несовпадением этапов эволюционного развития таксонов разных групп. Это несовпадение фиксируется непосредственно в разрезе относительно определенной границы стратиграфического подразделения, установленного по различным группам ископаемых организмов. Например, в стратотипическом разрезе Айдаралаш (Казахстан) нижняя граница пермской системы, установленная по конодонтам, расположена на 6.3 и 26.8 м ниже этой же границы, установленной по фузулинидам и аммоноидеям соответственно. Именно различия в уровнях появления *в разрезе* маркеров стратиграфической границы из разных групп ископаемых имеются в виду, когда речь идет о “лестнице Шиндевольфа”. Привести к единству (выполнить унификацию) зональных шкал на этих фактических данных чрезвычайно трудно, чаще невозможно.

С нашей точки зрения, несовпадение границ стратиграфических подразделений, выделенных по разным группам ископаемых, в значительной мере является следствием традиционной путаницы зон (стратозон), устанавливаемых в разрезе, и зон, устанавливаемых на шкалах. Разрешение этой проблемы состоит в выборе приоритетной (стандартной) для данного стратиграфического интервала зональной шкалы по ортостратиграфической группе ископаемых, по которой должны маркироваться все остальные (автономные) зональные шкалы.

Маркировка шкал выполняется следующим образом. Вначале по стандартной шкале определяют биозоны всех видов, используемых для построения автономных шкал для данного стратиграфического интервала. При этом должно быть строго соблюдено условие минимальной размерности зональных подразделений стандартной шкалы. В соответствии с этим условием любая определяемая биозона может быть выражена только *целым количеством зональных подразделений* стандартной шкалы. Из полученных таким образом биозон конструируются отдельные (автономные) шкалы по каждой группе ископаемых. Критерий установления границ зон автономных шкал должен быть тем же самым, что и в стандартной шкале. Если условие минимальной размерности зональных подразделений стандартной шкалы при определении биозон строго выполнялось, то зональные подразделения построенных автономных шкал совпадут с теми или иными зональными подразделениями стан-

дартной шкалы. Таким образом, будет выполнена унификация всех автономных шкал. При корректном осуществлении всех названных операций станет также ясным, какие из границ стратозон, установленных по нормативной шкале, могут быть опознаны по автономным шкалам, а какие не могут (рис. 2). Но, как показывает наш опыт, большинство границ стратозон, установленных по нормативной шкале, может быть опознано по автономным шкалам, построенным по указанному методу.

В качестве примера, иллюстрирующего характер выполняемой процедуры и получаемые при этом результаты, можно привести построение автономной зональной шкалы по брахиоподам позднего девона Западного склона Урала (Черных, Кучева, 2016). В качестве нормативной зональной шкалы использована зональная конодонтовая шкала. Данные о распространении брахиопод взяты из работы (Тагариева, Мизенс, 2015). Построенная таким образом зональная шкала по брахиоподам (ZBI–ZBV) позволяет опознать почти все границы конодонтовых зон в разрезах (за исключением зоны Lower crepida) и дать комплексную характеристику определенных зон нормативной шкалы,

усиливающую ее корреляционный потенциал (см. рис. 2, очерчено прямоугольником).

Сопоставив построенные описанным методом шкалы, 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. 2 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 помощью нескольких автономных шкал, построенных по разным группам ископаемых.

Завершая обсуждаемую тему, вернемся к вопросу о границе между каменноугольной и пермской системами по конодонтовой, аммонитовой и фузулинидовой шкалам в разрезе Айдаралаш. Если взять в качестве нормативной конодонтовую зональную шкалу, то названная граница между этими системами, устанавливаемая по аммонитовой и

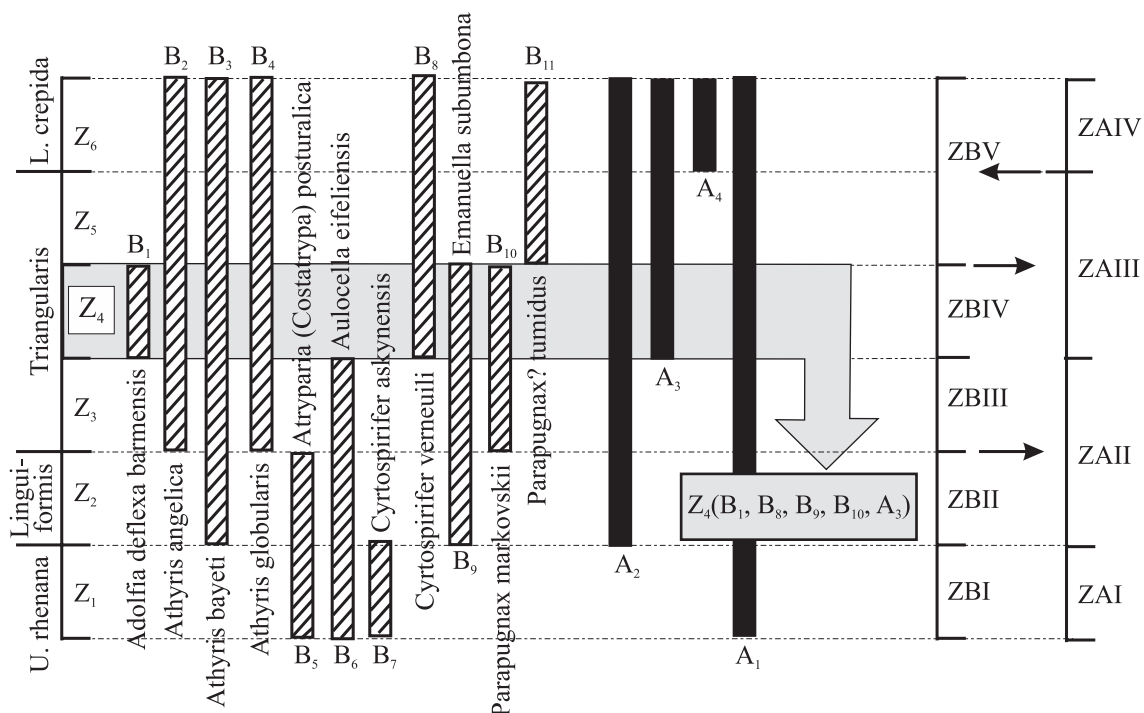


Рис. 2. Биозоны видов позднедевонских брахиопод (B₁–B₁₁) и видов условной группы организмов (A₁–A₄), установленные по стандартной (нормативной) конодонтовой шкале (зоны Z₁–Z₆).

Пояснения см. в тексте.

Fig. 2. Biozones of the species of Late Devonian brachiopods (B₁–B₁₁) and species of a conditional group of organisms (A₁–A₄), established according to the standard (normative) conodont scale (zones Z₁–Z₆).

Explanation in the text.

фузулинидовой шкалам, попадает в конодонтовую зону *isolatus* – пограничную зону между каменноугольной и пермской системами. Таким образом, эта операция позволяет прийти к выводу о *хронологической* одновозрастности границы между каменноугольной и пермской системами, установленной в разрезе Айдаралаш по конодонтам, фузулинидам и аммоноидеям.

Соотношение зональных биохронологических и хроностратиграфических подразделений

Близкая тема, вынесенная в заголовок настоящего подраздела, рассматривается в работе Г.П. Леонова (1974, с. 72), к которой мы будем неоднократно обращаться. Из всех “хроностратиграфических подразделений”, т. е. общих стратиграфических подразделений, будут рассмотрены ярусные подразделения. Но все сказанное далее о соотношении ярусных и зональных биохронологических подразделений справедливо и для всех хроностратиграфических (не только ярусных) подразделений.

В противовес мнению Дж. Калломона и Д. Доновэна о единстве хроностратиграфических и зональных биостратиграфических подразделений Г.П. Леонов в этой работе отстаивает точку зрения о самостоятельности подразделений международной шкалы ярусного и более высокого ранга (“хроностратиграфических подразделений”), не отличающихся в этом отношении от подразделений регионально-стратиграфического происхождения. Их не следует объединять с зональными подразделениями, биологическими по природе, и определять объем хроностратиграфических подразделений, в первую очередь ярусов, входящими в их состав стандартными зонами. “Анализ исторических данных не оставляет сомнений, что объемы и положение границ подавляющего большинства как ярусов, так и более крупных хроностратиграфических единиц определяется регионально-стратиграфическими данными – объемом и границами региональных прототипов соответствующих подразделений Международной шкалы. Именно поэтому различные ярусы, в том числе и ярусы юры, охватывают различное число стандартных зон, которое определяется первоначальным объемом каждого данного яруса, а не какими-либо биостратиграфическими соображениями” (Леонов, 1974, с. 75).

Таким образом, зональные подразделения биохронологической шкалы, биологические по природе, не имеют ничего общего с подразделениями общей стратиграфической шкалы, выделяемых на основе регионально-стратиграфических данных. Зональная БХШ выполняет корреляционные функции, и это ее единственное назначение.

К этому выводу можно было прийти, минуя длительные словопроения, просто учтя принципиальные, существенные различия шкалы и разреза

и приняв в связи с этим в качестве исходного положение о дифференциации шкалы и разреза. Поскольку то, что называется МСШ, представляет собой сводный разрез стратисферы (Найдин, 1994), а подразделения этой “шкалы” являются совокупностями горных пород (геологических тел), постольку они должны быть отделены от зональных палеонтологических шкал, выступающих модельным представлением (биохронологическим исчислением) геологического времени.

Кроме этого, учитывая минимальную размерность зональных единиц, границами подразделений ярусного и более крупного ранга, установленными с помощью зональной биохронологической шкалы, являются определенные зоны. Это максимальная точность, которую обеспечивает зональная БХШ при датировке любого объекта, расположенного в пределах соответствующей стратозоны в разрезе (см. рис. 1). Например, на конодонтовой зональной шкале границей между каменноугольной и пермской системами, выступающей в то же время границей между гжельским и ассельским ярусами, служит зона *Streptognathodus isolatus*. На шкале она не входит в состав ни каменноугольной системы, ни пермской системы, ни в гжельский, ни в ассельский ярус. Эта зона на шкале является разделяющей линейной границей. В разрезе субстратный аналог данной граничной зоны – стратозону – принято относить к вышележащему из смежных ярусных стратонов и совмещать нижнюю границу стратозоны с нижней границей ассельского яруса. Это чисто условная договорная акция, которая обеспечивает линейную границу при оконтуривании геологических тел при ведении геологических (картографических) работ. Установить, какой именно частью (нижней, средней или верхней) представлена стратозона в конкретных разрезах, невозможно, поскольку любая часть стратозоны, независимо от ее представительности в разрезе, датируется соответствующей полной зоной на шкале.

Рассмотрим вопрос о том, что такое ярусная шкала. Напомним, что Г.П. Леонов отстаивает следующую точку зрения: по природе почти все подразделения Международной шкалы ярусного и более высокого ранга являются единицами регионально-стратиграфического происхождения, объем и границы которых определялись на основе регионально-геологических данных.

Согласно Стратиграфическому кодексу России, общие стратиграфические подразделения, к которым относится ярус, – это “совокупности горных пород (геологические тела), занимающие определенное положение в полном геологическом разрезе земной коры и образовавшиеся в течение интервала геологического времени, зафиксированного в стратотипическом разрезе и (или) с помощью лимитотипов” (2019, с. 15). Иначе говоря, в традици-

онном восприятии ярусная шкала – сводная колонка стратотипических разрезов горных пород, расположенных в порядке их стратиграфической последовательности. Некоторые вариации в определении общей стратиграфической шкалы (к которой, несомненно, относится ярусная шкала) в отечественных кодексах и зарубежных справочных руководствах оставляют неизменным положение о том, что эта шкала является совокупностью горных пород. Чтобы данная колонка сводного разреза земной коры, состоящая из ярусных подразделений, могла выглядеть как шкала времени, предлагается ввести их геохронологические аналоги и назвать ярусы веками (гжельский век, ассельский век и т. д.). Указание, что геохронологическое подразделение представляет собой “интервал геологического времени, в течение которого образовались горные породы, входящие в состав данного стратиграфического подразделения, включая время внутренних перерывов” (Стратиграфический кодекс, 2019, с. 10), позволяет понять, что речь здесь идет о времени физическом. Иными словами, так называемые “геохронологические подразделения” на поверку оказываются хронометрическими. Об этом же с несомненностью свидетельствует и сама процедура установления лимитотипов нижних границ ярусов МСШ в соответствии с современной концепцией GSSP, предполагающая радиоизотопное определение “абсолютного возраста”. Чтобы стратиграфическая последовательность ярусов (веков) могла исполнять функции шкалы физического времени, следует ввести изотопные метки возраста нижней границы каждого яруса-века. В нашем случае это выглядит так, млн лет: гжельский век – 303.7, ассельский век – 298.9, сакмарский век – 295.5. Однако возможности такой шкалы для трансляции (корреляции) границ фанерозойских ярусов весьма ограничены по понятным причинам. И, самое главное, эта шкала интервалов (шкала длительностей) не может быть объединена, слита со шкалой порядка, каковой является биохронологическая зональная шкала (Черных, 2014). Таким образом, рис. 1 по содержанию эклектичен: в нем сведены вместе разные шкалы: хронометрическая (ярусная) шкала интервалов и биохронологическая шкала порядка (зональная). Единственное назначение этого рисунка – показать, что нижние границы подразделений общей стратиграфической шкалы (ярусов, отделов, систем) отвечают зонам биохронологической конодонтовой шкалы и могут быть прослежены в этом качестве на площади развития геологически (хронологически) одновозрастных отложений с помощью этой шкалы.

Однако отсюда никак не следует, что ярус устанавливается “по биостратиграфическим данным, отражающим эволюционные изменения и (или) этапность развития органического мира, и представляет собой совокупность хронозон, объединен-

ных по какому-либо определенному признаку”, как это представляют себе составители последнего отечественного Стратиграфического кодекса (2019, с. 17). Ранее было приведено мнение Г.П. Леонова, который на основе анализа истории выделения стратонев МСШ показал, что объем и границы этих подразделений устанавливались исходя из регионально-геологических данных. Конкретные разрезы определенных на этой основе ярусов были впоследствии приняты за эталонные (стратотипы). Только после того как в стратотипах уже установленные границы ярусов были промаркированы с помощью зональных биохронологических шкал, стало возможным распознать возрастные аналоги ярусов в других разрезах. Подчеркнем еще раз: к установлению ярусов зональные БХШ не имели никакого отношения.

Г.П. Леонов также приводит мнение М.С. Мессежникова (1966) о том, что есть вообще сомнения в возможности отнесения зоны к шкале общих стратиграфических подразделений. Как основной вывод – рассматривать “стандартную зональную колонку” в первую очередь как стандарт для корреляции. “Это последнее замечание следует понимать, очевидно, в том смысле, что, по мнению Мессежникова, есть все основания рассматривать зоны как особую, отличную от хроностратиграфических, категорию стратиграфических (биостратиграфических?) единиц” (Леонов, 1974, с. 78). Несмотря на то что М.С. Мессежников, говоря о зональной шкале, традиционно мыслит ее как “стандартную зональную колонку”, т. е. последовательность стратозон в разрезе, он явно склоняется к мнению о корреляционной функции этой “колонки” и к особому статусу зонального подразделения. Здесь уже недалеко от нашего видения статуса и функционального назначения БХШ: “Ее подразделения – зоны – представляют собой инструмент для выполнения хронологического отождествления удаленных геологических объектов, в том числе границ стратиграфических подразделений ОСШ, но не входят в их иерархию” (Черных, 2005, с. 15). Если бы М.С. Мессежников и Г.П. Леонов четко разделяли зональную шкалу и разрез, предположительность высказанного мнения М.С. Мессежникова уступила бы место полной уверенности в корреляционном назначении зональной биохронологической шкалы и особом статусе зоны как наименьшего подразделения этой шкалы.

Чтобы не возникало вновь вопросов по поводу палеонтологической характеристики яруса, которая якобы должна составляться “из широко распространенных видов (и родов), содержащихся как в стратотипе яруса, так и в других одновозрастных отложениях” (Стратиграфический кодекс..., 2019, с. 17), необходимо, наконец, уяснить простую вещь: строгая маркировка и корреляция стратиграфических границ ярусных подразделений вы-

полняется с помощью зональных биохронологических шкал. Эти шкалы не следует объединять с вещественными, материальными разрезами стратон (геологическими телами), которые с помощью этих шкал сопоставляются, трассируются, но подразделения этих шкал не входят в состав ярусных стратон. Выделение стратон в разрезе является предварительной, подготовительной операцией, предшествующей корреляции границ стратон с помощью данной зональной шкалы. Граница яруса, попавшая в определенную стратозону, маркируется одноименным зональным подразделением шкалы. После того как корреляция стратиграфических границ яруса выполнена, никто не вспоминает о выделенных стратозонах в разрезе.

Таким образом, зональные биохронологические подразделения не следует вводить в состав хроностратиграфических подразделений Общей (Международной) стратиграфической шкалы. Объем и границы стратиграфических подразделений устанавливаются исходя из регионально-геологических особенностей разрезов. Зональный масштаб при конструировании биохронологической шкалы мы получаем из анализа процесса эволюционного изменения той или иной группы организмов, запечатленного в палеонтологической летописи. Таким образом, зональные биохронологические подразделения являются по природе эволюционно-биологическими единицами. Зональная биохронологическая шкала служит инструментом корреляции границ стратиграфических подразделений ярусного и более высокого ранга, но зональные единицы не входят в иерархию стратон, так как устанавливаются на совершенно ином, качественно ином основании и никаких других, кроме опознавательных и корреляционных, функций не несут. Это особенно явственно проявляется при геологическом картировании, когда зональные шкалы широко используются для картирования отложений свит, ярусов, но сами стратозоны никогда не картируются.

Зона (хронозона) не является, как это указано в последнем отечественном Стратиграфическом кодексе, “единицей Общей стратиграфической шкалы, подчиненной ярусу” (2019, с. 18). Невозможно задать зону непосредственно в разрезе отложений какого-либо яруса до того, как будет построена зональная БХШ. Положение границы стратозоны в разрезе, определенное по зональной БХШ, не обязательно должно совпасть с границей яруса. Обычно они и не совпадают. Практика условного совмещения границ яруса с наиболее близко пространственно размещенной в разрезе границей стратозоны преследует именно практические цели – трассировать данный ярус путем корреляции его границ с помощью зональной БХШ. Непонимание существа этой условной процедуры приводит к неправомерному отождествлению границ стратон

с границами ярусных подразделений и включению зоны в иерархию подразделений Общей стратиграфической шкалы.

Границы яруса (и любых надъярусных единиц Общей шкалы), установленные по зональной шкале, являются соответствующими зонами БХШ. В разрезе ярусы были установлены в стратотипической местности на основе историко-геологических данных. Маркировка его границ в соответствии с требованиями концепции GSSP предполагает использование зональной шкалы, причем желательно построенной на эволюционной основе (Стратиграфический кодекс..., 1992, с. 76). Эта процедура необходима не столько для обоснования ярусных границ (они были обоснованы ранее и на иной основе), сколько для их демаркации, опознания и последующей корреляции.

Зональная биохронологическая шкала является шкалой биологического исчисления геологического времени. Эта шкала – по природе палеонтологическая, хронологическая, событийная – относится к шкалам порядка. В основу построения таких шкал закладывается фиксированный порядок расположения объектов в соответствии со степенью выраженности их определенного свойства.

Главная особенность органической эволюции определенной группы организмов состоит в том, что этот процесс необратим, и последовательность событий и сами события этого процесса (последовательности существования видов одной фратрии) не повторяются. Порядок следования событий (существование вида А, Б, В и т. д.) устанавливается, исходя из их стратиграфической последовательности. В данном случае в качестве свойства отдельных видов используется порядок размещения их в стратиграфической (хронологической) последовательности – свойство “раньше, чем”. Аналогично шкале порядка твердости Мооса, в которой эталоны твердости расставлены по порядку возрастания номеров эталонов: каждый следующий эталонный минерал в этой шкале на единицу “тверже, чем” предыдущий. Нумерация этой твердости условная, и ортоклаз (твердость 6) не в 2 раза тверже кальцита (твердость 3). Точно так же каждая следующая в шкале зона увеличивает свое свойство “раньше, чем” на одну зональную единицу, но хронометрическая длительность любых двух зон отнюдь не вдвое продолжительнее, чем любой одной зоны.

Кроме этого, часто удается уловить направленность изменения признака строения индивидов в процессе эволюционного развития группы. В этом случае зональные палеонтологические шкалы, в основу которых закладывается морфологический тренд, полностью отвечают понятию “шкала порядка”, которая построена на основе того, что последовательность зон расположена в соответствии со степенью сближения признака от его начального состояния к конечному.

По определению в порядковой шкале должно быть не менее трех подразделений. Только в этом случае можно уловить изменения используемого для градации шкалы признака в определенном направлении. Такая трехзонная биохронологическая шкала была ранее названа нами “элементарной БХШ” (Черных, 2005). Элементарную зональную БХШ следует использовать при маркировке и опознании границ хроностратиграфических подразделений.

Применяемые для построения хронологической шкалы события, составляющие процесс эволюционного развития некоторой группы организмов, должны быть качественно равноценными. Наиболее близко этому требованию отвечают монотаксонные зональные подразделения, выделяющиеся на основе изучения эволюционной последовательности видов, принадлежащих близкородственным группам.

Построить шкалу порядка из ярусов невозможно в силу того, что каждый из них выделялся по своему, по комплексу признаков (литологических, циклостратиграфических, палеонтологических и т. д.), причем два однотипно выделенных яруса, по-видимому, трудно найти. Выявить общую стратиграфическую последовательность таким образом установленных подразделений (т. е. построить сводный разрез) можно только с помощью уже построенной шкалы, обычно биохронологической. Строго маркировать сами границы ярусов можно только используя зональную биохронологическую шкалу. Даже после этого ярусная последовательность будет больше похожа на календарь событий, заключенных в рамки каждого ярусного подразделения, чем на истинную шкалу порядка, так как невозможно обеспечить в разных удаленных разрезах качественную равноценность, эквивалентность событий, заложенных в основу установления ярусных подразделений в стратотипах. Все, чего можно достичь после того, как будет установлена стратиграфическая последовательность подразделений общей шкалы, – это получить единый хронологический язык для описания истории геологических событий конкретных регионов.

ВЫВОДЫ

1. К настоящему времени вполне созрело и стало необходимым решение ввести в обиход стратиграфических построений понятие “зональная биохронологическая шкала”, дать ее строгое определение, включающее определение наименьшего (зонального) подразделения шкалы, указать функциональное назначение этой шкалы, подчеркнуть необходимость ясно различать зональную биохронологическую шкалу как модельное представление геологического времени и геологический разрез как материальный эквивалент этого времени. Как

было показано в настоящей работе, такая реформа позволяет привести к единой точке зрения решение многих дискуссионных вопросов стратиграфии.

2. Кроме зональной БХШ истинно хронологических шкал, построенных на единой содержательной основе, в стратиграфии нет. Осознание этого положения происходит очень медленно, без требуемой аргументации, на ощупь. Длительная практика установления границ хроностратиграфических подразделений на базе комплексной палеонтологической характеристики и бесконечные споры о том, где находится эта граница в конкретных разрезах, наконец, подвели к признанию необходимости проводить эти границы с помощью зональной биохронологической шкалы, построенной на эволюционной основе (концепция GSSP). Как бы ни критиковали эту концепцию, в ней есть здравая мысль об использовании для установления стратиграфических границ истинно хронологических шкал – зональных БХШ.

3. Необходимо признать, что применение зонального биохронологического метода определения стратиграфических границ имеет свои особенности, не получившие до сих пор ясной оценки специалистов. На шкале определенная этим методом граница отвечает наименьшему биохронологическому подразделению – зоне, и в связи с этим является линейной. В стратиграфическом эквиваленте (в геологическом разрезе) данная граница становится трехмерной, объемной и отвечает стратозоне в целом. Осознание линейного характера градации зональной биохронологической шкалы и объемного характера соответствующих стратиграфических границ геологических объектов, определенных с помощью этой шкалы, является исходным для корректной постановки и решения вопросов общей стратиграфии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ганелин В.Г. (1992) Три концепции теории стратиграфии и Стратиграфический кодекс СССР. *Сов. геология*, (5), 77-81.
- Гладенков Ю.Б. (1991) Современные проблемы зональной стратиграфии. *Изв. АН СССР. Сер. геол.*, (10), 3-8.
- Гладенков Ю.Б. (2001) Кайнозой Сахалина – современные стратиграфические схемы и корреляция геологических событий. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, 9(2), 77-91.
- Гладенков Ю.Б. (2004) Биосферная стратиграфия (Проблемы стратиграфии начала XXI века). *Тр. ГИН РАН*, вып. 551, 119 с.
- Гоманьков А.В. (2007) Геологическое время и его измерение. М.: Товарищество научных изданий КМК, 58 с.
- Жамойда А.И. (2004) Проблемы Международной (Общей) стратиграфической шкалы и ее совершенствование. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, 12(4), 3-13.
- Зубаков В.А. (1980) Стратиграфическая классификация

- и геоисторическая периодизация: поиски новых путей и решений. *Экосистемы в стратиграфии*. (Отв. ред. В.А. Красилов, Н.И. Блохина). Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 22-37.
- Карпинский А.П. (1945) Об аммонейх артинского яруса и о некоторых сходных с ними каменноугольных формах. *Собрание сочинений*. Т. I. М.; Л.: АН СССР, 479-496.
- Леонов Г.П. (1974) Основы стратиграфии. Т. 2. М.: МГУ, 486 с.
- Мейен С.В. (1981) От общей к теоретической стратиграфии. *Сов. геология*, (9), 58-69.
- Мейен С.В. (1989) Введение в теорию стратиграфии. М.: Наука, 216 с.
- Меннер В.В. (1980) Зоны в практике стратиграфических исследований (история установления, типы и природа). *Изв. АН СССР. Сер. геол.*, (3), 5-17.
- Месежников М.С. (1966) Зоны региональных стратиграфических шкал. *Сов. геология*, (7), 3-16.
- Найдин Д.П. (1994) Так что же такое стратиграфия? *Стратиграфия. Геол. корреляция*, 2(2), 3-11.
- Никитин С.Н., Чернышев Ф.Н. (1889) Международный геологический конгресс и его последние сессии в Берлине и Лондоне. *Горный журнал*, 1(1), 115-150.
- Раузер-Черноусова Д.М. (1967) О зонах единых и региональных шкал. *Изв. АН СССР. Сер. геол.*, (7), 104-118.
- Соколов Б.С. (1971) Биохронология и стратиграфические границы. Проблемы общей и региональной геологии: сб. ст. Новосибирск: Наука, 155-178.
- Стратиграфический кодекс России. (2006) 3-е изд. СПб.: ВСЕГЕИ, 96 с.
- Стратиграфический кодекс России. (2019) 3-е изд., испр. и доп. СПб.: ВСЕГЕИ, 93 с.
- Стратиграфический кодекс. (1992) 2-е изд., доп. СПб.: ВСЕГЕИ, 120 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.
- Тесаков Ю.И. (2015) О соотношении хроно- и биостратиграфических подразделений (на примере силура). *Геология и геофизика*, 56(4), 805-829.
- Халфин Л.Л. (1970) Принцип А.П. Карпинского и границы подразделений Международной стратиграфической шкалы (МСШ). *Тр. СНИИГИМС и МС. Региональная геология*, вып. 110, 4-10.
- Халфин Л.Л. (1980) Теоретические вопросы стратиграфии. Новосибирск: Наука, 200 с.
- Черных В.В. (2005) Зональный метод в биостратиграфии. Зональная шкала нижней перми по конодонтам. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 217 с.
- Черных В.В. (2014) Зональные хронологические шкалы и стратиграфические границы. *Литосфера*, (3), 3-10.
- Черных В.В. (2016) Основы зональной биохронологии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 268 с.
- Черных В.В., Кучева Н.А. (2016) Политаксонные и монотаксонные зональные шкалы в биостратиграфии. *Литосфера*, (5), 5-16.
- Шиндewolf О. (1975) Стратиграфия и стратотип. М.: Мир, 136 с.
- Cowie J.W., Ziegler W., Boucot A.J., Basset M.G., Remane J. (1986) Guidelines and statutes of the International Commission on Stratigraphy (ICS). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 83, 1-14.
- Remane J., Basset M.G., Cowie J.W., Gohrbandt K.H., Lane H.R., Michelsen O., Noiwen W. (1996) Revised guidelines for the establishment of Global chronostratigraphic standards by International Commission of Stratigraphy. *Episodes*, 19(3), 77-81. <https://doi.org/10.18814/epiugs/1996/v19i3/007>

REFERENCES

- Chernykh V.V. (2005) Zonal method in biostratigraphy. Zonal scale of the Lower Permian by conodonts. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 217 p. (In Russ.)
- Chernykh V.V. (2014) Zone chronological scales and the stratigraphic boundaries. *Lithosphere (Russia)*, (3), 3-10. (In Russ.)
- Chernykh V.V. (2016) The basics of zonal biochronology. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 268 p. (In Russ.)
- Chernykh V.V., Kucheva N.A. (2016) Polytaxonomic and monotaxonomic zonal biochronological scales in biostratigraphy. *Lithosphere (Russia)*, (5), 5-16. (In Russ.)
- Cowie J.W., Ziegler W., Boucot A.J., Basset M.G., Remane J. (1986) Guidelines and statutes of the International Commission on Stratigraphy (ICS). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 83, 1-14.
- Gladenkov Yu.B. (1991) Modern problems of zonal stratigraphy. *Izv. AN SSSR. Ser. Geol.*, (10), 3-8. (In Russ.)
- Gladenkov Yu.B. (2001) Cenozoic of Sakhalin – modern stratigraphic schemes and correlation of geological events. *Stratigr. Geol. Korrel.*, 9(2), 77-91. (In Russ.)
- Gladenkov Yu.B. (2004) Biosphere stratigraphy (Stratigraphic problems in the Early XXI century). Moscow, GEOS Publ., 120 p. (In Russ.)
- Goman'kov A.V. (2007) Geological time and its measurement. Moscow, KMK Publ., 58 p. (In Russ.)
- Karpinsky A.P. (1945) About Ammonians of the Artinskian Stage and about some Carboniferous forms similar to them. *Collected works*. V. I. Moscow; Leningrad, AN SSSR, 479-496. (In Russ.)
- Khalfin L.L. (1970) A.P. Karpinsky's and the boundaries of units of the International Stratigraphic Scale (ISS). *Tr. SNIIGIMS i MS. Regional geology*, vyp. 110, 4-10. (In Russ.)
- Khalfin L.L. (1980) Theoretical question of stratigraphy. Novosibirsk, Nauka Publ., 200 p. (In Russ.)
- Leonov G.P. (1974) Bases of the stratigraphy. V. 2. Moscow, MGU, 486 p. (In Russ.)
- Menner V.V. Zones in the practice of stratigraphic research (history of establishment, types and nature). *Izv. AN SSSR. Ser. Geol.*, (3), 5-17. (In Russ.)
- Mesezhnikov M.S. (1966) Zones of regional stratigraphic scales. *Sov. Geologiya*, (7), 3-16. (In Russ.)
- Meyen S.V. (1981) From the general to the theoretical stratigraphy. *Sov. Geologiya*, (9), 58-69. (In Russ.)
- Meyen S.V. (1989) Introduction into the theory of the stratigraphy. Moscow, Nauka Publ., 216 p. (In Russ.)
- Naidin D.P. (1994) So, What Is Stratigraphy? *Stratigr. Geol. Korrel.*, 2(2), 3-11. (In Russ.)
- Nikitin S.N., Chernyshev F.N. (1889) International Geological Congress and its recent sessions in Berlin and London. *Gornyi zhurnal*, 1(1), 115-150. (In Russ.)
- Rauser-Chernousova D.M. (1967) On the zones of the united and regional scales. *Izv. AN SSSR. Ser. Geol.*, (7), 104-

118. (In Russ.)
- Remane J., Basset M.G., Cowie J.W., Gohrbandt K.H., Lane H.R., Michelsen O., Noiwen W. (1996) Revised guidelines for the establishment of Global chronostratigraphic standards by International Commission of Stratigraphy. *Episodes*, **19**(3), 77-81. <https://doi.org/10.18814/epi-ugs/1996/v19i3/007>
- Shindewolf O. (1975) Stratigraphy and stratotype. Moscow, Mir Publ., 136 p. (In Russ.)
- Sokolov B.S. (1971) Biochronology and stratigraphic boundaries. *Problems of general and regional geology*. Novosibirsk, Nauka Publ., 155-178. (In Russ.)
- Stratigraphic Code of Russia. (2006) 3rd ed. St.Petersburg, VSEGEI, 96 p. (In Russ.)
- Stratigraphic Code of Russia. (2019) 3rd ed., revised and enlarged. St.Petersburg, VSEGEI, 93 p. (In Russ.)
- Stratigraphic Code. (1992) 2nd ed., enlarged. St.Petersburg, VSEGEI, 120 p. (In Russ.)
- 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 (Russia)*, (3), 33-56. (In Russ.)
- Tesakov Yu.I. Correlation of chronostratigraphic and biostratigraphic units (example of the Silurian System). *Geol. Geofiz.*, **56**(4), 805-829. (In Russ.)
- Zhamoida A.I. (2004) Problems Related to the International (Standard) Stratigraphic Scale and Its Perfection. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **12**(4), 3-13. (In Russ.)
- Zubakov V.A. (1980) Stratigraphic classification and geohistorical periodization: the search for new ways and solutions. *Ecosystems in stratigraphy*. (Ed. by V.A. Krasi-lov, N.I. Blokhina). Vladivostok, DVNTs AN SSSR, 22-37. (In Russ.)