

Стратиграфическая шкала и геологический разрез

В. В. Черных

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

Поступила в редакцию 21.02.2019 г., принята к печати 02.04.2019 г.

Объект исследования. Обсуждаются наиболее часто используемые базовые понятия в стратиграфии: конкретный разрез, сводный разрез, стратиграфическая шкала, биохронологическая шкала, классификация, Международная стратиграфическая шкала. **Материал и методы.** Анализируется общепринятое содержание этих понятий. Показаны логическая неоправданность и негативные последствия отождествления подразделений стратиграфической шкалы и подразделений разреза. Изучение разреза обеспечивает получение сведений о стратиграфической последовательности формирования пород и о распределении заключенных в них следов событий, необходимых для построения стратиграфических шкал. Тесная связь источника фактических данных и результатов их стратиграфической интерпретации является причиной традиционного отождествления подразделений стратиграфической шкалы и подразделений разреза. **Результаты.** Биохронологическая шкала наследует от разреза временную последовательность видов некоторой группы организмов, выбранную в качестве базиса шкалы. Однако особенности эволюционного развития организмов не зависят от состава вмещающих отложений и способа расчленения осадочной толщи. Это позволяет при изучении многих конкретных разрезов установить гомотаксис в распределении ископаемых, т.е. построить биохронологическую шкалу. Шкала в таком понимании является моделью биохронологического исчисления геологического времени. Как и всякая модель, шкала не может быть тождественна тому, что она моделирует. **Выводы.** Строгая дифференциация шкалы и разреза является исходной позицией для выполнения корректных стратиграфических заключений. Зона является наименьшим подразделением биостратиграфической шкалы. Зоны не делятся на части, они дискретны (между смежными зонами нет временных переходов), равноценны (эквивалентны) и отличаются только местом, которое они занимают на шкале. Построение зональной шкалы предшествует установлению материального эквивалента зоны – стратозоны – в разрезе. Любая часть стратозоны датируется полной зоной. Отождествление зональной шкалы с последовательностью стратозон в разрезе не позволяет понять минимальную размерность зонального подразделения. Международная стратиграфическая шкала (МСШ) определяется в отечественных стратиграфических кодексах и зарубежных справочниках как стратиграфическая последовательность горных пород (геологических тел) в их полных объемах без пропусков и перекрытий. В такой трактовке МСШ является не шкалой, а полным (сводным) геологическим разрезом земной коры. Инструментом корреляции служит биостратиграфическая шкала. МСШ дает только название того подразделения, с которым сопоставлен конкретный разрез, и этим названием обозначается геологический возраст отложений данного разреза.

Ключевые слова: конкретный разрез, сводный разрез, стратиграфическая шкала, хронологическая шкала, зональная биохронологическая шкала, общая (Международная) стратиграфическая шкала, классификация

Благодарность

Работа выполнена в рамках НИР государственного задания ИГГ УрО РАН (№ АААА-А18-118052590025-8).

Stratigraphic scale and geological section

Valerii V. Chernykh

A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of RAS, 15 Akad. Vonsovsky st., Ekaterinburg 620016, Russia, e-mail: chernykh@igg.uran.ru

Received 21.02.2019, accepted 02.04.2019

Research subject. The most frequently utilized fundamental notions in stratigraphy are discussed: concrete section, composite section, the stratigraphic scale, the biochronologic scale, the International Stratigraphic Scale. **Materials and methods.** The conventional content of these concepts is analyzed. The logical invalidity and negative consequences of the identification of subdivisions of the stratigraphic scale and subdivisions of a section are shown. The study of a section

Для цитирования: Черных В.В. (2020) Стратиграфическая шкала и геологический разрез. *Литосфера*, **20**(1), 5–17. DOI: 10.24930/1681-9004-2020-20-1-5-17

For citation: Chernykh V.V. (2020) Stratigraphic scale and geological section. *Litosfera*, **20**(1), 5–17. DOI: 10.24930/1681-9004-2020-20-1-5-17

provides a way of obtaining information about the stratigraphic sequence of rock formation and the distribution of evidence of the events included in them, which are necessary for constructing stratigraphic scales. The close connection of the source of the actual data and results of its stratigraphic interpretation is the reason for the traditional identification of the subdivisions of the stratigraphic scale and subdivisions of a particular section. *Results.* The biochronologic scale inherits from a section the time sequence of occurrences of species of a certain group of organisms selected as the basis of a scale. However, special features of the evolutionary development of organisms do not depend on the composition of the containing deposits and the method of the separation of sedimentary rock sequences. This development makes it possible during the study of many specific sections to establish homotaxis in the distribution of fossils, i.e., to build a biochronologic scale. Thus, the understanding of the scale is a model of the biochronologic calculation of geological time. Like any model, a scale cannot be identical to what it simulates. *Conclusion.* A precise differentiation of the scale and a section is the basis for drawing correct stratigraphic conclusions. A zone is the smallest subdivision of the biostratigraphic scale. Zones are not divided into parts, are discrete (between adjacent zones there are no time passages), equivalent and are characterized by only the place which it occupies on the scale. The construction of a zone scale precedes the establishment of the material equivalent of the zone – of a stratozone – in the section. Any part of a stratozone is dated by the complete zone. The identification of the zonal scale with a sequence of stratozones in the section does not make it possible to understand the minimum dimensionality of a zone subdivision. The International Stratigraphic Scale (ISS) is defined, based on domestic stratigraphic codes and on foreign reference books, as a stratigraphic sequence of rocks (geological bodies) in total volume without passages and overlaps. In this treatment the ISS is not the scale, but is a complete (composite) geological section of the earth's crust. The biostratigraphic scale serves as a tool of correlation. The ISS gives only the name of that subdivision, with which a concrete section is compared, and the geological age of the deposits of this section is designated by this name.

Keywords: concrete section, composite section, stratigraphic scale, chronological scale, zonal biochronological scale, general (International) stratigraphical scale, classification

Acknowledgements

This work was conducted within framework of state assignment of IGG UB RAS (No. AAAA-A18-118052590025-8).

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

В стратиграфии, как и в других областях геологических знаний, один и тот же термин у разных авторов нередко приобретает различный смысл. Понятно, что в этих условиях обсуждение некоторых вопросов подернуто дымкой недосказанности и становится в значительной степени спором о терминах. В настоящей работе я попытался внести ясность в содержание терминов и понятий, наиболее часто используемых при обсуждении общих вопросов стратиграфии. Говоря о “ясности”, я имею в виду не столько истинность, сколько определенность. Здесь “внести ясность” означает дать определение и в дальнейшем строго придерживаться того содержания понятия, которое следует из принятого определения. При выполнении этого условия становится возможным вскрыть противоречия в цепочке умозаключений, ставших уже стереотипными и потому не привлекавших к себе до сих пор должного внимания специалистов.

В свое время большой объем такой работы выполнил Сергей Викторович Мейен (1981, 1989), проанализировавший основные понятия и принципы, лежащие в основе стратиграфического исследования, и указавший на ряд традиционных ошибок, связанных с нарушением законов логики, произвольным изменением объема понятий или неявной подменой исходных постулатов и принципов. В настоящей работе я хотел бы еще раз вернуть-

ся к рассмотрению содержания таких основополагающих в стратиграфии понятий, как “геологический разрез”, “стратиграфическая шкала”, “хронологическая шкала”, “классификация”, и показать, как мне представляется, одну из важных причин, определяющую ошибочное толкование этих понятий в практике стратиграфических исследований.

РАЗРЕЗ И СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ

Основным источником получения исходных фактических данных в стратиграфических исследованиях является конкретный геологический разрез. С.В. Мейен дает следующее определение этого понятия: конкретный разрез – это “совокупность конкретных тел данного участка Земли, расположенных по относительно времени их образования, т.е. по временным отношениям “раньше”/“позже”/“между” (1989, с. 26). Изучая конкретный разрез, мы получаем необходимые сведения о стратиграфической последовательности формирования пород, составляющих данный разрез, и о распределении заключенных в них следов самых разных сопутствующих событий, используемых в том числе и для построения стратиграфических шкал. Тесная связь фактических данных, получаемых при изучении разреза, и результатов их стратиграфической интерпретации является основной причиной традиционного отождествления подразделений стратиграфической шкалы и подразделений разреза в работах страти-

графов. Так, одно и то же название “зона” применяется как для обозначения подразделений зональной биостратиграфической шкалы, так и для подразделений разрезов. Ни у кого не вызывает протеста выражение “ярусная шкала нижнего мела” или “ярусная шкала верхнего палеозоя”, или в любом другом подобном контексте, хотя “ярус” как одно из общих стратиграфических подразделений представляет собой “совокупность горных пород (геологических тел)”, как это следует из официального определения в российском стратиграфическом кодексе (Стратиграфический кодекс России, 2006, с. 19). Такое же понимание “хроностратиграфических подразделений”, в которые входит ярус, как “совокупности пород” можно обнаружить и в зарубежных справочниках по стратиграфии, подготовленных Международной подкомиссией по стратиграфии (Международный стратиграфический справочник, 1978, с. 88; 2002, с. 28). В итоге получается зональная шкала или ярусная шкала, состоящая из горных пород, но это не вызывает даже тени сомнений в правильности используемых терминов и определений. Не сделано никаких попыток размежеваться с таким толкованием “хроностратиграфической шкалы” и в более поздних зарубежных изданиях, посвященных шкале геологического времени (Gradstein et al., 2004, 2012).

Вместе с названием “стратиграфическая шкала” в специальной литературе упоминаются и хронологические шкалы. Вопрос о соотношении этих понятий подробно рассмотрен в работе (Черных, 2016), и здесь я ограничусь ссылкой на мнение С.В. Мейена, который считал, что “... в самой глубокой теоретической основе все стратиграфические шкалы одинаковы в своей хронологичности. Каждая шкала – это временная, хронологическая последовательность тел (= следов обстановок) или стратонев и границ между ними (следов событий), установленных по тем или иным признакам” (1989, с. 27). Отсюда следует, что термин “стратиграфическая шкала” не говорит ни о чем другом, кроме того, что “данная хронологическая шкала используется в целых стратиграфии” (Черных, 2005, с. 7). Отметим, что здесь не рассматриваются хронометрические шкалы, которые имеют в стратиграфии фанерозоя ограниченное применение. С этой оговоркой все сказанное остается в силе по отношению к любым стратиграфическим шкалам, используемым в стратиграфии.

Основу для построения стратиграфической шкалы составляет повторяющаяся во всех конкретных разрезах последовательность событий, “специально подобранных для дальнейших временных сопоставлений (т.е. для последующей корреляции)” (Мейен, 1989, с. 30). В качестве базиса хронологических шкал могут использоваться различные признаки – литологические, палеонтологические, геохимические и всякие другие стра-

тифицирующие признаки, но это не изменяет хронологической, событийной природы построенных на этих признаках шкал. К хронологическим шкалам, определяющим только порядок следования событий, физическое, обыденное время-длительность никакого отношения не имеет.

В наиболее общем виде стратиграфическую шкалу можно определить как инструмент модельного представления геологического времени, запечатленного в слоистой осадочной толще пород в виде следов определенных событий. Как и всякая модель, стратиграфическая шкала не может быть тождественна тому, что она моделирует. Шкала всегда достаточно абстрагирована от конкретных разрезов, из которых были взяты исходные данные для ее построения. И тем не менее отождествление шкалы и разреза, как будет показано дальше, является одной из самых долгоживущих стратиграфических парадигм.

“ШКАЛА ХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ”

Обращение специалистов к понятию “классификация” при расчленении и корреляции разрезов имеет весьма давнюю традицию, которая сохраняется до сих пор. Так, еще А.П. Павлов (1884) в своей магистерской диссертации, посвященной стратиграфии нижневолжских юрских отложений восточной части Симбирской губернии, вторую часть этой работы озаглавил “Классификация отложений”, имея в виду расчленение разрезов на стратиграфические подразделения по палеонтологическим признакам, а сам зональный метод, который он использовал для корреляции, называл “методом зональной классификации”. Спустя почти сто лет после выхода работы А.П. Павлова выражение “шкала хронологической классификации” можно найти в капитальной сводке по стратиграфии, автором которой является Г.П. Леонов (1973, с. 15). Ничего не имеют против такой точки зрения на расчленение разрезов как операции хронологической классификации авторы другой более поздней публикации (Степанов, Месежников, 1979, с. 10-11).

С.В. Мейен обоснованно возражал против использования понятия “классификация” при выделении стратиграфических подразделений в разрезе и обращал внимание на то, что слои в разрезе не следует рассматривать как самостоятельные объекты, поскольку они представляют собой “отражение стадий изменчивости (этапов темпификации) одного объекта (геосистемы)” (1981, с. 66). По этой причине нельзя считать группировку слоев в разрезах классификацией. В действительности это операция расчленения разрезов на отдельные элементы (слои, пачки, ярусы), которая предвещает последующую корреляцию разрезов и реконструкцию былых геосистем.

Соглашаясь с точкой зрения С.В. Мейена в отношении целостной природы осадочной оболочки Земли и невозможностью в этой связи подменять операцию расчленения разрезов операцией классификации, я хотел бы показать, что возникновение представлений о “шкалах хронологической классификации” связано в первую очередь с отсутствием строгой дифференциации таких понятий, как разрез и стратиграфическая шкала, подразделения разреза и подразделения стратиграфической шкалы.

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ

Разделение шкал на стратиграфические и геохронологические было узаконено решениями II сессии Международного геологического конгресса в Болонье (1881 г.) и сохраняется до настоящего времени.

В последнем “Стратиграфическом кодексе России” (2006) даны определения понятий “стратиграфическое подразделение (стратон)” и “геохронологическое подразделение”, из которых можно составить полное представление о содержании, которое вкладывают авторы в понятия “стратиграфическая шкала” и “геохронологическая шкала”. Так, под стратиграфическим подразделением (стратон) понимается “совокупность горных пород, составляющих определенное единство и обособленных по признакам, позволяющим установить их пространственно-временные соотношения, т.е. последовательность формирования и положения в стратиграфическом разрезе. Каждому стратиграфическому подразделению соответствует эквивалентное ему геохронологическое подразделение” (Стратиграфический кодекс России, 2006, с. 14). О геохронологическом подразделении сказано следующее: “Геохронологическое подразделение – интервал геологического времени, в течение которого образовались горные породы, входящие в состав данного стратиграфического подразделения, включая время внутренних перерывов” (Там же). Поскольку в “интервал геологического времени” предлагается включать и время внутренних перерывов, не вызывает никаких сомнений, что под геологическим временем здесь понимается обыденное физическое время.

К сожалению, возможности использования физического времени в стратиграфии весьма ограничены, и, по крайней мере в стратиграфии осадочных образований фанерозоя, можно рассчитывать главным образом на хронологические шкалы, которые являются шкалами порядка (или, как их издавна именуют, шкалами относительного возраста) и не позволяют дать оценку продолжительности времени геологических событий. Единственно, что дает использование в стратиграфии “гео-

хронологических подразделений”, как они понимаются авторами кодекса – это возможность умозрительного рассмотрения прошедших геологических событий в рамках привычного физического времени. Однако принципиальной необходимости в обращении к геохронологическим подразделениям в стратиграфическом контексте в действительности нет. Можно полностью согласиться с мнением О. Шиндевольфа о том, что 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).

ШКАЛА И ХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

Противопоставление совокупностей геологических тел в разрезе (стратон) и физического времени, за которые они образовались, оказалось не просто бесполезным в стратиграфии. Оно внесло ложное представление о том, что последовательность стратиграфических подразделений разреза может непосредственно служить инструментом определения геологического времени, т.е. шкалой. В самом деле, в каждом стратоне запечатлено физическое время, в течение которого он образовался. В таком случае непрерывная последовательность стратон (без пропусков и перекрытий) имеет все основания считаться стратиграфической шкалой, временным аналогом которой служит “шкала геохронологического времени”. Так возникло одно из самых стойких представлений в стратиграфии о материальной стратиграфической шкале-разрезе, состоящей из совокупностей горных пород (стратон), образовавшихся за определенное количество физического (геохронологического) времени.

Напомню, что под стратонами понимаются совокупности горных пород, каждый из стратон включает “перечень входящих в него более низких по рангу подразделений” (Стратиграфический кодекс России, 2006, с. 14). Следовательно, если взять такое крупное по рангу подразделение, как палеозойская эратема, то в нее войдут кембрийская, ордовикская, силурийская, девонская, каменноугольная и пермская системы. В каждую из систем, в свою очередь, войдут соответствующие отделы, в отделы – ярусы. Эта конструкция уже отчетливо что-то напоминает. Конечно же это классификация, иерархическая классификация стратон. Классификация – это распределение объектов по классам, группам, разрядам с условием, что в одну группу, класс, разряд попадают объекты, обладающие общим признаком. Тогда возникает вопрос, каков общий признак для выделения одноранговых подразделений, скажем, ранга “ярус”? Четкого ответа на этот вопрос нет. Критерии установления ярусов в

мезозое могут сильно отличаться от критериев выделения стратиграфических единиц того же ранга в палеозое и кайнозое. И следует признать, что это уже необычная какая-то классификация, в которой одинаковые по рангу подразделения имеют разные критерии выделения. Здесь, кстати сказать, хорошо чувствуется, как природный целостный объект (осадочная оболочка) сопротивляется неоправданному использованию операции классификации там, где необходимо прибегнуть к логической процедуре расчленения (Мейен, 1981).

Но есть одно общее, что лежит в основе выделения всех таких подразделений, – это стратиграфический порядок их размещения: девон всегда стратиграфически ниже чем (и хронологически “раньше чем”) карбон, а карбон ниже чем (и, следовательно, хронологически “раньше чем”) пермь. И так в отношении любых стратонов: они занимают в этой классификации строго определенное положение и следуют друг за другом в определенном порядке. Следовательно, истинным основанием такой классификации служит бинарное отношение “раньше чем” между стратонами, т.е. именно то отношение, которое положено в размещение хронологических подразделений на стратиграфической шкале. Не удивительно, что выстроенная в таком порядке последовательность стратонов названа Г.П. Леоновым “шкалой хронологической классификации” (1973, с. 15).

И здесь возникает главный вопрос: с помощью какого инструмента удалось расставить стратоны в хронологическом порядке. Ясно, что опора на “естественную периодизацию процесса осадконакопления” (Леонов, 1973, с. 15), которая лежит в основе выделения стратонов, здесь не поможет. Понятно также, что для этого недостаточно сведений и о взаимном положении отдельных стратонов в конкретных разрезах. Необходимо иметь сводный разрез, в котором в хронологическом порядке были бы размещены все стратоны, из которых состоит стратиграфическая шкала. Такой сводный разрез может быть получен только в результате сопоставления конкретных разрезов, т.е. после предварительной их корреляции. Чтобы выполнить стратиграфическую корреляцию конкретных разрезов, необходима стратиграфическая шкала. Еще раз: из конкретных разрезов можно сделать хронологическую конструкцию – сводный разрез – и тем самым выстроить “шкалу хронологической классификации” только при наличии уже построенной хронологической шкалы.

С учетом высказанных соображений можно утверждать, что понятие “шкала хронологической классификации” в виде материальной конструкции из совокупности породных стратиграфических подразделений, расположенных в порядке их стратиграфической последовательности и таксономической подчиненности, является полностью бес-

содержательным. Во-первых, потому что подразделение пород в разрезе на стратоны не следует считать классификацией (эта операция носит название “расчленение”). И, во-вторых, потому что стратиграфический порядок последовательности стратонов не возникает сам собой, а выявляется с помощью стратиграфической шкалы, которую нужно иметь до того, как приниматься за построение стратиграфической колонки сводного разреза. Такой инициальной шкалой чаще всего служит биохронологическая шкала, которая имеет свои особенности и, в принципе, не зависит от характера расчленения на стратоны каждого конкретного разреза.

Теперь можно подвести некоторые промежуточные итоги. Тесная зависимость построения любых хронологических шкал от фактического материала, получаемого при изучении конкретных разрезов, создает ложное представление о единстве шкалы и разреза как об их тождестве. Это представление разделяют самые разные по своим взглядам на геологическое время и методах его измерения исследователи. В.Г. Ганелин определенно выразил свое отношение к стратиграфической шкале, полагая ее “вещественным (субстратным) базисом реконструкции геологического времени” (1992, с. 78). Д.П. Найдин называет общую (международную) стратиграфическую шкалу “сводным разрезом стратисферы” (1994, с. 13). Я думаю, что от такого взгляда на стратиграфическую шкалу не отказался бы и В.Л. Егоян, считавший, что литолого-стратиграфическая шкала лежит в основе всех построений в стратиграфии, предваряет их и не нуждается в понятии “время”. Он использует выражение “слои шкалы по фораминиферам” (1987, с. 24), не скрывая своего – субстратного – понимания подразделений стратиграфической шкалы.

Даже С.В. Мейен элементарной шкалой называет “конкретный разрез, в характеристике которого оставлены признаки, пригодные для дальнейшей корреляции этого разреза с другими” (1989, с. 27). И, хотя разрез, состоящий только из корреляционных признаков, трудно отождествить с реальным конкретным разрезом, состоящим из совокупностей горных пород, в памяти остается предикат: “элементарная шкала – это конкретный разрез”.

Следует признать, что любая стратиграфическая шкала в геологическом разрезе присутствует потенциально, в латентном состоянии. Но реально эта шкала может возникнуть только после того, как необходимые для ее построения “следы событий” будут извлечены и отделены от разреза. Каждый специалист, кому доводилось заниматься построением хронологических шкал, знает сколь существенно отличается, например, биохронологическая шкала, построенная по “следам событий” эволюционного развития некоторой группы организмов, от того первичного материала, который мы получаем из многих конкретных разрезов.

Во всяком случае, как бы ни был расчленен разрез, исходя из естественной периодизации процесса осадконакопления или любым другим способом, построенная биохронологическая шкала наследует от разреза не материальность, не “естественную периодичность”, а только хронологический порядок следования ископаемых остатков. И не более того. Зональный масштаб при построении биохронологической шкалы мы получаем из запечатленного в палеонтологической летописи процесса эволюции той или другой группы организмов, опять-таки безотносительно к особенностям литологического расчленения той толщи горных пород, из которых извлекаются ископаемые остатки этих организмов.

Стратиграфическая событийная шкала является шкалой порядка, с помощью которой устанавливаются бинарные отношения “раньше чем” между геологическими телами (Гоманьков, 2007). В метрологии порядковые шкалы называют также ординальными или ранговыми. В основу таких шкал, используемых в стратиграфии, закладывается порядок следования событий, которые принимаются в качестве оценочной единицы (подразделения шкалы), и остается в стороне количественная оценка продолжительности этих событий (длительность).

Таким образом, разрез, содержащий данные, необходимые для построения хронологических шкал, шкалой не является. Их смешение имеет негативные последствия при решении важных вопросов стратиграфии. Чтобы это утверждение не было голословным, я рассмотрю несколько конкретных случаев, когда отождествление разреза и шкалы приводит к неоправданным заключениям.

Это удобнее вначале сделать на примере зональной биохронологической шкалы, так как именно в этой шкале наиболее отчетливо обозначен исторический событийный базис, используемый для ее построения.

ЗОНАЛЬНЫЕ БИОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ

Стратиграфические шкалы, построенные по результатам изучения эволюционного развития различных групп ископаемых организмов, я называю биохронологическими шкалами. Зональные биохронологические шкалы состоят из наименьших хронологических подразделений – зональных единиц. Зона как наименьшее подразделение хронологической шкалы принимается в качестве момента хронологического времени. Именно так – момент – была названа зональная хронологическая единица на II сессии Международного геологического конгресса в Болонье в 1881 г. На шкале такая, далее неделимая, единица должна обозначаться линейной меткой, риской.

Зональные подразделения на шкале не делятся на части, они дискретны (между смежными зонами нет временных переходов), равноценны (эквивалентны) и различаются только тем местом, которое они занимают на шкале.

В зональных биохронологических шкалах отчетливо присутствует временной событийный базис – ряд сменяющих друг друга в стратиграфической (хронологической) последовательности событий: “существование вида А”, “существование вида Б”, “существование вида В” и т.д. Зональным временем в данном случае является не “время существования вида” (о котором ничего неизвестно), а само событие “существование вида”, которое фиксируется однозначно по находке ископаемых каждого вида. Именно хронологическая последовательность зон (событий) представляет собой шкалу времени-порядка.

Чтобы зона на шкале действительно приближалась к минимально возможному пределу, необходимо обратиться к эволюционным линиям как наиболее подходящему базису для зонального хронологического строительства. Во-первых, потому что эволюционная линия, связывающая хронологическую последовательность генетически родственных форм, вскрывает наиболее полную картину изменения стратифицирующего признака, и это позволяет выбрать оптимальный масштаб для установления элементарной таксономической единицы. Во-вторых, филогенетическая последовательность форм часто обнаруживает направленное развитие определенных гомологичных признаков. Это позволяет перейти от таксономических шкал к мерономическим и получить самые детальные шкалы на пределе делимости стратифицирующих признаков (Черных, 2016). Наконец, использование именно эволюционной последовательности ископаемых исключает (или делает маловероятным) повторение идентичных форм на разных стратиграфических уровнях (необратимость эволюционного процесса) и обеспечивает непрерывность шкалы.

Я вполне отдаю себе отчет в реальной недостижимости этого идеального эволюционного базиса, однако сама декларация его необходимости ориентирует работу специалиста в нужном направлении, постепенно, по мере накопления фактических данных, приближая построение биохронологической шкалы к обозначенному идеалу.

Отмечу еще раз главную особенность зональной шкалы, признаваемую как будто бы всеми, но нередко нарушаемую специалистами, приводящими по этому поводу самые разные, иногда весьма убедительные доводы (Сенников, 2016). Речь идет о признании зоны в качестве наименьшего подразделения биохронологической шкалы. Далеко не всегда осознается сама неизбежность существования наименьшего подразделения, когда речь идет

о хронологических шкалах, событийных по своей природе. Если в качестве базиса шкалы выбирается последовательность событий эволюционного развития некоторой группы ископаемых организмов, то с учетом того материала, с которым приходится работать специалисту, в качестве наименьшего, элементарного события рациональнее использовать событие “существование вида”. Хронологическое событийное время может подразделяться с детальностью, сохраняющей целостность базисных событий, на которых строится хронологическая шкала. Если, как это обычно принято, начать выделять отдельные стадии существования вида (возникновение, расцвет, вымирание), то будет потеряно само событие. Оно распадется на стадии, которые в условиях неполноты геологической летописи установить реально невозможно. Первое появление ископаемых в разрезе далеко не всегда совпадает с событием “возникновение вида”. Расцвет (акме) может быть связан с благоприятными условиями только в данной местности, а не с общим таксономическим оптимумом. Кроме этого, достаточно условны и сами границы события “акме”. Исчезновение ископаемых остатков данного вида в конкретном разрезе чаще всего не является бесспорным свидетельством его вымирания. Надежно фиксируется только одно событие – “существование вида”, которое устанавливается однозначно по находке ископаемой формы. Именно на последовательности этих событий корректно строительство зональной биохронологической шкалы.

Традиционная практика детализации зональных шкал приводит к появлению инфразональных подразделений (подзон, зонул, биогоризнтов и т.п.). С моей точки зрения, не имеет никакого смысла обозначать каждый шаг в детализации шкалы отдельным термином. Следует сохранить название “зона” за наименьшим на данный момент подразделением построенной и продолжающей строиться, уточняться, детализироваться зональной шкалы. При детализации зональных подразделений все вновь вводимые наименьшие инфразональные подразделения должны получить статус зональных. Например, если существующая зона А разделена на две подзоны, то нижняя подзона сохранит название “зона А”, а следующая за ней подзона будет называться “зона Б”. При детализации шкалы все ранее установленные зоны изменяют свой объем в разрезе, но сохраняют свой зональный статус, прежние названия и дополняются новыми зонами на шкале.

Применение зонального метода в стратиграфии является синонимом использования зональных биохронологических шкал для расчленения и корреляции конкретных разрезов. Несмотря на тривиальность этого утверждения, его содержание далеко не всегда осознается специалистами, которые пользуются этим методом. Часто, когда использу-

емые зональные шкалы не отвечают строгим требованиям корректного построения, к ним предъявляемым (Черных, 2005), их называют зональными схемами, последовательностью видов, слоями с фауной (флорой), руководящими видами (шкала, редуцированная до одного подразделения), последовательностью биогоризнтов (нарушение условия непрерывности шкалы) и др. Однако во всех таких случаях в качестве инструмента расчленения и корреляции разрезов применяются пусть и несовершенные, но биохронологические шкалы, и сам используемый при этом метод исследования имеет в стратиграфии давнюю традицию называться зональным методом.

РАЗРЕЗ И ЗОНАЛЬНАЯ БИОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

Пример с зональной шкалой, в которой наиболее явно используется событийная основа, выбран только по причине большей его иллюстративности. Именно на примере зональных шкал наиболее ясно можно показать необходимость дифференциации шкалы и разреза. Но все сказанное ниже по этому поводу относится в той же мере к любым хронологическим шкалам, используемым в стратиграфии.

Вслед за П. Сильвестр-Бредли (Sylvester-Bradley, 1967) я называю зону в разрезе, чтобы подчеркнуть ее материальность, *стратозоной*, а собственно название “зона” оставляю для обозначения наименьшего подразделения биохронологической шкалы. Кроме этого, я предлагаю не рассматривать зону в разрезе (стратозону) как “материальное объективно существующее стратиграфическое подразделение, выраженное отложениями определенной мощности и охарактеризованное зональным комплексом ископаемых организмов” (Раузер-Черноусова, 1967, с. 104). Такого объекта в природе нет. Зона в разрезе появляется только после построения биохронологической шкалы на основе эволюционной последовательности ископаемых организмов и выделения зонального подразделения на шкале. Несмотря на то что основой для построения шкалы является разрез, собственно зональный масштаб шкалы извлекается из особенностей эволюционной последовательности ископаемых той или иной группы организмов, в значительной мере безотносительно к строению и расчленению самого разреза. Как уже было сказано ранее, шкала наследует от разреза только хронологическую последовательность событий, которая кладется в основу ее построения. Зональные шкалы могут быть построены по разным группам ископаемых. Я называю такие шкалы автономными. В зависимости от того, сколько автономных зональных шкал будет построено и использовано для расчленения разреза, столько же различных зональных последователь-

ностей будет установлено в разрезе. Единственный способ, позволяющий сделать зону в разрезе (стратозону) “объективно существующим стратиграфическим подразделением” – это выбрать для данного стратиграфического интервала единственную эталонную (я называю ее нормативной) автономную шкалу (Черных, 2016, подраздел 3.5). Но и в этом случае зона в разрезе не может возникнуть до того, как будет построена зональная нормативная шкала.

Таким образом, построение зональной биохронологической шкалы предшествует установлению зоны (стратозоны) в разрезе. И уже только одно это обстоятельство делает необходимым дифференцировать собственно зону как подразделение шкалы и зону (стратозону) как подразделение разреза.

Выше были коротко рассмотрены основные особенности зоны как наименьшего подразделения биохронологической шкалы. В зональных шкалах наиболее явственно присутствует событийная составляющая – базисная последовательность событий, на которых строится шкала. Наиболее подходит в этом качестве эволюционная (филогенетическая) последовательность: существование вида А, существование вида Б, существование вида В и т.д. Существование каждого вида завершает предшествующую и устанавливает следующую за ней зону.

В конкретном разрезе зонам отвечают ее материальные эквиваленты – стратозоны. Если сравнивать стратозоны между собой, то они различаются по составу, по мощности и по многим другим характеристикам. Более того, различия ясно выражены в строении и составе разных частей одной стратозоны. Однако по зональной шкале любая часть конкретной стратозоны датируется полной зоной, так как у зонального подразделения шкалы в силу ее минимальности нет частей. Таким образом, все части стратозоны в разрезе хронологически одновозрастны. В то же время, исходя из принципа суперпозиции, ясно, что слои, залегающие в основании стратозоны, древнее составляющих ее кровлю. Те исследователи, которые отождествляют разрез и шкалу, никогда не смогут понять, почему зона – наименьшее подразделение, если в разрезе ее можно продолжать разделять даже на миллиметровые слойки. Так возник целый арсенал подзональных подразделений (подзоны, зонулы, подзонулы, биогоризонты и др.). Используя подразделенный на стратозоны разрез как шкалу, можно датировать слои подошвы как “нижнюю часть зоны”, кровли – как “верхнюю часть зоны”, а между ними, конечно, находится “средняя часть зоны”, хотя любой объект, попавший в пределы стратозоны, датируется соответствующей полной зоной на шкале. И все объекты (в том числе и любая конкретная граница между слоями пород), находящиеся в границах стратозоны, геологически (хроно-

логически) одновозрастны. Без строгой и последовательной дифференциации шкалы и разреза этот вывод получить невозможно.

Как уже выше отмечалось, термин “зона” употребляется специалистами и в том случае, когда речь идет о подразделении разреза, и когда говорят о подразделениях зональной шкалы. Под зональной шкалой обычно понимается последовательность “объективно существующих” зональных подразделений разреза. По этой причине никого не удивляет, когда говорят, что объект находится “в нижней части зоны А”, никто не чувствует необходимости и не требует уточнить, о каком подразделении идет речь. Например, в работе Д.Л. Степанова и М.С. Месежникова (1979) приведена схема распространения некоторых характерных нижнекеммериджских аммонитов на Таймыре и на Полярном Урале, которая воспроизведена ниже (рис. 1). Этот схематичный рисунок, по мысли авторов, должен продемонстрировать, что “даже представители ортогрупп имеют в разных районах существенно различные стратиграфические диапазоны” (с. 216).

На рисунке приведены интервалы распространения характерных видов аммонитов, некоторые из них занимают части зональных подразделений. Это может быть только в том случае, когда зональные подразделения мыслятся как подразделения разрезов. На зональной шкале существование любого объекта, попавшего в определенную зону, датируется полной зоной. И два объекта, находящиеся в пределах одной стратозоны (даже если один из них находится в ее нижней части, а второй – в верхней части), считаются одновозрастными, и их возраст датируется полной зоной. На обсуждаемой схеме справа приведены в действительности не зоны (*Pictonia involuta*, *Rasenia borealis*), как это указано авторами, а стратозоны. По этой причине схема не может служить доказательством “существенно различных стратиграфических диапазонов”, которые якобы имеют представители аммонитов в разных районах. Возможен, например, такой вариант, что стратозона, отвечающая зоне *Rasenia borealis*, в изученных разрезах на Таймыре представлена только нижней своей частью, а на Приполярном Урале – только верхней частью. Тогда указанные сведения о распространении, например, вида *Rasenia borealis* в этих регионах на рисунке искажают действительное распространение его представителей. Зональная шкала не позволяет установить истинную представительность стратозон в разрезе, и по этой причине все объекты, размещенные в пределах одной и той же стратозоны, должны считаться одновозрастными. Задача, поставленная авторами указанной работы по определению стратиграфического распространения “представителей ортогрупп” в разных регионах, корректно может быть решена с помощью зональ-

Подъярусы, зоны		Amoebites				Rasenia						Zonovia subelshamensis	1 2
		kitchini	spathi	pinguiforme	simplex	pseudouralensis	orbigny	ornata	coronata	borealis	aurita		
Верхний киммеридж													
Нижний киммеридж	Rasenia borealis												
	Pictonia involuta												

Рис. 1. Распространение некоторых характерных нижнекиммериджских аммонитов, по (Степанов, Месежников, 1979, рис. 5.58).

1 – Таймыр, 2 – Приполярный Урал. Остальные пояснения см. в тексте.

Fig. 1. Distribution of some characteristic Lower Kimmeridge ammonites, after (Stepanov, Meseszhnikov, 1979, Fig. 5.58).

1 – Taimyr, 2 – Circumpolar Urals. Look remaining explanations in the text.

ной шкалы, а не с помощью зональных подразделений разрезов.

Таковы наиболее общие замечания, касающиеся необходимости дифференцировать разрез и соответствующую биохронологическую шкалу.

Смешение разреза и шкалы имеет и другие нежелательные последствия, которые я покажу на примере Общей (Международной) стратиграфической шкалы. Для этого придется обратиться к понятиям “шкала” и “сводный разрез”.

СВОДНЫЙ РАЗРЕЗ И БИОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

Напомню определение: “Сводный разрез – это разрез, составленный для определенного участка земной коры путем сопоставления друг с другом частных разрезов на основании опорных слоев и горизонтов” (Геологический словарь, 1978). Построение стратиграфической колонки сводного разреза имеет вполне определенное назначение – дать общую обозримую картину характера и условий осадконакопления в данном регионе. Для получения сводного разреза нужно сопоставить частные (конкретные) разрезы. Чтобы сопоставить разрезы, нужна шкала. Если, как это в большинстве случаев и бывает, нужна биостратиграфическая шкала, то не имеет значения, используются ли в этом качестве “руководящие виды” (т.е. зональная шкала, редуцированная до одного деления) или полноценные зональные биохронологические шкалы. Главное, что в любом случае нужна шкала. Служить в

этом качестве разрезы сами по себе не могут. Из них еще необходимо извлечь, например, зональную биохронологическую шкалу. Напомню, что для ее построения не имеет никакого значения, как именно были “классифицированы” “естественные” подразделения разреза на стратоны, исходя из историко-геологических или каких-то иных соображений. Биохронологическая шкала наследует от разреза только его хронологическую составляющую – порядок следования заключенных в слоях ископаемых остатков организмов. При построении шкалы мы выполняем операции, не нуждающиеся в предварительном построении сводного разреза. По материалам из одного конкретного разреза (или нескольких близлежащих) строится элементарная (трехзонная) биохронологическая шкала (Черных, 2005). Выявленная последовательность из трех зон, сохраняющаяся во многих других конкретных разрезах, является элементарной шкалой. Ее использование для корреляции разрезов позволяет (с соблюдением принципа Гексли) сопоставить исходный разрез с некоторым вторым, в котором присутствуют, по крайней мере, две верхние и (или) две нижние зоны элементарной шкалы. Затем во втором разрезе элементарная шкала наращивается (вниз и (или) вверх) хотя бы еще одной зоной. Полученная таким способом новая, по крайней мере четырехзонная, шкала используется тем же порядком для сопоставления с другими разрезами, которые для соблюдения принципа Гексли должны содержать не менее двух верхних или двух нижних зон уже построенной шкалы. Это позволяет постепенно на-

рашивать шкалу вверх и вниз, не заботясь до времени о сопоставлении стратонов, а только продолжать построение шкалы. В дальнейшем зональные подразделения шкалы снабжаются комплексной характеристикой (Черных, 2005, 2016), включающей самые разные виды и позволяющей опознавать зоны и при отсутствии видов-индексов. Первоначально монотаксонная шкала превращается в политаксонную и может обеспечивать сопоставление разрезов вначале в границах региона (региональная биохронологическая шкала), а затем и на большей территории.

Несмотря на то что реальное построение биохронологических шкал шло не всегда и не совсем по описанной программе, однако в принципиальном отношении порядок соблюдался именно такой. Конечно, А. Оппель, построив для отложений юры свой “идеальный профиль, одновозрастные члены которого в разрезах различных местностей будут постоянно характеризоваться одними и теми же видами” (Oppel, 1856-1858, S. 3), не называл его биохронологической шкалой, но ничем другим этот профиль не является. То же самое можно сказать и о гомотаксисе Т. Гексли – этот универсальный инструмент корреляции, несомненно, представляет собой биостратиграфическую шкалу (Черных, 2015).

Построенная шкала позволяет расставить в надлежащем порядке и те литолого-стратиграфические подразделения (стратоны), которые были выделены в конкретных разрезах данного региона, т.е. построить сводную колонку стратонов, которую принято называть “региональная стратиграфическая шкала” (РСШ). Но в действительности истинной шкалой является биостратиграфическая шкала, которая незримо сопровождает последовательность стратонов сводного разреза и создает иллюзию возможности использовать сводный разрез как шкалу.

В дальнейшем после разработки Общей биохронологической шкалы можно выполнить глобальное (межрегиональное) сопоставление разрезов и из наиболее полных региональных сводных разрезов составить сводный геологический разрез стратисферы. Но не следует забывать, что все эти операции возможны только с помощью уже имеющейся биохронологической шкалы. Построение сводного разреза всецело зависит от наличия биохронологической шкалы, создание которой предшествует построению сводного разреза.

Таким образом, сам по себе сводный разрез не является шкалой. При его строительстве уже неизбежно должна иметься и использоваться та или иная стратиграфическая, обычно биохронологическая шкала, которая совершенно независима от способа расчленения разрезов на историко-геологические подразделения – стратоны.

Шкала и объект, в данном случае сводный разрез, который строится при наличии и с помощью

шкалы, должны быть строго дифференцированы. Иначе функции шкалы будут приписываться геологическому разрезу, который не может их выполнять.

ОБЩАЯ (МЕЖДУНАРОДНАЯ) СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА КАК СВОДНЫЙ РАЗРЕЗ

Наиболее явно отождествляются понятия “сводный разрез” и “шкала” в определении Общей (Международной) стратиграфической шкалы, которое приведено в отечественных Стратиграфических кодексах (1992, 2006). Там сказано, что Общая стратиграфическая шкала это – “совокупность общих стратиграфических подразделений (в их полных объемах, без пропусков и перекрытий), расположенных в порядке их стратиграфической последовательности и таксономической подчиненности” (Стратиграфический кодекс России, 2006, с. 15). И чуть далее разъясняется содержание понятия “общие стратиграфические подразделения”, которые представляются авторам кодекса как “совокупности горных пород (геологические тела), занимающие определенное положение в полном геологическом разрезе земной коры...” (там же, с. 19). Иными словами, это вполне материальные (породные) образования, и этому соответствуют все предшествующие отечественные кодексы и зарубежные справочные руководства по стратиграфии (Международный стратиграфический справочник, 1978, 2002).

Из этих определений неизбежно возникает образ Общей (Международной) стратиграфической шкалы в виде стратиграфической колонки (“полного геологического разреза земной коры”) из совокупностей горных пород “без пропусков и перекрытий”, как бы мы ни называли эти совокупности, – отделами, ярусами, зонами или как-то иначе.

Эту точку зрения на общую стратиграфическую шкалу уже в новейшее время поддержал А.В. Гоманьков: “Подобно тому, как существуют “абсолютно конкретные” разрезы (линии в земной коре), существует и “абсолютно сводный” разрез, поглощающий любой другой с ним сопоставляемый. Такой “абсолютно сводный” разрез называется Международной стратиграфической шкалой (МСШ)” (Гоманьков, 2007, с. 27).

Использование этой шкалы для определения возраста геологических тел декларируется двояко. Если исследователь относится к МСШ как к “шкале хронологической классификации”, то отнесение данного тела к определенному стратону МСШ квалифицируется им как операция классификации, против чего вполне обоснованно возражает С.В. Мейен (1981). Он полагает, что датировку возраста фрагментов геологических тел следует относить к операции реконструкции вначале самих этих тел, а в конечном счете – к реконструкции былых геосистем.

В то же время, Международная стратиграфическая шкала, вмещающая в себя весь сводный разрез стратисферы и учитывающая в том числе и “время внутренних перерывов” (Стратиграфический кодекс России, 2006, с. 14), неизбежно должна восприниматься (и воспринимается) как шкала внешнего отсчета времени, что совершенно непозволительно для хронологических (событийных) шкал. Кроме этого, все подразделения МСШ имеют региональные прототипы (Леонов, 1973), что полностью исключает толкование МСШ как внешней шкалы геологического времени.

Более того, МСШ, представляемая как “абсолютно сводный” разрез (стратиграфическая колонка стратотипов), вообще не имеет никаких признаков шкалы, если для подразделений (стратонов разного ранга) этой “шкалы” не указан биохронологический признак распознавания его и (или) его границ в конкретных разрезах. Чтобы выполнить определение возраста местного стратона в конкретном разрезе, необходимо иметь, например, биохронологическую шкалу, которая позволит осуществить корреляцию местного стратона, возраст которого отыскивается, с определенным стратотипическим разрезом стратона МСШ. Именно эта операция и скрыта под именем “датировка возраста”, хотя по сути это обычная корреляция.

Например, когда определяется возраст неких отложений в конкретном разрезе и они отнесены, скажем, к ассельскому ярусу, это является результатом положительной корреляции данных отложений со стратотипом этого яруса на р. Айдаралаш в Казахстане. Возможно менее строгое определение возраста, когда положительная корреляция проведена с другим разрезом, ассельский возраст которого уже установлен прямой или также опосредованной корреляцией со стратотипом. Во всех таких случаях корреляция выполняется не с помощью МСШ (последовательностью эталонных, стандартных стратонов), а обычным способом – с использованием биохронологических шкал. Из МСШ берется только название того стратона, со стратотипом которого сопоставлен конкретный разрез, и этим названием обозначается геологический возраст отложений конкретного разреза. В этом и состоит операция, которую принято называть датировкой возраста по МСШ.

Не следует забывать (см. предыдущий раздел), что временная последовательность стандартных подразделений МСШ, как и любого сводного разреза, устанавливается с помощью биохронологической шкалы. Теперь, когда биохронологические “строительные леса”, с помощью которых была возведена Международная стратиграфическая шкала, вроде бы не нужны и могут быть сброшены, МСШ представляется самодостаточной конструкцией. В действительности, конечно, это совсем не так. Именно биохронологические шкалы являются ин-

струментом выполнения всех стратиграфических операций, включая построение и совершенствование самой МСШ, необходимой в качестве основы для выработки единого хронологического языка, на котором возможно международное общение специалистов (Мейен, 1981). И это, как я понимаю, чрезвычайно важное и основное назначение этой так называемой “шкалы”.

Истинная шкала – это модель того объекта, с помощью которой его измеряют. В случае стратиграфических шкал таким объектом является геологическое время, материализованное в виде конкретного разреза. Отсюда следует, что объект (разрез) материален, а шкала, как и всякая модель, – это некое абстрактное, условное построение. отождествлять их нет никаких оснований.

С учетом всего сказанного Общую (Международную) стратиграфическую шкалу следует считать моделью стратисферы, представленной в виде стратиграфической последовательности стратотипов стандартных подразделений, по возможности “без пропусков и перекрытий”.

ВЫВОДЫ

1. Тесная связь фактических данных, получаемых при изучении конкретных разрезов, и построенной на этих данных стратиграфических шкал не является достаточным основанием для отождествления шкалы и разреза. Биохронологическая шкала наследует от разреза временную последовательность ископаемых некоторой группы организмов, выбранную в качестве базиса шкалы. Однако особенности эволюционного развития той или иной группы организмов не зависят от состава вмещающих отложений и способа расчленения осадочной толщи на стратоны, и это позволяет при изучении конкретных разрезов установить гомотаксальность в распределении ископаемых, т.е. построить биохронологическую шкалу.

2. Шкала в таком понимании является моделью биохронологического исчисления геологического времени, запечатленного в разрезе в виде следов определенных событий в развитии данной группы организмов. Как и всякая модель, шкала не может быть тождественной тому, что она моделирует. Строгая дифференциация шкалы и разреза является исходной позицией для выполнения корректных стратиграфических заключений, направленных на построения и использования хронологических шкал.

3. Международная стратиграфическая шкала, представляемая в виде горных пород (геологических тел) полного (сводного) геологического разреза земной коры, является, по существу, моделью стратисферы. Построение такого сводного разреза и размещение составляющих его стратонов в хронологической последовательности требует предва-

рительного сопоставления (корреляции) частных разрезов. Основным инструментом корреляции конкретных разрезов для создания стратиграфической колонки подразделений МСШ является биохронологическая шкала, не зависящая от стратиграфического подразделения стратисферы на стратоны. Собственно именно эта биохронологическая шкала, незримо сопровождающая МСШ, и рождает иллюзию модели геологического времени в виде совокупности горных пород (геологических тел).

4. При расчленении конкретных разрезов и установлении стратиграфических подразделений в разрезе процедура классификации не используется, так как осадочная толща является целостным объектом, в котором отдельные его части (вскрывающиеся конкретными разрезами) взаимосвязаны и сформированы под влиянием определенных условий той или иной подсистемы. Выделение частей в целостном объекте предлагается относить к операции расчленения, но не классификации (Мейен, 1981).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ганелин В.Г. (1992) Три концепции теории стратиграфии и Стратиграфический кодекс СССР. *Сов. геология*, (5), 77-81.
- Геологический словарь. Т. 2 (1978). М.: Недра, 456 с.
- Гоманьков А.В. (2007) Геологическое время и его измерение. М.: Тов-во научных изданий КМК, 58 с.
- Егоян В.Л. (1987) Тенденции в развитии общей стратиграфии. Ст. 2. "Самостоятельные" шкалы и проблема цели в стратиграфии. *Бюл. МОИП, отд. геол.*, 62(5), 24-36.
- Леонов Г.П. (1973) Основы стратиграфии: М.: МГУ. Т. 1, 530 с.
- Международный стратиграфический справочник (1978). М.: Мир, 1978, 226 с.
- Международный стратиграфический справочник. Сокращенная версия. (2002) М.: ГЕОС, 38 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.
- Найдин Д.П. (1994) Так что же такое стратиграфия? *Стратиграфия. Геол. корреляция*, 2(2), 3-11.
- Павлов А.П. (1884) Нижневолжская юра. Классификация отложений и списки ископаемых. М.: тип. А.А. Карцева, 25 с.
- Раузер-Черноусова Д.М. (1967) О зонах единых и региональных шкал. *Изв. АН СССР. Сер. геол.*, (7), 104-118.
- Сенников Н.В. (2016) Инфразональные подразделения – необходимый инструмент для совершенствования зональных последовательностей (на примере палеозойских граптолитовых шкал). *Палеонтология. Стратиграфия. Астробиология*. М.: ПИН РАН, 338-358.
- Степанов Д.Л., Месежников М.С. (1979) Общая стратиграфия (принципы и методы стратиграфических исследований). Л.: Недра, 423 с.
- Стратиграфический кодекс (1992) СПб.: ВСЕГЕИ, 120 с.
- Стратиграфический кодекс России (2006) СПб.: ВСЕГЕИ, 96 с.
- Черных В.В. (2005) Зональный метод в биостратиграфии. Зональная шкала нижней перми Урала по конодонтам. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 217 с.
- Черных В.В. (2015) Система принципов стратиграфии. *Ежегодник-2014*. Тр. ИГГ УрО РАН, вып. 162, 39-43.
- Черных В.В. (2016) Основы зональной биохронологии. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 268 с.
- Шиндевольф О. (1975) Стратиграфия и стратотип. М.: Мир, 136 с.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G., eds. (2004) A Geological Time Scale 2004, Cambridge University Press, 610 p.
- Gradstein, F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg, G.M., eds. (2012) The Geological Time Scale 2012, Amsterdam, Elsevier, 2 vols., 1144 p.
- Oppel, A. (1856-1858) Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschland *Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg*, Bd. 12-14, 857 s.
- Sylvester-Bradley, P.C. (1967) Towards an international code of stratigraphic nomenclature *Essays in Paleontology and Stratigraphy*, R.C. Moore commemor. (Ed. C. Teichert and E.L. Yochelson). Lawrence, 49-56.
- Chernykh V.V. (2005) *Zonal'nyi metod v biostratigrafii. Zonal'naya shkala nizhnei Permi po konodontam* [Zonal method in biostratigraphy. The zonal scale of the Lower Permian by the conodonts]. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 217 p. (In Russian)
- Chernykh V.V. (2015) System of the principles of the stratigraphy. *Ezhegodnik-2014*. Trudy IGG UrO RAN, V.162, 39-43. (In Russian)
- Chernykh V.V. (2016) *Osnovy zonal'noi biokhronologii* [Bases of zonal biochronology]. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 268 p. (In Russian)
- Egoyan V.L. (1987) Tendencies in the development of general stratigraphy. Article 2. "Independent" scales and the problem of purpose in the stratigraphy. *Bull. MOIP, Otd. Geol.*, 62(5), 24-36. (In Russian)
- Ganelin V.G. (1992) Three concepts of the theory of stratigraphy and the stratigraphic code of the USSR. *Sov. Geologiya*, (5), 77-81. (In Russian)
- Geologicheskii slovar'* [Geological dictionary]. T. 2. (1978). Moscow, Nedra Publ., 456 p. (In Russian)
- Goman'kov A.V. (2007) *Geologicheskoe vremya i ego izmerenie* [Geological time and its measurement]. Moscow, Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 58 p. (In Russian)
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G., eds. (2004) A Geological Time Scale 2004, Cambridge University Press, 610 p.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg, G.M., eds. (2012) The Geological Time Scale 2012, Amsterdam, Elsevier, 2 vols., 1144 p.
- Leonov G.P. (1973) *Osnovy stratigrafii* [Bases of the stratigraphy]. Moscow, Moscow St. Univ. Publ. V. 1, 530 c. (In Russian)
- Meyen S.V. (1989) *Vvedenie v teoriyu stratigrafii* [Introduction into the theory of the stratigraphy]. Moscow, Nauka Publ. 216 p. (In Russian)
- Meyen S.V. (1981) From the general to the theoretical stratigraphy. *Sov. Geologiya* (9), 58-69. (In Russian)
- Mezhdunarodnyi stratigraficheskii spravochnik [International stratigraphic code of the USSR]. Moscow, Nauka Publ. 216 p. (In Russian)

- tional stratigraphic guide]. (1978) Moscow: Mir Publ., 226 c. (In Russian)
- Mezhdunarodnyi stratigraficheskii spravochnik. Sokrashchennaya versiya [International stratigraphic guide. An abridged version]. (2002) Moscow, GEOS Publ., 38 p. (In Russian)
- Naidin D.P. (1994) But so that such is stratigraphy? *Stratigr. Geol. Korrel.*, 2(2), 3-11. (In Russian)
- Oppel A. (1856-1858) Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschland. *Jh. Ver. vaterl. Naturk. Württemberg*, Bd. 12-14, 857 s.
- Pavlov A.P. (1884) Nizhnevolzhskaya yura. Klasifikatsiya otlozhenii i spiski iskopaemykh [Lower Volgian Jurassic. Classification of deposits and the lists of the fossils]. Moscow, tip. A.A. Kartseva Publ., 25 p. (In Russian)
- Rauser-Chernousova D.M. (1967) On the zones of the united and regional scales. *Izv. AN SSSR. Ser. Geol.*, (7), 104-118 (In Russian)
- Sennikov N.V. (2016) Infrazonal subdivisions – the necessary tool for improving the zonal sequences (on the example of the paleozoic graptolite scales). *Paleontology. Stratigraphy. Astrobiology*. Moscow, PIN RAN, 338-358. (In Russian)
- Shindewolf O. (1975) *Stratigrafiya i stratotip* [Stratigraphy and stratotype]. Moscow, Mir, 136 p. (In Russian)
- Stepanov D.L., Meseszhnikov M.S. (1979) *Obshchaya stratigrafiya (printsipy i metody stratigraficheskikh issledovaniy)* [General stratigraphy (principles and the methods of stratigraphic studies)]. Leningrad, Nedra Publ., 423 p. (In Russian)
- Stratigraficheskii kodeks* [Stratigraphic code]. (1992), St. Petersburg, VSEGEI Publ., 120 p. (In Russian)
- Stratigraficheskii kodeks Rossii* [Stratigraphic code of Russia]. (2006) St. Petersburg, VSEGEI Publ., 96 p. (In Russian)
- Sylvester-Bradley P.C. (1967) Towards an international code of stratigraphic nomenclature. *Essays in Paleont. and Stratigr.*, R.C. Moore commemor. Vol. (Ed. C. Teichert and E.L. Yochelson). Lawrence, p. 49-56.