

В. А. ПРОЗОРОВСКИЙ

ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЯ

*Учебник
для студентов высших
учебных заведений*

2-е издание, переработанное и дополненное



Москва
Издательский центр «Академия»
2010

УДК 551.7(075.8)
ББК 26.33я73
П798

Рецензенты:

проф. *А. И. Киричкова* (Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт);
проф. *Е. Д. Михайлова* (Санкт-Петербургский государственный горный институт)

Прозоровский В. А.

П798 **Общая стратиграфия** : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В. А. Прозоровский. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательский центр «Академия», 2010. — 208 с.
ISBN 978-5-7695-6787-2

В учебнике рассмотрены место стратиграфии среди других геологических наук, основные этапы ее истории. Раскрыты основные понятия стратиграфии, их определения и рассмотрены возможные разночтения. Изложены применяемые в стратиграфии принципы: общегеологические, седиментологические и собственно стратиграфические. Дано описание современных методов с указанием возможностей использования каждого из них. Критически обсуждены правила стратиграфической классификации и терминологии из опубликованных в разные годы кодексов и руководств, проанализированы российские стратиграфические кодексы. (Первое издание вышло в 2003 г. под названием «Начала стратиграфии».)

Для студентов учреждений высшего профессионального образования.

УДК 551.7(075.8)
ББК 26.33я73

Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом без согласия правообладателя запрещается

© Прозоровский В. А., 2010
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2010
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2010

ISBN 978-5-7695-6787-2

Предисловие автора

Предлагаемый читателям учебник «Общая стратиграфия» представляет собой расширенный и обновленный вариант учебника для геологических вузов «Начала стратиграфии», выпущенного издательством Санкт-Петербургского университета в 2003 г. Необходимость нового издания была вызвана следующими обстоятельствами: во-первых, тираж «Начал стратиграфии» составлял всего 200 экземпляров, в результате учебник разошелся в течение первого месяца после выхода.

Во-вторых, учебник многим очень понравился, и на него постоянно поступают заявки от специалистов разных геологических учреждений, вузов, студентов геологических специальностей и аспирантов.

В-третьих, за четыре года (с 2003 по 2007 гг.) в теории стратиграфии произошли важные события, существенно уточнившие, а иногда и изменившие традиционные представления: в 2004 г. состоялась XXXII сессия Международного геологического конгресса (МГК), на которой, в частности, Международная стратиграфическая комиссия (МКС) обнародовала очередной вариант Стандартной (Международной) стратиграфической шкалы (ССШ). Одновременно среди членов МГК был распространен доклад председателя Межведомственного стратиграфического комитета (МСК) России члена-корреспондента РАН А. И. Жамойды, содержащий ряд возражений решению МКС и их обоснования, неоднократно обсуждавшихся на заседаниях МСК.

В-четвертых, вышло в свет третье издание Стратиграфического кодекса (СК) России (2006), предварительно тщательно обсуждаемое членами МСК, содержащее некоторые изменения в классификации и определениях стратиграфических понятий, а также новые категории.

В-пятых, в течение 2003—2007 гг. были опубликованы несколько новых учебников и учебных пособий по стратиграфии и специальные монографии, анализ которых необходим для обоснования принципов предлагаемого учебника, поскольку его автор далеко не во всем согласен с новыми публикациями.

Наконец, сам автор сознает, что некоторые разделы учебника потребовали улучшения, особенно при изложении

материалов, касающихся геофизических (многое по ним заимствовано из учебника С. В. Льюрова, подробно изложившего этот раздел), геохронометрических и некоторых других методов.

Все перечисленное объясняет необходимость подготовки настоящего издания, и его автор будет признателен всем, кто сочтет возможным откликнуться со своей критикой и замечаниями на эту публикацию.

В. А. Прозоровский

Предисловие ко второму изданию

Первое издание книги В. А. Прозоровского «Начала стратиграфии» разошлось очень быстро. Владимир Анатольевич начал подготовку рукописи второго издания, но, к сожалению, не успел — в августе 2007 г. его не стало. Остались черновики — критические заметки на полях первого издания и рукописные дополнения к нему.

Второе издание завершено учениками и коллегами В. А. Прозоровского — доцентами кафедры динамической и исторической геологии Санкт-Петербургского государственного университета В. В. Аркадьевым, И. Ю. Бугровой, П. В. Федоровым. Большую техническую помощь в подготовке книги оказала инженер кафедры Г. М. Гатаулина. В книге максимально сохранен авторский стиль В. А. Прозоровского, а исправления носили в основном стилистический и уточняющий характер.

Владимира Анатольевича отличало собственное видение многих положений стратиграфии, с которым далеко не все были согласны. Вместе с тем, представленный автором критический анализ стратиграфических понятий, на наш взгляд, одно из главных достоинств книги. Кроме того, за время, прошедшее после выхода первых «Начал стратиграфии» (2003), был опубликован новый «Стратиграфический кодекс России» (2006) и В. А. Прозоровский дополнил книгу новой главой, посвященной анализу этого кодекса.

Мы надеемся, что второе издание, как и первое, быстро найдет своих читателей.

*В. В. Аркадьев, И. Ю. Бугрова, П. В. Федоров,
Г. М. Гатаулина*

ИСТОРИЯ СТРАТИГРАФИИ

Стратиграфия как самостоятельная наука о первичных пространственно-временных соотношениях горных пород в земной коре зародилась в XVII в. Однако о различиях слоев в разрезах отдельных районов и о причинах подобных изменений задумывались, пытаясь объяснить их, еще древние греки. Так, уже Аристотель (Aristotle, 384—322 до н. э.) в IV в. до н. э. в своем трактате «О метеорологических вопросах» писал: «Одни и те же места не остаются всегда землею, либо всегда морем. Море приходит туда, где прежде была суша; суша вернется туда, где теперь мы видим море. Нужно при том думать, что эти изменения следуют одно за другим в известном порядке и представляют известную периодичность».

Античные мыслители правильно высказывались также о морском генезисе известняков и органической природе встречающихся в них раковин, и о других фактах.

Средневековье для Европы явилось этапом реакции, застоя научной мысли, обусловленного гнетом библейских догм, расцветом теологических воззрений и схоластики. В то же время в азиатских странах продолжался научный прогресс. В XI в. в трудах Ибн-Сины (Авиценна, Абу Али Хусейн ибн Абдаллах, 980—1037) и его современника Бируни содержатся вполне реалистические высказывания о последовательности геологических событий, происхождении осадочных пород и т. д.

С наступлением эпохи Возрождения в Европе (XV—XVI вв.) начинается расцвет культуры и науки, в частности естествознания. Гениальный Леонардо да Винчи (Leonardo da Vinci, 1452—1519), занимаясь проектированием и строительством каналов в Северной Италии, на основании своих наблюдений пришел к вполне современным выводам об образовании осадочных пород и возникновении окаменелостей. Он писал: «Арно (река — *В. П.*), стекая водопадом с Гольфолины (возвышенности — *В. П.*) близ Монте-Люпо (населенный пункт — *В. П.*), оставила гравийные наносы, которые и сейчас можно видеть сцементированными в плотную массу, с галькой из различных мест, разного состава и цвета, образующую сплошной конгломерат; несколько ниже, возле Кафель-Фьерентино (селение? — *В. П.*) отлагались пески и далее глинистые илы, в которых жили

двустворки; эти слои выходят на поверхность там, где бурные воды Арно впадают в море; время от времени уровень моря повышается, оставляя слои этих раковин — они видны возле Колле-Гонзоли (селения? — *В. П.*), в обрыве, промытом Арно».

Приведенные выше высказывания и многие другие источники выражают еще только догадки, хоть и гениальные. Наука же, как логично сформулированная отрасль определенных знаний, появилась несколько позже.

Основоположителем стратиграфии и вообще научной геологии стал датский натуралист Нильс Стенсон¹ (Stenson, 1638 — 1686), больше известный как Николаус Стенон (Steno) — геолог, палеонтолог, кристаллограф, анатом, философ. Основные геологические выводы знаменитого датчанина изложены им в тезисах диссертации «О твердом, естественно содержащемся в твердом», опубликованной во Флоренции в 1669 г. И этот год стал годом рождения науки геологии и стратиграфии, в частности.

Что же столь важное открыл Н. Стенон? К. В. Симаков (1995) перечисляет: во-первых, он, в отличие от большинства современных ему натуралистов, использовал дедуктивный метод — до сих пор один из главных в геологии, обосновывая вначале «общую гипотезу», позволяющую найти принципиальное решение кардинальной проблемы (например, существование в любом породном теле признаков, объясняющих его происхождение). Затем, исходя из конкретных наблюдений, произвел выяснение генезиса и последовательности формирования определенного разреза («частная гипотеза», по К. В. Симакову). Наконец, на базе принятых гипотез реконструировал геологическую историю окрестностей Тосканы (Северная Италия), справедливую, по мнению К. В. Симакова, для всей Земли.

Во-вторых, Н. Стенон ввел понятие «ископаемые осадки» и открыл основной закон (или аксиому) стратиграфии: каждый слой (при нормальном залегании, добавлено позже) моложе подстилающего и древнее перекрывающего его слоя.

В-третьих, он пришел к заключению, что первоначальное залегание осадочных слоев практически горизонтально. Следовательно, современное наклонное или складчатое положение слоев — вторичное. Отсюда следует очень важный общегеологический вывод о непрерывно-прерывистом процессе формирования литосферы. Соответственно, выделенные Н. Стеноном в разрезе Тосканы три фазы накопления различались не только составом пород и окаменелостей, но и характером залегания. Самая молодая, верхняя фаза залегала горизонтально, а более древние — все более сложно. Разделялись фазы накопления периодами «обвалов и пещер», во время которых породообразование прекращалось из-за воздействия на слои каких-то

¹ Описанию жизни Н. Стенона и анализу его научной деятельности посвящено большое количество книг и статей. Наиболее подробный разбор геологических достижений Н. Стенона содержится в монографии К. В. Симакова (1995).

внешних сил, которые являлись основной причиной происхождения гор (цит. по: Симаков, 1995): «сильный толчок, сообщаемый слоям снизу доверху», либо «естественный обвал или разрушение гор». Следовательно, «все теперешние горы не существовали от начала мира... возможно, что горы опрокидывались... вершины гор поднимались и подвергались сжатию; Земля разверзалась и снова смыкалась».

В-четвертых, Н. Стенон можно считать основоположником представлений о циклическом ходе геологической истории, когда седиментация происходит преимущественно в водных условиях, которые затем сменяются поднятиями, осушающими поверхность. Предположив, что воды в каждый трансгрессивный этап различались, он подошел к выводу о необратимости процесса геологической истории.

Наконец, еще один очень важный тезис принадлежит Н. Стенону. Он писал, что «если в каменистом слое все частицы имеют одну и ту же природу и притом даже являются весьма тонкими, то нет основания отрицать, что этот слой образовался в эпоху творения из жидкости, которая в то время все покрывала». Другими словами, сходство состава пород определяло не только тождество их генезиса, но и единство времени. Признак, который до сих пор широко используется при корреляции.

Отмеченные выше основные достижения знаменитого датчанина свидетельствуют о высочайших заслугах его перед геологией, которые, к сожалению, даже в учебниках оцениваются слишком скромно. Он является основоположником историко-геологического направления в целом (Г. П. Леонов, 1972).

Н. Стенон произвел своей диссертацией настоящую революцию в естествознании. Она была столь грандиозной, что оценить свершения и дальше развивать их смогли только более 100 лет спустя. Лишь в 1883 г. участники Международного геологического конгресса (МГК) возложили на его могилу плиту с надписью: «Превосходнейший муж среди геологов».

Идеи Н. Стенона получили свое развитие в многочисленных небольших статьях горного директора Тосканы и Венеции, а затем профессора минералогии и металлургии в Венеции Дж. Ардуино (Arduino). Он во второй половине XVIII столетия разрез Северной Италии также разделил на три комплекса по «типам» гор, назвав их «первичными» (интенсивно складчатые стекловидные породы с рудами и без биофоссилий), «вторичными» (мраморы с многочисленными органическими остатками), «третичными» горами (холмы и равнины из песка, мергелей, глин с морскими окаменелостями и с обломками вторичных гор). Верхним членом подобной последовательности служили каменные горные выносы (пролювий в нынешней терминологии). Комплексы Дж. Ардуино примерно соответствуют современным палеозою, мезозою и палеогену, неогену и голоцену. Кроме того, независимо выделилась еще группа вулканических пород. Предложенная

конструкция представляла собой примитивную региональную стратиграфическую схему, составленную последовательностью четырех групп, различающихся составом горных пород, их структурой и палеонтологической характеристикой.

Г. П. Леонов считал, что статьями Дж. Ардуино заканчивается первый «итальянский» период разработки стратиграфической классификации, главным итогом которого следует считать обоснование неоднородного строения земной коры, отражающего этапы геологической истории Земли.

XVIII в. и особенно его вторая половина — время активной деятельности многих выдающихся естествоиспытателей, способствовавших становлению геологии как науки. Среди них следует отметить чрезвычайно важные теоретические исследования, заложившие принципиальную базу всестороннего изучения Земли.

Выдающийся французский ученый Ж. Л. Бюффон (Buffon, 1707 — 1788) в многотомной «Естественной истории» отмечал необходимость опираться на факты и объяснять их, основываясь на современных процессах. Тем самым он, вслед за Н. Стеноном, подчеркивал значение принципа актуализма. Восстанавливая геологическую историю Земли, Ж. Л. Бюффон анализировал изменения во времени геологических памятников, которые характеризовали семь эпох ее становления. Он первым попытался определить продолжительность существования Земли от момента происхождения. По произведенным расчетам и экспериментам она составляла 75 000 лет. Эпохи Ж. Л. Бюффона, соответствующие определенным состояниям Земли, сменяли друг друга постепенно, не отделяясь резкими границами. (Позже А. П. Карпинский (1847 — 1936) предложит идею «переходных слоев».) Одновременно эпохи служили и мерой времени, соответствующей каждому последовательному состоянию системы развития земной коры. Наконец, Ж. Л. Бюффон одним из первых считал органические остатки показателями относительного возраста вмещающих отложений.

Современником Ж. Л. Бюффона был другой великий ученый, наш соотечественник М. В. Ломоносов (1711 — 1765). Он внес огромный вклад в развитие и становление самых разных направлений российской науки, среди которых важное место занимала геология. Основная его геологическая работа названа «О слоях земных» (1763) и уже поэтому имеет отношение к стратиграфии.

М. В. Ломоносов считал слои результатом отложений в водных бассейнах, разнообразие состава и биофоссилий в которых зависит от палеогеографических условий седиментации. Он самостоятельно пришел к выводу о чрезвычайно большой длительности геологической истории. Для своих геологических исследований Ломоносов широко использовал принцип актуализма, однако последний не переходил в униформизм, ибо широко признавалась эволюция как геологических объектов, так и процессов, их формирующих.

Помимо опубликования теоретических обобщений во второй половине XVIII в. было проведено много региональных исследований, анализ которых привел к попытке создания универсальной стратиграфической шкалы. Базой для подобной деятельности стали герцинские массивы Центральной Германии.

В 1756 г. появилась работа немецкого ученого И. Г. Лемана (Lehman, 1700 — 1767), позже переехавшего в Россию и ставшего членом Петербургской Академии наук, — «Опыт восстановления истории флѣцовых гор». В ней он предложил делить горные породы на жильные, «существующие от сотворения мира», и «флѣцовые» — слоистые, сформировавшиеся в результате Всемирного потопа. Кроме того, группа рыхлых пород рассматривалась как образовавшаяся после потопа из-за землетрясений, вулканических извержений, наводнений и др. Флѣцовые породы юго-западных предгорий гор Гарца (верхний карбон-пермь и четвертичные отложения) И. Г. Леман разделил на 30 формаций, каждая из которых представляла собой «последовательность слоев, возникших непосредственно друг за другом при сходных условиях и представляющих эпоху в истории Земли» (Lehman, 1756; цит. по: Симаков, 1995). Однако, считая, что все формации накопились в течение одного потопа, достичь корреляции их не удалось. Тем не менее, геология, благодаря И. Г. Леману, обогатилась термином «*формация*», чрезвычайно популярным (и дискуссионным) до сих пор.

Г. Х. Фюксель (Fuchsel, 1722 — 1773) в своей работе «История Земли и моря, установленная по истории Тюрингских гор» (Histories Terrae..., 1761) гораздо более четко отразил соответствие породных объединений определенным временным интервалам. Он также использовал термин «формация», понимая под ним общность происхождения толщи флѣцевых пород. Основная заслуга Г. Х. Фюкселя перед стратиграфией заключается в том, что он впервые предложил иерархию стратиграфических подразделений и ввел двойную номенклатуру для стратиграфических и геохронологических единиц.

Разрез (триасовой системы) Тюрингии Г. Х. Фюксель разделил на девять серий, шесть из которых, в свою очередь, расчленил на подчиненные им статументы, объединяющие литологически и палеонтологически сходные слои. При этом объединение статументов в серии контролировалось характером образа жизни вымерших организмов (континентальных или морских). Стратиграфическим подразделениям соответствовали хронологические:

серии — секулы
статументы — луструмы.

Очень важно, что те и другие имели одинаковые названия. Такой подход сохранился до настоящего времени.

Наиболее известным представителем направления, которое считало, что геология каждого района выражает все глобальные законо-

мерности, был профессор Фрайбургской горной академии А. Г. Вернер (Werner, 1749 — 1817). Чрезвычайно популярные лекции Вернера создали научную школу нептоунизма (по имени бога морей и вод Нептуна в римской мифологии). Эта школа большинство горных пород объясняла формированием в результате осаждения в море. А. Г. Вернер в разрезе Тюрингии и Саксонии выделил четыре группы образований: первозданных, переходных, флёцовых и намывных. Основные группы разделялись на более частные стратиграфические подразделения, названные «горными породами», различающимися своим петрографическим составом. Формирование геологического разреза центральной части Западной Германии отражало постоянную (цикличную!) смену потопов (эпох накопления горизонтально лежащих слоев) и воздыманий (прекращающих породообразование и нарушающих залежание пород). Так как каждый потоп оставлял особую горную породу, то седиментация шла необратимо и непрерывно-прерывисто. Основная ошибка А. Г. Вернера заключалась в том, что единицам конкретного региона он придавал универсальное значение. В то же время он разработал принципы классификации горных пород — основу современных петрографии и литологии.

Параллельно А. Г. Вернеру Дж. Геттон (Hutton, 1726 — 1797) в Великобритании признавал ведущим породообразующим процессом магматический. При этом он делил земную кору на «первичные» и «вторичные» слои (позже, примерно палеозой и мезозой) и отмечал колоссальную продолжительность геологической истории Земли. Его ученики и последователи создали школу плутонистов (Плутон — бог подземного царства в древнегреческой мифологии).

Активная борьба представителей нептоунистов и плутонистов, несмотря на ошибочность обеих гипотез, обеспечила прогресс геологии в XIX в. В не столь явной форме она продолжается до сих пор.

Таким образом, первые этапы развития стратиграфии как науки характеризовались созданием ее принципов и построением первых общих стратиграфических схем. Основу их составляли петрографо-литологические различия породных комплексов и наблюдавшаяся или предполагавшаяся их последовательность.

На рубеже XVIII и XIX вв. почти одновременно В. Смит (Smith, 1769 — 1839) в Англии и Ж. Кювье (Cuvier, 1769 — 1832) и Ал. Броньяр (Brongniart, 1770 — 1847) во Франции независимо друг от друга создали биостратиграфический метод. В. Смит в 1796 г., наблюдая геологическое строение в окрестностях г. Бата, обратил внимание «на тот удивительный порядок и закономерность, с которой природа расположила эти необычные произведения (органические остатки — В. П.), предоставив каждому их классу определенный слой» (цит. по: Симаков, 1995). Позже, обнаружив единообразную последовательность в различных частях Великобритании, В. Смит сформулировал свой закон, или принцип: *«одни и те же слои всегда находятся в одном и том же порядке последовательности и содержат одина-*

ковые ископаемые органические остатки» (цит. по: Симаков, 1995; выделено мною — *В. П.*). Иными словами, породы, содержащие одинаковые *руководящие формы*, одновозрастны. (Понятие «руководящие формы» также принадлежит В. Смиуту.) На основании различных биофоссилий в разрезе (юры и нижнего мела) Юго-востока Англии В. Смиуту удалось выделить 40 формаций, изображение которых на плане образовало первую геологическую карту, построенную подобным способом. Несколько позже, в 1817 г., В. Смит опубликовал свою знаменитую таблицу (Smith, 1817), впервые употребив термин «стратиграфия».

Ж. Кювье и Ал. Броньяр в окрестностях Парижа установили девять формаций, различающихся составом окаменелостей и вмещающих горных пород. Однако если В. Смит лишь констатировал наличие обнаруженного им порядка, не пытаясь объяснить причину подобного явления, то Ж. Кювье и Ал. Броньяр, напротив, стремились его объяснить. Именно это обстоятельство позволяет первого считать родоначальником биостратиграфии, а двух других — палеонтологии. Следует отметить, что подобное методическое различие сохранилось до наших дней, хотя и не в столь очевидной форме.

Значение сделанного открытия трудно переоценить. До сих пор именно биостратиграфический метод остается основным в стратиграфии. И это было оценено его современниками. Недаром В. Смит получил почетное прозвище Страта-Смит и в 1831 г. был награжден 1-й Волластоновской медалью Британской Академии наук. Этот метод является «палеобиологическими часами», конструкцию которых совершенствуют до сих пор. Именно он лег в основу создания общей стратиграфической шкалы (ОСШ) фанерозоя, созданной в течение «золотого двадцатилетия» геологии — с 1822 по 1841 гг.¹ Тем не менее, предполагая обязательную универсальность метода, его авторы недоучитывали географических закономерностей распространения органических остатков и фациального влияния, в результате чего делалось много, часто крупных, ошибок.

В 1850 г. французский ученый А. д'Орбиньи (d'Orbigny, 1802—1857) предложил разделять системы на ярусы: «Полный ярус должен объединять совокупность наземных и морских организмов, развивавшихся подобно тому, как это имеет место в настоящее время, и представляющих собой целую эпоху» (цит. по: Симаков, 1995). Ярус становится важнейшим стратиграфическим понятием. Однако, устанавливая ярусы, А. д'Орбиньи исходил из катастрофических представлений, полагая, что каждый ярус формируется в течение спокойного состояния планеты. Этот этап прерывается эпохами гло-

¹ Меловая и каменноугольные системы установлены в 1822 г., четвертичная — в 1829, третичная — в 1833, триасовая — в 1834, силурийская — в 1835, кембрийская — в 1836, палеозойская эратема — в 1838, девонская система — в 1839, мезозойская и кайнозойская эратемы — в 1840 г., пермская система — в 1841 г. И только юрская была выделена раньше — в 1795 г., а ордовикская позже — в 1879 г.

бальных катастроф, одновременно и мгновенно проявляющихся во Вселенной: «...двадцать семь раз отдельные акты творения последовательно заселяли Землю новыми растениями и животными вслед за каждым геологическим переворотом, который уничтожал все в живой природе. Таков факт, факт несомненный, но непостижимый, который мы устанавливаем, не пытаясь проникнуть в сверхчеловеческую тайну, его окружающую» (d'Orbigny, 1852; цит. по: Симаков, 1995, с. 46). Соответственно, интервалы разреза, выражающие ярус, одинаковы в любой части земной коры. Подобные утверждения привели к определению стратиграфического положения любой толщи в земной коре через сравнение со стратотипами, которые признавались эталонами каждого яруса. С другой стороны, формулировка А. д'Орбиньи до сих пор позволяет рассматривать ярус прежде всего как биостратиграфическое подразделение, определяемое через набор типичных биофоссилий, и ставит знак равенства между интервалом разреза и временем его формирования (или между ярусом и веком).

Помимо понятия «ярус» А. д'Орбиньи ввел в обиход еще один важный термин — «зона». Он считал, что это хронологическое подразделение, характеризующееся определенным видом ископаемых, выбранным из наиболее часто встречающихся в данном ярусе из-за его широкого географического и фациального распространения и стратиграфически приуроченного к определенному ярусу или его части (Степанов, Месежников, 1979). Таким образом, между понятиями «ярус» и «зона» в толковании А. д'Орбиньи практически не было разницы, и они могли служить синонимами.

Несколько позже, в 1856—1858 гг., немецкий палеонтолог А. Оппель (Oppel, 1831—1865) развил и конкретизировал термин «зона», сделав его одним из важнейших в стратиграфии. Это наиболее дробная стратиграфическая единица, выделяемая и прослеживаемая на достаточно обширной территории на основе палеонтологических данных. Это также горизонт, который маркируется некоторым числом постоянных для него видов. Разрез юрской системы Западной Европы был разделен А. Оппелем на 29 зон. А. Оппель, к сожалению, недостаточно определенно сформулировал само понятие. В результате зона некоторыми исследователями используется как стратиграфическое подразделение (т. е. как породы, содержащие представителей зонального комплекса), другими же — как хронологическое (соответствующее времени существования зональных таксонов). В дальнейшем это обстоятельство послужило основанием для ожесточенных дискуссий, продолжающихся и в настоящее время.

Тем не менее, результаты деятельности А. д'Орбиньи и А. Оппеля показали огромные возможности биостратиграфического метода в дробном расчленении геологического разреза и широком прослеживании его по площади. Подобные исследования существенно детализировали варианты ОСШ фанерозоя, предлагавшиеся У. Конибиром (Conybeare, 1787—1857) и Ф. Филлипсом (Phillips, 1800—1874), (1822),

А. д'Омалиусом д'Аллюа (d'Omalius d'Hallua, 1783 — 1875), (1831) и др. Последние предопределили успех трудов Ч. Дарвина (Darwin, 1809 — 1882) и его знаменитого труда «Происхождение видов» (1859), который подвел теоретическую базу под биостратиграфический метод.

Успехи, достигнутые в разработке теории стратиграфии к середине XIX в., все же не обеспечивали наличие общепризнанной понятийной ее базы. Стратиграфическая классификация создавалась стихийно, по-разному различными авторами. Поэтому и сама терминология, и содержание стратиграфических единиц, а также критерии их фиксации и обоснования границ понимались неоднозначно, вызывая оживленные дискуссии и потому непонимание одних предложений другими специалистами. Расширение же геологических исследований и начало проведения геологической съемки на обширных территориях требовали выработки общего языка.

Данное обстоятельство выразилось в том, что уже первый Международный геологический конгресс (МГК), собравшийся в 1878 г. в Париже, создал комиссию для разработки проекта унификации стратиграфической и геохронологической терминологии во главе с М. Эбером (Hebert) (Франция) и секретарем Ж. Девальком (Dewalque) (Бельгия). Комиссия состояла из 12 членов, каждый из которых возглавлял свою национальную подкомиссию. Россия делегировала в комиссию члена-корреспондента Петербургской Академии наук заведующего кафедрой геологии Петербургского университета А. А. Иностранцева (1843 — 1919), а в его подкомиссию входили Ф. Ф. Шмидт, В. А. Мёллер, А. П. Карпинский, И. И. Антонович, И. В. Мушкетов, В. В. Докучаев — почти весь цвет отечественной геологии.

Второму МГК (Болонья, 1881) разные подкомиссии представили семь проектов классификаций. Одобрение получило российское предложение. В результате второй МГК утвердил следующие термины: «минеральные массы» — элементы, слагающие земную кору; среди них — «горные породы» (в отношении их состава) и «формации» (с генетической точки зрения). Специально было оговорено, что формации не должны включать понятие о возрасте и их стратиграфическом положении. Геохронологические и стратиграфические понятия были приняты в виде рангово-соподчиненных систем, причем каждой единице одной из них соответствует одноранговое подразделение другой:

ОГШ ¹	ОСШ ²
Период	— Система
Эпоха	— Отдел
Век	— Ярус
?	— Слои

¹ Общая геохронологическая шкала.

² Общая стратиграфическая шкала.

Несколько раньше, вслед за Г. Ф. Фюкселем, подобную двойную номенклатуру разработал швейцарец Э. Ренестье (Renevier, 1831 — 1906).

Принятая вторым МГК стратиграфическая классификация отражала точку зрения полного соответствия стратиграфических и геохронологических подразделений, выражающих естественные этапы геологической истории, и потому стратоны могли обосновываться комплексно (совпадающими палеонтологическими, седиментационными, палеогеографическими и тектоническими особенностями). В стратиграфии эта позиция, разработанная преимущественно трудами специалистов из стран Европы, стала называться *европейской стратиграфической школой*, или концепцией *единства стратиграфии* (Жамойда, 1996). Почти одновременно появилось альтернативное направление в стратиграфии. Основоположителем его стал американец Г. С. Вильямс (Williams), который в 1894 г. писал о категорическом несоответствии глобальных временных подразделений и многочисленных местных или региональных стратонов. Первые имеют изохронные границы, основаны на сравнении со специально избранными стратотипами и выражают эволюцию органического мира. Вторые диахронны, соответствуют конкретным породным последовательностям и «может существовать столько формаций, сколько существует изученных разрезов стратифицированных пород» (цит. по: К. В. Симаков, 1995). Так появилась *американская стратиграфическая школа* с основным стратиграфическим понятием «формація», или концепция *множественных стратиграфий* (А. И. Жамойда, 1996), активно дискутирующая с европейской школой до настоящего времени.

Э. Ренестье возглавил новую комиссию по унификации стратиграфической терминологии и номенклатуре, избранную седьмым МГК (Петербург, 1897). Она состояла из восьми основных членов, в число которых от России вошел Ф. Н. Чернышев (1856 — 1914), и 22 консультативных членов, в которые от нашей страны были включены А. П. Карпинский и С. Н. Никитин (1851 — 1909).

По инициативе Ф. Н. Чернышева и А. П. Карпинского российская комиссия, обсудив вновь стратиграфические решения второго МГК, вынесла предстоящему МГК резолюции, основными среди которых были: 1) необходимость сохранения «исторического подхода» (принцип приоритета, устанавливаемый по дате публикации) и одновременного продолжения поисков перехода от него к все более естественному делению; 2) необходимость четкого и всестороннего обоснования новых стратиграфических терминов, основанных на определенной площади, а не на одном разрезе, и сохранения первичных названий; 3) недопустимость использования названий, применимых к понятию (объекту) в определенном смысле, в другом смысле; 4) подчеркивалось преимущество палеонтологических признаков для малых подразделений.

Восьмой МГК (Париж, 1900) утвердил резолюции комиссии и решил различать стратоны и геохроны по их пространственному распространению:

	ОГШ	ОСШ
Мировые: Эра	—	Группа
период	—	система
эпоха	—	серия (отдел)
Региональные: век	—	ярус
Локальные: фаза?	—	слои (подъярус)

Решения второго и восьмого МГК в основном касались только вопросов соподчиненности, географического распространения, терминологии, порядка выбора терминов и правил использования названий основных единиц геохронологических и стратиграфических шкал. Сами же понятийно-геологическая основа их, принципы и критерии выделения, внутреннее содержание терминов не получили на этих сессиях должного освещения. С. Н. Никитин и Ф. Н. Чернышев (1889) писали, что МГК изначально допустил ошибку «первостепенной важности: не выяснена точка зрения членов конгресса на самую основу и принцип геологической классификации». В результате острая дискуссия по этой проблеме, то разгораясь, то затухая, продолжается до сих пор.

В самом начале XX в. появилась концепция диастрофизма, основоположником которой стал американец Т. Ч. Чемберлен (Chamberlin, 1843 — 1928). Он рассматривал тектономагматические диастрофические циклы как отчетливые этапы развития земной коры, синхронные для всей Земли. В 1909 г. он писал: «...диастрофизм представляет собой основу как стратиграфического развития, так и эволюции органического мира... Следовательно, они являются определяющим фактором корреляции» (цит. по: Симаков, 1995). Наиболее важными для сопоставления являются трансгрессивные серии, а границы этапов (стратонов) соответствуют «прямоугольным диастрофическим стадиям» (или поверхностям структурных несогласий).

Подобные представления были поддержаны многими крупными учеными: Х. В. Грабау (Grabau), А. А. Борисяком, Н. М. Страховым и многими другими. Эта концепция получила свое воплощение в инструкциях Межведомственного стратиграфического комитета (МСК) СССР 1954 г. и особенно 1965 г. Популярность такого подхода вполне объяснима. С одной стороны, она отражает взаимосвязь различных геологических процессов и создает иллюзию полной взаимозависимости конкретности выражения этапов геологической истории участка, большого региона, всей планеты. С другой стороны, соответствие границ стратонов резким, легко узнаваемым в обнажениях и керне рубежам смены пород или характера залегания слоев позволяет реально картировать их, и коррелировать по самым разным признакам.

Эта концепция сохранилась в виде признания комплексности обоснования основных стратиграфических подразделений в Стратиграфическом кодексе (СК) СССР (1977), а затем России (1992, 2006).

Популярности комплексного обоснования стратиграфических единиц способствовало также появление в 20-х гг. прошлого столетия знаменитого канона орогенических фаз Г. Штилле (Stille, 1876 — 1967), долгое время не признававшегося большинством специалистов и в настоящее время вновь обретшего своих сторонников (В. Е. Хаин и др., 1977; В. Е. Хаин и др., 1988 — 1993; и др.).

Достаточно общий характер положений, принятых на втором, седьмом и восьмом МГК, требовал их конкретизации, так же как и установления процедур, номенклатурных и классификационных правил. Вначале эта деятельность сосредоточилась в пределах геологических служб отдельных государств, практические нужды которых требовали определенной стандартизации. В 1930 г. в США создается Объединенный комитет по стратиграфической номенклатуре, который в 1933 г. предложил первый стратиграфический кодекс. Принятая стратиграфическая классификация представляла собой единую систему единиц двойной (временно-стратиграфической) номенклатуры от планетарного до локального значения:

Эра	—	
Период	—	Система
Эпоха	—	Отдел
Время (?)	—	Формация
Пласт	—	Слой

В данной последовательности отсутствовал ярус, что сразу же вызвало ожесточенную дискуссию и в североамериканской общественности. Но, может быть, самая важная особенность классификации — признание в качестве важнейшего стратона регионального значения формации. Это противоречило решению второго МГК, по которому формация не должна была включать понятие о возрасте. Тем не менее с 1933 г. этот термин до сих пор отличает (и можно сказать во многом определяет) американский подход к стратиграфии.

В то же время в представлениях европейских стратиграфов понятие «ярус» занимало одно из важнейших мест. В отечественной геологии оно утвердилось со второй половины XIX в. как основной стратон регионального значения, подчиненный отделу и системе. (Географический критерий в исследованиях российских стратиграфов до настоящего времени признается одним из основных.) Самое четкое определение яруса было дано А. П. Карпинским (1889, 1891). Это «...наиболее крупное из тех подразделений, которые имеют лишь местное значение..., ни один из них не может представляться универсальным...». В таком смысле определение было принято восьмым МГК и вошло в учебники Э. Ога (Naoug), А. А. Борисяка, А. В. Грабау,

К. Динера (Diner) и др. Оно сохранило своих сторонников до сих пор. В результате на территории Евразии было выделено много новых, часто местных ярусов: скальский, касимовский, уфимский, лузитанский, волжский, пурбекский, рязанский и др.

Вместе с тем успехи корреляции уже в конце 30-х годов XX в. привели к двойственному пониманию яруса как регионального, так и глобального значения (А. Н. Криштофович, 1939, 1945; Д. Л. Степанов, 1939, 1951; Б. Н. Келлер, 1950; и др.). Начиная же с 1965 г. в нашей стране ярус официально занял место в ОСШ.

Определенной реакцией на дискуссию о ярусе явилась статья Х. Г. Шенка и С. У. Мюллера (Schenck, Muller, 1941), сыгравшая важную роль в истории стратиграфии. В ней развиваются идеи американской школы и впервые предлагается использовать три независимые или слабозависимые категории стратиграфических подразделений:

Геохронологические (временные)	Хроностратиграфические (временно-стратиграфические)	Литостратиграфические (литогенетические, картографические)
Эра	—	Группа
Период	Система	Формация
Эпоха	Отдел	Пачка, линза, клин
Век	Ярус	Слой
—	Зона	Слой, пласт, прослой

Категория временно-стратиграфических единиц по сути своей является биостратиграфической. В дальнейшем развитие стратиграфии пошло по пути выделения множества категорий стратонов, количество которых все возрастает.

В то же время, в конце 1930-х — начале 1940-х годов, американские биостратиграфы предлагают выделять самостоятельную категорию собственно биостратонов (Tomplinson, 1940) на основании исследований С. С. Бакмана (Buckman), К. Динера (Diener), В. Д. Аркелла (Arkell), Р. Ведекинда (Wedekind) и др.

В 1946 г. в США была учреждена Американская комиссия по стратиграфической номенклатуре, объединившая представителей всех геологических служб страны во главе с видным геологом Р. Муром (Moog). Она ставила своей задачей разработку принципов стратиграфии, принятие правил в области классификации и номенклатуры стратонов, а также рекомендаций по изменению этих правил. Р. Мур предложил составить новый СК на основе предложений Х. Г. Шенка и С. У. Мюллера. В том же 1946 г. В. Аркелл высказал идею создания Международного СК, аналогичного кодексу зоологической номенклатуры. Плодотворность этой идеи очевидна, однако время показало практическую неосуществимость данного предложения.

Завершение Второй мировой войны создало условия для объединения геологов разных стран в осуществлении международных проектов по подготовке геологических и других специальных карт континентов, всего земного шара и др. Для них необходимы были согласованные легенды, и на девятом МГК (Алжир, 1952) вновь вернулись к рассмотрению проблем стратиграфической классификации и номенклатуры. Была образована новая Международная подкомиссия по стратиграфической терминологии (МКС) во главе с выдающимся стратиграфом современности Х. Д. Хедбергом (Hedberg, 1903 — 1988). Долгое время, возглавляя эту подкомиссию, Х. Д. Хедберг с неиссякаемой энергией и настойчивостью развивал идеи существования «множественных независимых стратиграфий» (А. И. Жамойда, 1996), отражающие объективно существующую возможность неоднозначного расчленения одних и тех же толщ горных пород на реальные части в соответствии с выбранным признаком. При этом лито- и био-стратиграфические подразделения (а также другие единицы, основанные на непосредственно наблюдаемых особенностях) признавались объективными, а хроностратиграфические (выделяемые по корреляции с эталонами) — субъективными, искусственными. Резко против предложения Х. Д. Хедберга вначале выступили стратиграфы многих стран Западной Европы, Южной Африки и государств социалистического лагеря во главе с СССР.

Конец 40-х и 50-е гг. XX в. стали временем активной геологической деятельности, особенно в государствах, пострадавших от последствий Второй мировой войны. В частности, по всей территории нашей страны развернулись геолого-съёмочные и поисковые работы, настоятельно требовавшие дееспособной стратиграфии. В 1954 г. стратиграфическая комиссия ВСЕГЕИ (Всесоюзного, позже Всероссийского геологического института) под редакцией Л. С. Либровича издает брошюру «Стратиграфические и геохронологические подразделения (их принципы, содержание, терминология и правила применения)», впервые в стране обобщившую разрозненные материалы отдельных авторов и предложившую общие правила и процедуры пользования стратиграфическими понятиями. Принципиально комиссия следовала решениям второго и восьмого МГК, рассматривая каждый стратон как отражение естественного историко-геологического этапа развития земной коры. В зависимости от масштабов проявления данного этапа выделялись разные подразделения (табл. 1.1).

В 1955 г. образован Межведомственный стратиграфический комитет (МСК) СССР под председательством акад. Д. В. Наливкина (с 1976 г. председателем стал академик Б. С. Соколов, с 1988 г. — член-корреспондент РАН А. И. Жамойда). Основной целью МСК стала организация стратиграфической службы страны и прежде всего обеспечение базы геологосъёмочных и картосоставительских работ. Комитет объединяет стратиграфические комиссии по нижнему и

Стратиграфические и геохронологические подразделения

Шкалы и вспомогательные подразделения	Стратиграфические подразделения	Геохронологические подразделения
Общая (международная) шкала	Группа Система Отдел	Эра Период Эпоха
Провинциальная шкала	Ярус Зона	Век Время
Местная (региональная) шкала	Серия, свита Подсвита	Время (для каждого подразделения)
Вспомогательные подразделения	Подгруппа, подсистема, подраздел, подъярус, подзона, слой, местная зона, горизонт, биоцена	Время (для каждого подразделения) Биохрон

верхнему докембрию, по всем системам фанерозоя, по стратиграфической классификации, терминологии и номенклатуре, по стратиграфическим схемам, по геохронологии, по изучению опорных разрезов, по стратиграфии шельфов, а также ряд региональных комиссий.

В 1965 г. МСК публикует брошюру «Стратиграфическая классификация, терминология и номенклатура», которая так же, как издание 1954 г., являлась по сути своей советским СК, регламентирующим стратиграфические работы в стране. Редактором и основным автором первой методологической (теоретической) части инструкции был А. П. Ротай. В ней провозглашались естественность и комплексность обоснования всех стратонтов, объединенных единой стратиграфической шкалой, каждый ранг которой соответствовал роли этапа в ходе геологической истории Земли. Инструкция состояла из пяти рангово-подчиненных терминов — стратонтов и хронов:

Группа — Эра
Система — Период
Отдел — Эпоха
Ярус — Век
Зона — Время (фаза)

Все остальные подразделения (серия, свита, пачка, горизонт, слой) признавались вспомогательными региональными и подлежали замене после достижения корреляции их с единицами единой шкалы.

Однако если брошюра 1954 г. удовлетворяла практике геологической съемки мелкого и среднего масштабов, осуществляемой в то время, то новое издание появилось в период широкого развития

крупномасштабных исследований. Результаты последних все чаще вступали в противоречия с требованиями МСК, подчеркивая их искусственность и несоответствие реальному поведению геологических тел в разрезе земной коры. Потому в 1968 г. в МСК создается комиссия по составлению СК СССР в составе О. П. Ковалевского, А. И. Моисеевой, В. И. Яркина под председательством А. И. Жамойды.

В 1961 г. появился новый СК США, текст которого, в общем, соответствовал предложениям Х. Д. Хедберга. Параллельно за сравнительно небольшой промежуток времени (50-е — 60-е гг.) СК появились во многих странах, но большинство из них достаточно четко отражает влияние одной из альтернативных тенденций: «американской» следовали СК США (1961), Австралии (1959), Норвегии (1961), Пакистана (1962), Новой Зеландии (1967) и некоторые другие; «европейской» — СК Чехословакии (1960), Франции (1962), КНР (1965), ЮАР (1965), Англии (1967) и некоторые другие.

В это же время публикуется целый ряд книг и статей, развивающих теорию стратиграфии и оказавших более или менее серьезное влияние на ее развитие. Среди них надо отметить работы Д. Л. Степанова «Принципы и методы биостратиграфических исследований» (1958), К. Данбара и Дж. Роджерса «Основы стратиграфии» (1962), Т. Г. Николава «Биостратиграфия» (1977), многочисленные статьи В. И. Бодылевского, В. В. Меннера, М. С. Месежникова, А. И. Жамойды, Б. С. Соколова, Б. М. Келлера, Л. Л. Халфина, О. Шиндевольфа, А. М. Садыкова и многих других. Все они были посвящены общим вопросам науки и более или менее серьезно участвовали в дискуссии сторонников «американской» и «европейской» концепций.

Кроме собственной стратиграфической теории специалисты разных стран пытались решать конкретные вопросы объема и состава подразделений ОСШ и положения их границ. Именно в эти годы широко развернулись исследования по уточнению и конкретизации ОСШ, оказавшие большое влияние на теорию стратиграфии. Особо следует отметить разработку проблемы границы силурийской и девонской систем. Она проводилась большим международным коллективом специалистов по стратиграфии и палеонтологии обеих систем на протяжении 14 лет (с 1958 по 1972 гг.) на основании переизучения практически всех представительных разрезов пограничных отложений и эволюции различных групп биофоссилий. В результате граница была установлена соглашением большинства участников исследований как точка в слое 20 (мощностью 7 — 10 см) разреза Клонка близ Праги, чуть ниже слоя с многочисленными остатками граптолитов *Monograptus uniformis*. Этот вывод был утвержден 24-м МГК (Монреаль, 1972). Так был создан прецедент согласованного выбора глобального стратотипа стратиграфической границы — «точки глобального стратотипа стратиграфической границы» (ТГСГ), — Global Stratotype Section and Point CGSSP, который ныне МКС признан ведущим способом для определения рубежей ОСШ.