

А. В. Попов

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ

ПРИНЦИПЫ СТРАТИГРАФИИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭВОЛЮЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

А. В. Попов

ИЗМЕРЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО
ВРЕМЕНИ:
Принципы стратиграфии
и закономерности эволюции

Учебное пособие



ИЗДАТЕЛЬСТВО С-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
2003

УДК 551.7.01:56.01

ББК 26.33

П58

Рецензенты: д-р геол.-минер. наук, проф. А. Х. Кагарманов (С.-Петербург. гос. горн. ин-т), канд. геол. минер. наук О. И. Ковалевский (Всерос. науч.-исслед. геол. ин-т)

Печатается по постановлению

Редакционно-издательского совета

С.-Петербургского государственного университета

Попов А. В.

П58 **Измерение геологического времени: Принципы стратиграфии и закономерности эволюции:** Учеб. пособие. — СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та. 2003. — 144 с.
ISBN 5-288-03236-X

В учебном пособии рассмотрены такие фундаментальные вопросы стратиграфии, как объект и предмет науки, методы, принципы и структура стратиграфических измерений. Кратко охарактеризована история развития принципов стратиграфии. Главное внимание сосредоточено на раскрытии особенностей биостратиграфического метода, являющегося основой стратиграфии. Проанализированы природа стратонов и структура стратиграфической классификации, а также закономерности эволюционного процесса, положенные в основу биостратиграфического метода как инструмента внешнего отсчета.

Книга предназначена для студентов старших курсов геологических факультетов, а также для специалистов в области стратиграфии.

Тем. план 2003 г., № 50

ББК 26.33

© А. В. Попов, 2003

© Издательство С.-Петербургского университета, 2003

ISBN 5-288-03236-X

ВВЕДЕНИЕ

Время является важнейшей, фундаментальной характеристикой геологического процесса, без которой невозможно выявление последовательности геологических событий и, следовательно, установление их причинно-следственной связи. Выяснение временных особенностей геологического движения материи лежит в основе всех геологических исследований, в том числе поисков и разведки полезных ископаемых. Стратиграфия, занимающаяся изучением геологического времени, несмотря на длительную историю, до сих пор не выработала единого взгляда на ряд принципиальных вопросов. Остаются остродискуссионными понимание самого предмета стратиграфии и четкое отделение ее специфических задач от общегеологических, т.е. от проблем, которыми занимается историческая геология. Отсутствует согласованный подход к такой фундаментальной проблеме, как характер влияния абиотических факторов среды на биогенные, от которого зависит само построение принципов биостратиграфии, являющейся важнейшим инструментом измерения геологического возраста.

Несмотря на происходящее в настоящее время интенсивное развитие новых методов стратиграфических исследований и значительное усовершенствование старых, наблюдается значительное отставание в разработке общих принципов стратиграфии. Эта тенденция характерна для каждой активно эволюционирующей науки, когда закономерности, выявленные массой развивающихся частных методов, уже не укладываются в рамки прежних общих принципов, что в первую очередь связано с большими достижениями зональной стратиграфии, опирающейся на существенно более глубокое проникновение в особенности эволюции филогenetических групп.

Однако стремлению к дальнейшему увеличению точности и детальности стратиграфических исследований существенно препятствуют несовершенство, алогичность набора основных принципов и их

взаимосвязей, применяемых естественной стратиграфией, которая опирается на метод внутреннего отсчета — эндохронометрию.

Дальнейшее развитие стратиграфии, несомненно, связано с переходом стратиграфических измерений к нормальной, корректной системе внешнего отсчета — экзохронометрии. В предлагаемой работе изучаются возможности построения логично организованной стратиграфической системы внешнего отсчета. С этой точки зрения рассмотрена и история развития принципов стратиграфии.

Глава I

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ РАЗВИТИЯ ПРИНЦИПОВ СТРАТИГРАФИИ

Для развития стратиграфии как научного метода, исследующего временные особенности геологического движения материи, решающее значение имеет дискуссия, развернувшаяся между двумя основными концепциями, представленными «естественной» стратиграфией и хроностратиграфией. Первая теория базируется на необходимости адекватного соответствия Общей шкалы, стратиграфических схем и стратонов этапам геологического процесса, а вторая признает стратиграфические шкалу, схемы и стратоны условными временными подразделениями. В основе этого разделения лежит признание того, что исследования «естественной» стратиграфии базируются на системе внутреннего отсчета (эндохронометрии), которая опирается на неоднородность самого измеряемого процесса. Для хроностратиграфии характерно использование в явной или неявной форме идеи внешнего измерения (экзохронометрии). Разумеется, такое четкое размежевание стратиграфических концепций редко присутствует в чистом виде.

Имеется множество теорий, представляющих собой эклектическую смесь двух основных вышеуказанных концепций. На ранних этапах развития стратиграфии, когда точность стратиграфических исследований была невысока, для возникновения хроностратиграфии еще не было условий. Применение хроностратиграфических измерений связано с высоким уровнем развития стратиграфических методов, в первую очередь широким развитием зональной стратиграфии.

Возникновение стратиграфии как науки *(Метод Смита. Подготовка к созданию Общей шкалы)*

Первым серьезным научным исследованием, оказавшим значительное влияние на развитие стратиграфии, принято считать труд *Н. Стенона* «О твердом, естественно содержащемся в твердом»,

опубликованный в 1669 г. во Флоренции, в котором среди прочих общегеологических обобщений им был установлен один из основных принципов стратиграфии — закон последовательности напластования. Н. Стенон первый предпринял попытку на основании стратиграфического расчленения разреза Тосканы в Северной Италии восстановить геологическую историю этого региона. Принцип Стенона — «при ненарушенном залегании нижележащий слой древнее перекрывающего», вводящий в стратиграфию временные отношения, стал впоследствии фундаментом «естественней» стратиграфии. Однако он совершенно не учитывает пространственные характеристики геологического процесса, что недопустимо при высокоразвитых методах стратиграфических исследований.

Необходимо заметить, что высказанные Н. Стеноном передовые идеи не были по достоинству оценены его современниками. Лишь спустя 160 лет, после публикации на французском языке в 1832 г. трактата Н. Стенона его имя стало упоминаться в исторических обзирах, посвященных развитию геологии. Исследования ученого не могли сыграть какой-либо роли в развитии научной геологии и в том числе стратиграфии в период ее становления на рубеже XVIII и XIX веков.

Настоящим основоположником научной геологии следует считать *В. Смита* (1769–1839), работы которого заложили прочный методический фундамент для корректного исследования геологического движения материи. Разработанный им метод составления геологической карты на базе использования палеонтологических данных позволяет с наибольшей достоверностью восстанавливать структуру времени-пространства геологического процесса.

В 1799 г. В. Смит составил свою знаменитую стратиграфическую таблицу, в которой отражалась последовательность слоев и содержащихся в них ископаемых, распространенных в окрестности г. Бата. Этой первой стратиграфической схеме, существовавшей первоначально только в трех рукописных экземплярах, предстояло сыграть выдающуюся роль в развитии стратиграфии и геологии в целом.

Очень важно отметить, что почти одновременно на основе данной таблицы В. Смитом была создана геологическая карта окрестностей г. Бата, которая демонстрировалась в 1799 г., но впоследствии была утеряна. Таблица В. Смита, содержавшая весьма достоверную литологическую и палеонтологическую характеристики слоев, быстро получила широкое распространение в многочисленных рукописных копиях как в Англии, так и на континенте. Своему необычайному успеху она была обязана не только точности и обстоятельности, с кото-

рыми была составлена. В ней также нашли весьма удачное воплощение фундаментальные принципы геологических исследований, которые отвечали настоятельным требованиям производительных сил общества, в первую очередь бурно развивающейся горнодобывающей промышленности.

Однако роль В. Смита в установлении принципиальных основ геологии в целом и стратиграфии в частности оценивается разными авторами весьма различно. Например, несмотря на то, что заложенные в его работах принципы, применяемые в стратиграфии и геологическом картировании, до настоящего времени остаются по существу неизменными в нашем познании геологического процесса, во многих работах, посвященных теоретическим проблемам стратиграфии, принцип Смита не включен в число фундаментальных принципов стратиграфии (Мейен, 1981; Жамойда, 1984). Рассмотрению роли и места в геологической науке установленных В. Смитом принципов следует уделить особое внимание, так как это имеет не только историческое значение, но и представляет весьма большой интерес для развития теории стратиграфии и геологии в целом.

В 1791 г. совсем молодым человеком В. Смит начал работать инженером на угольных копях вблизи г. Бата на юго-западе Англии, а с 1794 г. участвовал в изысканиях по проектированию Сомерсетского угольного канала, которые дали ему богатый материал для стратиграфических и общегеологических выводов. Так, он приходит к мысли, «что каждый пласт заключает ископаемых органического происхождения, характерных именно для него, и может быть, в сомнительных случаях, путем их изучения установлен и отделен от другого пласта, сходного с ним, но принадлежащего другой серии» (цит. по: Леонов, 1973, с. 163). Почти одновременно, в 1794 г., у него возникает весьма плодотворная идея использовать результаты своих биостратиграфических исследований для составления «карты слоев» Англии, которая стала первой геологической картой (там же, с. 162). Итоги работ В. Смита легли в основу его публикаций: «Слои, распознаваемые по органическим ископаемым» (Smith, 1816) и «Стратиграфическая система органических ископаемых» (Smith, 1817). Однако принципы, на которых базировались новаторские исследования В. Смита, были сформулированы им недостаточно корректно. Это послужило для некоторых авторов основанием не включать его (Леонов, 1973; Schenk, 1961) в число главных создателей биостратиграфического метода.

Действительно, центральное положение В. Смита о том, что «сходные слои содержат сходные ископаемые», допускает разные,

весьма противоречивые трактовки. Однако Д. Л. Степановым, специально исследовавшим этот вопрос, убедительно доказано, что В. Смит использовал особенности ископаемых не как один из признаков породы, а как совершенно особое явление — «новое творение». Д. Л. Степанов предложил называть принцип В. Смита «принципом биостратиграфического расчленения и корреляции», уточнив его формулировку следующим образом: отложения можно различать и сопоставлять по заключенным в них ископаемым (Попов, 2001).

Как показали Д. Л. Степанов и М. С. Месежников, В. Смит по существу приблизился к пониманию эволюционного процесса, почувствовав его большие возможности для установления геологического времени. В 1817 г. В. Смит пишет: «В результате моих трудов установлен для этого метод, и поэтому распознавание слоев при помощи органических ископаемых становится одним из наиболее важных новых открытий геологии» (Степанов, Месежников, 1979, с. 56).

Биостратиграфический метод В. Смита, органически соединенный с геологическим картированием, сразу завоевал всеобщее признание. Если первая геологическая карта, отражавшая геологию графства Сомерсетшир, которая была составлена В. Смитом до 1799 г., не получила известности, то карта слоев Англии и Уэльса, вышедшая в 1815 г., была первой геологической (стратиграфической) картой обширного региона. В период с 1819 по 1824 г. В. Смит опубликовал серию карт, входящих в состав «Нового Геологического Атласа Англии и Уэльса».

В 1841 г. вышла в свет геологическая карта России, отражающая геологическое строение огромной территории, — «Генеральная карта горных формаций Европейской России», составленная Г. П. Гельмерсеном (Гельмерсен, 1841). Она могла появиться только благодаря значительной предварительной работе, проведенной отечественными геологами, успешно применившими палеонтологический метод при составлении геологических карт различных частей территории России. Принципиальные преимущества палеонтологического метода перед литостратиграфическим в 20-х годах XIX века были оценены уже многими русскими геологами. Это вызвало в России огромный интерес к изучению вымерших организмов. Большое внимание уделялось преподаванию палеонтологии, или, как ее тогда называли, петротоматогнозии или ориктологии, в Горном кадетском корпусе. Значительную роль в распространении палеонтологических знаний в начале века сыграла деятельность Я. Г. Зембницкого, А. М. Карпинского и Г. И. Фишера (Попов, 2001). Курсы лекций Я. Г. Зембницкого были

изданы отдельными книгами: «Конхилиология» в 1833 г. и «Сокращенное руководство к систематическому определению растений» в 1833 г. Значительное содействие распространению геологических знаний в России оказало появление в 1825 г. «Горного журнала», в котором публиковались статьи, посвященные геологическим и палеонтологическим исследованиям различных регионов России, сопровождавшиеся петрографическими, а затем геологическими картами (рис. 1, 2).

Важное значение для геологического картирования имели стратиграфические работы Д. И. Соколова, П. М. Языкова, А. Б. Иваницкого, проведенные на основе палеонтологического метода (Попов, 2001). Особо следует отметить работы П. М. Языкова. Ему удалось установить распространение меловых отложений на весьма обширной территории от Волги до Карпат. Необходимо упомянуть также «Петрографическую карту Донецкого кряжа» (1: 210 000), составленную Е. П. Ковалевским в 1828 г., которой пользовались все последующие исследователи. В 1832 г. горным инженером *А. Б. Иваницким* была создана настоящая геологическая карта южной части Донбасса, которая правильно отражала стратиграфию региона.

К середине 30-х годов XIX века успехи применения палеонтологического метода в стратиграфии позволили отечественным геологам перейти к широкой замене распространенных ранее петрографических карт геологическими. С начала 1840-х годов в России появляются первые обзорные карты, отражающие геологическое строение обширных регионов. В 1840 г. Н. И. Кокшаров составил схематизированную геологическую карту северной половины Европейской России. В том же году Л. Бухом была представлена первая обзорная геологическая карта средней и юго-восточной России (Попов, 2001). Успехи российских геологов по составлению геологических карт базировались на широком применении метода В. Смита.

Огромное значение биостратиграфического метода В. Смита было обусловлено тем, что, во-первых, в его основе лежит принцип единства и дифференциации времени и пространства, наглядно реализованный им в геологической карте, а, во-вторых, сам метод служит инструментом внешнего отсчета, что обеспечивает корректность стратиграфических исследований. И хотя В. Смит не оставил нам четких формулировок своего метода, он вполне осознанно пользовался качествами палеонтологического метода как экзохронометрией. По существу основные принципы геологических исследований, заложенные В. Смитом, до сих пор остаются неизменными: это восстановление



Рис. 1. Фронтиспис и титульный лист

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛЪ

ИЛИ

СОБРАНИЕ СВѢДѢНИЙ

о

ГОРНОМЪ и СОЛЯНОМЪ

ДѢЛѢ,

СЪ ВРИСОВОИ ИЛЛЮСТРАЦІЕМЪ

НОВЫХЪ ОТКРЫТИЙ ПО

НАУКАМЪ,

къ съмѣнѣямъ относящимся.

— — — — —

Книжка I.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

Начато въ Военномъ Типографіи Главнаго Штаба
ЕГО ИМПЕРАТОРСКАГО ВЕЛИЧЕСТВА.

1825.

ки. Горного журнала (1825 г.).

І.

Предписание Г. Министра Финансов Департаменту Горных и Соляных Дельв, отъ 3-го Марта 1825 года, за №. 558.

Для надлежащаго исполненія, пропровождаем при сейъ изъ оной Департаментъ заставляемъ существовавшій списокъ съ Высочайшею консультованной докладной зоей записки въ 28-й день прошлаго Февраля обѣ изданий Горнаго Журнала.

*Подпись: Министр Финансов, Генерал-Лейтенантъ
Бакрикъ.*

Сергияхъ: Директоръ Канцелярии В. Дружининъ.

*Рис. 2. Предписание министра финансов России
к изданию Горного журнала.*

структурой времени-пространства геологического процесса на геологической карте, построенной с помощью биостратиграфии, которая является внешней системой отсчета, т.е. экзохронометрией.

В биостратиграфическом методе В. Смита уже неизменно присутствуют перевод пространственных отношений во временные (принцип Стенона), а также другие элементарные принципы, обеспечивающие корреляции. Но этот метод содержит существенно новое — необходимость выяснения пространственных особенностей времени, т.е. пространственной дифференциации геологического времени.

Работы В. Смита ясно показали, что основной, фундаментальный метод исследований геологического движения материи заключен в принципе единства и дифференциации геологического времени и пространства. Из соединения частных, элементарных принципов стратиграфии возник качественно новый, всеобъемлющий, фундаментальный принцип единства и дифференциации времени и пространства геологического процесса. В этом ярко проявилось одно из важнейших общенаучных положений — целое больше суммы своих частей.

Несмотря на то, что В. Смит нигде не сформулировал принцип пространства, он прекрасно его чувствовал, о чем свидетельствует органическое соединение им биостратиграфического метода с геокартированием, которое считал итогом своих исследований. Ведь именно в геологической карте с наибольшей полнотой можно выразить структуру времени-пространства геологического процесса. Весьма примечательно то, что В. Смитставил себе в заслугу именно создание геологических карт, которое рассматривал как основное достижение своей жизни. В поздних работах он обычно с гордостью рекомендовался как автор геологической карты Англии и Уэльса.

Таким образом, исследования В. Смита, опирающиеся на принцип единства и дифференциации времени-пространства геологического процесса, заложили прочные основы геологической науки. В. Смит, используя биостратиграфию как инструмент внешней системы отсчета (эндохронометрию), создал графический метод моделирования геологического процесса. Только на геологической карте в наиболее полном виде может быть отражена структура времени-пространства геологического движения материи. Метод В. Смита, несмотря на не вполне корректные формулировки принципов, очень верно обозначил генеральную линию развития стратиграфии.

Почти одновременно с В. Смитом во Франции *Ж. Кювье* (1769–1832) и *А. Броньяр* (1770–1847) успешно использовали палеонтологический метод для восстановления геологической истории окрестно-

стей Парижа. В 1808 г. они опубликовали работу, в состав которой входил раздел «Геолого-минералогическое описание Парижа». Для нее характерно более глубокое, чем у В. Смита, биологическое обоснование, которое дал Ж. Кювье установленной им палеонтологической последовательности организмов. Несколько позднее, в 1812 г., Ж. Кювье публикует труд «Об ископаемых костях» с прилагаемой к нему геологической картой и разрезами, снабженными описаниями геологического строения окрестностей Парижа.

Если в Англии, Франции и Бельгии палеонтологический метод при стратиграфических исследованиях получил широкое применение, то в Германии использование органических остатков для целей стратиграфии не приобрело должного развития. Крупнейший немецкий геолог *A. Вернер* (1749–1817), пользовавшийся огромным авторитетом, и его последователи А. Гумбольдт (1769–1859) и Л. Бух (1774–1853) в течение первых двух десятилетий XIX века при стратиграфических исследованиях фактически полностью пренебрегали данными палеонтологии, всецело полагаясь на литостратиграфию. В результате концепция всеобъемлющего геологического развития Земли, нарисованная А. Вернером и его учениками на основании изучения только литостратиграфии Тюрингии и Саксонии (Германия), оказалась полностью несостоятельной.

Важное значение для понимания тенденций развития стратиграфического метода имеет работа *В. Конибири* и *В. Филлипса* «Геологический очерк Англии и Уэльса», появившаяся в 1822 г. В ней на основе материалов Смита, Вебстера, Баклэнда отдельные слои группируются в систему соподчиненных стратиграфических единиц. В результате Конибири и Филлипсу удалось создать устойчивую стратиграфическую схему, отражающую последовательность значительной серии слоев, распространенных на весьма обширной территории. Эта стратиграфическая схема, являющаяся по существу региональной, могла быть составлена только на материале геологической съемки.

Иерархически построенная схема Конибири и Филлипса заложила основы ряда главных подразделений (систем и отделов) современной общей стратиграфической шкалы. Здесь следует обратить внимание на то, что, во-первых, данная схема создана лишь на основе взаимодействия стратиграфии и гекартирования, и, во-вторых, чисто региональная стратиграфическая схема, не отражающая глобальных закономерностей, послужила основой для общей стратиграфической шкалы.

В 1831 г. выходит классическая работа бельгийского геолога *Омальуса Аллуа* «Элементы геологии». Схема стратиграфической классификации, разработанная им, учитывала геологические особенности всего Европейского континента, аккумулируя результаты стратиграфических исследований европейских геологов. Она явилась прототипом современной Общей шкалы.

Установление и разработка стратиграфии древних систем связано в первую очередь с исследованиями английских геологов *P. Мурчисона* (1792–1871) и *A. Седжвика* (1785–1873). В 1835 г. ими были выделены кембрийская и силурийская системы, а в 1839 г. девонская. Общее, принципиальное оформление структуры универсальной стратиграфической шкалы завершил *Дж. Филлипс* (1822–1887) (племянник В. Смита), который выделил палеозойские, мезозойские и кайнозойские слои, которые отвечают современным эрам или группам. Одной из последних была установлена вендинская система, предложенная Б. С. Соколовым в 1950 г. и утвержденная МСК в 1991 г., которая является подразделением верхнего докембра.

Начало XIX века ознаменовалось широким развитием стратиграфических исследований в Европе, что обусловило необходимость их качественного совершенствования. Уже в течение первых двух десятилетий было доказано ведущее значение палеонтологического метода в стратиграфии. Теоретические положения *вернеровской* школы, опиравшиеся в своих стратиграфических построениях исключительно на литостратиграфические особенности отложений, показали свою полную несостоятельность.

Обоснование яруса и зоны

В первой половине XIX века наиболее важные теоретические разработки в области стратиграфии были осуществлены А. Оппелем и А. Орбиги. Большой заслугой этих ученых является введение в арсенал стратиграфических исследований таких важнейших инструментов, как ярус и зона. Палеонтолог и стратиграф *A. Орбиги* (1802–1857), бывший последовательным сторонником теории катастроф Ж. Кювье, использовал понятие «ярус» для палеонтологического обоснования 27 катастроф и соответствующего числа творческих актов. В своей монографии «Палеонтология Франции» (1843 г.) он рассматривал ярус (*etape*) как определенный этап состояния природы в прошлом, выраженный совокупностью суши и моря с населяющими их организмами.

Пространную характеристику яруса А. Орбиньи дает во 2-м томе: «Ярус для нас представляет эпоху, во всех отношениях тождественную с современной. Это состояние покоя древней природы, состояние покоя, в течение которого были, как и сегодня, континенты и моря, наземные растения и животные, морские растения и животные, а в морях пелагические и прибрежные на всех глубинах. Для того, чтобы ярус был полным, он должен содержать комплекс наземных и морских существ, способный охарактеризовать целую эпоху в ее развитии, подобно тому, как мы видим на Земле сегодня. Если мы знаем лишь немногие части комплекса, который должен был существовать в то время, то это потому, что другие его части были уничтожены во время геологических переворотов, или потому, что они еще не стали нам известны. Соответственно, мы никогда не сможем принять за "ярус" те слои, даже ограниченные несогласием, и безотносительно их мощности, если они не содержат характерной для них фауны ... поскольку очевидно, что если ... каждый ярус есть эпоха, подобно современной, то он должен обладать соответствующей фауной» (цит. по: Степанов, Месежников, 1979, с. 21).

Из приведенной характеристики яруса совершенно очевидно, что его существом, согласно А. Орбиньи, является временное содержание. Автор как будто почти не придает значения стратиграфическим и тем более литологическим особенностям яруса. На первый взгляд создается впечатление, что палеонтологическому (биостратиграфическому) методу решительно отдается ведущая роль.

Здесь следует обратить внимание на то, что временное содержание яруса, как определенного этапа (эпохи) развития фауны и флоры, жестко очерчивается рубежами геологических переворотов. Это положение А. Орбиньи ставит ярус, являющийся инструментом измерения геологического времени, в прямую зависимость от измеряемого процесса. Однако указанным недостатком, имеющим большое принципиальное значение, определение яруса не ограничивается. Сами рубежи геологических перестроек имеют значительную дифференциацию не только во времени, но и в пространстве. И уже поэтому они не могут выполнять роль изохронных границ.

Этапы развития фауны и флоры, с помощью которых ярус, согласно Орбиньи, получает свое конкретное временное выражение, до сих пор не имеют четкого определения, продолжая оставаться предметом дискуссий. К тому же границы этапов в развитии различных групп фауны и флоры проявляются весьма асинхронно или не отражаются совсем, т.е. этапы развития фауны и флоры также не имеют

общей изохронной границы. Изложенное выше приводит к выводу, что определение яруса Орбини страдает отсутствием твердых положений, которые бы исключали двусмысленность их понимания или хотя бы жестко ограничивали такие возможности.

Определение яруса, разработанное Орбини, по существу предвосхищает основные принципиальные положения «естественной» стратиграфии и одновременно содержит ее главные, органические, недостатки, которые делают ярус весьма грубым инструментом для исследования геологического времени. Здесь следует отметить, что во времена Орбини во многих случаях такие приближенные определения геологического времени были вполне оправданы и допустимы.

Значительно более важным вкладом в развитие теории стратиграфии явилась разработка А. *Оппелем* (1831–1865) понятия зоны, значение которой в полной мере проявилось гораздо позднее. Зона, согласно А. Оппелю, является горизонтом, характеризующимся в любом месте некоторым числом видов, которые постоянны для него и могут быть найдены даже в наиболее удаленных областях с той же определенностью.

Важнейшее, фундаментальное, качество зоны заключается в том, что она определяется вполне конкретным набором видов, каждый из которых обладает четкой, недвусмысленной характеристикой и жестко привязана к голотипу. Отсюда вытекает второе фундаментальное свойство зоны: она имеет ясное временное ограничение, что обусловлено временным и пространственным распространением характеризующих ее видов. Третье фундаментальное свойство зоны связано с тем, что выделение видовых таксонов основывается на элементарных эволюционных сдвигах в развитии филогенетических ветвей. Это позволяет выделять биостратиграфические подразделения с самыми узкими временными интервалами, которые обеспечивают наибольшую детальность восстановления особенностей геологического процесса. По существу А. Оппель четко оформил некоторые принципиальные положения метода, который интуитивно открыл и с успехом применил, но не смог корректно сформулировать его принципы В. Смит.

Разработав принципиальные положения биостратиграфической зоны, А. Оппель создал стратиграфический инструмент, который по своим разрешающим свойствам существенно превосходит все другие стратоны, в том числе ярус, который не получил четкой, корректной характеристики. С установлением зоны стратиграфия обрела возможность для осуществления нормальных стратиграфических измерений в системе внешнего отсчета.

Исследование дифференцированности геологического времени (Принцип Головкинского — система внешнего отсчета)

Широкие стратиграфические исследования неизбежно привели к уточнению особенностей геологического времени, которое первоначально было установлено в виде эмпирических закономерностей, связанных с фациальной и палеонтологической неоднородностями формаций. Большая заслуга в этом отношении принадлежит *A. Грессли* (1814–1865), который установил, «что в горизонтальном направлении каждая формация испытывает разнообразные, хорошо выраженные латеральные изменения, которые характеризуются постоянными особенностями не только петрографического состава, но и палеонтологического характера комплексов ископаемых, изменения которых подчиняются определенным и мало изменчивым законам» (цит. по: Симаков, 1999, с. 175). Грессли пришел к заключению, «что изменения как петрографического характера, так и палеонтологического характера, которые можно наблюдать в горизонтальном распространении формаций, обусловлены различием обстановок и других условий, которые и до настоящего времени оказывают такое решающее влияние на различные роды и виды, населяющие современные моря» (там же, с. 176).

Таким образом, Грессли существенно уточнил принцип Смита, в котором фациальное разнообразие одновозрастных отложений только подразумевалось, но не было отражено прямо. Однако в положениях Грессли дифференциация геологического процесса в пространстве описана слишком обще. Палеонтологическая характеристика, являющаяся основой стратиграфических измерений, неразрывно связана с фациальными особенностями пород. Выводы Грессли основываются на двух установленных им закономерностях. «Первый факт заключается в том, что определенный петрографический характер формации дает основание уверенно предполагать повсеместно, там где она распространена, что свойственный ей палеонтологический комплекс будет одним и тем же. Второй факт заключается в том, что данный палеонтологический комплекс строго исключает присутствие родов и видов, изобилующих в других фациях» (цит. по: Степанов, Месежников, 1979, с. 54).

Вышеуказанные выводы, сделанные Грессли, слишком приблизительно отражающие закономерности соотношения фауны (флоры) и фаций, не могли являться основой для корректных стратиграфических измерений, хотя, несомненно, сыграли в свое время положитель-

шую роль. Стратиграфические исследования нуждались в принципах, отражающих истинное соотношение измерительного инструмента с измеряемым объектом. Такие принципы были сформулированы Н. А. Головкинским.

В 1868 г. *Н. А. Головкинский* (1834–1897) опубликовал положение, которое заложило основы современной стратиграфии и геологии в целом. В своей диссертации он формулирует следующее положение: «...должно внимательно различать о хронологическом, стратиграфическом, петрографическом и палеонтологическом горизонтах» (Головкинский, 1868, с. 399–400; рис. 3). Далее замечает: «...хронологические горизонты косвенно пересекают все другие...» (там же, с. 400). Из этих выводов с очевидностью следует, что он осознал не только сложность, дифференцированность временной характеристики геологического процесса и ее непростые, неоднозначные отношения с временными особенностями органического мира, но и необходимость понимания собственно стратиграфических задач.

Свое мнение о взаимосвязях геологических явлений Н. А. Головкинский выражает через временные отношения, в которых заключены наиболее фундаментальные свойства процессов. К сожалению, учёный не стал в дальнейшем развивать это глубокое и содержательное положение. Обстоятельства сложились так, что оно не получило должного развития в стратиграфии. Позднейшие исследователи предложили новую, «современную», редакцию принципа Головкинского, которая сводила его к «возрастному скольжению литостратонов». Такая модернизированная формулировка принципа существенно снижала его содержательность. В новой интерпретации исчезли указания на стратиграфические и палеонтологические горизонты, что значительно огрубляет представления о сложности геологического времени и методике его исследований.

Однако даже в такой новой, усеченной, трактовке стратиграфическое и общегеологическое значение принципа Головкинского остается весьма значительным. Несмотря на это, многие исследователи не включают его в категорию основных принципов стратиграфии (Мейен, 1981, и др.). По-видимому, наиболее глубокие выводы из идей Н. А. Головкинского сделал В. И. Вернадский, первым высказавший в 1885 г. положение о единстве времени и пространства (Вернадский, 1975).

О НЕРМСКОЙ ФОРМАЦИИ

ВЪ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ

КАМСКО-ВОЛЖСКАГО БАССЕЙНА.

Н. ГОЛОВКИНСКОГО.

1863.

Rис. 3. Обложка книги Н. А. Головинского, положившей начало разработке основ стратиграфии.

Принцип Головкинского лишь обозначил сложность геологического времени и необходимость изменения методики его изучения. Представления о дифференцированности геологического времени и путях его исследования логически вытекали из краткого определения Головкинского, которое требовало дальнейшей разработки и углубления. Н. А. Головкинский перечислил основные компоненты и указал главные отношения, опираясь на которые следовало выстроить всю сложную систему стратиграфических исследований.

Важнейшее следствие, неизбежно вытекавшее из определения Головкинского, содержало в себе возможность и необходимость перехода стратиграфии к нормальной, корректной измерительной процедуре, использующей внешнюю систему отсчета, роль которой может играть эволюция организмов. Возможность применения внешнего инструмента измерения открыла перед стратиграфией путь к качественно более высокому уровню исследований.

Внешний инструмент измерения (экзохронометрия) позволяет стратиграфии широко использовать не только качественные, но и количественные измерения. Следует заметить, что палеонтологический метод в стратиграфии применялся и до, и после Головкинского. Здесь речь идет о создании непротиворечивой, внутренне логичной системы стратиграфических исследований, которая с наибольшей эффективностью применяет уникальные возможности эволюции организмов в качестве инструмента внешнего отсчета.

Особенности принципа Головкинского наглядно выявляются при сопоставлении с принципом Стенона, который служит основой литостратиграфии, опирающейся на внутреннюю систему отсчета (эндохронометрию). Принцип Стенона, утверждающий, что при ненарушенном залегании каждый нижележащий слой древнее перекрывающего, переводит пространственные отношения во временные. Расчленение разреза отложений на ряд последовательных стратонов является операцией по созданию инструмента стратиграфических (воздрастных) измерений. Здесь происходит отчуждение принятой нами схемы расчленения от отложений, на основе которых она установлена.

Однако точность принципа Стенона, опирающегося на неоднородность отложений, т.е. на неоднородность самого геологического процесса, весьма ограничена, что характерно для эндохронометрии вообще. Именно это обнаруживает принцип Головкинского в виде возрастного скольжения фаций, хорошо очерчивая скромные возможности литостратиграфии. Заведомо точное время принцип Стенона обеспечивает только на линии разреза. Указанное обстоятельство бы-

ло вполне осознано Н. А. Головкинским, который писал: «Это дает право поставить тезис, по-видимому, парадоксальный: общепринятое убеждение в последовательности образования последовательно друг на друга налагающих слоев неверно» (Головкинский, 1868, с. 397).

Ограниченностю принципа Стенона, установленная Н. А. Головкинским, была принята не всеми стратиграфами. Так, А. М. Садыков пишет, что это утверждение по существу отвергает первый закон стратиграфии и ни о чем больше не говорит (Садыков. 1974, с. 56). Здесь необходимо обратить внимание на то, что Н. А. Головкинский отмечает косвенное пересечение хронологическим горизонтом всех остальных горизонтов. Это свидетельствует о значительных ограничениях литологических горизонтов как индикаторов времени. Касаясь закономерностей, установленных принципом Стенона, Н. А. Головкинский пишет, что «такое воззрение справедливо только для очень ограниченной местности...» (Головкинский. 1868, с. 397). По существу принцип Головкинского отрицает лишь абсолютное значение принципа Стенона, обозначая узкие границы его действий. Определенные ограничения справедливо распространяются Н. А. Головкинским и на палеонтологические горизонты. Именно последний его вывод является наиболее важным и глубоким для стратиграфии.

Принцип Головкинского имеет фундаментальное значение для стратиграфии. Это означает, что Н. А. Головкинский не только сделал вывод о дифференцированности геологического времени, но и приблизился к пониманию абсолютного времени, необходимого в корректных стратиграфических исследованиях. Это вынуждает нас ввести в понятийный аппарат стратиграфии категорию абсолютного времени. Другим фундаментальным следствием, вытекающим из принципа Головкинского, устанавливающего возрастное скольжение горизонтов, было появление пространственного аспекта в возрастной характеристике геологического процесса. Возникло условие для осознания единства времени и пространства, которое было реализовано В. И. Вернадским.

Следовательно, применение принципа Головкинского не отменяет действия принципа Стенона. Последний включается в структуру принципа Головкинского, обеспечивая его функционирование первичными данными по литостратиграфии и палеонтологии, которые затем используются уже в принципиально иной системе стратиграфических измерений — экзохронометрии, которую нельзя свести к механизму принципа Стенона, как это делает С. В. Мейен (1981).

Стратиграфические исследования, опирающиеся на принцип Головкинского, подчиняются правилам корректных измерений, которые позволяют получить существенно более верные представления о структуре времени-пространства геологического процесса. Для стратиграфических исследований, базирующихся исключительно на принципе Стенона, типично приблизительное, не расчлененное представление о геологическом времени, которое сводится по существу к одновекторной характеристике. Напротив, применение принципа Головкинского вводит в геологию понятие сложной, многовекторной системы времени-пространства геологического движения материи.

В переходе стратиграфии от опоры на принцип Стенона к измерениям на основе принципа Головкинского отражена смена двух главных этапов развития стратиграфии. С методической точки зрения, произошло восхождение от исследований, использующих прямые соотставления, к механизму измерений посредством системы эталонов. Принцип Головкинского является фундаментальным положением, которое должно определять весь процесс стратиграфических исследований. Вокруг него группируются остальные принципы, обеспечивающие процедуру стратиграфических измерений.

Закономерности, установленные Н. А. Головкиным, нашли широкое применение в отечественной стратиграфии. Одним из первых принцип Головкинского использовал выдающийся русский геолог *А. П. Карпинский* (1847–1936) в геологических исследованиях, проводившихся на Урале в 1873 г. В своем отчете в 1874 г. он отмечает, что системы следует трактовать не как естественные образования, резко разграниченные друг от друга в природе, а как условные категории, выделяемые исследователем. Поэтому и границы их искусственны, т.е. представляют собой условно проводимые рубежи в непрерывном разрезе осадочных образований, между которыми существует постепенный переход, фиксируемый сменой определенных групп фауны (Карпинский, 1874).

Глубокая реализация стратиграфических идей Н. А. Головкинского была осуществлена А. Н. Карпинским в его концепции «переходных слоев» и в положении, утверждающем хронологическое, условное содержание стратонов (Карпинский, 1874). Установление им артинского яруса было основано на существовании между каменноугольной и пермской системами переходных слоев, охарактеризованных переходной фауной. По существу в концепции «переходных слоев» была заложена идея непрерывности геологического времени. Именно временное содержание «переходных слоев» было главным, чего не поня-

ли современники, у которых вещественное выражение стратонов превалировало над их временной характеристикой.

Уже в первых работах А. П. Карпинского указывается на необходимость обязательного учета в геологических (стратиграфических) исследованиях региональных особенностей геологического процесса, которые, однако, должны опираться на общие, универсальные стратиграфические подразделения. Он пишет, что в каждой геологической области устанавливаются самостоятельные деления на ярусы; но ни в одной стране не считается целесообразным принимать для развитых там осадков особенные подразделения на почвы и формации. Почвы и формации, в понимании того времени, представляли собой универсальные стратоны, а ярусы являлись подразделениями, отражающими местные условия.

Весьма примечательно то, что уже в 1874 г. А. П. Карпинским по существу было сформулировано определение хроностратиграфического подразделения, которое в уточненной редакции в 1954 г. ввел в стратиграфию Д. Л. Степанов. А. П. Карпинский писал: «За словом *“формация”* необходимо удерживать строгий хронологический смысл, подразумевая под этим выражением группу осадков, образовавшуюся в известную эпоху, характеризующуюся существованием определенной фауны и флоры. В этом смысле все осадки, отложившиеся в известный промежуток времени (или, как обыкновенно выражаются, одновременно), должны принадлежать одной формации, как бы ни были различны их наружные признаки. Короче сказать, параллельные формации не должны существовать» (Карпинский, 1874, с. 282). И далее он уточняет: «Коль скоро мы отказываемся от взгляда, что существующая хронологическая классификация осадочных образований представляет естественную их систему, то главное значение такой классификации будет заключаться лишь в том, чтобы помочь нам разобраться в массе имеющегося фактического материала при помощи сопоставления осадков, близких по времени их образования» (Карпинский, 1945, с. 132) (курсив наш. — А.П.). В вышеприведенной формулировке впервые получила конкретное воплощение главная идея Н. А. Головкинского — необходимость введения в стратиграфию процедуры хронометрии (хронологии, по Карпинскому), заключающейся в измерении геологического времени посредством инструмента внешнего отсчета. Она представляла собой систему универсальных единиц, отражающих условные временные интервалы.

Оформление международной стратиграфической шкалы

(Исследование Реневье.

Идея региональной стратиграфии Никитина и Чернышева)

Интенсивное расширение региональных геологических исследований, охватившее Европу во второй половине XIX века, и успешная разработка теоретических основ стратиграфии обусловили настоятельную необходимость создания универсального инструмента, при помощи которого можно было бы осуществлять сравнительное изучение геологических процессов, происходивших не только в разных частях обширных регионов, но устанавливать общие, глобальные закономерности геологического движения материи. Роль такого инструмента может выполнять только общая, или единая, стратиграфическая шкала, построенная по строго определенным принципам. Почти все эти принципы уже были так или иначе обозначены в работах ряда исследователей, в первую очередь в трудах А. Оппеля и Н. В. Головкинского.

Общая стратиграфическая шкала, чтобы нормально выполнять роль инструмента, предназначенного для изучения структуры времени-пространства геологического процесса, должна представлять собой систему внешнего отсчета, образованную совокупностью условных хронометрических единиц, с помощью которых можно было бы с достаточной детальностью восстанавливать временные особенности геологического движения материи. Общая стратиграфическая шкала, как и все частные шкалы и схемы, является естественным компонентом метода графического моделирования геологического процесса (геокарттирования). Только в тесном, неразрывном взаимодействии стратиграфия и геокарттирование могут нормально развиваться и совершенствоваться.

Впервые основу общей стратиграфической шкалы, которая должна была выполнять роль глобального эталона при стратиграфических исследованиях, разработал Э. Реневье (1831–1906). В 1874 г. он опубликовал проект общей стратиграфической шкалы на 9 разноцветных листах под названием «Таблица осадочных формаций, образовавшихся на протяжении эпох, отвечающих fazам обновления органического мира земного шара, с указанием представляющих их отложений в Швейцарии и в классических областях, их синонимики и главнейших ископаемых каждого этажа». Структура шкалы представляла собой иерархию стратиграфических подразделений, состоящую из четырех порядков:

- подразделения 1-го порядка — эра;
- подразделения 2-го порядка — периоды (или группы);
- подразделения 3-го порядка — эпохи (или системы);
- подразделения 4-го порядка — века (или этажи).

Стратоны 1-го порядка, согласно Э. Реневье, универсально планетарны, стратоны 2-го порядка являются «почти универсальными», стратоны 3-го порядка имеют «весьма общее значение», стратоны 4-го порядка определяются как подразделения «более или менее локальные или региональные фации».

Принципиально важно то, что в основу построения общей шкалы Э. Реневье положил особенности развития органического мира, эволюция которого отличается существенной независимостью, имманентностью. Вторым важным признаком общей шкалы, принципиально значащим, является признание условности стратиграфических подразделений.

По мнению Э. Реневье, любая стратиграфическая классификация всегда более или менее условна. Он присоединяется к мнению о том, что геологические подразделения — лишь условные отрезки, которые мы различаем для удобства изучения. Общая шкала представляет, по Э. Реневье, «условную шкалу, достаточно общую, которая могла бы применяться в различных странах ... и могла бы служить эталоном или хронометром, с которым можно было бы сравнивать местные геологические шкалы» (цит. по: Леонов, 1973, с. 48). Однако Реневье, решительно объявив об условности стратиграфических подразделений, в своих дальнейших пояснениях способов использования общей шкалы оказывается недостаточно четким и последовательным, не предполагая возможности непосредственного глобального выделения стратонов шкалы за исключением подразделений 1-го порядка.

Следовательно, возможности действия общей шкалы становились тем все более ограниченными, чем более дробными становились ее подразделения. По этому поводу совершенному справедливо писал Г. П. Леонов: «Хотя Реневье неоднократно и подчеркивает условность предлагаемой им системы классификации и ее значение как всеобщего “хронометра”, он все же не порывает с представлениями о ней, как об определенной естественной системе, отражающей “фазы появления и исчезновения” различных групп животных и растений» (Леонов, 1973, с. 50).

Итак, если следовать основному правилу, принятому Реневье в построении общей шкалы, которое заключается в необходимости адекватного соответствия ее структуры особенностям (этапам) эволюции

органического мира, то в такой шкале условности стратонов нет места. В данном случае условность стратонов и шкалы в целом понимается как отсутствие необходимости жесткого соответствия их особенностям эволюции органического мира и его отдельным частям. Правила построения общей шкалы, заложенные Реневье, впоследствии были целиком восприняты сторонниками «естественной» стратиграфии, возложивших на стратиграфические исследования две несовместимые задачи: изучение структуры геологического времени и одновременно необходимость адекватно отражать эту структуру в строении своего измерительного инструмента — Общей шкале.

Использование Реневье в своих методах построения общей шкалы принципов выделения яруса, разработанного А. Орбиньи, обусловило то, что они полностью восприняли их недостатки, которые затем унаследовала концепция «естественной» стратиграфии. Уже разработки Реневье по построению общей шкалы совершенно определенно показали невозможность такой «естественной» шкалы служить всеобщим эталоном геологического времени не только в планетарном масштабе, но даже для достаточно широкого региона из-за сильной дифференциации во времени и пространстве геологического процесса и развития органического мира.

Несмотря на все очевидные недостатки общей шкалы Реневье и дискуссионность ее принципов, основная идея, выраженная в необходимости существования единого эталона геологического времени, была весьма актуальна для дальнейшего успешного развития геологической науки в целом.

Международный геологический конгресс

Собравшаяся в 1878 г. в Париже I сессия Международного геологического конгресса (МГК) приняла за основу общую шкалу, разработанную Реневье. Вторая сессия МГК (Италия, Болонья, 1881) дополнила четырехступенчатую иерархическую систему общей шкалы Реневье пятым уровнем. Минеральные массы земной коры по возрасту были расчленены на пять соподчиненных рангов:

группы,

системы,

отделы (или серии),

ярусы,

слои.

Этим стратиграфическим подразделениям соответствовали хронологические подразделения:
эры,
периоды,
эпохи,
века.

Позднее на VIII сессии МГК (Париж, 1900) было решено, что стратиграфическим подразделениям 5-го ранга — слоям должны соответствовать хронологические подразделения — зоны. На II сессии МГК не было принято определенного решения, считать ли общую шкалу только эталоном для региональных стратиграфических схем, как полагал Реневьес, или она должна впоследствии заменить эти схемы. Решения II сессии обошли также молчанием проблему соотношения «универсальных стратонов» и «почти универсальных», которая не нашла должного разъяснения в предложенной Реневье общей шкале.

Однако II сессия МГК приняла решение, имевшее далеко идущие принципиальные последствия для стратиграфии, о стратиграфическом разделении «минеральных масс земной коры», которое было осуществлено таким образом, что возрастное содержание стратонов, составляющее их суть, отступило на второй план перед вещественным, литологическим, составом. Хронологические единицы определялись как вторичные, производные от стратиграфических, а точнее, литологических. В результате произошел почти полный, неестественный отрыв возрастного наполнения от стратиграфических подразделений, которые стали восприниматься в первую очередь как геологические тела (Леонов, 1973, с. 51).

Это фактическое слияние, вернее, смешение принципиально различных понятий — стратонов с геологическими телами — привело к тому, что определение возраста геологических тел стало весьма затруднительным. Установление возрастной характеристики в конечном счете основывается на выявлении изохронных рубежей, которые не совпадают с границами фаций. Лишь значительно позднее, уже в середине XX века, эту ошибку постарались исправить с помощью введения хроностратиграфических подразделений, охватывающих разнородные фации одного возраста.

Следствием вышеуказанного решения II сессии МГК было преобладание в сознании геологов пространственной составляющей в характеристике стратонов над возрастной. Стратоны стали восприниматься в первую очередь как конкретные материальные тела. Таким образом, был сделан принципиальный шаг назад в сравнении со

взглядами Орбинны и Реневье, которые считали стратоны временными, условными единицами. Стратоны для них представляли собой эталонные единицы измерения, избранные человеком для выполнения определенной роли в его исследовательской, измерительной деятельности, которая по существу является абстрактной. Решение II сессии МГК сместило центр тяжести стратиграфических исследований из области корректной измерительной процедуры в зону прямых сопоставлений, характерных вообще для самых начальных этапов исследования, более простых и менее точных. И это произошло, несмотря на то, что уже в то время теоретическая база стратиграфии была достаточно разработана.

Проблема принципов построения Общей шкалы интенсивно обсуждалась на первых восьми сессиях МГК. Хотя существовало множество различных точек зрения на указанную проблему, в официальных решениях МГК в целом возобладала концепция, предложенная Реневье. В тезисах оргкомитета VII сессии написано: «Подразделения первого порядка должны иметь универсальное значение и основываться на палеонтологических данных, достаточно общих для использования их в пределах всей поверхности Земли» (цит. по: Леонов, 1973, с. 54). О подразделениях второго порядка (систем — периодов) в тезисах записано с достаточной неопределенностью, что значение их должно быть «весома общим». Подразделения низших порядков (семирии — эпохи, ярусы — века) рассматриваются уже как единицы регионального («европейского или эквивалентного») уровня. Эта же точка зрения отражена и в официальных документах VIII сессии МГК (Париж, 1900).

Таким образом, ход многолетней дискуссии уже на первых сессиях МГК с очевидностью показал невозможность построения Общей шкалы как универсального геологического хронометра на основе принципа адекватного соответствия структуры шкалы особенностям эволюции органического мира. Этому мешает исключительная дифференцированность характера развития биосистем не только во времени, но и в пространстве. Попытка объединить в одной конструкции эталонную шкалу — универсальный измерительный инструмент — и частные, региональные, схемы встречает принципиально непреодолимые трудности.

Решения МГК по существу не давали четкие принципиальные установки по организации Общей шкалы. Очень характерна в этом отношении резолюция VII сессии МГК, которая отличается крайней непоследовательностью и противоречивостью: «Конгресс указывает, что

следует оставаться на базе исторического метода, стремясь одновременно к переходу ко все более естественному делению» (цит. по: Леонов, 1973, с. 55). «Исторический метод» здесь понимается как необходимость следовать исторически сложившейся структуре Общей шкалы, придерживаясь принципа приоритета. И тут же следует принципиально несовместимая с этим положением рекомендация к переходу на «более естественное деление», поскольку конгресс считает Общую шкалу в определенной мере условной. Отсутствие у МГК ясной, недвусмысленной позиции по принципиальным вопросам построения Общей шкалы, имеющим фундаментальное значение для стратиграфии и геологии в целом, кажется сейчас удивительным.

Уже на II и III сессиях МГК русскими геологами С. И. Никитиным (1851–1909) и Ф. Н. Чернышевым (1856–1914) были выдвинуты положения, открывавшие прямой путь к корректному совершенствованию Общей шкалы как универсального эталона для измерения планетарного геологического времени. *Общая шкала*, по их мнению, должна быть обязательно условной от начала до конца, до самых дробных подразделений, иначе она лишается возможности быть универсальным эталоном геологического времени. Другое принципиальное положение С. И. Никитина и Ф. Н. Чернышева (1889) заключается в том, что универсальной шкале противопоставляется «местная» стратиграфическая классификация, которая должна строиться с учетом местных геологических особенностей. «Дальнейшей заботой местного классификатора должно быть определение отношений этой классификации как к другим соседним местным, так и к общей универсальной классификации» (Никитин, Чернышев, 1889, с. 140).

По поводу соотношения Общей шкалы и местных стратиграфических схем С. И. Никитин и Ф. Н. Чернышев писали: «Весьма многие видят необходимость принимать границу между двумя крупными геологическими группами там, где в стране их исследования существует перерыв в напластованиях и, наоборот, сливают две таковые ранее прочно установленные группы в одну, если наблюдается между ними где-либо последовательный петрографический и палеонтологический переход. Но при этом упускается из виду только одно, что все эти группы должны иметь универсальное, а не местное значение (иначе и Международный конгресс нечего было бы созывать), а перерыву должна заведомо соответствовать в другой местности непрерывность и наоборот» (там же, с. 138).

Вместе с тем при построении местных стратиграфических схем они отдают предпочтение геологическим признакам: «Здесь каждый

наблюдаемый перерыв или, наоборот, переход напластований должен быть предметом особенно тщательного взвешивания и оценки в классификации, ибо этими явлениями обусловливается то или иное представление об истории данной географической единицы в минувшие геологические периоды» (там же, с. 54). Приведенная цитата показывает, что, по мнению Никитина и Чернышева, местные стратиграфические схемы должны служить не только задачам геологической хронометрии, но и одновременно отражать особенности геологической истории региона. И все же, несмотря на это объединение принципиально несовместимых задач, позиция, занятая Никитиным и Чернышевым в отношении Общей шкалы и ее взаимодействия с местными стратиграфическими схемами, несомненно, являлась крупным положительным шагом в развитии стратиграфии в целом.

И хотя II сессия МГК не приняла прогрессивное предложение русских геологов, настаивавших на двучленном делении структуры стратиграфической классификации в составе универсальной и местной шкал, другое их предложение, заключавшееся в утверждении для Общей шкалы иерархического ряда подразделений — группа, система, отдел, ярус. — конгрессом было одобрено. Обсуждение фундаментальных проблем стратиграфии на сессиях МГК показало, что русский комитет занимает наиболее передовые позиции в вопросах развития стратиграфической науки.

Выделение литостратиграфических подразделений

После VIII сессии МГК происходит значительное снижение интереса к теоретическим проблемам стратиграфии, продолжавшееся полвека вплоть до XIX сессии МГК (Алжир, 1952). В этот период наибольшее внимание было удалено разработке литостратиграфии и ее соотношению с Общей шкалой. Вся практика широких стратиграфических исследований вынуждала учитывать местные геологические особенности, которые наиболее наглядно проявлялись в литолого-фаунистическом разнообразии. Необходимость выделения литостратиграфических подразделений диктовалась еще и тем, что они были одновременно материальными объектами, содержащими всю исходную информацию о геологическом процессе.

В начале XX века вопросам построения Общей шкалы было удалено внимание в «Правилах классификации и номенклатуры стратиграфических единиц» (1933), которые разработал национальный

комитет стратиграфической номенклатуры США. В основу организации Общей шкалы были положены идеи Реневье, принятые первыми сессиями МГК. Американские «Правила» устанавливали следующий ряд соподчиненных единиц: система, серия, группа, формация, пачка (линза, клин), пласт (слой). При этом система и серия являлись стратонами, которые устанавливались по палеонтологическим данным и соответствовали международным подразделениям «период» и «эпоха». Остальные стратоны низшего ранга являлись региональными и местными подразделениями, которые выделялись на основании литологических критерии. Такая структура Общей шкалы, основанная на дефектных принципах, оказалась недееспособной и фактически не применялась. Слабость «Правил» заключалась в том, что подразделения Общей шкалы, которые не учитывали особенности местной (региональной) биоты, не могли быть установлены, опираясь лишь на литостратиграфию. Это обстоятельство было осознано стратиграфами далеко не сразу.

Сходную систему стратиграфической классификации в 1939 г. предложил *А. Н. Криштофович* (1885–1958), которую назвал «Новой системой региональной стратиграфии». Он исходил из ограниченности радиуса действия международной (европейской) шкалы и необходимости придать большую «естественность» стратиграфической классификации. Им был выделен следующий непрерывный ряд стратонов, начиная с низших: звено, ступень (или подсвита), свита, синклиз, комплекс, эврилитема, эпейроитема. Первые пять подразделений он отнес к местным или региональным стратонам. Основным подразделением классификации Криштофовича являлась свита, в основе которой обычно лежит понятие лигологическое, весьма часто сопряженное с некоторым тектоническим или метаморфическим однообразием. Палеонтологическая характеристика свиты подчинена критериям внутреннего единства состава, связанных с условиями ее образования, которые вызывают обычно переживание в течение всего этого времени флоры (фауны) соответствующей суши или бассейна. Сумма свит составляет синклиз, а последние могут объединяться в комплекс.

Региональный (или местный) ряд подразделений «системы Криштофовича» почти полностью повторяет последовательность американской классификации: слой — пачка — формация — группа. Региональная, т.е. по существу литостратиграфическая, классификация Криштофовича страдала теми же недостатками, что и американская. Она не могла обеспечить установление стратонов Общей шкалы в регионах.

Наиболее законченный вид концепция самостоятельности литостратиграфической (местной или локальной) шкалы получила в работе *Г. Шенка и С. Мюллера*, которые параллельно иерархии стратонов общей шкалы (система, отдел, ярус, зона) выделили иерархию литостратонов (группа, формация, пачка, слой). Подразделения стандартной шкалы, по их мнению, разграничиваются по ископаемым остаткам независимо от характера пород и мощности отложений. «Поскольку ископаемые остатки обычно служат в качестве простейшего метода маркировки времени, поскольку подразделения этой стандартной шкалы являются стратиграфическими единицами, определенными по времени» (Schenck, Muller, 1941, с. 1420). Границы этих подразделений устанавливаются в основном на палеонтологической основе и, как следствие, являются в значительной степени субъективными. Выделение литостратиграфических подразделений основано, как они считали, на объективных свойствах горных пород. Однако приведенная стратиграфическая классификация не учитывает пространственно-го разнообразия органического мира и потому не в состоянии обеспечить существенное совершенствование стратиграфических исследований, как и все последующие классификации, основанные только на стратонах Общей шкалы и на разных физических свойствах горных пород.

Возникновение региональной стратиграфии

(Разработка основ региональной стратиграфии *Д. Л. Степановым*)

Принципиально новый этап развития стратиграфии связан с формированием региональной стратиграфии. Фундаментальные идеи, высказанные на сессиях МГК в 1885 и 1888 гг. С. Н. Никитиным и Ф. Н. Чернышевым, стали, наконец, приобретать реальные очертания в работах отечественных геологов. Огромная заслуга в процессе формирования региональной стратиграфии принадлежит *Д. Л. Степанову* (1907–1997), который в монографии «Верхний палеозой Башкирской АССР» в 1941 г. первым наметил принципиальные контуры структуры региональных стратиграфических исследований (Попов, 2001).

Сложность сопоставления стратонов палеозоя Урала с общепринятой шкалой вынудила *Д. Л. Степанова* приступить к созданию региональной (названной им тогда локальной) стратиграфической схемы. Он выделяет две принципиально различные категории стратонов. В основу выделения одной категории, названной свитами, Степанов

положил генетический, литолого-диастрофический принцип, «отодвигая на второй план принцип геохронологической делимитации, основанной на палеонтологических данных». Он пишет: «Выделяя свиты по литолого-генетическим признакам, я стремился получить вполне конкретные стратиграфические комплексы, с реальными, если можно так выразиться, осаждаемыми границами, могущими быть протянутыми на карте...» (цит. по: Попов, 2001, с. 25, 26). Согласно современной терминологии, эти стратоны называют сериями или комплексами.

Ко второй категории Д. Л. Степанов отнес стратоны, выделение которых базируется на палеонтологических данных. К ним он отнес подсвиты (по современной терминологии горизонты) и микрофаунистические зоны: «Выделение подсвит основано уже главным образом на палеонтологических данных как макрофауны, так и микрофауны, но по возможности с учетом литологических особенностей. Вследствие этого границы подсвит являются более условными, чем это имеет место для свит» (там же, с. 26). Касаясь особенностей зон, Д. Л. Степанов отмечает: «...микрофаунистическая зона является наиболее дробной и важной в отношении возможностей прослеживания ее в разрезах, представленных официально различными отложениями. В то же время микрофаунистическая зона не представляет комплекса отложений, имеющих естественные ограничения ... Поэтому границы их являются еще менее отчетливо очерченными, чем у подсвит, и зачастую проводятся совершенно условно» (там же).

Изложенное выше ясно показывает, что Д. Л. Степанов не только выделил и четко охарактеризовал основные элементы структуры региональной и локальной стратиграфии, но и определил ее назначение, заключающееся в необходимости учета местных «стратиграфических» условий. Он пишет, что предлагаемое в настоящей работе деление верхнего палеозоя Башкирии на свиты (т.е. горизонты) отнюдь не имеет целью подменить общепринятые стратиграфические подразделения и должно рассматриваться как рабочая схема. В то же время он не отказывается от попытки установления возраста выделяемых им подразделений и положения их в общей стратиграфической шкале (цит. по: Попов, 2001, с. 26; курсив наш. — А. П.).

По существу в работе Д. Л. Степанова заложен фундамент современной стратиграфической процедуры, определены основы механизма взаимодействия Общей шкалы с региональными и местными стратиграфическими схемами как естественной и обязательной необходимости учета местной «стратиграфической» специфики. В своих следующих публикациях Д. Л. Степанов (Попов, 2001) уже более решитель-

но, без оговорок высказывается за необходимость создания постоянных региональных и местных стратиграфических схем. «В силу исторически сложившихся причин международная геологическая шкала создавалась преимущественно на основе разрезов ограниченной территории Западной Европы. Это обуславливает трудность, а зачастую и невозможность практического применения за пределами последней более дробных категорий такой шкалы, чем отделы систем ... Давно наметилась неприемлемость так называемой международной, а фактически западноевропейской шкалы и для территории СССР. *Вполне назрела проблема разработки как собственной стратиграфической шкалы для СССР, так и создание новой международной шкалы*, которая должна синтезировать данные по стратиграфии всей поверхности нашей планеты» (цит. по: Попов, 2001, с. 27) (курсив наш. — А.П.). При этом Д. Л. Степанов подчеркивает сугубо местный и региональный характер предлагаемых им подразделений, четко очерчивая их функциональную роль в стратиграфии, предостерегая от попыток придания им всеобщего значения, свойственного стратонам единой шкалы.

В работах 1941, 1946, 1951 гг. Д. Л. Степанов предлагает различать локальные и региональные стратиграфические схемы. Первые разрабатываются для конкретных условий определенного геологического района, вторые создаются для крупных геологических регионов. Нередко локальные схемы могут рассматриваться как временные, от которых можно будет в той или иной части отказаться, распространив на данный район соответствующую региональную схему. Региональная схема должна отличаться большей стабильностью, в известной мере заменяя международную стратиграфическую шкалу.

Основным подразделением локальных схем, по Степанову, является свита, выделяемая на литолого-генетической основе. Палеонтологический критерий для нее имеет подчиненное значение: «...совпадение границ свиты с границами подразделений международной или региональной стратиграфической шкалы... может иметь место лишь в виде исключения, что весьма часто упускают из виду» (цит. по: Попов, 2001, с. 27) (курсив наш. — А.П.). Для региональных схем Д. Л. Степанов в качестве основного стратона предложил региональный ярус, который в отличие от свиты выделяется главным образом по палеонтологическим критериям: «Прежде всего заслуживают выделения в самостоятельный ярус лишь такие комплексы отложений, время образования которых отвечает определенному, достаточно крупному этапу развития органического мира» (там же).

Принципиальным отличием концепции Д. Л. Степанова от предыдущих попыток выделения «региональных» стратиграфических схем является то, что в ней региональные шкалы (схемы), как и Общая шкала, основываются на биостратиграфическом методе. Предлагаемые варианты построения региональных шкал Американским кодексом и Криштофовичем основывались только на литостратиграфическом методе, который не в состоянии обеспечить необходимую точность стратиграфических корреляций литостратиграфических подразделений с Общей шкалой.

Введение Д. Л. Степановым в механизм стратиграфической процедуры региональных шкал, базирующихся на палеонтологическом критерии, фундаментально изменило структуру стратиграфических исследований. Региональные ярусы (подгоризонты) и зоны, с одной стороны, являются инструментом внешнего отсчета, а с другой — построены с учетом местных и региональных особенностей органического мира и геологического процесса. Именно поэтому они служат тем связующим мостом между региональной стратиграфией и Общей шкалой, который позволяет надежно осуществлять межрегиональные и глобальные корреляции.

Основная идея стратиграфической концепции Д. Л. Степанова, заключающаяся в использовании стратиграфической процедурой региональных особенностей органического мира, заслуживает возведения ее в *принцип существенной дифференцированности стратиграфического (биостратиграфического) времени*, позволяющего осуществлять глобальное измерение стратиграфического времени Общей шкалы только посредством региональных и местных шкал.

Значение региональной стратиграфии и ее центральное место в геологических исследованиях со всей остротой подчеркнул Б. С. Соколов. Отмечая важность региональных геологических исследований, потеря надлежащего уровня которых ведет к тяжелейшим экономическим последствиям, он (1991, с. 5) писал: «Основой же региональной геологии является региональная стратиграфия. Только с ее совершенствованием совершенствуется общая (международная) стратиграфическая шкала, а в региональных исследованиях лишь она обеспечивает полноценный каркас легенды любой геологической карты, претендующей на научную достоверность и практическую эффективность».

Разработка теории стратиграфии

(Хроностратиграфия.

*Принципы и структура принципов стратиграфии.
Проблема границ)*

Со второй половины XX века теоретические проблемы стратиграфии вновь становятся предметом острого интереса сессий МГК и его подкомиссий. Начиная с XIX сессии (Алжир, 1952) МГК вернулся к рассмотрению общих вопросов стратиграфической классификации. На XIX сессии Международная комиссия по стратиграфии учредила специальную подкомиссию по стратиграфической классификации.

Пробудившийся интерес к фундаментальным вопросам стратиграфии был обусловлен широким развитием геологических исследований и в первую очередь работами по составлению геологических карт, органически связанных со стратиграфическими исследованиями. Огромное количество стратиграфического материала, поступающего из многих регионов мира, а также существенное совершенствование разнообразных методов определения возраста, особенно зональной стратиграфии, неизбежно привели к необходимости обратиться не только к уточнению, но и к пересмотру фундаментальных положений стратиграфии. Исследования в этом направлении охватили самый широкий круг проблем теоретической стратиграфии.

Основной движущей силой развития теоретической стратиграфии была необходимость создания научной классификации для огромной массы непрерывно выделяемых стратиграфических подразделений. Чтобы разобраться в этом количестве стратонов, потребовалась разработка стратиграфической классификации, ядром которой бы являлась структура, организующая всю массу стратонов в стройную иерархическую систему и опирающаяся на логично взаимосвязанные принципы стратиграфии. Все это вызывало необходимость не только установления научно обоснованных принципов стратиграфических исследований и структуры их взаимодействия, но и неизбежно повлекло за собой уточнение целей и задач стратиграфии вообще и определение ее места в системе геологических наук в частности.

Напряженные теоретические исследования основных проблем стратиграфии за 1950–2000-е годы обнаруживают значительные расхождения в подходе к фундаментальным вопросам стратиграфии, наблюдающиеся у различных авторов. Разные принципиальные подходы получили отражение в многочисленных национальных стратиграфических кодексах, которыми руководствуются геологи при проведении

стратиграфических работ в своих странах. В результате сформировались две основные стратиграфические концепции, структура которых опирается на разные базовые принципы: естественная стратиграфия и хроностратиграфия.

В рамках этих главных концепций существует множество разнообразных частных вариантов. Имеются также стратиграфические теории, эклектически объединяющие принципы обеих концепций. Принципы естественной стратиграфии наиболее последовательно отражают отечественные кодексы. Для хроностратиграфии характерны два теоретических направления: одно заложено работами американских стратиграфов, а второе — трудами главным образом европейских геологов.

Кратко рассмотрим узловые моменты развития теории стратиграфии в свете хроностратиграфической, точнее геохронометрической, концепции. Сюда относятся изучение общих задач стратиграфии и ее связей с геологической картой, проблемы стратиграфических принципов и структуры стратиграфических исследований, а также вопросы региональной стратиграфии (биостратиграфии).

Обоснование хроностратиграфии. Весьма важное значение для развития стратиграфии в целом имело обоснование Д. Л. Степановым (1954) хроностратиграфических подразделений. Выделение региональных и местных шкал потребовало внесения соответствующих уточнений в характеристику общей шкалы, которая служит всеобщим, глобальным, инструментом измерения. Для подразделений Общей шкалы, которые превращаются в условные, абстрактные единицы за пределами узкой стратотипической местности, возникла необходимость более четкого, недвусмысленного определения.

В небольшом, но очень содержательном разделе, посвященном методике стратиграфических исследований, Д. Л. Степанов дает следующее определение: «...хроностратиграфические единицы являются подразделениями разреза, которые охватывают все отложения, образовавшиеся в течение определенного промежутка времени. Основным принципом выделения и разграничения хроностратиграфических единиц является их соответствие определенному интервалу времени, независимо от физических свойств отложений. Теоретически границы хроностратиграфических подразделений должны повсеместно представлять изохронные (одновременные) поверхности, независящие от литологического состава отложений и их палеонтологической характеристики» (Степанов, 1954, с. 17).

Хроностратиграфические подразделения, которые почти сразу получили признание и широкое распространение, являются продуктом инструмента внешнего отсчета. С появлением хроностратонов в стратиграфию по существу прочно вошло применение внешнего инструмента измерения, которое осуществлялось на уровне конкретных стратиграфических исследований. Примечательно то, что Д. Л. Степанов устанавливает две основные категории стратонов, различаемые по методу выделения: биологические (палеонтологические или биостратиграфические) и физические (литолого-петрографические, тектонические, геофизические), которые принадлежат двум группам существенно различных методов стратиграфических исследований.

По отношению к процедуре корреляции стратиграфические методы также делятся на две группы. К группе методов, которые позволяют непосредственно устанавливать возрастные соотношения, «относят биостратиграфический метод, а также палеомагнитную и радиологическую хронометрию. Ко второй группе относятся методы, результаты которых должны для получения окончательных выводов сопоставляться с данными первой группы (литологический, геохимический, палеогеографический, палеоэкологический, ритмостратиграфический и др.)» (Степанов, Месежников, 1979, с. 103). Палеонтологический метод Д. Л. Степанов по существу использует как инструмент внешнего отсчета, а физические — внутреннего, хотя сам об этом прямо не пишет.

Однако отношение к локальной и региональной стратиграфии остается двойственным. Локальные стратиграфические схемы, по Степанову, имеют вспомогательный характер и нередко должны рассматриваться как временные, от которых в дальнейшем можно будет отказаться. Региональные стратиграфические схемы должны строиться на основе комплексного использования палеонтологического, литологического и диастрофического методов, причем основной стратиграфической категорией в данном случае должен явиться ярус (позднее заменен горизонтом).

Важной особенностью региональных схем, как считает Д. Л. Степанов, должно являться соответствие их основных подразделений естественным этапам геологического развития данного региона. Границы ярусов и подъярусов (т.е. горизонтов и подгоризонтов) региональных схем должны приурочиваться к проявлениям диастрофизма, границам крупных циклов осадконакопления (Степанов, 1954, с. 25). Этого мнения Д. Л. Степанов придерживался и в своей последней монографии, написанной совместно с М. С. Месежниковым в 1979 г. В

ней предложена следующая структура стратиграфической классификации (табл. 1).

**Таблица 1. Структура стратиграфической классификации
(Степанов, Месежников, 1979, с. 334)**

Категория стратонов	Стратоны	Геохронологические эквиваленты
I. Хроностратиграфические подразделения	Эонотема Эратема (группа) Система Отдел Ярус Зона (хронозона)	Эон Эра Период Эпоха Век Хрон (зональный момент)
II. Биостратиграфические (корреляционные) подразделения	(Региональный ярус-горизонт) Биостратиграфические зоны Слои с фауной	
III. Литостратиграфические подразделения	Серия Свита Пачка Слой	
IV. Прочие подразделения (геофизические, геохимические, минералогические и т.п.)	Зона (с соответствующим определением)	

Такой принцип проведения границ в региональных схемах приводит к снижению значения палеонтологического метода как инструмента внешнего отсчета, порождая противоречивое смешение методов. Последовательное применение принципа внешнего отсчета требует такого же подхода к региональным и местным схемам, как и к Общей шкале, стратоны которых в идеале также являются хроностратиграфическими единицами. Разумеется, региональные особенности эволюции органического мира и геологического процесса вносят в региональные и местные стратиграфические схемы «местную» специфику, которая неизбежно находит в них свое отражение.

Каждый местный палеонтологический материал имеет свои стратиграфические возможности, полное раскрытие которых заключается отнюдь не в непосредственном отражении этапов геологического процесса, а в необходимости построения наиболее детального и надежного инструмента измерения времени — стратиграфической шкалы. Она должна охватывать как можно больший временной интервал без про-

белов и состоять по возможности из дробных подразделений, границы которых хорошо прослеживаются в регионе.

Именно с помощью только такой шкалы можно восстановить как временную структуру регионального геологического процесса, так и наиболее надежно сопоставить ее с Общей шкалой. Таким образом, требования к региональным шкалам в принципе не должны отличаться от требований, предъявляемых к Общей, международной, шкале, которая является внешним, независимым инструментом измерения.

Весьма близкие идеи, которые были высказаны Д. Л. Степановым в отношении Общей шкалы и региональной стратиграфии, развивались также в работах ряда других исследователей (см. подробнее: Попов, 2001; Страхов, 1948; Келлер, 1950; Леонов, 1973). По мнению Страхова, «современная историческая геология может использовать геохронологическую схему лишь как хронологическую канву для восстановления геологических событий прошлого. Но группировка этих событий в естественные этапы историко-геологического процесса должна быть иной сравнительно с периодизацией геохронологической шкалы. Установление такой естественной периодизации истории Земли является актуальной задачей современной исторической геологии» (цит. по: Попов, 2001, с. 32–33). Он полагал, что геохронологическая схема использует для подразделений истории Земли не основные процессы в развитии земной коры, а развитие органического мира. Поскольку, по мнению Страхова, точного соответствия между структурной эволюцией коры и развитием на ней жизни ожидать невозможно, периодизация истории Земли, даваемая геохронологической схемой, неизбежно может быть лишь внешней и искусственной.

Г. П. Леонов, обстоятельно исследовавший проблему Общей шкалы и региональной стратиграфии, приходит к твердому убеждению о необходимости существования условной, универсальной, стабильной Общей шкалы. Он полагал, что необходимо:

«1. Рассматривать геохронологическую шкалу как условное построение.

2. Принять регионально-стратиграфический принцип определения объема и границ ее подразделений через соответствующие стратотипы, отвечающие конкретным регионально-стратиграфическим единицам.

3. Охранять стабильность объема и положения границ международной шкалы, опираясь на принцип приоритета» (цит. по: Попов, 2001, с. 33).

Таким образом, только постоянное (но не временное) существование совершенствующихся региональных и местных шкал обеспечивает наиболее полное раскрытие местных и региональных литостратиграфических и биостратиграфических потенций, без чего невозможно дальнейшее успешное развитие стратиграфии в целом. В региональной стратиграфии находят свое выражение пространственные особенности временной структуры геологического процесса.

В 1950 г. Б. М. Келлер в статье, посвященной теоретическим вопросам стратиграфии, высказал идеи, весьма близкие к тем, которые развивал Д. Л. Степанов. Наиболее важным было предложение о необходимости выделения в структуре стратиграфической классификации трех параллельных иерархических рядов стратонов (шкал): Общей, местной и литостратиграфической. Причем первые два ряда стратонов выделяются по палеонтологическим признакам. Келлер обосновывает необходимость присоединения к этим двум основным иерархиям стратонов третьей — литостратиграфической. Региональная стратиграфия, по Келлеру, должна базироваться на двух параллельных стратиграфических шкалах: биостратиграфической, устанавливаемой по палеонтологическим данным, и литостратиграфической, выделяемой на основе только литологических признаков. Он пишет, что в региональной стратиграфии «вполне уместно существование двух параллельных стратиграфических схем; в основу одной из них могут быть положены ярусы и горизонты, другая строится на чисто литологических признаках» (цит. по: Попов, 2001, с. 34). Изложенное выше показывает, что Б. М. Келлер полностью повторяет принципиальные положения стратиграфии, установленные Д. Л. Степановым.

Весьма важным для успешного развития стратиграфии явилось то, что принципы построения структуры стратиграфической классификации, предложенные Степановым, сразу же нашли применение и развитие в практическом руководстве, разработанном в 1954 г. во Всесоюзном геологическом институте (*ВСЕГЕИ*) (Ленинград). В результате передовые идеи быстро стали достоянием самого широкого круга геологов, осуществляющих стратиграфические исследования и геологическое картирование.

Стратиграфическая комиссия ВСЕГЕИ под председательством Л. С. Либровича разработала «Схему сопоставления основных и вспомогательных стратиграфических подразделений» (Стратиграфические и геохронологические подразделения, 1954, с. 32), которая, несмотря на объявленную приверженность авторов принципу «естественноти стратонов», стала крупным шагом вперед в деле совершенствования

структуры стратиграфических исследований, правильно отражая соотношения и соподчинение стратонов различных категорий.

Выделение трех главных параллельных рядов стратиграфических подразделений, наконец, решило проблему взаимодействий Общей шкалы с региональными и местными стратиграфическими схемами. Именно параллелизация указанных рядов стратонов отражает действительные их отношения в процессе стратиграфических исследований. Каждый ряд представляет собой обособленный, самостоятельный компонент в системе стратиграфической процедуры, строго выполняющий свои специфические функциональные обязанности. Если Общая шкала служит глобальным эталоном для измерения геологического времени, то провинциальные, или региональные, схемы предназначены для установления геологического времени в отдельных геологических регионах на основе использования биостратиграфических особенностей.

Определение задач стратиграфии. Ряд оригинальных работ *O. X. Шинdevольфа* (1896–1971) посвящено теоретическим основам стратиграфии, в которых особое внимание было уделено проблеме времени и роли биостратиграфии в стратиграфических исследованиях. Задачи стратиграфии Шинdevольф ограничивает «хронологическим и историческим подразделением дошедших до нас толщ горных пород, действительным в глобальном масштабе» (Шинdevольф, 1975, с. 9); или несколько далее: «специфическим назначением стратиграфии всегда считалось определение хронологической последовательности горных пород, расчленение их на единицы и корреляция эквивалентных слоев» (там же, с. 104). Четкое ограничение обязанностей стратиграфии только выяснением временной, хронологической, характеристики горных пород имело большое значение в условиях господства естественной стратиграфии, которая расширительно толковала назначение стратиграфии вплоть до слияния ее задач с проблемами, решаемыми исторической геологией. Стратиграфия, по справедливому мнению О. Шинdevольфа, начинается там, где толщам горных пород придается хронологическое и возрастное значение и, таким образом, осуществляется их историческое истолкование.

Важную роль сыграло убедительное обоснование О. Шинdevольфом ведущей роли палеонтологического метода в структуре стратиграфических исследований, образующего основной стержень, который объединяет все остальные методы и без которого они все не смогут нормально функционировать. Однако принижение им роли литостратиграфии не выглядит оправданным. По его мнению, как только

удается расшифровать с помощью палеонтологических остатков стратиграфическую последовательность, «никаких оснований придерживаться сложной, но не точной схемы литостратиграфического расчленения не остается» (Шинdevольф, 1975, с. 68). С его точки зрения, схемы, базирующиеся на литологических признаках, должны применяться до тех пор, пока не удастся произвести точное хронологическое расчленение соответствующих слоев в рамках общей стратиграфической шкалы (там же, с. 69).

Литостратиграфические исследования, действительно, играют подчиненную, служебную роль в системе стратиграфии, снабжая биостратиграфию первичной временной и пространственной информацией, которая обладает весьма небольшой самостоятельной ценностью. Однако она важна как компонент геологической съемки, содержащий непосредственный источник информации о геологическом процессе. Литостратиграфия оперирует конкретными геологическими телами, которые являются не только объектом сугубо стратиграфических, но и геологических (геологосъемочных) исследований. Поэтому развитие метода литологического расчленения толщ горных пород, сопровождающееся определением возраста литостратонов (геологических тел), по-прежнему остается обязательной задачей стратиграфии.

Шинdevольф полагает, «что биостратиграфическое расчленение, основанное на связанный со временем эволюции организмов, олицетворяет само по себе, причем непосредственно, естественную временную шкалу, которая не нуждается ни в каком искусственном, выполненнном рукой человека маркировании времени в породах» (Шинdevольф, 1975, с. 116). Этому утверждению противоречит другое положение, им же высказанное: подразделения высокого ранга (системы, отделы и ярусы) как истинно биостратиграфические могут быть основаны только на суммах составляющих их зон (там же, с. 114). Зоны, основанные на элементарных эволюционных сдвигах, не могут отражать всю гигантскую сложность эволюционного процесса, проявляющегося только в значительных временных интервалах. Именно вторая трактовка Шинdevольфа биостратиграфического содержания стратонов высокого ранга отвечает концепции хроностратиграфии, сторонником которой он себя объявляет, в то время как первая отражает положение естественной стратиграфии.

Справедливо отстаивая ведущую роль биостратиграфического метода, Шинdevольф впадает в другую крайность, неоправданно занижая значение других компонентов стратиграфических исследований — региональной стратиграфии и литостратиграфии. Он исключает

ет их как самостоятельные компоненты, играющие хотя и подчиненную, но вполне обособленную и важную роль в стратиграфических исследованиях. Это находит прекрасное выражение в слиянии у Шинdevольфа таких разнородных понятий, как хроностратиграфия, биостратиграфия и стратиграфия. Действительно, биостратиграфические единицы уже содержат категорию времени, поскольку определяются как комплекс пород, отложившихся за время жизни одного вида или фаунистического комплекса. На основании этого Шинdevольф заключает: «Кроме того, поскольку хроностратиграфия основывается практически только на биостратиграфических методах, она тем самым превращается в полный синоним биостратиграфии или стратиграфии» (Шинdevольф, 1975, с. 52).

Важным положительным достижением исследований Шинdevольфа является, во-первых, четкое ограничение задач стратиграфии только выявлением временных особенностей геологического процесса и, во-вторых, определение роли литостратиграфии как подсобного, предварительного компонента стратиграфических исследований.

Мы не будем рассматривать совершенно очевидную неправомерность объединения таких понятий, как стратиграфия и биостратиграфия или стратиграфия и хроностратиграфия. Однако следует проанализировать соотношение терминов «биостратиграфия» и «хроностратиграфия». С нашей точки зрения, совершенно необходимо сохранить указанные понятия, отражающие разную степень абстрагирования временного содержания стратонов в процессе стратиграфических исследований.

Если хроностратоны, по определению Д. Л. Степанова, являются единицами, которые отражают интервал геологического времени в независимости от литологической и палеонтологической характеристики, то биостратиграфические подразделения определяются конкретным палеонтологическим содержанием. Общая шкала представляет собой иерархию хроностратонов. Региональные шкалы также в основном слагаются хроностратонами или в своем совершенствовании стремятся к этому, насколько позволяет палеонтологическая характеристика отложений, т.е. местные биостратиграфические ресурсы.

От биостратиграфических подразделений невозможно отказаться, как нельзя исключить из региональной и местной стратиграфии литостратоны. Биостратоны подобно литостратонам служат носителями конкретной палеонтологической информации, отражающей ее местные особенности и отсюда ее местные биостратиграфические возможности. Постоянное углубление и совершенствование их конкрет-

ной биостратиграфической характеристики является основой для развития и детализации общей и региональной шкал, от которых зависят успехи не только стратиграфических и в конечном счете геологических исследований, но и в первую очередь геологического картирования.

Разработка принципов стратиграфии

Одновременно с проблемами построения стратиграфической классификации, тесно связанной с геологической практикой, во второй половине XX века значительное внимание уделялось чисто теоретическим проблемам — определению общих задач стратиграфии и принципов, на основе которых они должны быть разрешены. Необходимость разработки стратиграфических принципов возникла давно. Например, принцип Стенона был установлен в 1669 г., принцип Смита — в 1816 г., принцип Головкинского — в 1868 г. Как отмечали С. Н. Никитин и Ф. Н. Чернышев (1889), М. К. Юз на собрании комиссии номенклатуры «настаивал на неотложности внесения в число задач, подлежащих прежде всего обсуждению конгресса, установления основ и законов, на которых должна быть построена геологическая классификация» (Садыков, 1974, с. 43).

Возникший с начала 50-х годов XX века интерес к теоретическим проблемам стратиграфии, выразившийся в исследовании природы стратиграфических шкал и стратонов различных категорий, привел к необходимости разработки принципов стратиграфии, которые бы опирались на реальные законы (или закономерности) геологического процесса и органического мира. Стратиграфические принципы (правила или законы), четко определяющие методы и способы стратиграфических исследований, должны были обеспечить унификацию этих исследований и служить основой взаимопонимания геологов в различных странах. Истории указанной проблемы посвящен ряд публикаций (подробнее о работах см.: Попов, 2001; Степанов, 1967; Садыков, 1974; Степанов, Месежников, 1979, и др.).

Рассмотрение стратиграфических кодексов, применяющихся в разных странах при проведении геологических работ, показывает, что они в построении структуры стратиграфической классификации вынуждены придерживаться определенных принципов, даже если они не заявлены этими документами. Следует также обратить внимание на то, что круг задач стратиграфии, который понимается различными

исследователями по-разному, чаще всего плохо связан с этими принципами и недостаточно учитывает особенности геологического процесса и реальных возможностей стратиграфии.

Разработкой принципов стратиграфии занимались многие исследователи, предлагавшие различное число принципов. Наиболее обстоятельно данная проблема была рассмотрена *Д. Л. Степановым* и *М. С. Месежниковым* (1979). К принципам стратиграфии они относили следующие: 1) принцип актуализма (Лайеля), 2) неполноты стратиграфической и палеонтологической летописи (Дарвина), 3) необратимости геологической и биологической эволюции, 4) объективной реальности и неповторимости стратиграфических подразделений (Степанов, Месежников), 5) последовательности образования геологических тел (Стенона), 6) возрастной миграции граничных поверхностей супракrustальных геологических тел (Головкинского), 7) фациальной дифференциации одновозрастных отложений (Грессли, Реневье), 8) биостратиграфического расчленения и корреляции (Смита), 9) палеонтологической сукцессии (Жиро Сулави, Смита). Однако указанные авторы, описав девять принципов стратиграфии, не уделили достаточно внимания изучению характера их взаимодействия и не предложили своего варианта структуры их взаимосвязи.

Обычно в число принципов, имеющих непосредственное отношение к стратиграфии, включались принципы общенаучные или относящиеся к другим геологическим дисциплинам. Таковы, например, принципы актуализма и необратимости геологической и биологической эволюции, которые, безусловно, используются в стратиграфической процедуре, но опираются уже на всеобщие законы природы, включая геологические и биологические процессы.

В 60-х и 70-х годах XX века ясно обозначилась потребность определения круга чисто стратиграфических принципов, которые были бы достаточны и необходимы для осуществления стратиграфической процедуры. Указанное явление знаменовало качественный сдвиг в развитии теоретической стратиграфии — созрела необходимость в установлении структуры стратиграфических исследований, которая должна была бы четко и недвусмысленно регламентировать исследовательскую процедуру. Это был крупный шаг на пути превращения стратиграфии в строгую научную дисциплину.

Интересную попытку определения набора фундаментальных стратиграфических принципов предпринял в 1974 г. *А. М. Садыков*. В их число он включает следующие пять принципов, названных им за-

конами (1974, с. 45): 1) последовательности образования геологических тел (закон Стенона), 2) относительной одновозрастности геологических тел, содержащих одновозрастную фауну и флору (закон Смита), 3) конечности и неповторимости геологических тел (закон Усова), 4) возрастной миграции геологических тел (закон Уилера – Бислея), 5) неполноты геологической летописи (закон Дарвина).

Если первый, второй и четвертый законы являются фундаментальными принципами стратиграфических исследований (измерений), то включение в их круг третьего и пятого нельзя считать оправданным. Они лишь характеризуют литофациальные особенности толщ и не относятся непосредственно к стратиграфической исследовательской процедуре. Такой подход к установлению круга важнейших стратиграфических принципов вполне соответствует логике задач стратиграфии, определяемых А. М. Садыковым. «Стратиграфия, занимающая среди геологических наук место подраздела региональной геологии и изучающей вещества Земли на одном с ней организационном уровне, может быть определена как наука о породном составе, внутреннем строении, первичной форме, времени и месте образования геологических тел» (Садыков, 1974, с. 35). Стратиграфия, по его мнению, является наукой о разнообразных свойствах геологических тел, среди которых временные характеристики по важности не занимают первого места. Такой вывод следует из вышеприведенной формулировки.

Концепция стратиграфии, разработанная А. М. Садыковым, во многом является антиподом теории О. Шинdevольфа. Если последний считал, что у стратиграфии «существует только одна задача — хронологическое и историческое подразделение дошедших до нас толщ горных пород, действительное в глобальном масштабе» (Шинdevольф, 1975, с. 9), то, по мнению Садыкова, главное ее назначение заключается в исследовании литостратиграфии в неоправданию широком понимании. «Существенным, но, быть может, непривычным является включение в круг задач стратиграфии изучения породного состава и внутреннего строения геологических тел» (Садыков, 1974, с. 38).

Необходимость в углубленном изучении вещества геологических тел сопровождается у А. М. Садыкова одновременным принижением роли биостратиграфии. Он склонен думать, что «именно биостратиграфическое толкование стратиграфии привело к тому, что от нее постепенно и незаметно отняли суть, вещество, из которого состоит геологическое тело — предмет непосредственного исследования стратиграфа» (там же, с. 37). Стратиграфия, по его мнению, должна изучать

особенности геологических тел, а не заниматься выяснением структуры времени-пространства геологического процесса. В соответствии с этой главной установкой геологическая карта, отображающая распространение в пространстве хроностратиграфических единиц, должна уступить место «настоящей геологической карте — карте геологических тел, которую биостратиграфы склонны называть почему-то "петрографической" или "литологической"» (там же). Согласно А. М. Садыкову, правомерно поставить вопрос: а понадобится ли вообще карта «изохронных уровней», в идеальном случае всегда немая, при наличии «полноценной карты геологических тел с указанием их возраста» (там же, с. 17). Эта карта геологических тел не будет «стареть» и пересо-ставляться в зависимости от изменения взглядов на возраст геологи-ческих тел, а будет только уточняться и детализироваться (там же).

Во-первых, геологическая или «стратиграфическая» карта являет-ся обобщением более высокого уровня, чем карта «геологических тел», которая по существу только фиксирует их современное положе-ние. Геологическая карта, основанная на изохронных границах, уже отражает структуру времени-пространства геологического процесса, т.е. историю геологического развития региона. Ее замена картой «гео-логических тел» напоминает отказ от изображения рельефа местности с помощью горизонталей и возврат к фиксации рельефа посредством «отмывок» или «штриховок» с редкими отметками высот и низин. Во-вторых, само выделение «геологических тел» или породных разностей при стратиграфических исследованиях и геологическом картировании предназначено для обслуживания этих работ, и поэтому критерии их установления будут во многом другими, чем при литолого-фаунистическом анализе. Выделение литостратонов в стратиграфии жест-ко подчинено задаче трассирования изохронных рубежей, которые, строго говоря, не совпадают с естественными границами геологиче-ских тел.

Вышеописанные противоположные крайние точки зрения О. Шиндельвальфа и А. М. Садыкова на задачи стратиграфии, как ни парадоксально на первый взгляд, но вполне закономерно, сходятся в одном — в полном пренебрежении к региональной биостратиграфии (точнее хроностратиграфии), роль которой в стратиграфических ис-следованиях по существу является центральной. Именно региональная стратиграфия в теснейшем взаимодействии с геологическим картиро-ванием не только восстанавливает структуру времени-пространства геологического процесса конкретных регионов, но и является незаме-

нимой лабораторией для непрерывного совершенствования общей шкалы.

Одновременно со стратиграфической концепцией А. М. Садыкова (1974) свою структуру принципов стратиграфии предложил *C. B. Мейен* (1981), которая отличалась соответием духу естественной стратиграфии, что обеспечило ей широкое признание. Концепция принципов Мейена была положена в основу отечественных стратиграфических кодексов. На структуре принципов стратиграфии Мейена базируются официальный Стратиграфический кодекс России (1992) и руководство по разработке стратиграфической базы крупномасштабной геологической съемки — «Практическая стратиграфия» (1984).

К фундаментальным (достаточным и необходимым) принципам стратиграфии С. В. Мейен относит только три: нижний слой древнее перекрывающего (принцип Стенона); стратиграфическая корреляция осуществляется сопоставлением идентичных последовательностей признаков (принцип Гексли); хронологическая взаимозаменяемость признаков (принцип Мейена). В отличие от концепции Садыкова в состав структуры стратиграфических исследований, предложенной Мейеном, были введены принципы, обеспечивающие корреляции (Гексли и Мейена), т.е. производство собственно стратиграфических измерений, что не предусматривала садыковская концепция.

Главная заслуга С. В. Мейена заключается в том, что он ясно показал настоятельную необходимость определения круга фундаментальных, чисто стратиграфических принципов, обеспечивающих полное осуществление стратиграфической процедуры, и заложил основу структуры, образованную взаимодействием этих принципов, которая соответствовала естественной стратиграфии. В наборе принципов, который предлагает Мейен, главная, организующая роль отдается принципу Стенона, первоначальное существование которого достаточно простое и очевидное — перевод пространственных отношений во временные. Этот принцип, действительно, весьма важен, поскольку ясно утверждает, что стратиграфия оперирует возрастными категориями, а не вещественными, как думают некоторые (например, А. М. Садыков). И хотя набор принципов Мейена обеспечивает проведение стратиграфической процедуры, он все же не отражает полностью духа естественной стратиграфии.

Недостатки концепции Мейена постарался исправить *А. И. Жамойда*, который дополнил структуру стратиграфических исследований

принципом «реальности и неповторимости стратонов» (Степанов, Межеников, 1979, с. 48). Характеризуя этот принцип, он писал: «...понятие реальности (или конкретности) стратиграфического подразделения любой категории является действительно одним из основополагающих именно для стратиграфии как фундаментальной отрасли геологии ...» (Практическая стратиграфия, 1984, с. 14). Однако включив указанный принцип в структуру принципов стратиграфии, он все же не показал его определяющее значение для естественной стратиграфии в целом.

Фундаментальное значение принципа реальности стратонов для естественной стратиграфии было раскрыто *Б. С. Соколовым* в 1991 г., который писал: «Прежде всего необходимо принять, что стратиграфическое подразделение, выделяемое в регионе, имеющее стратотип, коррелируемое и картируемое в пределах того или иного древнего осадочного бассейна, является подразделением, отражающим реальную геологическую обстановку и естественные его ограничения» (Соколов, 1991, с. 8). И далее: «Можно согласиться, что рассматриваемое положение прямо вытекает из общего принципа отражения; здесь заключено наше умение считывать объективную историко-геологическую информацию, непосредственно пользуясь естественным стратиграфическим разрезом» (там же, с. 9). Приведенная трактовка принципа реальности стратонов, как и его новое название, существенно меняет его значение для естественной стратиграфии, превращая в основное исходное, базовое, положение.

Структура стратиграфических принципов, разработанная С. В. Мейеном, является собой прекрасный пример логично построенного комплекса, адекватно соответствующего главной идеи «естественной» стратиграфии — отсутствие внешней системы отсчета, т.е. внешнего инструмента измерения в стратиграфической измерительной процедуре. Концепция Мейена вполне отвечает специфике литостратиграфии и особенностям других физических методов, опирающихся на нее. Они образуют комплекс методов, которые используют внутреннюю систему измерений, т.е. неоднородность самого измеряемого процесса. Однако распространение этого принципа на всю систему стратиграфических исследований направляет стратиграфию по ложному пути.

Фундаментальное положение, на котором строится вся концепция С. В. Мейена, выражается в том, что палеонтологический метод не признается инструментом внешнего отсчета. Предполагается, что особенности эволюции организмов, которые составляют основу стратиграфии

графических измерений, определяются внешними причинами, в первую очередь особенностями геологического процесса.

С указанными выводами тесно связано ничем неоправданное приятие принципу Стенона фактически всеобъемлющего значения, которое определяет не только временное соотношение литологических слоев (геологических тел), но и временные связи геологического процесса и органического мира в целом. Хотя по существу принцип Стенона в его первоначальной трактовке свидетельствует лишь о переводе пространственных отношений в возрастные литологических слоев, имеющих сугубо местное, локальное значение, и ничего больше. Принцип Стенона фиксирует лишь совершение очевидный факт, наблюдаемый в изолированном разрезе (обнажении), который не требует особых доказательств. При этом всеобщая справедливость указанных возрастных отношений слоев, наблюдавшихся только в изолированном обнажении, которую сторонники естественной стратиграфии фактически распространяют на все занимаемое этими слоями пространство, оказалась неверной.

Отсюда подобное расширение роли принципа Стенона не имеет никакой законной основы не только в хроностратиграфии, но и в системе естественной стратиграфии. Набор принципов естественной стратиграфии до сих пор был лишен центрального исходного положения, на которое могла бы опираться вся ее теоретическая конструкция. Этот принцип должен содержать существо естественной стратиграфии, заключающееся в адекватном следовании в своих структурах развитию геологического процесса и органического мира. Совершенно очевидно, что принцип Стенона с его схематичным содержанием, не требующим особой работы мысли, никак не может выполнять эту роль, так же как факт «падения яблока» в теории тяготения. Исходное фундаментальное значение в естественной стратиграфии, безусловно, имеет принцип отражения.

Именно отрицание палеонтологического метода как инструмента внешнего отсчета привело к тому, что в наборе стратиграфических принципов Мейена отсутствует основополагающий принцип Головкинского, который образует стержень всех стратиграфических измерений. Его место занял некорректно трактуемый принцип Стенона. По этой же причине не попал в их число и фундаментальный принцип Смита, составляющий основу палеонтологического метода. Формулировка принципа «хронологической взаимозаменяемости признаков» (ХВП), обеспечивающего корреляции и установление одновозрастности, проникнута духом системы внутреннего отсчета.

Стратиграфические границы. Определение синхронности

В естественной стратиграфии установление одновозрастности, которая является в конечном счете главной задачей стратиграфических измерений, определяется принадлежностью всех частных явлений одному главному событию, охватывающему конкретный временной интервал. Под главным событием почти всегда подразумеваются этапы геологического процесса. Такое содержание принципа синхронности по существу не ориентировано на корректную измерительную процедуру.

Определение принципа корреляции, удовлетворяющее точности корректных стратиграфических измерений, основанных на системе внешнего отсчета, сформулировал *Б. С. Соколов*, который установил принцип «передачи или трансмиссии корреляционной функции» (ПКФ), предложенный в связи с проведением границы силура и девона на основе «золотого гвоздя». Механизм принципа ПКФ как измерительного инструмента выражается в том, что происходит передача информации о возрасте от эталона к измеряемому объекту. Наоборот, определение принципа ХВП свидетельствует лишь об обмене информацией о возрасте между равноценными объектами, при котором выявляется возрастная характеристика стратона, являющегося адекватным отражением геологического (биологического) события. Последняя формулировка точно отражает дух естественной стратиграфии, по существу отрицающей корректную измерительную процедуру.

Однако практика зональной стратиграфии, получившей в последние десятилетия существенное качественное и количественное развитие, неизбежно подталкивает стратиграфические исследования на путь корректной измерительной процедуры. Зональная стратиграфия стала основным инструментом детальных и точных стратиграфических исследований. Об этом весьма красноречиво свидетельствует поучительный опыт международных стратиграфических работ по проведению границы силура и девона. Значение идей «золотого гвоздя» и принципа ПКФ трудно переоценить, с ними «открылись новые горизонты перед стратиграфией» (Соколов, 1991, с. 9). Введение принципов «золотого гвоздя» и ПКФ по существу означало внедрение в стратиграфические исследования элементов корректной измерительной процедуры.

С наибольшей наглядностью это проявилось в установлении стратотипов границ стратонов за рамками стратотипической местности. По этому поводу Б. С. Соколов замечает, что выбор стандарта

границ силура и девона за пределами их стратотипических регионов и даже ярусных подразделений произвел ошеломляющее впечатление. Суть этого события заключалась в том, что совершился знаменательный переход от фиксации возрастных интервалов к установлению стратотипов границ, имевший принципиальное значение. Во-первых, произошло резкое повышение точности стратиграфических исследований; во-вторых, отрыв стратотипа границы от стратотипа подразделений привел к существенному увеличению самостоятельности границы, которая стала играть доминирующую роль в структуре стратиграфической шкалы; в-третьих, была узаконена методика выбора границы по договоренности. Перечисленные особенности хорошо согласуются с корректной измерительной процедурой. Необходимость перехода к выбору стратиграфических границ по договоренности фактически подтвердила полную несостоятельность основного принципа естественной стратиграфии — адекватного соответствия геологических и стратиграфических рубежей.

Практика проведения границ на основе зональной стратиграфии привела к возникновению проблемы множественности границ. Б. С. Соколов отмечает, что, несмотря на неповторимое биологическое лицо стратонов, нельзя точно и однозначно фиксировать границы между ярусами, системами и эратемами. Для этого пришлось предельно сузить задачу. Границ, отмечает он, действительно, может существовать множество, «но наша задача сводится к необходимости выбора только одной стандартной границы в типовой шкале, максимально облегчающей практический механизм стратиграфической корреляции» (цит. по: Попов, 2001, с. 45).

Идея «золотого гвоздя» и принципа ПКФ вполне укладывается в рамки идеальной синхронности, играющей ключевую роль в системе корректных измерений. В конечном счете все практические и теоретические усилия стратиграфии сосредотачиваются на определении синхронности. Именно от успехов в указанной области в первую очередь зависит построение всего здания стратиграфии. Это естественный ход совершенствования любого корректного измерительного процесса.

В современной стратиграфии описанная тенденция наиболее ярко проявилась в переходе от стратотипов стратонов к стратотипам границ, т.е. от фиксации временных интервалов к эталонам границ. Значение этого события, совершившегося в процессе исследований по проведению границы силура и девона, трудно переоценить. Пожалуй, впервые результаты напряженных практических исследований были

почти сразу закреплены в теоретических положениях «золотого гвоздя» и принципе ПКФ, что сыграло огромную роль, особенно для практической стратиграфии. Вывод о необходимости введения стратотипа границ и связанные с ним теоретические положения явились для развития стратиграфии этапным событием, которое существенно сдвинуло ее в сторону хроностратиграфии.

Однако применение принципа «золотого гвоздя» в рамках естественной стратиграфии принесло и отрицательные последствия. Резкое снижение значения стратотипов стратонов привело к легкой и зачастую неоправданной замене стратонов, характеризующих тот или иной возрастной интервал Общей шкалы или стратиграфических схем. Это заметно подрывает важнейшее качество Общей шкалы — ее стабильность. Признание условности стратонов закрыло бы возможность произвольной замены традиционных названий и послужило бы твердой основой для нормальной детализации Общей шкалы и стратиграфических схем.

Таким образом, рассмотрение формулировок ХВП и ПКФ показывает их неоднозначность. Определение принципа ПКФ позволяет органично включить его в структуру геохронометрии. По-видимому, действие принципа ХВП ограничивается сферой эндохронометрии, которая опирается непосредственно на события самого геологического процесса.

Необходимость точного разграничения рассмотренных выше формулировок ликвидируется интенсивными разработками теоретической базы стратиграфии, в которых принципы стратиграфических корреляций по-прежнему остаются зоной острых дискуссий.

К дискуссии по фундаментальным проблемам стратиграфии. Детальный и широкий анализ, существующих в настоящее время стратиграфических кодексов, принятых в разных странах, осуществленный А. И. Жамойдой, О. П. Ковалевским и А. И. Моисеевой (1996), показывает значительный разнобой и противоречивость в понимании основных положений стратиграфических исследований. Как отмечено выше, введение в начале 1950-х годов в практику стратиграфических исследований хроностратиграфических подразделений, а в начале 1970-х проведения стратиграфических границ с помощью «золотого гвоздя» самым существенным образом нарушили всю логику системы естественной стратиграфии. Однако этому противоречию в теоретических исследованиях до сих пор не уделяется должного внимания.

Редким исключением являются работы *С. С. Лазарева*, который пытается вернуть естественной стратиграфии логичность ее структуры. Являясь горячим сторонником естественной стратиграфии, он подверг резкой критике хроностратиграфический метод: « ... конечную цель хроностратиграфии — построение стратиграфической шкалы как оси абстрактного времени, с зафиксированными на ней границами-точками в конкретных разрезах — я рассматриваю как тупик в науке, занимающийся конструированием стратиграфических шкал (= стратиграфическая классификация)» (Лазарев, 2000, с. 43).

Поставив перед собой совершенно правильную цель — привести в соответствие структуру естественной стратиграфии с ее главными положениями и реальными возможностями, Лазарев избрал не совсем удачный способ решения намеченной задачи. Он эмоционально критикует хроностратиграфию за те недостатки, которые сам ей приспал, или за те особенности, которые отличают ее как инструмент системы внешнего отсчета. Его беда в том, что он до сих пор не осознал, что в стратиграфии существуют две системы отсчета — внутренняя и внешняя — и что естественная стратиграфия как система внутреннего отсчета занимает подчиненное положение. Таковы общие правила научной исследовательской процедуры, которой должна подчиняться и стратиграфия как частная наука.

Тем не менее С. С. Лазарев полагает, «что не само время как таковое есть ключ к разного рода геолого-историческим событиям, а наоборот: общее событие сводит в единую систему (эко-, геосистему) разнообразные историко-геологические данные и может стать общим (универсальным) ключом для установления и корреляции временной последовательности» (Лазарев, 2000, с. 50). Однако, когда речь идет о измерительной (хроностратиграфической) процедуре, а не об описаниях, опирающихся только на неоднородность самого процесса, такой подход совершенно некорректен.

Время, несомненно, является одной из неотъемлемых характеристик геологического процесса — «общего события». По существу С. С. Лазарев отстаивает описательный, наиболее примитивный принцип исследования этапов развития геологического процесса, характерный для раннего периода развития стратиграфии, который вполне можно назвать иконографическим. Описательный принцип исследований, пропагандируемый сторонниками естественной стратиграфии, имеет неотвратимую тенденцию к порочному доказательству по кругу, которое, как показывает вся история стратиграфии, действительно, порождает стагнацию.

Несмотря на это, С. С. Лазарев подвергает сторонников хроностратиграфии за их «здравый смысл» и «обыденную психологию» уничтожающей критике. Он пишет: «К сожалению, инерция господствующей сейчас парадигмы слишком велика, и на этом фоне здравый «смысл» стратиграфов-практиков, обещающих быстрый и окончательный результат по конструированию общей шкалы, выглядит очень привлекательным. О явной стагнации парадигмы свидетельствует беспрецедентное стремление ее протогонистов к некоторым абсолютам в науке: абстрактное (абсолютное) время на общей шкале и (по контексту) абсолютная синхронность как идеал, окончательная фиксация точек-границ и надежда на окончательное формирование общей (абсолютно стабильной) шкалы-стандарта» (Лазарев, 2000, с. 50). Приписав хроностратиграфии несуществующие «грехи», Лазарев окончательно ее «добивает». Оказывается, деятельность сторонников хроностратиграфической парадигмы «нацелена на окончательную стабилизацию стратиграфических шкал, т.е. на упразднение той науки, которая занимается конструированием стратиграфических шкал (стратиграфической классификации) и которая перестанет существовать после того, как шкалы превратятся в условный стандарт абстрактного времени» (там же).

Что бы хоть как-то развеять «жуткую ситуацию», в которую попала стратиграфия по вине «легкомысленных», а может быть и злонамеренных сторонников хроностратиграфии с их «обыденной психологией», хочется сказать несколько слов в их защиту, хотя тут нет полной уверенности, что они будут правильно восприняты исследователями с «необыденной» психологией. Во-первых, понятие «абсолютный» — это лишь цель, точнее ориентир, к которому следует стремиться в стратиграфических измерениях и достигнуть которого практически невозможно (о чем имеются четкие разъяснения). Например, приведем высказывание Д. Л. Степанова: «В таком понимании границы хроностратиграфических подразделений представляют собой в значительной мере отвлеченнное понятие — идеал, к которому на основе существующих методов геологической синхронизации можно лишь в большей или в меньшей степени приблизиться» (Степанов, 1954, с. 17).

Во-вторых, есть общее правило, что стабильность и независимость структуры внешнего инструмента измерения и его компонентов — непременное условие корректной измерительной процедуры. Эта стабильность никак не сковывает непрерывного совершенствования измерительного инструмента, чего так панически боится

С. С. Лазарев. Наоборот, она служит залогом его дальнейшего развития — необходимой точкой опоры. Например, существует ли необходимость менять последовательность и временную характеристику дней, часов, минут и секунд, если мы перешли к исследованию процесса на уровне долей секунд (десятых, сотых и т.д.)? Конечно, нет. Только все увеличивающаяся детализация временной характеристики геологического процесса, которая отличается исключительной сложностью структуры времени-пространства, может обеспечить непрерывное углубление в его сущность.

Следует отметить, что хотя палеонтологический метод как инструмент внешнего отсчета является главным организующим центром стратиграфических исследований, он вовсе не отменяет применение естественной стратиграфии, которая сохраняет свою специфическую зону функционирования, обеспечивая хроностратиграфию первичными материалами или заменяя последнюю, когда ее использование невозможно. Действительно, в структуре естественной стратиграфии нет места хроностратиграфии и основанной на ней методике проведения границ с помощью «золотого гвоздя». Это инструменты более корректной и общей системы, в которую естественная стратиграфия входит как компонент. Естественная стратиграфия имеет собственную структуру, стержень которой образует принцип отражения. Специалистам по экостратиграфии, по-видимому, следует направлять основные усилия именно на изучение и совершенствование особенностей структуры естественной стратиграфии, а также на выяснение специфики взаимодействия ее с хроностратиграфией.

В заключение отметим, что хотелось бы, наконец, получить внятные комментарии С. С. Лазарева на принципиальное замечание, которое уже давно сделано Д. Л. Степановым и М. С. Месежниковым в адрес экостратиграфии: «Нам представляется, что попытка создания внешней системы отсчета, на которой строится хроностратиграфия, несмотря на всю условность такой попытки, наилучшим образом обеспечивает регистрацию геологических событий. В то же время измерение самими событиями представляется методологически сомнительным и неизбежно должно приводить к субъективным корреляциям» (Степанов, Месежников, 1979, с. 264).

Совсем противоположную задачу той, которую безуспешно ставится разрешить С. С. Лазарев, поставил перед собой *К. В. Симаков*. Он пытается подвести под естественную стратиграфию новую теоретическую основу, отвечающую современному уровню научных знаний, объединив ее с хроностратиграфией. Этой неразрешимой про-

блеме посвящены его монографии, замечательные по охвату теоретического материала и виртуозной сложности изложения, в которых общеизвестные положения естественной стратиграфии даются в новой, усовершенствованной трактовке (Попов, 2001). Обратимся к ключевым положениям этих работ, чтобы не затрагивать всего массива пространных рассуждений. К. В. Симаков пишет: «Хроностратоны объединяют совокупность образований, сформировавшихся в период относительно стабильного (подвижно-равновесного) состояния палеосистемы. модель эволюции которой выбрана в качестве базиса для построения метрики... Хроностратиграфические границы представляют собой протоколы событий, обусловливающих смену квазистабильных состояний палеосистемы, модель непрерывно-прерывистого развития которой служит основой для построения метрики» (цит. по: Попов, 2001, с. 49). Из приведенных определений с очевидностью вытекает, что автор строго следует основному руслу естественной стратиграфии с ее ориентировкой на события геологического процесса в качестве готовой метрики для стратона и стратиграфической границы. Здесь стратон по-прежнему отвечает геологическому этапу (стабильное состояние палеосистемы), а граница выражает событие, отличающее смену палеосистем.

Особенно показательно в этом отношении следующее определение К. В. Симакова: «...“золотые гвозди” представляют собой номенклатурные эталоны (символы) естественных хроностратиграфических границ, аппроксимирующих хроноэктоны к привычной и удобной форме “безразмерных” точек, которыми на стреле концептуального времени разграничают его смежные подразделения» (там же, с. 50) (курсив наш. — А.П.). Указанная формулировка низводит идеи «золотого гвоздя» и ПКФ, которые внесли принципиальные изменения в структуру стратиграфических исследований, к привычным и удобным безразмерным точкам, разграничающим стратоны. Это свидетельствует о том, что у автора выпали из поля зрения важные моменты развития стратиграфических методов как продуктов специфической деятельности человека. В результате разработанные стратиграфией новые эффективные инструменты измерения (зональные шкалы и принцип ПКФ) обречены обслуживать заведомо гораздо менее точную измерительную систему.

Основу этой системы по-прежнему составляет положение, согласно которому «сама системная организация Природы диктует нам объективную необходимость привести в соответствие наши теоретические (концептуальные) построения с фактически наблюдающимися

феноменами реальности, лишь где подправляя ее нетривиальными конвенциями» (там же, с. 50). В сведении главного положения стратиграфии к простому срисовыванию возрастных особенностей палеосистем заключается, по К. В. Симакову, «общий принцип» стратиграфии и основанный на нем «операциональный аппарат» стратиграфических измерений. К таким вполне тривиальным выводам пришел К. В. Симаков в результате своих многолетних фундаментальных исследований.

Возрастная дифференциация геологических событий в пространстве не позволяет построить корректную измерительную систему, основанную непосредственно на возрастной структуре геологического процесса. Изохронные границы, секущие палеосистемы, против чего так возражает К. В. Симаков, только измеряют, а не «рубят говядину», иначе было бы страшно обращаться к портному. Признание К. В. Симаковым хроностратиграфии остается чисто формальным. По существу он остается всецело на позициях естественной стратиграфии с ее боязнью, хоть в какой-то мере, отступить от естественных рубежей. Хроностратиграфия, разумеется, там, где это необходимо, пользуется естественными рубежами (зоны, свиты) для измерения в системе внешнего отсчета, но не вводит это в общий принцип отражения структурой стратиграфических шкал особенностей геологического процесса.

Стратиграфические кодексы

С начала 50-х годов XX века осознание необходимости учета в стратиграфических исследованиях пространственной дифференцированности геологического процесса становится очевидной всем. Воссоздание общей картины развития земной коры невозможно без опоры на региональную стратиграфию, которая наиболее полно использует биостратиграфический потенциал эволюции органического мира. Резко возросшие во многих странах с 20–30-х годов XX века геологические исследования, связанные с необходимостью обеспечения промышленной революции минеральным сырьем, сопровождались широким развитием стратиграфических работ. Они охватили значительные территории почти на всех континентах, сопровождались установлением огромного числа разного рода стратиграфических подразделений. Все острее вставала проблема наведения порядка в этом море стратонов, без которого невозможно было достичь взаимопонимания среди

многочисленной армии геологов. Все это происходило на фоне постоянно существующей фундаментальной стратиграфической проблемы — необходимости увеличения точности стратиграфических измерений.

Отсутствие общепринятой стратиграфической классификации, опирающейся на прочную научную основу, стало главным препятствием на пути успешного развития стратиграфии и геологии в целом. Прежняя стратиграфическая классификация, разработанная на III—VIII сессиях МГК, отличавшаяся противоречивостью и нечеткостью положений, уже не отвечала возросшим требованиям стратиграфических исследований, охвативших весь мир. Необходимость построения новой теоретической базы стратиграфии стала неотложной задачей. Отдельные, даже успешные исследования не могли решить ее в целом. Здесь требовалась объединенные усилия международной организации.

Именно поэтому на XIX сессии МГК (Алжир, 1952) была создана Международная подкомиссия по стратиграфической классификации (МПСК) под председательством Х. Хедберга (H. Hedberg, США), который оказал существенное влияние на деятельность подкомиссии. Задачей подкомиссии была разработка международного стратиграфического кодекса, который должен был определить единые для всех правила стратиграфической номенклатуры и терминологии.

Теоретические основы предполагаемого международного кодекса МПСК были намечены Х. Хедбергом на сессии в докладе «Построение и терминология стратиграфической классификации». Центральное его положение выражалось в том, что стратиграфические исследования должны опираться на три независимые системы классификаций подразделений: лито-, био- и хроностратиграфическую. Итогом многолетней деятельности этой подкомиссии явилось опубликование в 1976 г. труда под названием «Международный стратиграфический справочник. Руководство по стратиграфической классификации, терминологии и их применению» (1978). Основные его положения в значительной мере базируются на принципах, разработанных североамериканскими стратиграфами.

Справочник МПСК основывается на весьма расширенном понимании задач стратиграфии: «Стратиграфия как таковая не только изучает первичную последовательность и возрастные соотношения горных пород, но и их форму, распространение, литологический состав, содержание ископаемых организмов, геофизические и геохимические свойства — все характерные особенности, признаки и качества горных пород как слоев и интерпретирует их в понятиях условий среды,

способа образования и геологической истории» (Международный стратиграфический справочник, 1978, с. 22).

В этом пространном перечне задач стратиграфии не выделена основная и единственная ее задача — установление и измерение структуры геологического времени, за что справочник был подвергнут жесткой, но справедливой критике О. Шинdevольфом (1975). По существу приведенные выше положения повторяют более ранний тезис справочника об основных целях стратиграфии: «... — расширение наших знаний о земных слоях и через это о событиях, процессах и жизни на Земле в прошлом» (там же, с. 17). В такой трактовке задачи стратиграфии приближаются к задачам исторической геологии.

Другим весьма важным упущением справочника, имеющим принципиальное значение, было пренебрежение региональной стратиграфией, которой не уделяется должное внимание, что удивительно для американского геолога Хедберга, имевшего дело с разнообразными геологическим и стратиграфическим материалами обширной территории.

В то же время существенным достижением справочника МПСК стало введение статуса хроностратиграфических подразделений для стратонов Общей, международной, шкалы. Хроностратиграфические подразделения, согласно справочнику, основаны на универсальном критерии — времени их образования и имеют наибольшее значение для глобального применения (там же, с. 19). Использование хроностратиграфии означало введение принципа системы внешнего отсчета в стратиграфические измерения, что поднимает стратиграфию на качественно новый уровень исследований. Однако существенным недостатком справочника является то, что хроностратиграфическая шкала не стала главным организующим стержнем стратиграфических измерений, наоборот — в ней всячески подчеркивается равноправность стратиграфических классификаций, основанных на различных методиках.

Принципиальные положения, разработанные в справочнике МПСК, были затем использованы во многих национальных кодексах: Израиля (1958), Норвегии (1961), Пакистана (1962), Австралии (1964, 1985), Новой Зеландии (1967), Малайзии (1968), Турции (1968), Югославии (1968), Италии (1969), Швейцарии (1973), Польши (1975), Саудовской Аравии (1979), Чехословакии (1978), Китая (1981), Болгарии (1982) и Бразилии (1986) (Жамойда и др., 1996, с. 11).

Таким образом, если необходимость в стратиграфии принципа внешнего отсчета была в известной мере осознана, так же как и обо-

собленность либо- и биостратиграфии, то необходимость обязательно учитывать пространственную дифференциацию фауны и флоры еще не была понята большинством стратиграфов, хотя к этому времени уже имелись прекрасные разработки Д. Л. Степанова (Попов, 2001).

Особенности развития стратиграфии в США

Развитие структуры стратиграфической классификации в США отличалось от европейской рядом особенностей. Различные категории стратонов, которые были приняты американскими исследователями, не образовывали единую, связанную структуру, характерную для европейской стратиграфии. Они представляли собой набор равноправных, самостоятельных, независимых иерархий стратонов, выделяемых на основе различных методик. Такое строение структуры сохраняется и в американских кодексе 1970 г., и в руководстве 1976 г. (Жамойда и др., 1996, с. 26).

Для американской стратиграфии весьма свойственно, что важное значение придается литостратиграфии, представляющей категорию местных стратиграфических подразделений. Среди них особая роль принадлежит формации, выделяемой по литологическим признакам, которая близка по своему содержанию свите. Главное назначение формации — обеспечивать геологическое картирование. Она является одновременно и основой, и результатом геологического картирования.

Согласно взглядам *К. Данбара и Д. Роджерса*, монография которых имела большое значение для развития стратиграфии в США, литостратиграфия и геологическое картирование представляют собой одно целое, составляя первую фазу собственно стратиграфического исследования. Они пишут, «что формации (и другие литостратоны) следует рассматривать как литологические, генетические единицы и что в их определении время как таковое не играет никакой роли. Эти подразделения, использующиеся при описании местных разрезов, должны быть всегда четко отделены от единиц, включающих в себя понятие о времени. Последние применяются при корреляции местных разрезов друг с другом и с хронологическим стандартом, выраженным в единицах времени» (Данбар, Роджерс, 1962, с. 309).

В американском стратиграфическом кодексе 1961 г. (CSN, 1961) дается по существу такое же определение: литостратоны выделяются на основе физических особенностей пород, а не на основе геологической истории района или эволюции организмов, остатки которых за-

ключены в этих породах. Границы литостратонов могут быть приблизительно изохронными или пересекать возрастные границы. Основным литостратоном является формация, которая может быть откартирована на земной поверхности и на глубине (Жамойда и др., 1996).

Положительной стороной американских кодексов является то, что подразделением Общей шкалы не предписывается строго соответствовать историко-геологическим этапам. В них стратоны Общей шкалы понимаются как условные хроностратиграфические подразделения, которые «позволяют геологам всего мира говорить на одном языке при установлении хронологических соотношений в геологической истории» (Данбар, Роджерс, 1962, с. 322).

В этом отношении американские стратиграфы следуют идеи, высказанной ранее Никитиным и Чернышевым на III и IV сессиях МГК (1885, 1888), которые обосновали условность и универсальность (искусственность) подразделений международной шкалы. Здесь они избежали серьезных заблуждений многих европейских геологов, до сих пор считающих, что Общая шкала должна быть адекватным выражением этапов развития геологического процесса или органического мира. Но особенно важно то, что в американских стратиграфических руководствах подчеркивается тесная, органическая связь стратиграфии с геокартированием, которое непосредственно обслуживается литостратиграфией.

Однако положительный эффект от признания тесной, органической взаимосвязи стратиграфии и геокартирования значительно снижается из-за того, что стратиграфические методы, согласно американским кодексам, не образуют единую, взаимосвязанную структуру, в которой организующую, стержневую роль играл бы биостратиграфический метод. Попытку в последнем американском кодексе структурировать стратиграфическую классификацию нельзя признать удачной (Жамойда, Ковалевский, 2000, с. 25). Бистратиграфический метод, являющийся основой системы внешнего измерения, и хроностратиграфические подразделения, которые выделены с его помощью, оказались в разных группах. Это обусловлено неверным методическим подходом к построению структуры стратиграфической классификации. Структура классификации американского кодекса не учитывает принципы нормальной, корректной измерительной процедуры, которая должна опираться на инструмент внешнего отсчета, каким, безусловно, служит биостратиграфический метод.

Современные стратиграфические кодексы

Наиболее общие тенденции развития стратиграфической теории получают свое выражение в многочисленных национальных стратиграфических кодексах. Стратиграфические кодексы играют весьма важную роль в стратиграфии, потому что именно они определяют в значительной мере принципы стратиграфических исследований в большинстве стран мира. В настоящее время продолжают сохраняться различия в понимании самого предмета и задач стратиграфии, на которые опираются национальные стратиграфические кодексы. Обстоятельному исследованию и анализу особенностей и различий национальных стратиграфических кодексов было посвящено несколько публикаций, в том числе и монографий А. И. Жамойды, О. П. Ковалевского и А. И. Моисеевой (Жамойда, Ковалевский, Моисеева, 1996, и др.).

Согласно А. И. Жамойде и О. П. Ковалевскому (2000), в настоящее время существуют две более или менее обособленные стратиграфические концепции, на которые ориентируются большинство действующих в настоящее время кодексов. *Одна концепция*, принятая кодексами СПГА и ряда других стран, опирается на следующие положения:

1. Широкое определение стратиграфии, в объект изучения которой включаются практически все (а не только слоистые) породные тела, формирующие земную кору, в том числе интрузивные.

2. Категории стратиграфических подразделений выделяются на основе разных свойств горных пород, изучаемых различными методами. Все категории независимы и равноправны, их число не может быть ограничено, но основными приняты три: хроно-, лито- и биостратиграфические.

3. Географический фактор не признается существенным, по крайней мере декларативно.

Вторая стратиграфическая концепция базируется на следующих положениях:

1. Стратиграфия признается как единая наука о возрастных взаимоотношениях породных тел и последовательности геологических событий.

2. Стратиграфия использует любые методы и их комплексирование для расчленения, определения возраста и корреляции, поскольку они могут давать необходимую геохронологическую основу. Выделение лито-, био-, хроно- и других стратиграфических подразделений является лишь применением разнообразных методов исследований.

3. Географический фактор учитывается в стратиграфической классификации. Подразделения ограниченного распространения (местные, региональные, наряду с единицами Общей шкалы, имеют самостоятельное значение и соотносятся с последними как частное с общим) (Жамойда, Ковалевский, 2000, с. 21).

Вторая концепция основана на положениях, опубликованных в статье десяти европейских стратиграфов, которые изложили свою теорию, отражающую единство стратиграфии (Laffitte e. a., 1972). Положения этой концепции были положены, как полагают Жамойда и Ковалевский, в основу кодексов Франции, Великобритании, Германии и России. Однако слишком общая формулировка основных положений стратиграфии, допускающая весьма широкие и часто субъективные их толкования, по-прежнему оставляет широкий простор для острых споров.

Национальные кодексы внесли в эти фундаментальные положения свои изменения. В стратиграфических кодексах Франции и Германии главная задача стратиграфии — построение и совершенствование Общей хроностратиграфической шкалы, единой для всего земного шара. Биостратиграфические исследования всегда являются хроностратиграфическими. Кодексы Франции и Германии принимают положение о том, что в дальнейшем, по мере совершенствования Общей шкалы, ее стратоны заменят местные подразделения. В них предмет стратиграфии понимается не только как выявление геологической истории, но и как изучение условий и способов образования породных тел. «В то же время необходимо подчеркнуть общее единство стратиграфии. Необходимо иметь много различных типов подразделений, чтобы яснее выразить все вариации многих признаков и свойств горных пород, но все эти подразделения должны быть тесно связанными. Они отражают лишь различные характеристики одних и тех же пород и, взаимно дополняя друг друга, способствуют достижению одних и тех же основных целей стратиграфии — расширению наших знаний о земных слоях и через это о событиях, процессах жизни на Земле в прошлом» (Международный стратиграфический справочник, 1978, с. 17).

Многие кодексы, в том числе России и Германии, предметом стратиграфии считают пространственное и временное распределение породных тел или пространственно-временное соотношение их комплексов. Отсюда в характеристику страттона включено требование об определении его положения в стратиграфическом (а не в геологическом) разрезе (Жамойда, Ковалевский, 2000, с. 22).

Стратиграфические кодексы России (СССР)

Основными задачами стратиграфии составители Стратиграфического кодекса России (1992) считают:

а) выявление конкретных взаимоотношений комплексов горных пород и последовательность их формирования для отдельных участков земной коры с целью установления местных стратонов;

б) установление пространственно-временных соотношений стратиграфических подразделений с целью создания корреляционных стратиграфических схем;

в) совершенствование Общей стратиграфической шкалы с учетом периодизации геологической истории земной коры.

Перечисленные задачи, как пишут А. И. Жамойда и О. П. Ковалевский (2000, с. 22), отражают и основные последовательные стадии стратиграфических работ. В этом перечне задач не выделена основная, главная, задача — создание Общей шкалы как главного эталона, синхронизатора всей системы стратиграфических подразделений. Такой подход определяется логикой естественной стратиграфии, которая по существу описывает геологический процесс с помощью стратонов. Стратон любой категории отражает какую-либо геологическую реальность, и в этом отношении стратоны равны. Отсюда равнозначны и все стратиграфические операции в отношении способов и целей разрешения стратиграфических задач.

В основу составления отечественных кодексов положены следующие базовые положения:

1) признается единство стратиграфии как фундаментальной отрасли геологической науки, а не множества независимых друг от друга «стратиграфий», отвечающих различным методам исследований;

2) стратиграфические подразделения разделены на основные и специальные. Основные имеют геосистемную природу, поскольку отражают разные этапы в развитии литосферы в целом или ее участков, с учетом эволюции био-, гидро- и атмосферы. Специальные стратиграфические подразделения в отличие от вспомогательной роли их аналогов в Кодексе СССР квалифицированы в Кодексе России как вполне самостоятельные, но дополнительные к основным стратиграфическим подразделениям, имеющим право на собственную классификацию, терминологию и номенклатуру;

3) при классификации основных стратиграфических подразделений учитывается географический критерий, обусловленный не только «географичностью» всех геологических тел и в особенности страто-

нов, но и тем, что опирается на фундаментальный принцип стратиграфии — принцип хронологической взаимозаменяемости признаков (Мейен, 1981);

4) взаимоотношение категорий местных, региональных и общих стратонов строится как отношение частного к общему. Каждое подразделение Общей шкалы, имеющее глобальное распространение, интегрирует все осадки, которые образовались в определенный промежуток времени и входят в каждом регионе в состав местных стратиграфических единиц. Местные, региональные и общие подразделения различаются по степени конкретности характеристик. В то же время меньшая степень конкретности характеристик единиц Общей шкалы по сравнению с региональными и местными подразделениями не означает, что общие стратоны являются абстрактными понятиями (Жамойда и др., 1996, с. 45, 46).

В соответствии с вышеизложенными основными положениями в отечественном стратиграфическом кодексе принята следующая структура классификации стратонов (Стратиграфический кодекс, 1992, с. 24):

Основные стратиграфические подразделения

Общие	Региональные	Местные
Акротема	Горизонт	Комплекс
Энотема	(Подгоризонты)	Серия
Эритема	Лона Слои с	Свита
Система	географическим	(Полсвита)
Отдел	назначением	Пачка
Ярус		
(Польярус)		
Зона Раздел		
Звено		
Ступень		

Специальные стратиграфические подразделения

Литостратиграфические: толща, пачка, слой (пласт), маркирующий горизонт, органогенные массивы, стратогены.

Биостратиграфические: биостратиграфические зоны различных видов, слои с фауной или флорой.

Климатостратиграфические: климатолит, стадиал, наслой.

Магнитостратиграфические: магнитозоны (мегазона, гиперзона, суперзона, ортозона, субзона, микрозона).

Сейсмостратиграфические: сейсмокомплексы.

Согласно положениям отечественного кодекса основные стратиграфические подразделения являются главными картируемыми элементами геологических карт. Категории этих стратонов отражают их географическое распространение — планетарное, региональное или местное.

Изложенные выше положения Стратиграфического кодекса России ясно показывают, что его составители всецело базируются на принципах естественной стратиграфии, где любой стратон — отражение конкретного этапа геологического развития. В характеристике стратонов различных категорий авторы кодекса не избежали противоречий. Так, стратоны Общей шкалы почему-то отличаются меньшей конкретностью, чем подразделения региональных и местных категорий, хотя они есть единицы комплексного обоснования, установленные всей совокупностью стратиграфических методов.

Однако главным дефектом кодекса является игнорирование того очевидного факта, что стратоны Общей шкалы, установленные на геологическом и палеонтологическом материалах Западной Европы, в других регионах мира утратили связь с их конкретной геологической обстановкой и выступают уже как чисто условные временные, т.е. хроностратиграфические, подразделения. На это обстоятельство обращали внимание многие исследователи, начиная с С. Н. Никитина, Ф. Н. Чернышева (1889). В последнее время идею условности стратонов Общей шкалы поддерживали также целый ряд исследователей (подробнее о работах см.: Попов, 2001; Степанов, 1941, 1954, 1958; Страхов, 1948; Леонов, 1973; Соколов, 1980).

Отказ отечественных стратиграфических кодексов от хроностратиграфической концепции, ясно обозначившийся уже в первом руководстве по стратиграфии (1954), резко отделяет ее как от европейской, так и от американской стратиграфических школ. Однако разработчики кодексов СССР и России не признают это различие существенным, включая отечественный кодекс в группу, в которой стратиграфические операции базируются на Общей шкале, состоящей из условных, хроностратиграфических подразделений. А. И. Жамойда и О. П. Ковалевский пишут: «Как известно, в отечественных кодексах пространственный состав общего стратона определяется совокупностью региональных и местных подразделений или их частей, включаемых в стра-

тиграфический объем этого подразделения» (Жамойда, Ковалевский, 2000, с. 23).

Такое понимание соотношения основных категорий было заимствовано у Ю. В. Тесленко, который, по-видимому, первым применил в этом случае термин «интеграция». Далее авторы цитируют Б. С. Соколова: «Специфика Общей шкалы заключается в том, что она отражает непрерывность стратиграфической последовательности (как следствие регионального синтеза) и в силу этого принята за международный стандарт или этalon». После этого они заключают: «Этим, по существу, отвергается оценка общих (хроностратиграфических) подразделений как неких абстрактных единиц или лишь отвлеченных понятий» (Жамойда, Ковалевский, 2000, с. 23).

Здесь хочется привести другое высказывание Б. С. Соколова. Он писал, что универсальная шкала основана на соответствующих типовых стратиграфических разрезах — стратотипах общих подразделений, которые в типовой местности одновременно являются и стратотипами региональных подразделений. «Поскольку эти подразделения в международной (межрегиональной, межконтинентальной и планетарной) стратиграфии играют роль стандарта, их границы совершенно не обязательно должны совпадать с границами реальных стратиграфических подразделений других внestrатотипических регионов. Их назначение — определение возрастного положения любых региональных стратиграфических подразделений по принятому (и только единому) стандарту» (Соколов, 1986, с. 9) (курсив наш. — А.П.).

Таким образом, прогрессивное положение, согласно которому Общая шкала является условной и универсальной измерительной системой, пропагандируемое еще в 1885 и 1888 гг. на сессиях МГК С. Н. Никитиным и Ф. Н. Чернышевым (1889), составителями отечественных кодексов было отброшено и заменено последовательностью «естественных» стратонов. Принципиальное отрицание хроностратиграфии отечественными кодексами, основанное на непризнании биостратиграфического метода инструментом внешнего отсчета, безусловно, затрудняет стратиграфические исследования, особенно в таких принципиальных вопросах, как установление и протягивание стратиграфических границ, открывая простор для субъективных представлений. Однако вся практика стратиграфических исследований, невольно и неизбежно вынуждена опираться на биостратиграфический метод как на инструмент внешнего измерения, независимо от того, признается он таковым или нет, что в значительной мере нивелирует этот существенный недостаток отечественных кодексов.

Второе принципиальное отличие отечественного кодекса от кодексов других стран — безусловное признание непреходящей самостоятельности местной и региональной стратиграфий. Это фундаментальное положение наших кодексов основывается на существенной дифференцированности структуры времени-пространства геологического движения материи. Отечественные геологи уже давно осознали невозможность протянуть условные границы всей последовательности стратонов Общей (международной) шкалы на огромной, геологически сложно построенной территории.

Специфика истории развития геологических регионов и особенности эволюции их органического мира, как правило, настолько отличаются от стратотипических областей, что невозможно сопоставить их во всех деталях. Нереальность выполнения идеального требования — непосредственного выделения всей последовательности стратонов Общей шкалы в каждом регионе, хотя в принципе очень желательного, было вполне осознано еще С. Н. Никитиным и Ф. Н. Чернышевым, которые выдвинули идею региональной стратиграфии и активно ее пропагандировали на III и IV сессиях МГК (1885, 1888).

В ряде отечественных руководств по стратиграфии самостоятельность региональных и местных подразделений ставилась под сомнение (Попов, 2001, с. 61), несмотря на надежную обоснованность данного положения Д. Л. Степановым. В этих руководствах местные подразделения (серия, свита, пачка) считались временными и были подчинены провинциальным и общим стратонам. Стратиграфические схемы рекомендовалось составлять до возможного уровня из подразделений Общей шкалы. Вместе с тем все подразделения были разделены по их географическому распространению на три группы, что закладывало выделение в последующем в отечественных кодексах трех самостоятельных категорий основных стратонов: общих, региональных и местных (Жамойда и др., 1996, с. 104).

Важное значение пространственного (географического) фактора в стратиграфии, свойственного отечественной стратиграфии, основывалось на вполне ясном осознании существенной дифференциированности геологического процесса не только во времени, но и в пространстве (Никитин, Чернышев, 1889; Степанов, 1958, и др.). Поэтому выделение местных и региональных подразделений в качестве самостоятельной категории стратонов, наряду с подразделениями Общей шкалы, было воспринято отечественными геологами как значительное достижение в области стратиграфии (подробнее о работах см.: Попов, 2001, с. 62).

Как полагает А. И. Жамойда, «географический критерий в геологии является не просто критерием распространенности или величины занимаемой площади (пространства); он вытекает из сущности самой геологии — науки о строении и развитии по крайней мере земной коры как планетарного образования и в то же время географического понятия по отношению к ее поверхности. Земная кора подразделяется на континентальные и океанические блоки, части одних и других, но ведь континенты, океаны и их части одновременно являются географическими категориями» (цит. по: Попов, 2001, с. 62).

Однако необходимость учета временной и пространственной дифференцированности геологического процесса стратиграфической процедурой в отечественных кодексах по существу превратилась в простое отражение последовательности геологических событий Общей шкалой, региональными и местными схемами. Как полагают А. И. Жамойда и О. П. Ковалевский, «именно местные (региональные), т.е. ограниченного распространения, стратиграфические подразделения, естественно, оказались не только первыми объектами стратиграфии, но и основой для установления единиц общей стратиграфической шкалы. По справедливому предложению Ю. В. Тесленко (1976), соотношение между первыми и вторыми признается как соотношение частного и общего. Может ли существовать общее, если оно не интегрирует частные элементы?» (Жамойда и др., 1996, с. 97). Эта же идея выражена позднее следующим образом: «Как известно, в отечественных кодексах пространственный состав общего стратона определяется совокупностью региональных и местных подразделений или их частей, включаемых в стратиграфический объем этого подразделения» (Жамойда, Ковалевский, 2000, с. 23). Здесь следует обязательно обратить внимание на следующее: говоря о стратонах, вышеупомянутые авторы имеют ввиду, что они отражают черты геологического процесса, а не опираются на особенности эволюции органического мира.

Таким образом, отечественные кодексы, приняв за основу принцип отражения, направили стратиграфические исследования в русло простого описания, которое характерно для начальных стадий изучения явлений или для ситуаций, когда нет возможности применить инструмент внешнего отсчета. Отрицательное действие этого базового принципа отечественных кодексов на практике существенно снижается широким применением инструментов внешнего отсчета — биостратиграфии и геохронологии, которые составляют основу стратиграфических исследований. В результате развития именно региональной стратиграфии, которая учитывает пространственное разнообразие

геологического процесса и, что особенно важно, особенности местной фауны и флоры, позволяет в целом отечественной стратиграфии занимать ведущие в мире позиции. Этому особенно способствуют совершенствование зональной стратиграфии и практика проведения стратиграфических границ с помощью «золотого гвоздя».

Итак, анализ развития методических основ стратиграфии показывает, что главным препятствием для построения нормальной, корректной стратиграфической шкалы как инструмента измерения геологического времени является непременное требование соответствия стратонов этапам развития геологического процесса или эволюции органического мира. Такая мнимая «естественность» каждого стратона в отдельности и общей стратиграфической шкалы в целом уже давно толкает стратиграфию в русло чисто описательного процесса. И это происходит, несмотря на то, что стратиграфические исследования со временем В. Смита фактически осуществляются по правилам корректной измерительной процедуры, при которой стратоны являются по существу условными единицами (исключая зоны), функционирующими в системе внешнего отсчета.

Недостатки естественной стратиграфии связаны не только с принципиальным несоответствием требованиям корректной измерительной процедуры, что приводит к порочному доказательству по кругу. Существенные трудности обусловлены самой спецификой стратиграфических измерений, которым предписано адекватно соответствовать особенностям палеопроцессов, восстановленных с большими допущениями. Это способствует возникновению субъективных представлений, ведущих к бесконечным и бесплодным дискуссиям.

Возможности биостратиграфического метода весьма далеки от тех идеальных ориентиров, которые обозначены в экзохронометрии. Однако намеченные «маяки» существенно сужают зоны произвольных толкований при установлении конкретных стратонов и стратиграфических границ. В естественной стратиграфии, где стратоны любого ранга и их границы должны, по определению, являться слепком конкретных геологических (палеобиологических) событий, возникает большой простор для субъективных мнений. Опора на так называемые естественные метрики дефектна в том отношении, что она, во-первых, связана с отсутствием четкого, однозначного понимания содержания этапов (событий) и, во-вторых, с тем, что в действительности каждое событие проявляется многообразно или, точнее, является совокупностью подчиненных событий, каждое из которых имеет свои специфи-

ческие пространственно-временные границы, не совпадающие друг с другом.

Отсюда многообразие мнений получает официальную поддержку. Это порождает ситуацию, когда каждый исследователь прав согласно принципиальной установке, при которой стратон и его границы обязательно должны отражать реальное событие, соответствующее его рангу. О весомости того или иного события можно спорить бесконечно.

С помощью региональных схем выясняются конкретные особенности геологического процесса. Последний компонент стратиграфической триады — литостратиграфический ряд — является первичной стратиграфической последовательностью, которая, в свою очередь, служит источником всех дальнейших стратиграфических построений. Литостратиграфический ряд непосредственно опирается на временные и пространственные особенности конкретных толщ. Его важная специфика заключается в фактическом слиянии с определенными особенностями конкретных толщ, на которые он опирается и которые являются в конечном счете главным объектом стратиграфии. Это совмещение, но ни в коем случае не слияние порождает иллюзию полной «естественности» литостратонов. Однако последние, несмотря на это «совмещение», по-прежнему остаются условными единицами исследовательской процедуры человека.

Выделение в структуре стратиграфической классификации трех главных компонентов — Общей шкалы, региональной шкалы и литостратиграфической шкалы — полностью отвечало фундаментальным требованиям стратиграфической процедуры. Теоретическое положение о необходимости соблюдения «естественности» Общей и региональной шкал на практике фактически не могло быть осуществлено. И хотя данный принцип «естественной» стратиграфии сильно осложнял проведение стратиграфических исследований, он уже не мог существенно задержать прогрессивное развитие стратиграфии. Трехчленное деление структуры стратиграфической классификации, составляющее ее ядро, успешно выдержало испытание временем.

Глава 2

ВРЕМЯ И СТРАТИГРАФИЯ

На современном этапе развития геологии существенно возросла необходимость разработки ее фундаментальных основ и в первую очередь вопросов времени и пространства. В связи с этим возникает потребность сравнения понятий геологического времени и пространства как с общенаучными (философскими) категориями времени и пространства, так и с их выражением в других специальных областях знаний. В стратиграфии время, как отмечают Д. Л. Степанов и М. С. Месежников (1979, с. 61), выступает в качестве основного организующего начала, так как все стратиграфические выводы имеют смысл лишь постольку, поскольку они решают вопрос об одновременности или последовательности геологических событий, приводящих к образованию или не образованию осадочных толщ.

Определяя время геологического процесса главной целью стратиграфических исследований, необходимо остановиться на рассмотрении основных свойств этой характеристики геологического движения материи и методов ее изучения. Здесь следует уделить внимание общим представлениям о времени и главным принципам его исследования.

В современной науке время и пространство предстают как всеобщие формы существования материи, имеющие объективный характер. Время и пространство неразрывно связаны друг с другом и определяются друг через друга. Универсальным свойством времени и пространства являются длительность (протяженность), неповторяемость, необратимость, единство прерывности и непрерывности. Важнейшая особенность времени-пространства — неоднородность (дискретность) его пространственных и временных характеристик, отражающих дискретность и неоднородность процессов (Вернадский, 1975). Осознание времени (и пространства) как фундаментального свойства процес-

сов (явлений) привело к возникновению в науке таких понятий, как астрономическое время, геологическое время, биологическое время и т.д., отражающих специфику соответствующих процессов.

Существующие общенаучные представления о времени и пространстве опираются главным образом на результаты исследований, полученных в физике. В основе этих представлений лежит общая теория относительности, заменившая ньютоновскую теорию абсолютного времени. Одно из центральных положений теории относительности, полностью воспринятое геологической наукой, заключается в том, что время и пространство существуют не сами по себе в отрыве от материи, а находятся с ней в универсальной взаимосвязи, в которой они теряют самостоятельность и выступают как стороны единого многообразного процесса.

Теоретическая геология, стремясь проникнуть в фундаментальные основы геологического движения материи, привносит в геологию как науку представление о времени и пространстве, заимствованное из физики без учета особенностей геологического процесса. Между тем специфичность и многообразие различных форм движения материи дают основание полагать, что *образ*, созданный в физике, описывает *только часть* общей картины мира и не может полностью исчерпать собой его особенности.

Сравнение особенностей различных форм движения материи показывает, что они далеко не равнозначны. Если принять за начало отсчета физическую форму существования материи (т.е. процессы и явления, исследуемые физикой), то далее можно выделить следующие формы организации материи по нарастанию сложности и специфики: геологическое движение материи, биологическое движение материи и ноосферное движение материи. Каждый член приведенного ряда представляет собой качественно более высокую ступень эволюции материи, которая опирается на более простые проявления материи.

В отличие от физической формы существования материи для ее более высоких форм особенно характерным является движение как развитие, выраженное в виде цепи сложных качественных превращений, которые отличаются все увеличивающейся скоростью своего эволюционного движения. Обычно такие изменения образуют иерархию уровней развития, т.е. *проявляются как эволюция эволюций*. Для рассматриваемых высших форм организации материи типичны нарастающая и ускоряющаяся внутренняя дифференциация и усложнение, что находит выражение в структуре времени-пространства этих форм.

Основу каждого из главных ступеней развития материи составляют специфический процесс, причина движения которого находится в нем самом, т.е. его двигателем является система с обратными положительными связями. Процесс протекает по схеме, где причина вызывает следствие, а следствие снова приводит к той же причине. Причем процесс обязательно протекает как расширенное воспроизведение, захватывая все возможное пространство. Особенности указанного процесса с наибольшей полнотой проявляются в рамках жесткокорпускулярной системы. Это особенно характерно для биологических систем, когда многочисленные корпускулы-организмы, слагающие корпускулярную систему с относительно свободными между собой связями, сами устроены как жесткие системы с закрепленными связями. Двигателем биологической формы движения материи служит размножение.

Геологическое движение материи следует рассматривать в рамках Солнечной системы, поскольку преобразование Земли и, в частности, ее коры определяется не только чисто земными, внутренними, факторами, но и тесно связано с воздействием Солнца и космических факторов межпланетного пространства. Это наглядно проявляется в процессах денудации, осадконакопления и прежде всего биосферы.

Таким образом, эволюция движения материи сопровождается нарастающей, все ускоряющейся дифференциацией и усложнением ее форм, что свидетельствует о тенденции углубления специфики и усиления автономии и независимости ее проявлений. Указанные особенности эволюции форм организации материи находят свое выражение в соответствующих преобразованиях их времени-пространства.

Переходя к исследованию времени-пространства геологического процесса, остановимся сначала на его главных свойствах, которые позволяют с наибольшей полнотой выявить особенности движения геологического вещества. Здесь мы приходим к вполне тривиальному выводу, что с наибольшей адекватностью время-пространство геологического процесса выражается через категории качества и количества. Разумеется, в таком разграничении имеется значительная доля искусственности, но оно необходимо. Структура геологического времени-пространства, отражающая размещение геологических событий во времени и пространстве, определяется преимущественно его качественными особенностями, а длительность этих событий выражается в основном количественными его свойствами.

Для исследований геологического времени весьма типично, что почти все усилия сосредоточены на выявлении качественных особенностей, а количественные свойства почти не привлекают внимание и в

расшифровке характеристики геологического времени-пространства фактически не учитываются. В этом кроется одна из главных проблем стратиграфии. Выпадение из поля зрения стратиграфической значимости количественных характеристик геологического времени-пространства вызвано, с одной стороны, спецификой стратиграфических исследований, связанных с особенностями изучения прошлого времени, а с другой — принципиальным отказом от использования системы внешнего отсчета.

Определив главные задачи в исследовании времени-пространства геологического процесса установлением его качественных и количественных свойств, обратимся к главным особенностям нормальной, корректной измерительной процедуры, в том числе и стратиграфической. В.И. Вернадский пишет: «Измерение не есть механический акт: это есть исследование, научное творчество, неизбежно приводящее к углублению свойства того явления, которое подлежит измерению. Особенно это имеет место, когда вопрос идет об основных принципах измерения» (1975, с. 113). Здесь важно обратить внимание на то, что исследования (измерения) являются процессом специфической человеческой деятельности. Инструментом измерения, как и сама процедура исследования, служат идеализированные, абстрактные построения (модели), хотя и опирающиеся на реальные явления и изучающие реальные процессы. Человеческий фактор предъявляет особые требования к стратиграфическому измерительному инструменту.

Необходимо кратко остановиться на определении таких общенаучных понятий, как сравнение и измерение, что весьма важно для правильного понимания роли измерительной процедуры в стратиграфических исследованиях. Сравнение является одним из основных логических приемов исследования. Познание любого предмета и явления начинается с установления его отличия от всех других предметов и выявления сходства с родственными предметами. Познание есть процесс, в котором различие и сходство находятся в неразрывном единстве. Правильный вывод любого сравнения зависит от строгого соблюдения следующих условий: 1) сравнивать следует только однородные понятия, которые отражают однородные предметы и явления; 2) признаки, по которым сравниваются предметы, должны иметь важное, существенное значение в их характеристике.

Процедура сравнения имеет две принципиально различные формы или стадии. Простейший — феноменный вид сравнения — выражается в непосредственном сопоставлении явлений и предметов друг с другом по тем или иным отдельным качествам. Этот вид исследования

не открывает возможность выявления наиболее характерных особенностей сравниваемых явлений. Для более совершенной измерительной процедуры сравнения характерно сопоставление явлений и предметов не непосредственно, а через систему эталонов, которые представляют собой единицы измерения того или иного качества. Метрический (измерительный) вид сравнения обеспечивает существенно более точное, более глубокое сопоставление явлений и предметов, а не только в общем, нерасчлененном виде. При измерительной процедуре предметы и явления сравниваются по качественным свойствам, получившим уже строгое, взвешенное количественное определение. Для наибольшей точности восстановления временной структуры геологического процесса стратиграфические исследования должны строго следовать правилам нормальной измерительной процедуры.

Исследование (измерение) любого процесса осуществляется посредством сравнения его с другим процессом, играющим роль измерительного инструмента. Этот процесс-инструмент для успешного измерения должен обладать определенными условиями: 1) он должен быть независимым от измеряемого объекта, точнее, его движение должно определяться внутренними причинами. Исключение взаимного влияния инструмента и исследуемого объекта (или хотя бы существенное ослабление) — одно из главнейших и непременных условий получения чистого результата; 2) течение процесса должно быть равномерным, изохронным (во времени и пространстве) и отсюда возможность его расчленения на неограниченное количество равнозначных единиц измерения. В этом идеальном измерительном инструменте без труда можно узнать черты ньютонанского абсолютного времени. Однако современная наука свидетельствует, что в мире отсутствуют процессы с подобными характеристиками. В то же время процесс-инструмент с описанными выше характеристиками или близкими к ним совершенно необходим для измерения геологического времени. Указанное обстоятельство неизбежно приводит нас к выводу о необходимости создания инструмента с такими свойствами.

Таким образом, исследования геологического времени-пространства в принципе ничем не отличаются от измерений в других науках. Осознание этого обстоятельства, с нашей точки зрения, весьма важно для правильного понимания особенностей стратиграфических исследований.

Другим важным выводом является то, что для измерительного инструмента исключительную роль играет изохронность, связанная с его количественными характеристиками. Процесс, изохронно протека-

ющий во времени и пространстве, дает возможность посредством сетки бесчисленных единиц фиксировать геологические события, их размещение во времени и пространстве, устанавливая продолжительность и протяженность, их одновременность и неодновременность.

Существенной особенностью стратиграфических исследований является то, что предметом их изучения служит процесс, имеющий гигантскую длительность, несоизмеримую с продолжительностью человеческой цивилизации. Свойства геологического процесса могут изучаться не непосредственно, а лишь по его следам, по результатам его деятельности, т.е. по горным породам. Это придает стратиграфическим исследованиям особую специфику, которая, однако, не должна противоречить отмеченным выше принципам нормальной измерительной процедуры. Именно из-за несоблюдения данного очевидного требования в стратиграфии возникают основные проблемы.

Исходя из рассмотренных выше принципиальных условий, измерение геологического времени-пространства должно содержать следующие операции: 1) воссоздание (моделирование) структуры времени-пространства геологического процесса (т.е. предмета исследования); 2) воссоздание процесса, особенности которого должны послужить инструментом измерения — эволюции организмов; 3) создание инструмента измерения, обладающего необходимыми свойствами для осуществления измерительной процедуры (независимостью и изометричностью). Последнее обусловлено тем, что эволюция отличается исключительной сложностью и дифференцированностью структуры времени-пространства.

Отсюда вытекает принципиальное положение о том, что стратиграфический измерительный инструмент по особенностям своего времени-пространства отличается от особенностей эволюционного времени-пространства, несмотря на то, что для его построения были использованы свойства филогенеза организмов. Следовательно, надо иметь ввиду, что стратиграфический инструмент в самом широком смысле (общая шкала, стратиграфические схемы, зональные шкалы и т.д.) *образует стратиграфическое время-пространство*, обособленное как от эволюционного времени-пространства, так и от геологического времени-пространства.

Поскольку непосредственным объектом изучения геологического времени-пространства являются горные породы (точнее, геологическое вещество) и заключенные в них остатки ископаемых, которые есть лишь продукты геологического процесса и эволюции, то практически все операции стратиграфических исследований должны осущес-

ствляться одновременно или почти одновременно, дополняя и поддерживая друг друга. Это параллельное и одновременное продвижение исследовательских операций создает общий уровень стратиграфической, палеонтологической и геологической изученности.

Эндохронометрия и экзохронометрия. Выявление качественных особенностей или внутренней дифференциации процесса осуществляется путем сравнения его внутренних частей (компонентов) друг с другом. Здесь изучаемый процесс выступает в качестве инструмента, с помощью которого исследуется сам процесс. Только посредством такого самоизмерения возможно установление основных черт структуры времени-пространства процесса и выявление его тончайшей анизотропии. Следовательно, измерение временной структуры геологического процесса должно опираться на неоднородность самого процесса, т.е. на *метод эндохронометрии*. Основным его методом в стратиграфии является литостратиграфия, использующая в своих построениях все оттенки дифференциации геологического вещества от литостратиграфических различий горных пород до их тектоностратиграфических особенностей.

Обязательно следует обратить внимание на то, что благодаря этим свойствам литостратиграфия совмещает две важные обязанности: с одной стороны, она обеспечивает первичной информацией эндохронометрию (биостратиграфию) и открывает возможность трассирования стратиграфических границ с помощью литостратонов при составлении геологической карты, а с другой — именно литостратиграфия, опирающаяся непосредственно на следы геологического процесса, в своей структуре отражает особенности его времени-пространства, которое и является предметом исследования (измерения) экзохронометрии. Однако качественная неоднородность геологического вещества сама по себе не может еще полностью отразить структуру времени-пространства геологического процесса и особенно его количественные свойства.

Исследования количественных характеристик временной структуры геологического процесса опираются на совершенно иной принцип. Как показано выше, свойства, отраженные в длительности и протяженности процесса, могут быть измерены лишь с помощью однородных единиц, не зависящих от качественных особенностей данного процесса. Здесь необходимо применение *экзохронометрии*, т.е. внешней системы отсчета. Основными его методами являются биостратиграфический и геохронологический. Первый применяется при восстановлении палеозойского отрезка геологической истории, а второй —

ее довенской части. Только сочетание эндо- и экзохронометрии, которые дополняют, но не заменяют друг друга, дает возможность получить достоверную картину геологического времени.

Стратиграфические исследования протекают в виде взаимодействия с обратными положительными связями между эндо- и экзохронометрией. Эндохронометрия, выявляющая через литостратиграфию структуру геологического процесса, обеспечивает построение и совершенствование измерительного инструмента (экзохронометрии), который позволяет со все большей детальностью выявлять структуру времени-пространства геологического процесса.

Исследование стратиграфической процедуры приводит к неизбежному выводу о необходимости использования *абсолютного времени-пространства* при измерении геологического времени. Отсюда противопоставление абсолютного времени относительному предстает как ошибочное положение (по крайней мере в измерительной процедуре). Это наводит на мысль, что специфичность, изменчивость, дифференцированность структуры времени-пространства разных частных проявлений материи, как выражение их относительности, не отменяет наличие абсолютного, изохронного, независимого времени-пространства как свойства материи вообще, а наоборот, его обуславливает.

Можно предположить, что если измерительный процесс должен отражать наиболее существенные свойства исследуемого явления, то и логически установленная необходимость определенных категорий (компонентов) этого процесса может указывать на присутствие соответствующих категорий (в нашем случае абсолютного времени-пространства), как проявления конкретного состояния материи. Возможно, покой так же, как и движение (импульс), абсолютен, т.е. для появления импульса (движения) нужен покой, как опора для его возникновения.

Механическое, заимствованное из физики понимание времени-пространства только как свойства фиксируемых процессов, привело к тому, что вне рамок этих процессов время-пространство отсутствует совсем, даже в идеальной форме, необходимой для измерения. С данным обстоятельством связано существенное искажение процедуры измерения геологического времени, что в первую очередь выразилось в существенной недооценке количественных характеристик времени-пространства, а также способствовало пониманию стратиграфической шкалы не как условного построения (инструмента измерения), а как конкретной структуры времени-пространства, которая адекватно отражает особенности эволюции геологического процесса.

Использование в стратиграфической процедуре абсолютного (идеального) времени (Попов, 1993) неизбежно приводит к необходимости введения понятия *идеальной (абсолютной) синхронности* и исследования ее роли в стратиграфической процедуре. Абсолютная синхронность должна пониматься как мгновение, как исчезающий интервал времени — точка, которая фиксирует все процессы и явления как бы в застывшем виде. Структура абсолютной синхронности представляет собой пространство вне времени, состоящее из корпускул (сгустков вещества) и поля. В пространстве абсолютной синхронности отсутствует движение, т.е. взаимодействие и воздействие. Для этого пространства типична автономность (независимость) его компонентов, которые характеризуются признаками сосуществования. Поле, объединяющее корпускулы, является выражением этой идеальной одновременности.

В стратиграфии (биостратиграфии) роль структуры абсолютной синхронности наилучшим образом выполняет время-пространство скоррелированных зональных шкал, основанных на независимом развитии различных групп фауны и флоры. Это *полихронное пространство*, автономное, независимое по отношению к геологическому процессу. Для описанного времени-пространства зональных шкал характерна независимость (автономность) временных реперов как друг от друга, так и от измеряемого ими геологического процесса. Указанные свойства типичны для компонентов пространства абсолютной синхронности. В этом зональном времени-пространстве, опираясь на принцип ПКФ, можно создать дробную градацию (линейку) условных временных рубежей, которые по своим свойствам в наибольшей степени приближаются к особенностям абсолютной синхронности, т.е. к идеальной изохронной границе, или, точнее, изохронной поверхности.

В естественной стратиграфии в отличие от хроностратиграфии определение одновременности осуществляется с помощью события (монопричины), которое воздействует на весь круг измеряемых явлений. Эта жесткая структура воздействий принципиально исключает возможность существенного приближения к свойствам абсолютной синхронности. Экостратиграфия рисует следующую модель влияния геологического процесса на жизнь (Красилов и др., 1985, с. 42): импульсы, порожденные геологическим процессом через горообразование, климат и трансгрессии, воздействуют на биосферу в целом, а далее импульсы распространяются сверху вниз к экосистемам, сообществам, популяциям, генетическим системам.

Многоступенчатая последовательность распространения влияния неизбежно должна охватывать широкий временной интервал. Одновременность в этом случае предстает как принадлежность к жестко взаимосвязанному кругу событий, протекающих в определенном временном интервале, которым ограничивается точность стратиграфических измерений. Энергия исследователя при этом направлена не на установление изохронных рубежей с помощью зональных корреляций, а на поиски действительных, а чаще мнимых событийных рубежей всеобщих изменений.

Таким образом, естественная стратиграфия искусственно загоняет биостратиграфический метод в рамки эндохронометрии, т.е. в систему внутреннего отсчета, которая огрубляет процедуру стратиграфических измерений. К эндохронометрии по существу относятся и все другие методы стратиграфических исследований, которые используют для измерения жестко взаимосвязанные структуры воздействия, включая и космические факторы.

Итак, анализ определения одновременности показывает центральное значение этой процедуры в стратиграфических исследованиях, на что постоянно обращают внимание Д. Л. Степанов. В структуре хроностратиграфической синхронности происходит существенное снижение значения процессуальности (т.е. воздействий и взаимодействий) и возрастает роль пространственных характеристик. Это связано с тем, что абсолютная синхронность является мгновенным временным срезом, который как бы остановил движение. Можно предположить, что свойства абсолютного времени обусловлены преимущественно пространственными характеристиками, точнее особенностями поля-пространства. Специфика же относительного времени проявляется в движениях, в процессах, связанных в основном с веществом корпускул. Все указанное наводит на мысль, что нельзя ограничиваться в стратиграфических измерениях свойствами только вещества (т.е. корпускул), проявляющихся в процессах, которые лишь одни доступны нашему непосредственному исследованию. Геологическая наука (и, в частности, стратиграфия) стоит перед необходимостью учитывать и те свойства поля, которые лежат вне сферы непосредственного зондирования. Здесь исследования должны опираться на косвенные данные и логические конструкции, которые плодотворно развивает системный метод.

Таким образом, измерительным инструментом, наиболее отвечающим принципиальным требованиям нормальной измерительной процедуры, являются методы экзохронометрии (биостратиграфиче-

ский и геохронологический). Однако специфика стратиграфических исследований такова, что эти методы не в состоянии функционировать без опоры на литостратиграфию, которая относится к эндохронометрии. *Литостратиграфия* не только выявляет неоднородность горных пород и устанавливает возрастное распределение остатков ископаемых и обеспечивает конкретное прослеживание стратиграфических границ в пространстве при создании геологической карты, но и одновременно является главным объектом стратиграфических исследований, позволяющих восстанавливать структуру времени-пространства геологического процесса, поскольку именно в литостратиграфии с наибольшей непосредственностью запечатлены особенности структуры времени-пространства геологического процесса.

Опираясь на описанные свойства времени-пространства, отметим основные черты геологического времени. Изучение геологического времени, определение его специфики обратует фундамент исследований геологического процесса как в его частных проявлениях, так и в самых общих, глубинных свойствах. Восстановление структуры геологического времени, или временной характеристики геологического процесса, в общем виде представляет собой выяснение последовательности геологических событий и их длительности (Степанов, Месежников, 1979). При выяснении временных особенностей геологических событий большое значение приобретают и их пространственные характеристики из-за разновременности и неоднородности протекания этих событий в разных областях геологического пространства.

Итак, геологическое время отражает последовательную смену геологических событий во времени, или, точнее, размещение их во времени и пространстве. Сущность геологического времени невозможно выявить, без учета его пространственных особенностей. Необходимо подчеркнуть, что, говоря о геологическом времени, мы фактически имеем в виду слитную структуру времени-пространства, или континuum времени-пространства, выражающий анизотропность геологического движения материи, где качественные особенности этой структуры предстают уже в снятом, опосредованном виде. Главным свойством геологического времени является то, что оно представляет собой характеристику эволюционирующего, развивающегося процесса, неоднородного не только в качественном отношении, но и весьма дифференцированного по длительности и протяженности своих частей, т.е. и в количественном отношении. Это обуславливает необходимость исследовать не только его качественные, но и количественные особенности.

Г л а в а 3

ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ СТРАТИГРАФИИ

Рассмотрение особенностей геологического времени-пространства в рамках общих свойств времени и пространства и принципов нормального измерительного процесса дает возможность уточнить такие фундаментальные понятия стратиграфии, как объект, предмет и задачи. Работа в области геологии, как отмечает Б. С. Соколов, приобретает научный смысл лишь с возникновением стратиграфии. Однако, несмотря на фундаментальное значение стратиграфии для геологической науки, ее теоретические основы остаются недостаточно разработанными. Это касается как самой системы принципов стратиграфической науки, так и ее функциональной роли в комплексе других геологических дисциплин.

Возросший в настоящее время интерес к теоретической стратиграфии вызван существенным увеличением точности стратиграфических измерений (переход на зональные шкалы), которые выявили значительные противоречия между основными стратиграфическими принципами, наиболее ярко проявляющиеся в различном толковании целей и предмета стратиграфии. Если объектом стратиграфических исследований большинство авторов признают геологические тела, то в отношении предмета стратиграфии нет единодушия.

Круг интересов стратиграфии одни исследователи ограничивают только выяснением временных отношений слоев (Шинdevольф, 1975; Степанов, Месежников, 1979), а другие расширяют ее задачи до обще-геологических (Международный справочник, 1978; Садыков, 1974, и др.). Авторы методического пособия «Практическая стратиграфия» (под ред. И. Ф. Никитина, А. И. Жамойды, 1984, с. 5, 10) считают, что стратиграфия как фундаментальный раздел геологии изучает последовательность образования и связанные с этим особенности залегания, а также состав нормально пластирующихся горных пород, т.е. общие за-

кономерности строения осадочной оболочки Земли и ее отдельных структур. Близкие этому определения стратиграфии можно найти и в Стратиграфическом кодексе СССР. Стратиграфический кодекс России (1992) принял определение стратиграфии, предложенное С. В. Мейеном: стратиграфия «изучает пространственно-временные отношения комплексов горных пород (геологических тел) в земной коре». Как полагают составители кодекса, такое определение базируется «на расширенном понимании принципа Стенона, и при этом в сферу стратиграфии могут быть включены не только суперкрустальные толщи, но и в определенной мере и другие геологические тела (интрузивные и высокометаморфизованные), которые также несут “геохронологическую нагрузку”, но не всегда подчиняются так называемому закону суперпозиции» (Стратиграфический кодекс, 1992, с. 18). Основная позиция кодекса на принципы стратиграфических измерений получила наиболее полное отражение в необходимости «совершенствования общей стратиграфической и геохронологической шкал с учетом периодизации геологической истории земной коры в целом» (там же).

Согласно Международному стратиграфическому справочнику (под ред. Х. Хедберга, 1978, с. 22) стратиграфия как таковая изучает не только первичную последовательность и возрастные соотношения горных пород, но и их форму, распространение, литологический состав, содержание ископаемых организмов, геофизические и геохимические свойства — все характерные особенности, признаки и качества горных пород как слоев и интерпретирует их в понятиях условий среды, способа образования и геологической истории.

Различие в определениях целей и задач стратиграфии свидетельствует о том, что до сих пор четко не выяснено, что же изучает стратиграфия, какую сторону геологического процесса и в каком ограничении. Правильное определение предмета стратиграфии и выяснение естественных возможностей ее методов позволяют провести ясные, логические границы стратиграфических исследований, не допускающих произвольного расширения или сужения ее задач.

Как показывает рассмотрение истории развития принципов стратиграфии, в конце XIX столетия произошло оформление двух главных течений в теоретической стратиграфии. Одна группа геологов стала развивать направление, которое можно назвать *«естественной стратиграфией»*, а другая — *«хроностратиграфией»*. Напомним, что согласно концепции *«естественной стратиграфии»* стратиграфическое подразделение — это совокупность горных пород, отражающих определенный этап развития литосфера или ее части, которому соответст-

вует этап эволюции биосфера, адекватно зависящей от изменений геологической среды. Отсюда вся стратиграфическая система (и Общая шкала в том числе) является по существу слепком геологического процесса. Она отражает, по мнению сторонников естественной стратиграфии, последовательность и порядок соподчинения естественных этапов геологического развития Земли в целом и ее различных регионов в отдельности.

Внешняя ясность и подкупающая простота концептуальной схемы «естественной стратиграфии», как показано выше, таят в себе органические пороки. Естественная стратиграфия неизбежно скатывается к простому определению и описанию пространственных и временных отношений геологических тел, которые согласно «естественной стратиграфии» непосредственно отражают структуру времени-пространства геологического процесса. При таком подходе исчезает четкое разграничение между главными компонентами исследовательской процедуры: объектом, предметом и инструментом исследования (измерения). По существу происходит недопустимое слияние, точнее отождествление, этих компонентов стратиграфической процедуры, инструмента с предметом исследований.

В приведенных выше типичных определениях «естественной стратиграфии» задач и целей стратиграфии центральным предметом исследований признаются последовательность формирования комплексов горных пород и выяснение первичного соотношения их в пространстве. При этом акцент смещается в сторону выявления именно пространственных соотношений геологических тел, которые являются лишь современными следами прошедших геологических событий. Установление первичных соотношений слоев, так же как и последовательность их формирования, представляет собой необходимый, но только промежуточный этап стратиграфических исследований и не может исчерпать всех свойств геологического времени. В характеристиках задач стратиграфии обычно не показана необходимость изучения временных свойств геологического процесса как главного содержания стратиграфических исследований.

В формулировках «естественной стратиграфии» в качестве центрального предмета исследований выдвигается изучение последовательности формирования комплексов горных пород и выяснения первичного их соотношения в пространстве. Смещение внимания к пространственным отношениям слоев, а нередко и к их вещественному составу существенно искажает главные цели и задачи стратиграфиче-

ских исследований, что приводит к подмене временных характеристик пространственными.

Типична в этом отношении позиция Ю. Н. Карогодина: «Стратиграфия — это геологическая наука, изучающая пространственно-временные отношения геологических тел породно-надпородного уровня организации с целью создания стратиграфической классификации и построения полнозаданного геологического пространства, т.е. раскрытия законов структуры геологического пространства» (цит. по: Попов, 2001, с. 78). При такой постановке вопроса стратиграфу, предметом исследований которого являются временные особенности геологического процесса, весьма трудно добраться до истины, к которой он идет на ощупь, кружным путем. Временная структура (точнее, структура времени-пространства) геологического процесса при такой трактовке предмета стратиграфии воспринимается по существу как чисто пространственная конструкция, сложенная конкретными геологическими телами, где временные отношения играют сугубо подсобную, вспомогательную роль.

Такая нерасчлененность исследовательского процесса не позволяет выявлять свойства, возможности и специфические требования, предъявляемые к каждому из главных компонентов стратиграфической измерительной процедуры. Это весьма затрудняет правильное определение промежуточных задач и конечной цели стратиграфии. Именно с отсутствием четких определений таких понятий, как инструмент, объект и предмет исследований, связано столь расплывчатое толкование назначения стратиграфии, когда ее цели произвольно расширяются до общегеологических. По существу правильная, строгая измерительная стратиграфическая процедура — хронометраж геологического процесса, подменяется естественной стратиграфией простым установлением нормальной последовательности толщ, которые в действительности есть лишь следы геологического процесса. Установление нормальной последовательности геологических тел является лишь промежуточной задачей, а стратиграфическая шкала — только инструментом измерения, а не выражением этапов геологического процесса в готовом виде, т.е. «конечным результатом исследований».

Логика развития методов «естественной стратиграфии» нашла наиболее полное выражение в положении экостратиграфии, которое определяет стратиграфическую одновременность как соответствие одному и тому же событию (Красилов и др., 1985). Такая принципиальная позиция заранее ориентирует исследователя на невысокую точность измерений, приблизительное стратиграфическое соответст-

вие в интервале протекания главного события, которое оказывает решающее воздействие на все остальные подчиненные процессы. Таким образом, точность стратиграфического измерения определяется неким временным интервалом, а не временной границей.

Альтернативой «естественной стратиграфии» становится хроностратиграфия. Эта концепция теоретической стратиграфии в явной или неявной форме рассматривает стратиграфические исследования как нормальную, корректную измерительную процедуру, т.е. как хронометраж. Одно из важнейших положений хроностратиграфии, как отмечено выше, — признание условности (искусственности) стратиграфических подразделений, а отсюда — условность общей шкалы в целом. Эта точка зрения была выдвинута Э. Реневье и последовательно отстаивалась отечественными геологами С. Н. Никитиным и Ф. Н. Чернышевым (1889) на сессиях МГК. Признание условности стратонов было принципиальным шагом, выводившим стратиграфию на путь понимания стратиграфических исследований как нормальной измерительной процедуры, где *стратиграфические шкалы являются только инструментом измерения*.

Однако хроностратиграфия в отличие от «естественной стратиграфии» не могла сразу предложить простой, законченной концепции. В этом она сильно проигрывала «естественнной стратиграфии», выдвинувшей хотя и ложную, но доступную схему. Главная причина указанной ситуации заключалась в том, что для построения принципиальной концепции хроностратиграфии требовалась более глубокая разработанность фундаментальных положений времени-пространства. Вместе с тем отсутствие строгой схемы обернулось для хроностратиграфии большой пользой. Она не стала на путь огульного игнорирования важнейших, эмпирически установленных закономерностей, как это случилось с «естественной стратиграфией». Указанное обстоятельство позволяло хроностратиграфии более эффективно вести стратиграфические исследования.

Итак, в основе исследований геологического процесса, как и любого исторического явления, лежит необходимость восстановления его временной характеристики или, точнее, выявления структуры времени-пространства этого процесса, течение которого в разных местах различно. Без установления свойств времени-пространства геологического движения материи невозможно изучение ни существа процесса в целом, ни отдельных его сторон. Исследованием именно временных особенностей геологического процесса и занимается стратиграфия, которая образует фундамент геологической науки.

Таким образом, предметом стратиграфических исследований является структура времени-пространства геологического процесса, а объектом — горные породы и остатки ископаемых. Стратиграфические подразделения, стратиграфические шкалы и схемы, с помощью которых осуществляется выявление структуры времени-пространства геологического процесса, — лишь *инструменты измерения*. Следует иметь в виду:

- 1) стратоны (стратиграфические шкалы) являются продуктом человеческой деятельности — *условными временными единицами*;
- 2) стратоны — не адекватное отражение особенностей геологического процесса или органического мира (за исключением зон);
- 3) иерархия стратонов, ее структура и особенности созданы в первую очередь для удобства хронометража как специфической деятельности исследователя;
- 4) геологический процесс и эволюция органического мира, каждый в отдельности, представляют собой специфический предмет исследования. Это два специфических вида движения материи.

Признание основной конечной целью стратиграфических исследований выявление времени-пространства геологического процесса как единой структуры указывает на теснейшую, органическую взаимосвязь стратиграфии с геологической съемкой. Именно в единстве стратиграфии и геологической съемки как неразрывного исследовательского процесса возможно воссоздание структуры времени-пространства геологического движения материи, отображенного графически в виде геологической карты. Геологическая карта детально отражает не только временные черты этой структуры, установленной преимущественно стратиграфией, но и ее пространственные свойства, а точнее — единство этих характеристик геологического процесса. Геологическая карта является фундаментом геологических исследований в целом.

Глава 4

СТРАТИГРАФИЯ И ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

По-видимому, нет ни одной геологической дисциплины, понимание и определение которой было бы столь расплывчатым и неоднозначным. Согласно Н. М. Страхову, в общие задачи исторической геологии входит «восстановление последовательного хода развития земной коры от древнейшего, достоверно известного нам, ее состояния до современного и вскрытие присущих этому развитию закономерностей» (Страхов, 1948, с. 6). Расшифровывая эту общую формулировку, он выделяет следующие задачи исторической геологии: первая и самая существенная — геохронология пород или расчленение их по возрасту, вторая — фациальный анализ или, иначе, воссоздание палеогеографии (древней географии) лика Земли, из которого возникает третья задача — прослеживание развития тектонических структур и выяснение их пространственных хронологических соотношений друг с другом; четвертая задача состоит в воссоздании истории вулканизма и метаморфизма, сопровождающих все наиболее крупные и резко выраженные дислокации земной коры. Близкое к этому определение предмета исторической геологии дано Л. Б. Рухиным в монографии «Основы общей палеогеографии» (1959), который полагал, что историческая и общая геология относятся к числу наиболее общих геологических наук. Все остальные геологические дисциплины рассматривают частные вопросы, и их достижения синтезируются исторической геологией для воссоздания истории земной коры.

Предложенное Н. М. Страховым весьма широкое понимание задач исторической геологии получило распространение в отечественной геологической и особенно учебной литературе. Основные ее положения почти без изменений повторяются многочисленными учебниками по исторической геологии. В Геологическом словаре (1978, с. 144) историческая геология определена как раздел геологии, изу-

чающий историю и закономерности развития Земли с момента образования земной коры до ее современного состояния. Далее следует уточнение, согласно которому в задачи исторической геологии входят установление последовательности образования горных пород во времени, воссоздание физико-географических условий формирования осадочных горных пород, изучение тектонических движений и развитие тектонических структур, выяснение истории вулканизма и последовательности внедрения интрузий.

Если приведенные выше общие определения исторической геологии не вызывают особых возражений, то в уточнении ее задач обращает на себя внимание отсутствие необходимости изучения особенностей биосфера, как одного из важнейших компонентов экзогенных геологических процессов. В этом отношении более правильным является определение исторической геологии, содержащееся в первом издании Геологического словаря, в котором перечисляются следующие задачи: 1) установление последовательности образования различных горных пород во времени, т.е. расчленение их по возрасту; 2) воссоздание палеогеографической обстановки и условий формирования осадочных горных пород; 3) изучение истории тектонических движений и развитие тектонических структур; 4) выяснение последовательности магматических процессов и образования магматических пород.

Приведенное выше весьма расплывчатое определение исторической геологии явилось причиной того, что трактовки ее предмета и задач в значительной мере сливаются с предметом и задачами стратиграфии. Например, в руководстве «Практическая стратиграфия» (1984) стратиграфия определяется как фундаментальный раздел геологии, который «изучает последовательность образования и связанные с этим особенности залегания, а также состав толщ нормально пластирующихся горных пород, т.е. общие закономерности строения осадочной оболочки Земли и ее отдельных структур» (с. 4).

Это перекрытие задач, когда, с одной стороны, в обязанности исторической геологии входит расчленение горных пород по возрасту (геохронология), а с другой — стратиграфия обязана не только измерять возраст пород, но и изучать состав толщ и общие закономерности строения осадочной оболочки, весьма типично для современного состояния геологии. Можно привести определение стратиграфии из «Международного стратиграфического справочника» (1978): «Стратиграфия как таковая не только изучает первичную последовательность и возрастные соотношения слоев горных пород, но и их форму, распространение, литологический состав, содержание ископаемых орга-

низмов, геофизические и геохимические свойства — все характеристические особенности, признаки и качества горных пород как слоев и интерпретирует их в понятиях условий среды, способа образования и геологической истории» (с. 22).

Вышеприведенное совмещение задач исторической геологии и стратиграфии весьма отрицательно сказывается на нормальном функционировании этих фундаментальных компонентов геологической науки. Более того, в связи с усиливающейся дифференциацией геологических знаний и обособления геологических дисциплин у некоторых геологов начинает складываться впечатление, что историческая геология вообще не имеет предмета, а является просто суммой геологических дисциплин. В результате понимание геологического процесса как специфической формы движения материи теряет свои «пределенность и целостность или в значительной мере подменяется общей, естественной стратиграфией, которая трактует общую шкалу как сплек основных этапов геологического развития земной коры. Поэтому ограничение предмета стратиграфии только задачей установления последовательности геологических событий и измерения их временных характеристик позволяет четко определить предмет исторической геологии, который охватывает геологический процесс как специфическое движение материи в единстве его эндо- и экзогенных процессов.

Большое значение для понимания содержания исторической геологии имеют разработки Г. П. Леонова, который понимает ее как историческое направление исследования земной коры. По его мнению, земная кора — масса вещества в твердом кристаллическом состоянии в форме горных пород, представляющих агрегаты минералов и отчасти остатков организмов. Горные породы слагают геологические тела, распределение которых в земной коре закономерно образует «пределенное структурное целое. Геологические исследования в основе состояния из двух направлений — познания вещества земной коры и познания строения и истории формирования земной коры. Второе направление следует назвать историко-геологическим. Задачи историко-геологических исследований, т.е. исторической геологии, совпадают с задачами региональной геологии. Различие между ними, по мнению Г. П. Леонова, проявляется лишь в том, что в первой из них больше внимания направлено на общие и методические проблемы, а во второй — на собственно региональные. Историческая геология должна рассматриваться как область исследования, которая, с одной стороны, составляет существенную часть теоретической и методической региональной геологии, а с другой — «имеет целью обобщение региональ-

по-геологических данных и выявление на этой основе общей картины и общих закономерностей исторического развития земной коры и смежных с ней оболочек Земли» (Леонов, 1980, с. 5).

Очень важно то, что Г. П. Леонов, во-первых, подошел к пониманию существования общегеологических, надрегиональных закономерностей в развитии Земли и, во-вторых, обратил внимание на тесное взаимодействие процессов, происходящих в земной коре, атмосфере, гидросфере и биосфере.

Таким образом, анализ взаимосвязей и взаимодействий процессов, протекающих в земной коре, показывает, что развитие земной коры представляет собой явление, имеющее сложную иерархически построенную структуру, в которой отдельные компоненты, несмотря на значительную самостоятельность, объединены в общую систему. Осознание дифференцированности и иерархичности геологического процесса предполагает необходимость выявления вертикальных взаимодействий, которые играют определяющую роль в формировании генеральной структуры геологического процесса в целом. Системный метод показывает, что, несмотря на тесное взаимодействие верхнего и нижнего этажей иерархической системы, они имеют вполне четко выраженную специфику и самостоятельность. Элементы, взаимодействуя какими-либо определенными своими сторонами (свойствами), образуют систему более общего порядка. При взаимодействии элементов возникает нечто новое, не свойственное каждому из данных элементов порознь. Эти фундаментальные положения системного метода наводят на мысль о необходимости «очищения» функций собственно исторической геологии, призванных исследовать общие закономерности развития земной коры, от задач, связанных с изучением особенностей процессов, занимающих подчиненное положение. Последние, хотя и участвуют в формировании общей структуры геологического процесса, но непосредственно не отражают его свойства.

Опираясь на приведенные выше принципы, можно очертить границы задач исторической геологии как дисциплины, которая изучает историю и общие закономерности развития земной коры. История развития земной коры есть результат взаимодействия эндо- и экзогенных процессов. Следует обратить внимание на то, что здесь результат взаимодействия рассматривается уже как самостоятельное специфическое явление более высокого уровня. Сами эндо- и экзогенные процессы, взаимодействие которых породило новое явление и которые участвуют в его возникновении лишь определенными своими сто-

ронами, не являются главными объектами изучения исторической геологии.

Тектонические и интрузивные процессы, относящиеся к эндогенным факторам развития земной коры, проявляются в основном в пространственном перемещении огромных масс горных пород, формирующих конкретные структуры определенного минералогического состава. Эти силы в активной зоне развития земной коры проявляются в возникновении форм рельефа определенного минералогического состава. Важно отметить, что историческую геологию должны интересовать не только или, вернее, не столько особенности самих геологических структур (зон), сколько последовательность их преобразования, т.е. структура их развития и взаимодействия друг с другом — процесс более высокого порядка.

Экзогенные факторы также активно влияют на формирование рельефа земной поверхности процессами выветривания, переноса вещества и осадконакопления, происходящими с участием эндогенных сил гравитации. Важнейший компонент эндогенного комплекса — биосфера, активно воздействующая на процессы выветривания и осадконакопления, роли которой в процессах развития земной коры в последнее время придается все большее значение.

Для правильного понимания процессов исторического развития земной коры необходимо их рассматривать с учетом того, что Земля является компонентом Солнечной системы. Следует учитывать также влияние космического пространства. Экзогенные процессы (выветривание, денудация, перенос и осадконакопление) в наибольшей степени связаны с особенностями Солнечной системы, в первую очередь с воздействием Солнца. Земля как компонент Солнечной системы, занимающая в ней определенное место, испытывает на себе мощное воздействие Солнца. Без солнечной радиации и определенных свойств Земли не возникли бы условия для существования жизни. Планета Земля обладает неповторимой спецификой (размерами, массой, вещественным составом, определенной удаленностью от Солнца и т.д.), которая обусловила уникальные возможности для развития на ней жизни. На этом основании в Солнечной системе можно выделить витосферу, характеризующую особую зону (сферу) вокруг Солнца, для которой фундаментальным отличительным признаком является бурное развитие жизни. Важное значение имеют также космические факторы (падение метеоритов и т.д.).

Для биосфера типично активное создание благоприятных условий для собственного существования. Сюда можно отнести создание

атмосферы, накопление солнечной энергии и т.д. В то же время действие биосфера как компонента эндогенных процессов проявляется только в конкретных ее свойствах. Например, эволюционное развитие филогенетических групп и биосфера в целом проявляется в первую очередь в существенном увеличении накопления, аккумуляции солнечной энергии, ускорении биохимического круговорота и росте общей массы живого и косного вещества, вовлеченного в биологические процессы. Расчеты показывают, что за время существования биосфера суммарное количество образовавшегося органического вещества по массе почти в 30 раз больше всей земной коры и в 570 раз больше современной гидросфера (Верзилин, 1990).

Вместе с тем более мощное, более дифференцированное и более тонкое воздействие органической материи на косное вещество, несомненно, связано с прогрессивной эволюцией жизни. Более того, в противовес широко распространенному мнению о том, что основным энергетическим источником тектонических движений и метаморфизма служит энергия радиоактивного распада, в последние годы появилась концепция о главенствующей роли в этих процессах экзогенных источников энергии, связанных с трансформированной солнечной энергией. Она основана на том, что: 1) количество экзогенной энергии, поступающей к поверхности Земли, в 3–5 тысяч раз больше, чем эндогенной; 2) основной движущей силой тектонических движений и создания континентальной земной коры является солнечная энергия, аккумулированная в минеральном веществе планеты при разнообразных экзогенных процессах.

При этом, как считает Н. Н. Верзилин (1990), главным преобразователем и своеобразным ферментом, обычно на несколько порядков увеличивающим скорость передачи энергии, представляется именно живое вещество Земли. Поэтому следует говорить не о геохимическом процессе аккумуляции солнечной энергии минеральным веществом, а о процессе биохимической аккумуляции. Поскольку круговорот собственно органического вещества нераздельно связан с круговоротом всех главных элементов земной коры и служит как бы костяком большого геологического круговорота, можно предполагать, что он является и его энергетической основой.

Итак, анализ особенностей эндогенных процессов показывает, что сложившиеся на Земле специфические условия связаны в первую очередь с ее особенностями как компонента Солнечной системы, находящегося на определенном расстоянии от Солнца. Возникшая на Земле стратисфера имеет характер устойчивой саморегулирующейся

системы, которая опирается на непрерывное поступление солнечной энергии и одновременно находится под постоянным воздействием космического пространства и эндогенных сил.

Таким образом, предмет исторической геологии — это наиболее общие закономерности, формирующие земную кору под воздействием экзогенных и эндогенных факторов. Стратиграфия же совместно с геокартированием только участвует в выявлении временных характеристик этих геологических процессов, т.е. структуры времени-пространства геологического движения материи, длящегося миллионы лет. Непосредственная задача стратиграфии — измерение временных свойств геологических процессов.

Глава 5

СТРУКТУРА СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Современный уровень развития стратиграфии неизбежно приводит к ряду определенных положений, на которых должна базироваться стратиграфическая процедура. Сложная дифференциация времени и пространства геологического движения материи принципиально исключает возможность адекватного соответствия стратиграфических шкал и схем структуре времени-пространства геологического процесса. Не могут они также быть и слепком особенностей эволюции биосфера или филогенетических групп. Это приводит к неизбежному выводу о том, что стратиграфические шкалы и стратоны не могут корректно выполнять роль измерительных инструментов и одновременно отражать эволюцию организмов и развитие геологических событий во времени и пространстве. В формулировании главной задачи стратиграфии необходимо решительно перейти от невыполнимой при корректных исследованиях установки на полное соответствие стратиграфических шкал структуре геологических событий к созданию стратиграфических шкал и схем, которые являются последовательностями условных временных единиц.

Стратиграфические исследования представляют собой сложный комплекс взаимосвязанных исследований, направленных на выявление структуры времени-пространства геологического процесса, которое осуществляется в неразрывной связи с составлением геологической карты. В этом взаимодействии с геологическим картированием стратиграфия выполняет строго ограниченную задачу — служит инструментом стратиграфических измерений и производит стратиграфические измерения, которые являются основой для составления геологической карты, отражающей основные черты времени-пространства геологического движения материи.

Стратиграфия, в основе которой лежит биостратиграфия, служит инструментом внешнего отсчета по отношению к геологическому времени, отражающему специфику геологического процесса. Это обстоятельство обуславливает необходимость различать геологическое время и стратиграфическое (биостратиграфическое) время. Здесь обязательно необходимо еще раз напомнить, что, хотя стратиграфическое время опирается на особенности эволюции организмов, оно все же не есть адекватный слепок развития биоты. Стратиграфическое время — результат человеческой деятельности, сконструировавшей условный инструмент измерения, но на основе реальных явлений.

Осуществление стратиграфических измерений в рамках корректной, нормальной измерительной процедуры предполагает жесткое согласование стратиграфических принципов и методов, взаимодействие которых образует внутренне логичную структуру (рис. 4).

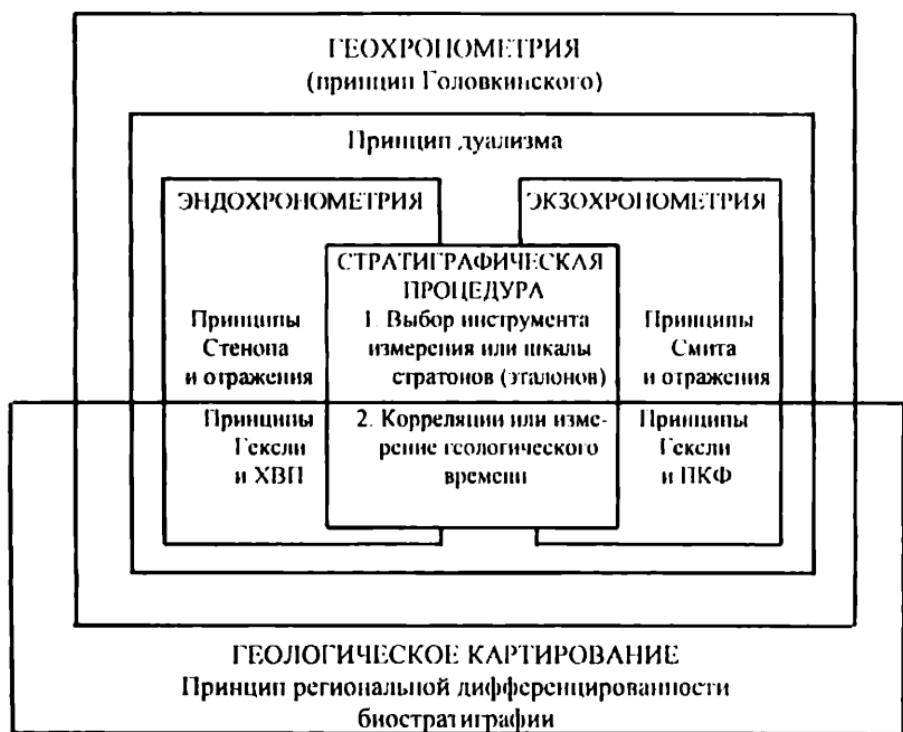


Рис. 4. Структура стратиграфических исследований и ее взаимодействие с геологическим картированием.

Основу нормальной стратиграфической процедуры составляет *принцип Головкинского*, установивший, что хронологические горизонты косвенно пересекают все другие: «стратиграфические, петрографические и палеонтологические». Это положение по существу предполагает необходимость применения в стратиграфических исследованиях системы внешнего отсчета, т.е. абсолютного времени. Принцип Головкинского впервые выявляет сложную дифференцированность структуры времени-пространства геологического процесса как совокупность разнородных, достаточно обособленных явлений, протекающих одновременно в одном геометрическом пространстве, но существенно не совпадающих друг с другом своими пространственно-временными характеристиками. Одновременно принцип Головкинского устанавливает обособленность, специфичность эволюционного развития организмов. Указанное обстоятельство наводит на мысль, что биостратиграфия, использующая эволюционный процесс для построения внешнего инструмента измерения геологического времени (его структуры времени-пространства), образует специфическое стратиграфическое время, обособленное по своей структуре как от геологического, так и от биологического времени.

Особенности стратиграфического (биостратиграфического) времени придает главным стратиграфическим операциям — *расчленению* и *корреляциям* — совершенству иной характер, чем тот, который они имеют в «естественнейшей стратиграфии». В хроностратиграфии (хронометрии) операция расчленения превращается в разработку инструмента измерения, т.е. в создание условной, эталонной шкалы стратиграфического времени. Корреляции в хронометрии являются процессом измерения, опирающимся на выбранную нами эталонную временную линейку, точнее, разработанную стратиграфическую шкалу. Стратиграфические корреляции предназначены для проведения в пространстве изохронных границ, с помощью которых строится геологическая карта, отражающая основные черты структуры времени-пространства геологического процесса для данного региона.

Корреляции в экзо- и эндохронометрии используют *принцип Гексли*, согласно которому синхронности устанавливаются на основе однопорядковости сравниемых последовательностей фауны и флоры или литофациальных разностей в разрезах. Это положение более корректно очерчивает границы точности стратиграфических измерений.

Методики корреляций в системах отсчета экзо- и эндохронометрии существенно различаются. Корреляции в эндохронометрии осно-

ваны на принципе хронологической взаимозаменяемости признаков (*принцип ХВП*), согласно которому одновозрастность понимается как принадлежность одному геологическому событию. Система эндохронометрии органически не может обеспечить большую точность стратиграфических измерений, потому что событию обязательно должен соответствовать некий возрастной интервал.

Экзохронометрия обеспечивает большую точность стратиграфических определений, которые ориентируются на идеальную одновозрастность, понимаемую как отсутствие временного интервала, получившего выражение в стратиграфической границе. Экзохронометрии отвечает принцип передачи или трансмиссии корреляционной функции (*принцип ПКФ*). Согласно принципу ПКФ корреляции осуществляются как нормальный измерительный процесс, при котором происходит передача информации о возрасте от эталона к измеряемому объекту. Очень важно то, что принцип ПКФ существенно помогает переходу стратиграфии от хронометрии возрастными интервалами к проведению изохронных границ, которые полностью соответствуют духу построения геологической карты. Это является новым шагом в развитии стратиграфии.

Стратиграфические исследования, проводимые в рамках системы внешнего отсчета, строятся на органичном взаимодействии эндо- и экзохронометрии, в котором последняя играет ведущую роль. Однако корректная стратиграфия не может осуществлять свои исследования без использования эндохронометрии, которая не только поставляет ей первичный материал в виде сведений о конкретном размещении остатков ископаемых по разрезу и по простиранию. В своих измерениях экзохронометрия не может не опираться на структуру времени-пространства, созданную литостратиграфией, которая позволяет ей эффективно применять биостратиграфический метод, исправляющий недостатки эндохронометрии. В то же время именно эндохронометрия, опирающаяся непосредственно на особенности развития геологического процесса, дает материал для восстановления его времени-пространства, которое и является конечной целью, предметом исследования стратиграфии — экзохронометрии и геологического картирования.

Сильная дифференциация эволюции организмов и геологического процесса не только во времени, но и в пространстве обуславливает необходимость учитывать в стратиграфических исследованиях *пространственные (региональные)* особенности развития биоты и геологического процесса, которые весьма важны при составлении геологи-

ческой карты. Измерение стратиграфического времени с помощью Общей, международной, шкалы, обслуживающее геологическую съемку, наиболее эффективно может осуществляться только через посредство *региональных и местных стратиграфических схем и шкал*.

Именно они позволяют с наибольшей полнотой использовать весь стратиграфический потенциал региональной биоты и литостратиграфии, поскольку подразделения Общей шкалы основаны на специфических особенностях фауны, флоры и литостратиграфии удаленных стратотипических областей. Указанные обстоятельства дают основание для установления *принципа региональной дифференцированности биостратиграфии*, который необходимо применять при проведении региональных стратиграфических исследований. Именно это обеспечивает возможность с наибольшей точностью и детальностью осуществлять удаленные межрегиональные и глобальные стратиграфические корреляции.

Эндохронометрия, опирающаяся на неоднородность самого геологического процесса, в основном на литостратиграфию, имеет специфическую структуру взаимодействия своих принципов и методов. Центральное место в системе эндохронометрии занимает *принцип отражения*, установленный Б. С. Соколовым, согласно которому стратиграфическое подразделение отражает реальную геологическую обстановку и ее естественные ограничения. Применение принципа отражения особенно эффективно в докембрийской стратиграфии. В эндохронометрии действие принципа отражения ограничено сферой выделения зональных подразделений, которые являются наименьшими базовыми единицами.

На особенностях принципа отражения базируется действие *принципа Стенона*, которому в естественной стратиграфии нередко придают неоправданно широкое значение. Оно совершенно не вытекает из его формулировки, которая фиксирует лишь совершенно очевидный факт, не требующий каких-либо специальных исследований. Принцип Стенона утверждает, что при ненарушенном залегании каждый нижележащий слой древнее перекрывающего. Как показано Н. А. Головкиным (1868), положение Стенона действительно лишь на весьма ограниченном пространстве — по существу только на линии разреза.

Важное значение принципа Стенона заключается в том, что он осуществляет перевод пространственных отношений во временные. Это показывает, что все стратиграфические процедуры связаны только с исследованием временных отношений. Последнее обстоятельство

часто полностью игнорируется сторонниками «естественной стратиграфии».

Расчленение разреза на временной ряд стратонов является операцией перевода пространственных отношений во временные и одновременно создания инструмента измерения — последовательности временных единиц, т.е. шкалы стратонов. В ней происходит отчуждение установленной исследователем схемы расчленения (шкалы), которая уже стала инструментом, от геологического разреза, неоднородность которого послужила основой для ее выделения. Это не такой уж очевидный факт, который лежит на поверхности. Надо помнить, что любое стратиграфическое расчленение — это наша идеализированная схема, наша «линейка», которой мы пытаемся измерить любой разрез и уложить его в «прокрустово ложе» нашей схемы, т.е. перевести во временные отношения.

Именно здесь зарыт корень неразрешимых противоречий естественной стратиграфии, объединяющей две несовместимые задачи для стратиграфических шкал и схем, служить инструментом измерения геологического возраста и одновременно адекватно отражать последовательность геологических событий. Измерительный процесс направлен на выявление изохронных стратиграфических границ, а восстановление временной последовательности геологических событий, весьма дифференцированных во времени и пространстве, связано с непременной необходимостью выявления их возрастного изменения в пространстве. Последнее как раз и осуществляется при помощи отражения последовательности изохронных рубежей на геологической карте, дающих возможность восстановить структуру времени-пространства геологического движения материи.

Корреляции являются следующей операцией после расчленения (т.е. создания инструмента измерения времени). Их задача заключается в определении возраста геологических тел и прослеживании выделенных стратонов согласно принятой стратиграфической схеме на основе неоднородности этих же толщ. Данное обстоятельство сильно затушевывает временное содержание литостратонов и литостратиграфических схем. Операция прослеживания и корреляции литостратонов, но не геологических тел, опирается на принципы гомотаксальности и ХВП.

Точность эндохронометрии из-за сильной дифференцированности геологического процесса во времени и пространстве весьма мала и ограничена распространением идентичных литологических последовательностей. Наиболее широко эндохронометрия применяется в до-

кембрийской стратиграфии, где относительная редкость определений абсолютного возраста не позволяет создать детальную стратиграфическую шкалу, основанную на системе внешнего отсчета.

Экзохронометрия в отличие от эндохронометрии, основанная на системе внешнего отсчета, открывает возможность для определения более точного и всеобъемлющего, глобального времени, которое может выполнять в стратиграфических измерениях роль абсолютного времени. Биостратиграфический и геохронологический методы позволяют унифицировать все частные стратиграфические схемы, т.е. привести все местные временные системы к единому времени, к единой системе времени-пространства, играющую роль абсолютного времени.

В системе экзохронометрии следует различать два структурных этажа: нижний, образованный множеством региональных, биостратиграфических схем и шкал, связанных с конкретными проявлениями пространственных особенностей развития организмов и спецификой местной литостратиграфии, и верхний, объединяющий структуру времени-пространства собственно хронометрии, представленной системой хроностратонов Общей шкалы, совершенно «очищенных» от материального содержания. Особенности этих этажей стратиграфического, хронометрического времени отражают последовательные ступени формирования нормальной системы внешнего отсчета, приближающегося поэтапно к наиболее корректной системе измерения геологического времени.

Важнейшим свойством этого континуума времени-пространства, как было показано выше, является его однородность, изохронность в качественном отношении, которая и позволяет провести временную унификацию и, что особенно существенно, значительно детальнее и точнее. Следовательно, переводу местного, *регионального стратиграфического времени* в *глобальное стратиграфическое время* непременно сопутствует отчуждение от особенностей стратиграфического времени-пространства регионов, что обуславливает индифферентность, независимость, нейтральность природы стратиграфического глобального времени.

В основе экзохронометрии лежит *принцип Смита* — «принцип биостратиграфического расчленения и корреляции», согласно которому «отложения можно различать и сопоставлять по заключенным в них ископаемым» (Степанов, Месежников, 1979, с. 59). Указанная способность палеонтологического метода, как показано выше, опирается на автономность эволюционного процесса, который открывает возможность построения независимого инструмента измерения, иг-

рающего роль абсолютного времени, приближающегося по своим характеристикам к изохронному, независимому времени.

В построении биостратиграфического инструмента большое значение имеет также принцип отражения, на котором основано выделение зональной стратиграфии. Именно зоны в конечном счете составляют основу измерительного инструмента современной стратиграфии, определяя его детальность и точность. Совокупность скоррелированных зональных шкал различных групп фауны и флоры образует подобие изохронного пространства, на котором строится здание современной стратиграфии и которая позволяет с наибольшей точностью воссоздать в геологической карте структуру времени-пространства геологического процесса.

После создания инструмента измерения (стратиграфической шкалы) наступает второй этап геохронометрии — телехронометрии или корреляции, на котором производится определение возраста на расстоянии путем сопоставлений в интересах геологического картирования, осуществляющего прослеживание границ стратонов. На этом этапе в экзохронометрии так же, как и в эндохронометрии, используют принцип Гексли. Он является базовым в операциях корреляции, которые осуществляются сопоставлением гомотаксальных, т.е. идентичных, последовательностей признаков.

На основе принципа ПКФ происходит взаимозаменяемость признаков экзо- и эндохронометрии. Составление геологической карты, опираясь на экзохронометрию (биостратиграфию и геохронологию), в своих операциях применяет литостратиграфический метод для установления стратиграфических границ в конкретных разрезах, но это не меняет сущности принципа внешнего отсчета. Здесь используется принцип передачи корреляционной функции (ПКФ). Опора на литостратиграфию — удобный и практически эффективный способ прослеживания геологических границ в полевых условиях, хотя и огрубляющий биостратиграфические измерения.

Выяснив главные взаимосвязи стратиграфических принципов, образующих структуру стратиграфических исследований, необходимо вернуться к рассмотрению соотношения материального и условного, в котором проявляется существо стратиграфии как геохронометрии. Единицы измерения — стратоны и их последовательности, которые являются результатом человеческой деятельности, представляют из себя условные, абстрактные единицы стратиграфического времени, хотя и основаны на конкретных (материальных) объектах. На этой

стадии пространственные (материальные) отношения переводятся во временные.

Следующая стратиграфическая операция, заключающаяся в определении возраста и связанная с протягиванием границ стратонов, вновь обращается к толщам, геологическим телам. Она как бы снова материализует стратоны, придавая им объемное, литофациальное содержание. Создается видимость обратного перевода уже временных отношений в пространственные. Однако эта «материализация» стратонов только внешняя. Расчленение толщ условными временными границами, т.е. картирование, преображает их содержание и существо, давая возможность построения модели времени-пространства геологического процесса в виде геологической карты. Стратоны отражают уже временные характеристики толщ в условных единицах, а не их материальное содержание.

Нередко геологи продолжают оперировать стратонами как материальными геологическими телами, горными породами, что в принципе неверно. Корректнее говорить об отложениях соответствующего возраста, т.е. о слоях определенного яруса, горизонта или свиты, если речь идет о толщах и горных породах.

Таким образом, стратиграфическая процедура заключает в себе определенный дуализм. Стратоны (стратиграфические шкалы) являются условными единицами (продуктами человеческой деятельности), которые прошли стадию отчуждения не только от геологических тел и остатков ископаемых, но и от геологического и биологического процессов. Эту фундаментальную особенность стратиграфии как измерительной процедуры (геохронометрии) следует выразить в *принципе стратиграфического дуализма*, который отражает условность и определенную независимость измерительного инструмента и самой стратиграфической процедуры как продукта человеческой деятельности от объекта и предмета своего исследования (горных пород, палеонтологических остатков, геологического процесса и эволюции).

Введение принципа дуализма позволяет, с нашей точки зрения, четко обозначить границы стратиграфии как геохронометрии и создать фундамент для построения логически непротиворечивой структуры стратиграфических исследований и структуры стратиграфической классификации. Следовательно, принцип дуализма выражает существо стратиграфии как исследовательского процесса — как продукта деятельности человека.

Стратиграфическое (зональное) время. Детальная стратиграфия, особенно зональная, выявила существенную дифференцирован-

ность темпов развития различных групп организмов, что нащю ограничение в несовпадении стратонов, установленных по различным группам, принадлежащих одному и тому же временному интервалу. Указанное обстоятельство свидетельствует о полихронности биологического, эволюционного, времени.

Рассмотренное явление, по-видимому, следует выделить в качестве закона *полихронности*, который находит отражение в биостратиграфии в том, что последовательности стратонов, установленные различными методами и на основе эволюции различных групп организмов, характеризующих какой-либо отрезок времени, не совпадают количеством и продолжительностью своих единиц. В полихронном зональном времени наблюдается не только временная, но и пространственная дифференциация, т.е. зональное время отличается также и пространственной неоднородностью. Лишь незначительное количество групп ископаемых дает возможность выделить на основе их эволюции зоны, которые могут быть использованы для глобальных и межконтинентальных корреляций. Именно эта пространственная неоднородность эволюции организмов, как было показано выше, обусловила необходимость выделения региональных стратиграфических схем и шкал, только посредством которых Общая шкала и может осуществлять свои измерения. Однако, несмотря на временную и пространственную дифференцированность зонального полихронного пространства, оно образует единую структуру, позволяющую производить корректные измерения геологического времени.

Методы проведения стратиграфических границ. Осознание полихронности биологического времени вынуждает нас в стратиграфических исследованиях перейти к выделению стратиграфических рубежей на основе договоренности. Этот прием вполне отвечает сути стратиграфии как проявлению человеческой творческой деятельности. Она по существу лежит в основе выделения Общей шкалы, когда за хронологическую линейку условно принимается частная (региональная) стратиграфическая шкала.

Естественно, Общая шкала и особенно региональные шкалы несут отпечаток особенностей геологического процесса, потому что в своих построениях стратиграфия опирается на неоднородность отложений, а также на неравномерность геологического и эволюционного процессов. Однако методически совершенно неверно ставить знак равенства между стратиграфическими шкалами и этапностью геологического и эволюционного процессов.

Исключительная дифференцированность эволюционного процесса создает большие затруднения при выборе границ стратиграфических подразделений. Как показывает практика стратиграфических исследований, наиболее рациональным является выбор границы стратонов на основе договоренности. Фактически при проведении стратиграфических рубежей действует *принцип условности* (договоренности). Его существование выражается в том, что стратоны и стратиграфические границы выбираются из ряда вариантов в соответствии с наибольшей биостратиграфической выразительностью и возможностью проведения границ по наиболее четко диагностируемым признакам нескольких групп организмов на возможно большей площади (в идеале глобально).

В процессе развития и совершенствования стратиграфических шкал в результате поступления новых данных постоянно возникает потребность уточнения стратонов и их границ и даже их замены. В то же время частое изменение временных эталонов противоречит необходимости стабильности единиц измерения, которая является одной из главных характеристик любого эталона. Устойчивость стратонов охраняется *принципом приоритета*, который входит в противоречие с принципом условности (договоренности). Антагонизм указанных принципов разрешается с помощью принципа *устойчивости (стабильности) стратонов и их границ*. В его основе лежит принцип приоритета, т.е. неизменности первоначально принятой границы в стратотипе (эталонном разрезе). Этот уровень должен служить ограничителем, от которого не могут существенно удаляться границы, принимаемые по различным группам фауны и флоры. Дальнейшее уточнение границ следует выбирать в сторону приближения к первоначальной границе стратотипа.

Таким образом, стратиграфия образует целый комплекс исследований, направленных на изучение геологического времени, т.е. на выяснение особенностей времени-пространства геологического процесса. Главные черты стратиграфии, характер взаимодействия ее принципов и методик определяются, с одной стороны, особенностями изучаемого явления, а с другой — ее спецификой как измерительной процедуры. Применение в стратиграфических исследованиях системы внешнего отсчета предопределяется как исключительной дифференциацией времени-пространства самого геологического процесса, так и требованиями нормальной, корректной измерительной процедуры, правила которой распространяются и на стратиграфию.

Задача стратиграфии ограничивается выяснением структуры времени-пространства геологического процесса, которая осуществляется совместно с составлением геологической карты, где стратиграфические исследования выполняют роль измерительного инструмента — внешнего хронометра.

Необходимо обратить внимание на фундаментальную особенность стратиграфии, свойственную любой корректной измерительной процедуре, которая заключается в том, что процесс исследования и сам измерительный инструмент являются продуктом человеческой деятельности, хотя опираются на материальные объекты. Это качество стратиграфических исследований, обозначенное в принципе дуализма, часто упускается из виду, что приводит к полному отождествлению стратонов и их последовательностей с материальными объектами, на основе которых они установлены. Принципы хронометрии и дуализма, в которых отражена главная сущность стратиграфии как измерительной процедуры (определенной человеческой деятельности), составляют фундамент структуры стратиграфических исследований.

Стратиграфическая процедура начинается установлением единиц измерения времени (стратиграфических шкал) и завершается прослеживанием стратонов в пространстве в конкретных толщах, что осуществляется уже геологической съемкой. Навстречу данному начальному циклу стратиграфических исследований идет встречный поток информации, который показывает, насколько успешно выделенные эталоны времени удается проследить в пространстве, т.е. в конкретных толщах. Полученная при этом информация позволяет совершенствовать стратиграфические схемы. На основе такой взаимной связи строятся новые, усовершенствованные стратиграфические шкалы (идеализированные эталоны), и начинается новый цикл стратиграфических исследований на более высоком уровне.

Следовательно, стратиграфические исследования представляют собой цикличный процесс с обратными положительными связями, т.е. с двусторонним обменом информацией. С одной стороны, происходит создание и совершенствование различного рода стратиграфических шкал, являющихся условными эталонами стратиграфического времени, а с другой — прослеживание и уточнение их выражения с помощью конкретных геологических тел, т.е. расчленение толщ по возрасту. Толщи, рассеченные временными границами (точнее, изображение этого на геологической карте), приобретают уже новое качество — процессуальность (динамичность), выражая структуру геологического движения материи.

Основу архитектоники стратиграфических исследований определяют две взаимосвязанные и взаимодополняющие друг друга процедуры измерения геологического времени: эндо- и экзохронометрия, которые основаны одна на внутренней, а другая — на внешней системах отсчета. Экзохронометрия, играющая роль абсолютного, изохронного стратиграфического времени, переводит в единое, унифицированное время региональные и местные стратиграфические схемы, предоставляя материал для составления геологической карты, которая воссоздает структуру времени-пространства геологического движения материи.

Следует сказать о взаимоотношениях биостратиграфии с событийной стратиграфией и секвенс-стратиграфией, которые используют для построения своих стратиграфических шкал следы различных событий, охватывающих одновременно всю планету или ее значительные регионы. Временные индикаторы событий, запечатленные в породах, в отличие от остатков фауны и флоры сами по себе не несут никакой информации времени, т.е. являются «немыми». Стратиграфические последовательности, установленные этими методами (тем более отдельные рубежи), не могут функционировать без опоры на биостратиграфию, а их точность не может превышать точность биостратиграфического метода, поскольку синхронность следов конкретных событий в удаленных разрезах все равно устанавливается биостратиграфией. Это *общее правило*, справедливое для глобальных и широких региональных корреляций, исключает те случаи, когда в местной или региональной стратиграфии не удается применить биостратиграфический метод.

Глава 6

СТРАТИГРАФИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ

После того как были детально рассмотрены особенности структуры стратиграфических исследований, необходимо более подробно остановиться на взаимоотношениях стратиграфии и геологического картирования. Как было показано ранее, стратиграфические исследования и геологическое картирование являются неразрывными компонентами единого метода — воссоздания структуры времени-пространства геологического движения материи, основы которого были заложены В. Смитом. Именно на основе стратиграфических измерений создается геологическая карта, отражающая временные особенности геологического процесса.

Здесь опять необходимо обратиться к взаимоотношениям между эндо- и экзохронометрией. Экзохронометрия (биостратиграфия и геохронология) является по отношению к эндохронометрии (литостратиграфии) более общей системой отсчета, объединяющей региональные и местные, локальные системы времени. При этом, что надо особо подчеркнуть, экзохронометрия оперирует не геологическими телами, а литостратонами, т.е. временными единицами. В биостратиграфии стратиграфические границы в конкретных районах устанавливают с помощью литостратонов, но это не меняет существа внешнего отсчета. Использование литостратиграфии — наиболее эффективный способ прослеживания стратиграфических границ в полевых условиях, хотя и несколько огрубляющий биостратиграфические измерения.

Определение возраста литостратонов биостратиграфическим методом (экзохронометрией) выявило определенное несоответствие литостратиграфических подразделений, установленных эндохронометрией, биостратиграфическим. Эта неадекватность в результатах экзо- и эндохронометрии, как показано ранее, имеет большое принципиальное значение. Она свидетельствует о том, что геологическая карта не

является адекватным слепком конкретного размещения геологических тел и литостратонов на дневной поверхности. Геологическая карта, показывающая расчленение пород по возрасту, представляет собой обобщение, научный синтез, в котором выражены основные черты геологического развития определенного района. Геологическая карта не только отражает современное пространственное положение горных пород, точнее геологического вещества, в трех измерениях, но уже «очищенного» от породной дифференциации. Эта литологическая неоднородность строго подчинена изохронным рубежам (поверхностям). Но самое главное, геологическая карта дает возрастную характеристику геологического вещества, т.е. показывает четвертую — временную константу, позволяющую судить об основных этапах геологического развития данного региона.

Именно временная содержательность геологической карты делает ее уникальным, специфическим документом, в котором находит отражение геологическое движение материи. Разумеется, геологический процесс не мог быть выражен без пространственных показателей, которые являются неотъемлемыми характеристиками геологической карты. Однако в этом четырехмерном пространственно-временном континууме временной показатель ведущий. Он придает динамику развития застывшему трехмерному пространству.

Графическое отображение на плоскости четырехмерности геологического процесса стало выдающимся достижением В. Смита. Огромное принципиальное значение этого открытия для геологии таково, что его следует выделить как метод графического моделирования геологического процесса В. Смита. Расчленение горных пород (геологического вещества) на геологической карте по возрастному принципу показывает историю преобразования материальных масс, т.е. их движение в самом широком смысле во времени и пространстве, что и является формой геологического движения материи.

Несмотря на то, что геологическая карта составляет основу (фундамент) геологических исследований, ее главная, временная, содержательность, выраженная в способности отражать геологическое развитие района, часто затушевывается и ускользает от внимания исследователей. Приведем два характерных определения, взятых из методических работ. «Задачей геологической съемки является составление геологической карты, представляющей собой в общем случае проекцию на горизонтальную плоскость следов пересечения геологических тел и рельефа местности, или, иначе говоря, графическое изображение в определенном масштабе геологических образований, выходящих на

дневную поверхность» (Кумпан, 1978; цит. по: Попов, 2001, с. 96). «Геологическая карта представляет собой графическое изображение в том или ином масштабе геологического строения отдельного участка земной коры. На геологической карте посредством особых условных знаков выделяется не только распространение горных пород на земной поверхности, но и их расположение на глубине» (Сократов, 1972; цит. по: Попов, 2001, с. 95). В данных определениях не подчеркнут главный принцип построения геологической карты — расчленение толщ по возрасту. Это приводит к тому, что упускается важнейшее ее достоинство, которое заключено в способности отображать основные этапы геологического развития того или иного региона.

Здесь следует обратить внимание на то, что четвертое, временное, измерение геологического процесса, отображенное в четырехмерной модели геологической карты, совпадает с одной из трех пространственных осей. Это совпадение, с одной стороны, значительно облегчает графическое моделирование геологического движения на плоскости, а с другой — затрудняет восприятие того, что здесь имеется не одна координата, а совмещение пространственной и временной характеристик. В процессе геологических (стратиграфических) исследований произошло обособление временных характеристик горных пород от их материального выражения, которое в обобщенном виде выражено в пространстве.

Итак, анализ основных особенностей стратиграфических измерений показывает, что ее предметом является структура времени-пространства геологического процесса, которую она может восстановить с наибольшей полнотой только совместно с геологическим картированием. Пространственные особенности здесь выступают в качестве уточняющих свойств временной структуры.

В едином исследовательском процессе совместно с геокартированием стратиграфия выполняет важную, но ограниченную задачу определения возраста геологических событий в системах внешнего отсчета (биостратиграфических и геохронологических). Стратиграфия обеспечивает создание геологической карты, которая есть наиболее адекватная модель структуры времени-пространства геологического процесса. Без участия геокартирования стратиграфия не может детально воссоздать пространственные особенности геологического процесса. Собственные возможности стратиграфии исчерпываются выявлением общей временной последовательности геологических событий, их канвы.

Глава 7

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

Для современной стратиграфии характерно стремление к созданию единой системы стратиграфических подразделений. Фундамент такой системы должна составлять логично организованная структура, корректно определяющая иерархию отношений между огромным количеством существующих стратонов. Острая необходимость в такой структуре, построенной на строго принципиальной основе, находит яркое подтверждение в наличии большого числа различных ее вариантов, которые предложены различными авторами и коллективами. В то же время существование такого многообразия вариантов структуры стратиграфической классификации свидетельствует о неразработанности принципов ее построения и об отсутствии единства в понимании такого фундаментального для стратиграфии вопроса и, следовательно, для геологии в целом.

Непременным условием качества структуры стратиграфической классификации должна быть ее внутренняя непротиворечивость. Существование проблемы, по-видимому, следует искать в самой природе стратиграфических исследований, которая поможет создать логично организованную структуру стратиграфической классификации. Как мы постарались показать ранее, в основе стратиграфических исследований лежит процедура геохронометрии, т.е. операция установления времени образования горных пород.

В зависимости от принципа подхода к стратиграфическим исследованиям разными авторами предлагаются различные схемы построения стратиграфических классификаций. Стратоны для удобства измерения (осуществления стратиграфической процедуры) группируются в иерархические ряды по различным категориям, которые объединяются, в свою очередь, по тем или иным принципам в более крупные группировки. Совокупность указанных рядов и группировок создает

структуре стратиграфической классификации. Официально признанной структурой стратиграфической классификации в России является схема, предложенная Стратиграфическим кодексом (1992), которая обязательна при составлении государственных геологических карт. Однако работы по созданию новых вариантов структуры стратиграфической классификации, которые могли бы исправить недостатки официальной схемы, интенсивно продолжаются.

На основе выявленной нами структуры стратиграфических исследований (хронометрии) попытаемся построить структуру классификации стратиграфических подразделений (табл. 2), которая должна отражать принципы и основную последовательность стратиграфической процедуры. В обобщенном виде итоги стратиграфических исследований находят воплощение в различных стратиграфических шкалах и схемах, например унифицированных. В левой части унифицированной схемы размещена измерительная линейка, а в правой (корреляционной) отражены результаты измерения возраста литостратонов по районам. Определения стратиграфического возраста литостратонов (т.е. в системе внешнего отсчета) дают возможность построения геологической карты.

Таблица 2. Структура стратиграфической классификации

Основные стратиграфические подразделения			
Подразделения ЭКЗОХРОНОМЕТРИИ		Подразделения ЭНДОХРОНОМЕТРИИ	
Биохронометрии	Радиохронометрии	Литостратиграфии	Лито- и тектоностратиграфии докембрия
Общая шкала	Региональные		Местные
Зона (базовый филохрон)	Лона (базовый филохрон)	В млн лет	Свита
Ярус, отдел, система (условные подразделения)	Горизонт (условные подразделения)	-	-
			Комплекс, рубежи тектоностратиграфии

Именно сочетание этих двух основных совокупностей стратонов, принадлежащих унифицированной и корреляционной частям, формирует главные структурные связи стратиграфической классификации (табл. 2). Унифицированная часть структуры классификации, играющая роль абсолютного, хроностратиграфического времени, объединяется в своем составе подразделения экохронометрии, которые состоят

из двух групп иерархических рядов стратонов. Одна из них объединяет подразделения биохронометрии, другая представлена шкалой абсолютного времени (радиохронометрии). Группа подразделений биохронометрии, в свою очередь, состоит из двух иерархических рядов: Общей шкалы, выполняющей функции абсолютного (хроностратиграфического) времени, и шкалы региональных подразделений, выражающей региональные и местные возможности биостратиграфического метода.

Стратоны биохронометрии, как отмечалось выше, по своей природе неоднородны. Если наименьшие (элементарные) биостратиграфические единицы (зоны, лоны) опираются непосредственно на особенности эволюции конкретных филумов (т.е. являются филохронами), то подразделения от яруса (горизонта) и выше представляют собой по существу произвольно выбранные единицы, объем и границы которых основаны в большинстве своем на договоренности. Они не связаны или почти не связаны с какими-либо геологическими или палеонтологическими событиями в том времени-пространстве, которое они представляют, т.е. их объем (временной интервал) — не адекватное отражение какого-либо явления, происходившего на соответствующей территории. К тому же указанное соответствие совершенно необязательно для осуществления измерительных функций.

Горизонты в известной мере отражают геологическое развитие регионов. Однако они как биостратиграфические подразделения опираются на эволюцию фауны и флоры, которые обладают значительной автономией развития. Здесь следует также учесть, что горизонты в большинстве случаев, как и ярусы, представляют собой совокупность элементарных стратонов — лон и слоев с фауной. Эти наименьшие биохроны-корпускулы образуют как бы изохронное время-пространство, играющее роль идеализированного, абсолютного, хроностратиграфического времени, т.е. не являются адекватным отражением этапов развития жизни в целом.

Указанное обстоятельство обуславливает разделение стратонов биохронометрии на два уровня. Первый (зональный) уровень представлен элементарными базовыми единицами (филохронами), установленными на основе наименьших филумов — видов (ролов). Второй уровень состоит из стратонов, имеющих по существу произвольно выбранный объем и границы, получившие затем свое выражение посредством суммы зон (лон), т.е. через базовые, элементарные филохроны.

Подразделения эндохронометрии образуют совокупность, которая содержит два весьма сходных по содержанию иерархических ряда. Их специфика зависит от того, с каким видом экзохронометрии они взаимодействуют. Для фанерозойской экзохронометрии (биостратиграфии) очень важна роль наименьшего литостратона — свиты, границы которой используются при прослеживании хроностратиграфических (биостратиграфических) рубежей в пространстве на основе принципа ПКФ. Литостратоны более высоких рангов в фанерозойской стратиграфии применяются значительно реже из-за широкого развития биохронов региональной и общей стратиграфической шкалы.

Докембрийская стратиграфия, опирающаяся на геохронологический метод, который отличается существенно меньшей точностью и значительно более редкими точками датировок в сравнении с биостратиграфическим, широко использует не только свиту, но и литостратоны более высокого ранга (серии, комплексы и тектоностратиграфические рубежи). Однако и здесь свита применяется в качестве основной измерительной единицы в операциях протягивания стратиграфических рубежей. Геохронологическим методом в докембрийской стратиграфии намечаются рубежи абсолютного времени, которые разбивают геологическое время на крупные временные интервалы. Внутри этих значительных отрезков времени более детальная стратиграфия осуществляется уже посредством лито- и тектоностратонов, отражающих всю дифференцированность геологического процесса.

В применении лито- и тектоностратиграфии у исследователей до-кембия наметились две тенденции. Сторонники одной из них при трассировании крупных стратиграфических границ отдают предпочтение лито- и тектоностратиграфическим признакам, т.е. ориентируются на особенности самого геологического процесса. Отрицательным следствием этого является то, что разновозрастные слои (согласно определениям геохронологии) оказываются в одном литостратиграфическом (тектоностратиграфическом) интервале и, наоборот, синхронные — в различных стратонах. Другая часть стратиграфов в прослеживании границ ориентируются на геохронологические определения. Это приводит к тому, что геохронологические рубежи пересекают лито- и тектоностратиграфические границы. При относительной редкости сети геохронологических датировок применение второго метода может вызывать затруднения. Однако вторая точка зрения на способ установления стратиграфических границ, как показано выше, принципиально более верна. Современная стратиграфия докембия вынуждена базироваться на сочетании обоих рассматриваемых методов.

дов, отдавая предпочтение в региональной и местной стратиграфии эндохронометрическому, а в глобальных и межконтинентальных корреляциях экзохронометрическому. Увеличивающееся количество определений абсолютного возраста и общая детализация стратиграфии докембрия делают общую ориентацию на геохронологические рубежи все более перспективной.

Рассмотренная выше структура стратиграфической классификации, образованная стратонами, базирующимиися на основных методиках измерения, дополняется набором стратонов, которые установлены с помощью вспомогательных, частных, методик. В группу вспомогательных стратиграфических подразделений входят стратоны, выделенные магнитостратиграфией, сейсмостратиграфией и другими физическими методами. Они широко и эффективно применяются при региональной стратиграфии в условиях литологически однородно построенных толщ (например, в нефтяной геологии).

Предложенная выше структура классификации стратиграфических подразделений (табл. 2) базируется в первую очередь на способе выделения стратонов, т.е. на выборе инструментов (процессов) измерения. С этим непосредственно и органически связаны фундаментальные свойства стратонов как измерительных инструментов, которые предопределяют, в какой системе измерения они функционируют или частью какой системы являются.

В соответствии с разделением всех измерительных систем на две принципиально различные группы (экзо- и эндохронометрии) в структуре классификации стратоны распадаются на две большие совокупности. Подразделения экзохронометрии, в свою очередь, представлены двумя совокупностями, различаемыми по процессам, на основе которых они выделены. Это стратоны, базирующиеся на особенностях эволюции различных групп ископаемых или на процессах радиоактивного распада.

Выделение в структуре классификации в качестве самостоятельного компонента подразделений геохронологии отражает специфиность и большую значимость этого метода в общей системе стратиграфических методов. Качественному своеобразию геохронологии отвечает и установление в группе подразделений эндохронометрии особого иерархического ряда лито- и тектоностратиграфических подразделений, с которыми взаимодействуют подразделения геохронометрии.

Рассмотрение структуры стратиграфических измерений и структуры стратиграфической классификации показывает, что если первая

предписывает характер взаимодействия стратиграфических методов, их порядок и последовательность их применения для достижения общей цели, то вторая отражает главные результаты и конкретные возможности стратиграфической процедуры.

Несмотря на значительное количество работ, посвященных в последнее время вопросам теоретической стратиграфии, особенности стратиграфических исследований как процесса специфической деятельности человека остаются слабо изученными. Эта сторона исследований имеет фундаментальное значение для понимания сущности стратиграфии в целом. С недооценкой специфики стратиграфического инструмента измерения (стратиграфических шкал и схем) как условной категории, являющейся продуктом человеческого творчества, связано в первую очередь отождествление стратонов с материальными объектами — толщами.

Однако неправомерное отождествление в стратиграфии на этом не кончается. В представлении многих исследователей нередко происходит также слияние стратонов с этапами геологического процесса и с этапами эволюции органического мира. Вся эта группа разнородных явлений, по их мнению, настолько тесно связана друг с другом и настолько жестко определяется какой-либо одной причиной (обычно геологическим процессом), что предстает как адекватное выражение (как слепок) различных сторон одного явления.

Описанная ситуация существенно затрудняет познание природы данных весьма разнородных явлений, которые теперь вполне обоснованно выделяются в специфические движения материи. Указанным обстоятельством обусловлено часто не вполне корректное определение объекта и предмета стратиграфии, а также и определение их совмещение. Все это приводит к приписыванию стратиграфии не свойственных ей функций, выходящих далеко за границы ее естественных задач и возможностей.

Глава 8

ЭВОЛЮЦИЯ И СТРАТИГРАФИЯ

В основе фанерозойской экзохронометрии, как показано ранее, лежит биостратиграфический метод, использующий для построения своего инструмента измерения (системы внешнего отсчета) особенности эволюции филогенетических групп. Это делает необходимым обратиться к рассмотрению тех закономерностей эволюционного процесса, которые дают возможность построения инструмента экзохронометрии, приближающегося по своим свойствам к идеальному, абсолютному, изохронному времени-пространству. Здесь важнейшую роль играет имманентность движущих сил эволюционного процесса, что находит свое выражение и в особенностях реакции живого на воздействие абиотической среды, в первую очередь геологического процесса.

Приступая к рассмотрению свойств эволюционного процесса, отметим, что мнение об адекватной зависимости хода эволюции от изменения абиотической (геологической) среды в настоящее время уже нельзя воспринимать серьезно, хотя такой позиции придерживаются еще некоторые исследователи. Специфические, внутренние закономерности эволюции уже давно применяются в качестве инструментов именно внешнего хронометража геологического процесса. На имманентных свойствах эволюции базируются принципы фациальной дифференциации одновозрастных отложений и возрастной миграции границ геологических тел (принципы Головкинского и Грессли-Реневье), которые лежат в основе экзохронометрии геологического процесса и давно с успехом используются практикой. В самом общем виде возможности биостратиграфии по существу сформулированы уже в принципе Смита: возраст слоев можно распознавать по содержащимся в них ископаемым.

Проблема соотношения биотических и абиотических факторов в эволюционном процессе исключительно содержательна. Она затраги-

вает самые глубинные особенности жизни. Более того, эта проблема самым тесным образом связана с такой общенациональной и философской проблемой, как самопричинность процессов. Естественно, с этим со-прягаются и общенациональные проблемы времени и пространства, которые нельзя не учитывать при исследовании временных и пространственных аспектов геологического процесса.

Проблема времени и пространства остры и для познания самого эволюционного процесса, и в этом она неразрывно связана с изучением геологического времени, так как познание одного явления идет через познание другого, т.е. и сам эволюционный процесс исследуется посредством геологического движения материи. Представление о геологическом и биологическом времени принципиально меняется в зависимости от того, являются ли ведущим фактором в эволюции агенты абиотической среды или, наоборот, решающая роль принадлежит внутренним, биологическим, причинам. Именно потому стратиграфию столь остро волнуют проблемы причинности эволюционного процесса. Она обязательно должна определить свое отношение к вопросу соотношения абиотических и биотических факторов эволюции.

Впервые данную проблему глубоко проанализировал Жан-Батист Ламарк еще в 1809 г. Как известно, в «Философии зоологии» он выделил две главные причины, вызывающие эволюционные изменения организмов. Одна из них — внутренняя, наиболее важная, изначально присущая живому, проявляется как постоянное стремление организма к усложнению и совершенству; другая — это адаптация к влиянию внешней среды, которой вызвана приспособительная дифференциация, обусловленная различными условиями среды. С поразительной интуицией Ламарк связывает тенденцию к прогрессивному развитию с внутренними причинами. Вместе с тем он установил «видоизменяющее действие среды» на эволюционное развитие организмов, которое особенно сильно выражено у низкоорганизованных групп. Таким образом, Ламарк выявил две основные тенденции эволюции, которые в сочетании определяют пути эволюционного преобразования.

Дальнейшее развитие эволюционной теории сложилось так, что эти тенденции легли в основу двух противоборствующих концепций, одна из которых доказывала решающее значение только внешних факторов, другая — только внутренних. Воздействие внешних условий на эволюционный процесс кажется легко и наглядно объяснимым на основе простых аргументов, если не углубляться в специфические особенности живого. Эволюционный процесс как необходимость подстраиваться к суровым изменениям внешней абиотической среды вы-

глядит настолько убедительным, что не требует, кажется, особых доводов. Возникновение и развитие сложных интеграционных механизмов, непосредственно не связанных с действиями абиотических агентов, по существу не объясняются. Правда, в более позднее время прямое, вульгарное воздействие внешних факторов на развитие организмов заменяется преобразующим давлением естественного отбора. Однако это по сути ничего не меняло, так как последний рассматривался исключительно как механизм внешних факторов абиотической среды. Вместе с тем бурное развитие биологических дисциплин, а также системного метода настоятельно требовало использования результатов их исследований при совершенствовании эволюционной теории. Игнорирование новых данных во внутренних специфических особенностях живых систем всех уровней в структуре эволюционного учения становилось все более недопустимым.

Наиболее обстоятельная попытка привлечения новых данных для объяснения ведущей роли абиотических факторов внешней среды в эволюционном процессе в последние десятилетия была предпринята в теории экостратиграфии и ее разновидности — событийной стратиграфии. Согласно экостратиграфии главные процессы, протекающие в пределах биосферы и воздействующие на ее развитие, — это перераспределение суши и моря (трансгрессии), эволюция климата и органического мира. Взаимодействие с геологическими процессами, как рисует экостратиграфия, осуществляется на высшем биосферном уровне. Порожденные импульсы развития распространяются сверху вниз — к экосистемам, далее к сообществам, популяциям и, наконец, к генетическим системам, т.е. цепь причин «нисходящая». Экостратиграфия связывает наиболее сильное воздействие на биосферу с периодами планетарной неустойчивости, отвечающей тектономагматическим fazam. Эти события приводили к вымиранию специализированных господствующих групп, что и являлось биосферным кризисом. Последующая стабилизация обстановки вызывала быстрый рост разнообразия, который и создает впечатление взрывной эволюции.

Для увеличения своего научного арсенала экостратиграфия пытается использовать такие понятия, как энтропия (сокращение разнообразия), мера использования организмами солнечной энергии, степень утилизации органических отходов и т.д., в качестве показателей эффективности эволюционного процесса. Однако они являются лишь внешними проявлениями эволюционного движения материи, расширяют наши сведения об эволюции, но не решают проблему ее причинности. Эволюционный процесс продолжает оставаться «черным ящи-

ком», т.е. вещью в себе, когда суждение о явлении основывается на проявлении только внешних свойств. Внутренние, фундаментальные особенности явления, как показывает системный анализ, в этом случае выявить принципиально не удается.

К тому же не вполне правильное использование таких понятий приводит к ложным выводам. Так, например, естественный отбор рассматривается как фактор производства энтропии. Наоборот, именно отбор есть главный агент сокращения энтропии, именно он создает все разнообразие структур на всех уровнях жизни и обеспечивает их устойчивость. Двигателем же эволюции служит процесс размножения, присущий только живому. Размножение представляет собой субстанциональный процесс жизни, для которого свойственно постоянное стремление к расширению занимаемого пространства. В изменчивой среде длительно существовать могут только саморасширяющиеся процессы, которые создают структурную основу всех фундаментальных явлений.

Выявление главных движущих сил эволюционного процесса вполне не позволяет объяснить фундаментальные свойства жизни. Внешние силы не создают основы, стимула для прогрессивного развития организма, т.е. в конечном счете эволюции как таковой. Трансгрессия и регрессия морей и другие изменения физико-химических констант внешней среды, являющиеся примитивными факторами, не могут вызвать высокий уровень эволюционного прогресса. Реакция организма всегда адекватна воздействию. Прогрессивная эволюция неизменно сопровождается глубокими, сложными и тонкими перестройками основных компонентов организма, которые совершенно не соответствуют примитивному характеру влияния абиотической среды.

Исследование механизма эволюционного процесса должно опираться на внутренние, специфические особенности живых систем, которые одни могут создать твердую опору для логических построений. Попытаемся рассмотреть некоторые из них.

Исходным пунктом для последующих рассуждений служит положение о том, что эволюционная реакция организма на воздействие внешней среды всегда адекватна этому воздействию. Никакие «пророческие» эволюционные преобразования в организме, которые будут иметь значение только в будущем, невозможны. Приспособления непременно должны учитывать в первую очередь требования каждого данного момента. В процессе эволюции адаптивное значение приспособлений может возрастать или уменьшаться либо даже функционально изменяться. Но эволюционные преобразования всегда адаптивны.

Другим важным положением является признание того факта, что любая эволюционная перестройка всегда рациональна. Она осуществляется посредством *наименьших преобразований* структуры организма. Эта «экономия» в достижении результата — фундаментальное свойство живого.

Вышеизложенные доводы неизбежно приводят к мысли, что имеется принципиальное различие в эволюционных изменениях организма в ответ на давление абиотических факторов в сравнении с реакцией на биотические факторы. Эволюционные изменения, вызванные абиотическими агентами, есть по существу восстановление нарушенного равновесия между организмом и средой. Процесс на этом останавливается, дальнейшего преобразования на требуется, так как отсутствует стимул к эволюционной перестройке.

Принципиально отлична эволюционная реакция на воздействие биотических факторов, заключающееся в непременном достижении преимущества над другими организмами, которое является нарушением равновесия системы организм — среда (в данном случае биотическая). Такой акт неизбежно должен вызвать соответствующие ответные действия биологических факторов, т.е. других организмов или другой группы организмов. Таким образом, асимметрия между организмом и средой постоянно сохраняется.

Биотический фактор в отличие от абиотического сам активно реагирует на эволюционные изменения организма и вновь вызывает его дальнейшие эволюционные преобразования, потому что не может допустить отставания в условиях борьбы за существование. Возникшая двусторонняя положительная связь обусловливает непрерывность эволюционного процесса. Следовательно, в ответе на биотические условия внешней среды изначально содержится необходимость непрерывного эволюционного совершенствования.

Имеется принципиальное несходство и в самом качестве эволюционных преобразований под влиянием биотических факторов в отличие от абиотических. Для потока филогенетических преобразований прогрессивной эволюции, определяющего общее направление развития жизни в целом, характерно развитие самых разнообразных связей между организмами-особями, основу которых составляют конкурентные отношения в борьбе за существование. Общей отличительной особенностью этих «отрицательных» связей является их направленность против каждого конкретного организма. Именно с соревнованием между организмами-особями за биологическое пространство связана неизбежная необходимость увеличения общей активности орга-

низма-особи, которая служит наиболее действенным оружием в борьбе с себе подобными. Появление и развитие органов передвижения, челюстного аппарата, органов чувств (зрения, слуха, осязания и т.д.) и, наконец, нервной системы, особенно мозга, — главные приспособления нападения и защиты организмов-особей в борьбе за существование. Биологические факторы прогрессивной эволюции в отличие от агентов абиотической среды совершенно определенно направлены на повышение и всемерное развитие самоценности организма-особи.

Итак, эволюционные преобразования, вызванные чисто биологическими факторами, особенно ярко выражены в развитии интеграционных механизмов, связанных с необходимостью повышения активности организма. Совершенствование таких приспособлений сопровождается глубокими перестройками всей структуры организма. Это требует длительного одностороннего давления отбора, который могут создать лишь биотические факторы.

Обратим внимание еще на одну особенность эволюционного процесса, необъяснимую с позиции ведущей роли в эволюции абиотических факторов. Это неадекватность качественных результатов эволюционного процесса тем относительно простым и небольшим колебаниям физико-химических условий на Земле, которые в целом оставались неизменными в течение по крайней мере последних 1–1,5 млрд лет, обеспечивая не только непрерывное существование биосфера, но и ее процветание. Указанное обстоятельство неизбежно приводит к выводу о том, что грандиозный качественный прогресс, достигнутый жизнью за данный период времени, совершенно не соответствует качественному уровню воздействия абиотической среды.

Таким образом, абиотические агенты внешней среды принципиально не могут быть ведущим фактором эволюционного процесса, который бы стимулировал непрерывное прогрессивное развитие биологических систем. Ответом на их воздействие является лишь восстановление равновесия организма — среда. Характер и качество воздействия абиотических агентов внешней среды принципиально не могут вызвать прогрессивную эволюцию организмов, которая связана с глубинными и длительными перестройками их структуры.

В общем потоке эволюционных преобразований следует различать два основных направления. Одно из них обусловлено воздействием внешних, абиотических условий, которое именуется *дуктогенезом*, другое определяется чисто внутренними причинами — свойствами самой жизни, названное *спонтаногенезом*. В таком разделении, как и в последующих градациях, присутствует большая доля условности, но

оно совершенно необходимо для облегчения анализа исследуемой проблемы.

Характер спонтаногенеза зависит, с одной стороны, от свойств организмов как некоего множества отдельных особей, образующих популяцию, вид и т.д., а с другой, от особенностей строения организма, который представляет собой систему из жестко взаимосвязанных компонентов, типичных для всех особей филума. Одной группой свойств организма определяются преимущественно движущие силы эволюции: размножение — конкуренция — отбор — эволюция — возникновение и развитие экосистем. С другой группой свойств связана тенденция к совершенствованию, прогрессу и этапности, точнее, цикличности этого движения, или *циклогенезу*.

Жесткая взаимосвязь звеньев организма-особи обуславливает необходимость тонкой согласованности эволюционных перестроек его структур. Чем больше у звена связей, тем труднее его эволюционное преобразование. Поэтому эволюционное совершенствование организма осуществляется в основном посредством преобразования звеньев частного назначения, имеющих меньше связей. Такой путь эволюции в конце концов приводит к значительному увеличению количества частных приспособлений, которые своими связями начинают существенно затруднять развитие звеньев общего назначения, определяющих жизнеспособность организма (филума) в целом.

Указанная тенденция уменьшения эволюционной пластичности — *стеноморфоз* — одна из основных особенностей эволюционного процесса. Для преодоления отрицательного влияния стеноморфоза на процесс эволюционного совершенствования организма (филума) возникают и развиваются специальные эволюционные приспособления — *апериоморфозы*. Наиболее эффективные эволюционные изменения этого типа представлены явлениями неотении (педоморфоза), которые выражаются в обрыве длинных морфогенетических цепей, освобождающем организм от их сковывающих связей, увеличивая тем самым эволюционную пластичность организма (филума).

Действенность апериоморфозов подтверждается их широким развитием в филогенезе большинства групп организмов. Как правило, явления неотении предшествуют крупным преобразованиям (*арогенезам*) в развитии филумов. К более специфическим апериоморфозам можно отнести эволюционные усложнения лопастной линии аммоноидей, обусловливающие образование на ней эволюционно пластичных зон, способствующие более свободному изменению формы раковины и отсюда организма в целом.

Назначение аперисморфозов существенно отличается от эволюционных преобразований, призванных обеспечить жизнеспособность особи-популяции в каждый момент ее существования. Совершенно очевидно, что аperiоморфозы не должны существенно противоречить эволюционному процессу, совершенствующему конкурентоспособность особи-популяции, или филуму любого ранга. В то же время возможности длительного существования филума зависят от сохранения его способности к длительному эволюционному развитию, т.е. от особенностей взаимодействия механизмов эволюционного совершенствования, т.е. спонтаногенеза, с системой аperiоморфоза.

Взаимодействие аperiоморфоза с процессом совершенствования организма наиболее ярко проявляется в арогенезах, которые снимают противоречия филогенеза, выраженные в совмещении необходимости сохранения эволюционной пластичности с тенденциями к стеноморфизму. Следовательно, существует определенная грань между микроэволюцией, понимаемой как процесс эволюционного приспособления, повышения конкурентоспособности особи-популяции, и макроэволюцией, выраженной в процессах, обеспечивающих выживание филума в существенно иных, более длительных временных рамках, т.е. в иной структуре времени-пространства. Макроэволюция, связанная с необходимостью длительного поддержания эволюционной пластичности филума, характеризуется возникновением и развитием специфических приспособлений, которые функционируют в филогенезе. Их назначение никак нельзя объяснить только с позиции обеспечения существования особи-популяции.

В самом общем виде данные взаимоотношения выражаются в отталкивании, отрицании друг друга. Причина этого, как известно, внутригрупповая конкуренция (и в первую очередь внутривидовая), которая обусловлена почти идентичными требованиями к среде. Потому биологическое пространство филума испытывает тенденцию к дифференциации и расширению. Это простейший вид усложнения биологического пространства. В понятие последнего вкладываются все внешние условия, необходимые для существования филума, т.е. биологическая ниша, обладающая определенной пространственно-географической характеристикой. Усложнение биологического пространства филума происходит в таких основных формах: 1) географическое (пространственное) обосновление; 2) симпатрическая дифференциация без географического размежевания на той же территории. Последнее обстоятельство свидетельствует о том, что биологическое пространство несводимо к геометрическому.

Итак, начальная стадия развития биологического пространства выражается в его дифференциации на основе отрицательных отношений. Продолжающаяся радиация подчиненных филогенетических ветвей сопровождается усилением морфофункциональных различий между группами, которые все больше ослабляют отрицательные конкурентные отношения между ними из-за расхождения требований к среде. На определенной стадии филогенеза отношения между подчиненными группами становятся нейтральными, что приводит к распаду некогда единого биологического пространства филума. Это типично для относительно крупных филогенетических групп, уже прошедших большой путь развития (например, насекомые или рыбы). На данной стадии становится возможным совмещение биологического пространства родственных филогенетических ветвей из-за отсутствия между ними сильных отрицательных взаимодействий.

Следующая стадия развития биологического пространства группы характеризуется возникновением между далеко разошедшися в организации ветвями положительных связей, т.е. отношений притяжения (различные формы симбиоза, отношения хищник — жертва и др.). Здесь происходит совмещение биологического пространства филогенетических ветвей. Однако это не означает слияния их в единое пространство (монопространство), подобное биологическому пространству начала филогенеза группы. Интеграция биологических пространств ветвей на новом уровне означает возникновение качественно нового сложного пространства, которое образовано положительными связями между его главными компонентами. Такой тип биологического пространства свойственен уже для биоценозов (т.е. биосфера). Следовательно, в процессе развития группы его биологическое монопространство превращается в сложное пространство на основе инверсии отрицательных отношений в положительные.

Биоценотическое пространство строится уже на положительных связях между его компонентами. Оно является не только энергетически значительно более рациональным, но и, самое главное, в информационном смысле становится более содержательным и разнообразным. Это дает мощный толчок для подъема организации филумов на качественно новый уровень. В то же время необходимо отметить, что появление положительных связей не отменяет отрицательные взаимодействия, которые в конечном счете остаются основной движущей силой развития филумов и продолжают функционировать на уровне низших таксономических категорий, поддерживая непрерывное давление во внутри- и межгрупповых отношениях.

Описанная выше эволюция внутригрупповых отношений с превращением их в биоценотические (биосферные) является только приблизительной схемой, в которой делается попытка определить лишь главные структурные связи внутри филогенетических и биотических, биосферных процессов и наметить основные черты их развития. Естественно, что внутригрупповые отношения не ограничиваются только отрицательными взаимодействиями, а биотические — только положительными. Инверсия характера отношений в ходе филогенеза во внутригрупповых связях хорошо и многообразно представлена уже в группировках на уровне классов, а нередко и ниже (например, насекомые, рыбы, земноводные, рептилии, млекопитающие и др.).

Таким образом, в ряду уровней организации живого от клеточного до биосферного следует выделить еще *филумный*. Он является переходным или связующим между видовым и биосферным. Существование филумного уровня организации отличается значительными временными отрезками, в течение которых происходит инверсия характера внутригрупповых взаимодействий между разошедшимися ветвями из отрицательных связей в положительные биосферного типа.

Для более глубокого понимания основ стратиграфической хронометрии очень важно проанализировать свойства биологического, или, точнее, эволюционного, пространства в рамках общенаучных категорий. Любое движение материи связано с таким ее фундаментальным свойством, как асимметрия, которая понимается как нарушение симметрии. Пространственная, структурная, асимметрия материи выражена в распределении ее на два основных резко различных компонента: на корпускулы и поле. Корпускулы представлены сгустками вещества, энергии и организованности, а поле является таким состоянием материи, которое можно характеризовать как своего рода «пустоту» или незанятость, как межкорпускулярное пространство, свободное от сгустков вещества, в котором относительно свободно перемещаются корпускулы. Важнейшее свойство поля — его способность обеспечивать непосредственный и дистанционный контакт между корпускулами, что открывает возможность информационного и энергетического обмена между ними.

Переполненность корпускул веществом, энергией и организованностью служит причиной неравновесного состояния материи, которое разрешается в различных формах движения материи. Глубина различий между корпускулами и полем такова, что в физике они исследуются существенно разными методами (это выражено в принципе

дополнительности). Принцип дополнительности следует шире применять в биологии и палеонтологии.

Корпускулы-организмы характеризуются плотным заполнением пространства. Присутствие в этом собственном пространстве организма другого аналогичного организма невозможно. Биополе, или «пустота», наоборот, взаимопроницаемо для корпускул-организмов. Оно является ареной свободного перемещения и взаимодействия для корпускул-организмов, допускает широчайшую комбинаторику связей корпускул (по принципу каждого со всеми). В то же время проницаемость биологического поля, его незанятость для различных корпускул-организмов весьма избирательны. Это специфическое свойство биологического поля выражается в следующем. Поле, принадлежащее близким по свойствам организмам, трудно проницаемо друг для друга. Такими характеристиками отличается биологическое поле популяции-вида. Корпускулы-организмы, принадлежащие одному виду и обладающие почти одинаковыми требованиями к среде, в условиях размножения защищают свои биополя друг от друга. Сходные отношения существуют также между биополями близких видов или более крупных филогенетических группировок. Данные поля обладают определенной жесткостью, сопротивляемостью. Наоборот, поля организмов или филумов, имеющие разные требования к среде, взаимопроницаемы друг для друга. Такие отношения наиболее типичны для генетически далеко разошедшихся филогенетических группировок.

Рассмотренные выше два основных типа биологических полей существуют одновременно в одном и том же геометрическом пространстве. Таким образом, существование в одном геометрическом пространстве огромного количества различного типа биополей, что характерно для пространства биосферы, делает необходимым введение понятия *абсолютного биологического пространства*.

Разумеется, абсолютность биологического пространства относительна. Следует различать особенности собственно пространства живого (биологического пространства) и физического пространства, как условий для существования организмов, т.е. жизни вообще. Организмы, обитающие на поверхности Земли, погружены в воздушную или водную среду (иногда в почву). Поэтому незанятость, «пустота» биологического пространства, обеспечивающая взаимодействие организмов-особей, относительна. «Пустота» биологического поля выступает здесь как специфическое (биологическое) вещество, связанное с особенностями организмов. Но вместе с тем «пустота» биологического поля имеет и абсолютный биологический аспект, как неотъемлемое

свойство пространства жизни, без которого невозможно ее существование и развитие, т.е. движение в самом общем смысле.

И все же «пустота» биологического пространства не является только его уникальным качеством, оно лишь специфическое проявление общего свойства материи в ее наиболее развитой, совершенной форме. Это фундаментальное строение материи проявляется от атомно-молекулярного уровня и до космических структур. Потому, несмотря на свои специфические особенности, биологическое пространство опирается на физические свойства внешней среды, которые образованы взаимодействием Земли и ее поля с Солнцем, точнее, с полем Солнечной системы и космосом.

Следовательно, собственное пространство жизни слагается из собственного пространства организмов-особей и биологических полей, в котором особенности живого вещества и биологического поля выступают в слитном, нерасчлененном виде. Для биополя, в узком понимании, в отличие от жесткой структурированности пространства корпускул-организмов типично отсутствие четкой пространственной расчлененности. Оно характеризуется подвижностью, изменчивостью, векторностью, пространственной взаимопроницаемостью связей и отношений. Его особенности проявляются как статистически обобщенные динамические свойства (типа волн жизни).

Динамическая асимметрия биологического пространства, выражаясь размножением, обусловлена структурным (организационным) неравновесием между корпускулами-организмами и биологическим полем. В этом динамическом неравновесии (асимметрии) биополя заключены основы самодвижения жизни. Суть биологического движения (размножения), которое протекает как захват пространства, в том, что оно происходит в уже переполненном пространстве. Оно осуществляется путем вытеснения или устранения менее организованных особей. Конкуренция приводит к естественному отбору, который обусловливает новый уровень асимметрии, вызывающий ответное эволюционное движение. Приобретенное эволюционное усовершенствование дает определенной группе организмов преимущество. Возникшее неравновесие снова вызывает эволюционный ответ у конкурирующей группы, который порождает новую асимметрию, т.е. непрерывное сохранение асимметрии. Образуется кольцо положительных эволюционных взаимосвязей — основа эволюционного самодвижения. Причина вызывает следствие, приводящее к той же причине.

Асимметрия биологического пространства в самом общем виде — результат фундаментальных различий между свойствами ее ос-

новных структурных компонентов: корпускул и поля. Асимметрия проявляется через различного рода движения и в своей высшей форме — через размножение и эволюцию. При этом поле, в которое погружены активные корпускулы-организмы, является носителем интеграционных свойств, что выражено в объединяющих свойствах поля, в существенно меньшей дифференцированности, изменчивости и, главное, в способности содействовать всемерному развитию активности организмов-особей.

Таким образом, эволюция выражается в структурном усложнении биологического пространства, существенном повышении его организованности. Эволюция — процесс, противоположный энтропии. Потоки вещества и энергии, вовлеченные в сферу биологического движения, находятся под контролем его структурных преобразований.

Итак, ведущим фактором эволюционного процесса могут быть только внутренние свойства самой жизни. Именно они обусловливают необходимость непрерывного прогрессивного развития (совершенствования организации) как наиболее действенного орудия в соревновании организмов друг с другом.

Эволюция и стратиграфия. Проведенный выше анализ основных черт эволюционного процесса позволяет перейти к проблемам построения биостратиграфического измерительного инструмента. Его основу составляет зональная стратиграфия, которая в обобщенном виде предстает как биостратиграфическое время-пространство.

Зональная стратиграфия базируется на особенностях эволюции филумов видового и родового уровней. Зональный интервал Общей шкалы, являющийся элементарным временным шагом биостратиграфического времени, представляет собой сложную совокупность взаимопроникающих эволюционных явлений, обозначенных видовыми и родовыми таксонами, каждое из которых имеет свое специфическое время-пространство. Закономерности макроэволюции, проявляющиеся только в значительных временных диапазонах и отражающие особенности филогенеза крупных филогенетических ветвей, непосредственно не участвуют в организации биостратиграфического времени-пространства. Оно строится из наименьших филумов, образующих общий, более или менее равномерный корпускулярный фон, который по своим свойствам приближается к идеальному, абсолютному времени-пространству. Указанное усреднение достигается с помощью корреляции через зоны Общей шкалы между многочисленными зональными шкалами по различным группам фауны и флоры.

Конструируя биостратиграфическое время-пространство на зональной основе, в качестве каркаса системы избираются виды, принадлежащие филогенетическим группам, отличающиеся наибольшей автономностью (независимостью) развития, которая обеспечивает одно из главных качеств измерительного инструмента — независимость от влияний внешней среды, т.е. абиотических факторов. Однако для выявления видов, обладающих такими свойствами, необходимо глубокое исследование особенностей филогенеза групп. Следовательно, при создании зональной основы приходится неизбежно использовать весь объем знаний об эволюции филогенетических групп в целом.

Пространственная одновременность эволюционных сдвигов, принадлежащих одной зоне, и сам факт наличия этих элементарных сдвигов, зафиксированных как виды, имеют лишь определенную степень достоверности. Подобно тому, как синхронизация лимитируется на основе принципа гомотаксальности, так и степень изохронности ограничивается возможностями биостратиграфии, которая должна выражаться в *принципе гомоизохронности*. В понятие гомоизохронности составной частью входит принцип гомотаксальности. Кроме ограничений возможностей синхронизации, в принципе гомоизохронности присутствуют ограниченность возможностей и в установлении элементарного эволюционного сдвига (т.е. видового или родового таксона) в различных филогенетических ветвях и их соразмерность (биостратиграфическая равноценность).

Выявленные и выбранные ступени (т.е. зоны) синхронных, точнее, парасинхронных, элементарных эволюционных сдвигов служат фундаментом для биостратиграфических измерений. В этом биостратиграфическом времени-пространстве, играющем роль идеального времени, качественная сторона эволюционных измерений отступила на второй план. Вернее, она присутствует в снятом, опосредованном виде, создавая равномерное (изохронное) движение биостратиграфического времени-пространства, направленного и необратимого. Несмотря на то, что биостратиграфическое время опирается на конкретные, реальные особенности эволюции органического мира, оно также, как и стратоны, является условной конструкцией, продуктом человеческой деятельности, т.е. инструментом геохронометражки.

Таким образом, в биостратиграфическом времени эволюционный процесс присутствует лишь в строгом ограничении, в котором его определенные особенности выражены как свойства измерительного инструмента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современное развитие стратиграфии неразрывно связано с необходимостью приведения системы стратиграфических исследований к правилам нормальной, корректной измерительной процедуры, которым обязательно должны подчиняться любые научные исследования. Стратиграфия занимается изучением структуры времени-пространства геологического движения материи, являющейся одной из его фундаментальных характеристик. Специфика геологического движения материи, с которой сталкивается стратиграфия, выражается в исключительной дифференцированности и протяженности ее временных и пространственных характеристик. Оно отличается огромным многообразием взаимосвязанных процессов, протекающих одновременно в одном и том же геометрическом пространстве, но имеющих весьма различные структуры времени-пространства. Действие геологических процессов разворачивается на огромных пространствах и в гигантских временных интервалах.

Исследование явления такой сложности невозможно без выяснения его временной характеристики — структуры его времени-пространства. Именно с установления временных особенностей, являющихся фундаментальным свойством любого процесса, начинается изучение геологического движения материи. Связка причина — следствие имеет в первую очередь временной характер. Изучение геологического времени, или, точнее, структуры геологического времени-пространства, — главная и единственная задача стратиграфии.

Существующий значительный разнобой в понимании главной задачи стратиграфии и ее места в системе геологических наук обусловлен, с нашей точки зрения, не вполне корректным определением и разграничением самых общих, фундаментальных проблем исследования геологического процесса и методов их изучения. В сложном комплексе исследований геологического времени стратиграфия может

выполнять лишь определенный, строго ограниченный круг задач. Однако проблемы, решаемые стратиграфией, имеют для геологической науки фундаментальное значение, поскольку непосредственно связаны с созданием инструмента для исследования временной характеристики геологического процесса.

Из длинного ряда задач, обычно назначаемых стратиграфии, следует выделить главную, которая определяет взаимодействие и последовательность выполнения подчиненных промежуточных задач для достижения конечного результата. Цель стратиграфии должна ограничиваться измерением геологического времени, которое заключается в создании инструмента для измерения структуры времени-пространства геологического процесса, осуществляющегося совместно с геокартированием. Такая частная операция, как установление пространственно-временного положения конкретных геологических тел, имеет подчиненное, промежуточное значение.

В фанерозое основным инструментом измерения геологического времени является биостратиграфия, которая одновременно есть опорный скелет, объединяющий все остальные стратиграфические методы. Большое значение имело также широкое развитие абсолютной геохронологии, которая в довснайдской стратиграфии служит главным инструментом внешнего отсчета. Именно усовершенствование зональной стратиграфии и абсолютного летоисчисления сделало возможным и необходимым переход от «естественной», описательной стратиграфии к более точной стратиграфической хронометрии, опирающейся на принцип внешнего отсчета.

Важное значение для перехода к измерительной стратиграфии имели также разработка метода фиксации границ стратонов с помощью «золотого гвоздя» и введение стратотипов границ, в том числе за пределами стратотипической местности. Синхронность в конечном счете является основой для построения структуры времени-пространства процессов, т.е. для выяснения структуры причинно-следственных отношений.

Непосредственным выявлением особенностей геологического времени-пространства занимается геологическое картирование, которое обслуживается стратиграфией. Только геологическая карта наиболее полно отражает основные этапы развития региона, представляя собой модель времени-пространства геологического процесса. Стратиграфические шкалы и стратиграфические схемы органически не могут быть адекватными выразителями структуры времени-пространства геологического процесса из-за его не только огромной вре-

менной дифференцированности, но и одновременно большой пространственной разнородности.

Стратиграфия и геологическое картирование представляют собой два неразрывно взаимосвязанных компонента единого метода моделирования времени-пространства геологического движения материи, разработанного В. Смитом. Стратиграфия оперирует только временными характеристиками — временными интервалами и временными границами, хотя они могут быть представлены в конечном счете литологическими различиями и рубежами. Стратиграфическое (временное) абстрагирование от конкретных геологических тел, начинающееся с того момента, когда пространственное соотношение ниже-выше замещается временным отношением раньше-позже, является трудной, но совершенно необходимой задачей для правильного понимания существа стратиграфии. Даже в свите стратиграфию должно прежде всего интересовать ее временное содержание. Все остальные ее особенности рассматриваются только в связи с возможностью уточнения ее временных свойств.

Итак, современный уровень развития стратиграфии неизбежно приводит к ряду определенных выводов, на которых должна базироваться стратиграфическая процедура. Сложная дифференциация времени и пространства геологического движения материи исключает принципиальную возможность для стратиграфических шкал и схем адекватно соответствовать структуре времени-пространства геологического процесса. Не могут они также являться и слепком особенностей эволюции биосфера или филогенетических групп. Это приводит к неизбежному выводу о том, что стратиграфические шкалы, схемы и просто стратоны не могут корректно выполнять роль измерительных инструментов и одновременно отражать эволюцию организмов или последовательность геологических событий во времени и пространстве. В формулировании главной задачи стратиграфии необходимо решительно перейти от невыполнимой при корректных исследованиях установки на полное соответствие стратиграфических шкал структуре геологических событий или особенностям эволюции к процессу создания стратиграфических шкал и схем, которые представляют собой последовательности условных временных единиц.

Это знаменует переход стратиграфических исследований от прямого, приблизительного описания последовательности геологических событий, основанных на принципе Стенона, к процедуре корректных хронометрических измерений, базирующихся на принципе Головинского. Разумеется, это не означает, что стратиграфические шкалы и

схемы не несут никаких следов особенностей геологических процессов. Речь идет о том, как использовать такие особенности в стратиграфических исследованиях.

Естественно, стратиграфические шкалы и схемы в определенной мере отражают черты эволюции организмов и геологических процессов, что находит наиболее яркое выражение в региональной стратиграфии. Однако принципиально неверно добиваться их обязательного адекватного соответствия. Если это положение сейчас уже признано многими стратиграфами в отношении Общей шкалы, то в области региональной стратиграфии оно еще не завоевало большого признания. По-прежнему существуют жесткие рекомендации в региональных схемах отражать этапы геологического развития регионов. В значительно большей степени региональная стратиграфия зависит от специфических особенностей эволюции местной биоты, что дает возможность наиболее полно использовать все потенциальные биостратиграфические ресурсы региональной фауны и флоры.

Вместе с тем на стратиграфические исследования неизбежно накладывает отпечаток человеческий фактор, особенно возрастающий при переходе к корректным стратиграфическим измерениям, что учитывается недостаточно. С этой точки зрения весьма важными требованиями, предъявляемыми к стратиграфическим шкалам и схемам, являются их максимальная стабильность и непосредственно связанная с ней их историческая преемственность. Для иерархической структуры стратиграфических шкал обязательно необходимы ясность и простота, которые были бы удобны для использования специалистами-геологами.

Таким образом, настало время решительно отказаться от главного положения «естественной стратиграфии» — необходимости адекватного соответствия стратонов и стратиграфических шкал и схем этапам биологической эволюции или геологического процесса, которое сводит стратиграфические исследования к пассивным описаниям. Главный постулат «естественной стратиграфии» помещает ее в систему внутреннего отсчета, т.е. в эндохронометрию, в которой измерения опираются на неоднородность самого изучаемого процесса. Такой способ исследования процессов характерен для самых первых, еще несовершенных этапов изучения. В настоящее время с особой наглядностью проявляются главные его недостатки, открывающие самые широкие возможности для субъективного подхода к выделению стратонов и их границ. Это ведет, с одной стороны, к дестабилизации исторически сложившихся стратиграфических шкал и схем, а с други-

гой — существенно мешает их развитию и дальнейшей корректной детализации. Наоборот, широкое развитие зональной стратиграфии, действующей как независимый инструмент внешнего отсчета (экзохронометрия), позволяет наполнять старые, исторически сложившиеся и фактически условные интервалы стратиграфических шкал и схем новым времененным содержанием со значительно большими точностью и летальностью, существенно ограничивая ничем неоправданные субъективные изменения структуры и номенклатуры исторически сложившихся стратиграфических шкал, схем и стратонов.

Подводя общий итог рассмотрению основных стратиграфических принципов и структуры их взаимодействия, отметим, что стратиграфические исследования сталкиваются со следующими специфическими явлениями, обладающими существенной самостоятельностью:

- 1) толщами горных пород (геологическими телами), которые являются продуктами геологического движения материи;
- 2) особенностями геологического движения материи, протекавшего в прошлом;
- 3) эволюцией органического мира, также проходившей в прошлом;
- 4) стратиграфическими инструментами измерения (стратонами, схемами и шкалами), хотя и опирающимися на особенности реальных событий, но являющимися условными категориями — продуктами человеческой деятельности.

Слияние описанных выше разнородных явлений в одно, характерное для «естественной стратиграфии», обусловлено особенностями стратиграфических исследований. Восстановление структуры времени-пространства геологического процесса может происходить только параллельно с воссозданием эволюции филогенетических групп и построением стратиграфического инструмента измерения (стратиграфических шкал). Стратиграфические исследования, измеряющие прошедший процесс, вынуждены использовать в качестве инструмента эволюционный процесс, также протекавший в прошлом. Успехи в изучении любого из этих явлений совершенно невозможны без продвижения в познании других компонентов стратиграфических исследований. Анализ вышеуказанных явлений осуществляется единым фронтом, в тесном взаимодействии их друг с другом на каждом этапе исследования.

Непосредственной задачей (предметом) стратиграфии не может являться выяснение в полном объеме особенностей времени-пространства геологического или биологического движения материи. Характерные чер-

ты структуры времени-пространства геологического процесса с наибольшей полнотой воссоздает только геологическая карта.

Суть стратиграфических исследований выражается в построении с помощью главным образом зональных шкал изохронного поля в виде континуума времени-пространства, играющего роль абсолютного (стратиграфического) времени, которое должно стать фундаментом для выявления структуры времени-пространства геологического движения материи, с одной стороны, и эволюции органического мира — с другой.

Итак, стратиграфические исследования — это первый этап на пути изучения геологического процесса, выявления его времени-пространства. Черты времени-пространства геологического движения материи находят отражение в геологической карте, которая служит основой для всех остальных, более частных (специальных) видов геологических исследований.

В современной стратиграфии выделяются три части: теоретическая, исследующая основные принципы стратиграфии и их взаимосвязи; унификационная, разрабатывающая стратиграфические шкалы и схемы, т.е. создающая измерительный инструмент; измерительная, занимающаяся хронометражем, т.е. непосредственной датировкой геологических тел.

Измерительная стратиграфия неразрывно переплетается с геологическим картированием, которое выражается в трассировании, прослеживании условных изохронных рубежей в толщах на местности (т.е. в пространстве). Основные функции стратиграфии в геологии ограничиваются сферой ее взаимодействия с гекартированием, в котором главным организующим фактором является время. На первом этапе стратиграфических исследований время познается через вещество (неоднородность горных пород и остатков). В этот момент происходят обособление времени, его определенная идеализация. На втором этапе абсолютное время вновь взаимодействует с веществом (геологическая съемка), которое придает ему новое качество — процессуальность, в результате чего получают отражения особенности структуры времени-пространства геологического процесса. Структуру геологического процесса, основные черты его времени-пространства воссоздает именно геологическая карта.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Верзилин Н.Н.* Живое вещество как определяющий фактор развития палеогеографических обстановок и геологических процессов в истории Земли // Современные геологические проблемы учения В. И. Вернадского о биосфере / Под ред. Н. Н. Верзилина Л., 1990 (Труды Ленинград об-ва естественности. 1990. Т. 81, вып. 2).
- Вернадский В.И.* Размышления натуралиста. Пространство и время в неживой и живой природе. М., 1975.
- Гельмерсен Г.Н.* Пояснительные примечания к генеральной карте горных формаций Европейской России // Горн. журн. 1841. Ч. 2, кн. 4.
- Геологический словарь;* В 2 т. / Под ред. К. Н. Паффенгольца. М., 1978. Т. 1.
- Головкинский Н.* О первмской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. СПб., 1868.
- Дайбар К., Роджерс Дж.* Основы стратиграфии / Пер. с англ.; под ред. Б. М. Келлера. М., М. М. Москвина М., 1962.
- Жамойда А.И., Ковалевский О.Н., Моисеева А.И.* Стратиграфические кодексы. Теория и практика использования: Труды Межвед. Стратигр. комитета. СПб., 1996.
- Жамойда А.И., Ковалевский О.Н.* Теоретические проблемы стратиграфии в стратиграфических кодексах // Вопросы стратиграфии и палеонтологии / Под ред. Г. Н. Киселева, А. В. Попова, В. А. Прозоровского. СПб., 2000.
- Карпинский А.Н.* Геологические исследования в Оренбургском крае // Зап. С.-Петербург. минер. об-ва, вторая серия, часть девятая. 1874. Ч. 1, 2.
- Карпинский А.П.* Собр. соч.: В 2 т. М., Л., 1945. Т. 1.
- Красилов В.А., Зубаков В.А., Шульцнер В.Н., Ремигианский В.И.* Экостратиграфия. Теория и методы. Владивосток, 1985.
- Лагарев С.С.* Хроностратиграфия и концепция стратотипа // Вопросы стратиграфии и палеонтологии / Под ред. Г. Н. Киселева, А. В. Попова, В. А. Прозоровского. СПб., 2000.
- Лебедев В.И.* К вопросу об энергетике осадочного процесса и метаморфизма // Литология и полезные ископаемые. 1981. № 4.
- Леонов Г.П.* Основы стратиграфии: В 2 т. М., 1973. Т. 1.
- Леонов Г.П.* Историческая геология. Основы и методы. М., 1980.
- Мейен С.В.* От общей к теоретической стратиграфии // Сов. геология. 1981. № 9.
- Международный стратиграфический справочник* / Под ред. Х. Хедберга; Пер. с англ.; Под ред. И. С. Барскова. М., 1978.
- Никитин С.Н., Чернышев Ф.И.* Международный геологический конгресс и его последние сессии в Берлине и Лондоне // Горн. журн. 1889. № 1.
- Попов А.В.* Принципы стратиграфии. СПб., 1993.

Попов А.В. Принципы биостратиграфии. Закономерности эволюции. — СПб., 2001. 127 с. — Дсп. в ВИНИТИ 23.07. 2001, № 1736.

Практическая стратиграфия (Разработка стратиграфической базы крупномасштабных геологогеометрических работ) / Под ред. И.Ф. Никитина, А.И. Жамойты. Л., 1984.

Садыков А.М. Идеи рациональной стратиграфии. Алма-Ата, 1974

Симаков К.В. Введение в теорию геологического времени. Становление. Эволюция. Перспективы. Магадан, 1999.

Соколов Б.С. Экостратиграфия, ее место и роль в современной стратиграфии // Теория и опыт экостратиграфии / Под ред. Д.Л. Калльо, Э.Р. Калааманина Таллинн, 1986.

Соколов Б.С. Стратиграфия и геологическая картография // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 12.

Степанов Д.Л. Методика стратиграфических исследований // Спутник полевого геолога-нефтяника / Под ред. Н.Б. Вассоевича. Л., 1954.

Степанов Д.Л., Месежников М.С. Общая стратиграфия (Принципы и методы стратиграфических исследований). Л., 1979.

Стратиграфические и геохронологические подразделения. Их принципы, содержание, терминология и правила применения / Под общ. ред. Л.С. Либроровича. М., 1954.

Стратиграфический кодекс. Изд. 2-е, доп. СПб., 1992.

Страхов Н.М. Основы исторической геологии: В 2 т. М.; Л., 1948. Т. 1.

Шиндевольф О. Стратиграфия и стратиграфы / Пер. с нем.: Под ред. М.А. Пергамита. М., 1975.

Hedberg H.D. Procedure and terminology in stratigraphic classification // Cong. Geol. Intern. Compt. rend. XIX Sess. Algiers, 1952. Sec. XIII. Pt 1. 1954.

Laffitte R., Harland W.B., Erben H.K. e.a. Internationale Übereinkunft über die Grundlagen der Stratigraphie // Akad. Wiss. und Lit., Abh. Math.-Naturwiss. Klasse. 1972. N 1.

Schenk H.G. Guiding principles in stratigraphy // J. Geol. Soc. India. 1961. Vol. 2.

Schenck H.G., Muller S.W. Stratigraphic terminology // Geol. Soc. Amer. Bull. 1941. Vol. 52, N 9.

Smith W. Strata identified by organized fossils. London, 1816.

Smith W. Stratigraphical system of organized fossils with reference to the specimens of the original geological collection in the British Museum. London, 1817.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Основные черты развития принципов стратиграфии	5
Возникновение стратиграфии как науки (Метод Смита. Подготовка к созданию Общей шкалы)	—
Обоснование яруса и зоны	15
Исследование дифференцированности геологического времени (Принцип Головкинского — система внешнего отчета)	18
Оформление международной стратиграфической шкалы (Исследование Реневье. Идея региональной стратиграфии Никитина и Чернышева)	25
Международный геологический конгресс	27
Выделение литостратиграфических подразделений	31
Возникновение региональной стратиграфии (Разработка основ региональной стратиграфии Д. Л. Степановым)	33
Разработка теории стратиграфии (Хроностратиграфия. Принципы и структура принципов стратиграфии. Проблема границ)	37
Разработка принципов стратиграфии	46
Стратиграфические границы. Определение синхронности	53
Стратиграфические кодексы	60
Особенности развития стратиграфии в СССР	63
Современные стратиграфические кодексы	65
Стратиграфические кодексы России (СССР)	67
Глава 2. Время и стратиграфия	75
Глава 3. Предмет и задачи стратиграфии	86
Глава 4. Стратиграфия и историческая геология	92
Глава 5. Структура стратиграфических исследований	99
Глава 6. Стратиграфия и геологическое картирование	112
Глава 7. Стратиграфическая классификация	115
Глава 8. Эволюция и стратиграфия	121
Заключение	135
Рекомендуемая литература	141