

**ПУТИ
ДЕТАЛИЗАЦИИ
СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ
СХЕМ И
ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ
РЕКОНСТРУКЦИЙ**

ГЕОС

**TOWARD DETAILED
STRATIGRAPHIC SCHEMES
AND PALEO GEOGRAPHIC
RECONSTRUCTIONS**

Responsible Editors:
Yu.B.Gladenkov, K.I.Kuznetsova

Moscow
GEOS
2001



Выдающийся российский геолог
Владимир Васильевич
МЕННЕР

Введение

Приближение XXI века является для стратиграфии, как и для других разделов геологии, хорошим поводом лишний раз подвести определенные итоги своей деятельности за последние десятилетия и, с другой стороны, спрогнозировать ее развитие в будущем. Сотрудники лаборатории стратиграфии фанерозоя Геологического института РАН решили в связи с этим дать освещение одной из важных проблем стратиграфии, связанной с детализацией стратиграфических схем и палеогеографических реконструкций, и подготовить на эту тему специальную работу.

Этой проблеме большое внимание уделялось основателем лаборатории В.В. Меннером, который специально затронул в своих последних публикациях целый ряд ее аспектов (Меннер, 1979). Кстати, когда он организовал в 70-х годах в ГИН РАН лабораторию, он дал ей название "Лаборатория детальной стратиграфии фанерозоя", подчеркивая генеральную направленность исследований ее коллектива. В 2000 г. Владимиру Васильевичу Меннеру исполнилось бы 95 лет, и это тоже повод, чтобы обратиться к тематике, которая так его волновала и интересовала.

Настоящая работа содержит ряд тематических разделов по единой проблеме – совершенствование и детализация стратиграфических схем, выявление путей, методов и приемов такой детализации. Каждый автор в своем очерке обращает внимание на те моменты, которые особенно актуальны сейчас для практики, исходя из накопленных и проработанных геологических данных, особенностей изученного палеонтологического материала и специфики разрезов "своей" части стратиграфической колонки. Другими словами, каждый опирался прежде всего на свой опыт стратиграфических исследований и свой поиск путей детализации стратиграфических схем фанерозоя.

Помимо сотрудников лаборатории, в книге приняли участие специалисты из других лабораторий ГИН и других организаций. Их участие значительно расширило круг рассматриваемых проблем, ибо они затронули, в частности, многие важные методические вопросы стратиграфии. Так, сравнительные данные по дочетвертичному фанерозою и квартеру позволяют оценить приемы расчленения разрезов разных частей стратиграфической шкалы и определить их рабочий уровень. Вместе с тем, кроме биостратиграфических проблем, которые за-

нимают в книге центральное место, в ней освещен ряд аспектов, связанных с использованием в стратиграфии физических методов, ставших в последнее время особенно популярными (сейсмо- и секвентостратиграфия и пр.). Специальное внимание уделено также "абсолютному" датированию, которое давно вошло в геологическую практику, но отношение к которому требует определенной деликатности. Всех авторов вне зависимости от их научных интересов сближает одно – все они ученики или последователи В.В. Меннера.

Когда эта книга задумывалась, авторы разделов решили придерживаться определенного плана. Было решено обратить внимание на состояние проблемы детализации стратиграфических схем, которое было 25–30 лет назад, современное ее состояние и перспективы в будущем; основные методы и приемы дробного стратиграфического расчленения (как и что нужно делать для детализации); степень реального разрешения стратиграфических схем; перспективы совершенствования схем и палеогеографических реконструкций и т.п.

Обозначенные в книге проблемы рассмотрены специалистами-стратиграфами, изучающими разные палеонтологические группы: конодонты, радиолярии, фораминиферы, диатомовые, брахиоподы, моллюски, млекопитающие, флора и пр. Это позволило анализировать многие биостратиграфические проблемы с разных точек зрения (ведь у каждого исследователя свои приемы и своя "изюминка" в построении стратиграфических схем) при сохранении общего направления исследования.

Выяснилось, например, что на многие аспекты детализации схем специалисты по планктонным и бентосным группам смотрят не всегда одинаково. И это естественно. Так же как естественно освещение каждым автором какой-либо определенной стороны проблемы совершенствования схем (вопросы детализации, субглобальной или региональной корреляции, палеогеографии и пр.).

Хочется думать, что наша книга будет представлять интерес с двух точек зрения. С одной стороны, она – подведение определенных итогов стратиграфических исследований по данной тематике на рубеже XX и XXI веков. С другой стороны, она может оказаться полезной стратиграфам нового поколения, которым в той или иной форме придется в начале XXI века обратиться к детализации стратиграфических схем.

Монография подготовлена в юбилейный для Геологического института РАН год – ему исполняется 70 лет. ГИН, где стратиграфическое направление исследований стало, наряду с тектоническим и литологическим, определяющим, на протяжении всей своей истории был одним из лидеров отечественной стратиграфии. В значительной мере это определялось тем, что его сотрудники искали новые пути в стратиграфии – как в расчленении древних толщ, так и в широких корреляциях. Авторы надеются, что данная книга окажется в русле гиновских традиций. Они при этом сознают, что детализация стратиграфических схем является важным, но не единственным направлением стратиграфии наступающего столетия.

Книга выходит в свет в знаменательный юбилей Горно-геологической службы России, которой исполняется 300 лет. В этой связи хочется сказать,

что В.В. Меннер был одним из самых заметных деятелей российской геологии XX века. Он был ученым высочайшего уровня и одним из наиболее высокоуважаемых стратиграфов России и мира. Разносторонне образованный геолог, который всегда поддерживал новое в науке, талантливый исследователь и блестящий педагог, он вместе с тем был человеком широких интересов и культуры, высоко нравственной личностью, ему были свойственны справедливость и достоинство, доброта и сочувствие. Владимир Васильевич остался в нашей памяти ярким представителем русской интеллигенции.

Хочется заключить это вступление словами поэта: "Не смейте забывать учителей, да будем мы достойны их усилий...".

Книга публикуется при поддержке Министерства природных ресурсов Российской Федерации и Российского геологического общества.

Раздел 1

Общие подходы к созданию дробных стратиграфических схем фанерозоя

1.1. Проблема детализации стратиграфических схем на фоне современных тенденций развития стратиграфии

Разбираются пути детализации стратиграфических схем фанерозоя с обращением к разным методам и приемам. Рассматривается детализация схем как на палеонтологических (биособытия, феноетика), так и на непалеонтологических данных (магнито-лито-цикло- и др. стратиграфия). Обосновывается возможность выделения инфразональных подразделений с диапазоном в тысячи лет.

Possibilities to elaborate more detailed stratigraphic schemes for the Phanerozoic by application of different methods and procedures are discussed. Refinement of the schemes can be achieved by using both paleontological (bioevents, phenetics) and nonpaleontological (magneto-litho-cyclo- and other stratigraphic) data. A possibility to distinguish infrazonal units having a duration of thousand years is substantiated.

"Иметь в шкалах подразделения, длительность накопления которых измеряется десятками тысяч лет, а то и тысячелетиями – это слишком заманчивый приз для стратиграфов, чтобы кто-нибудь мог от него отказаться."

В.В. Меннер (1991, с. 184)

За последние 100 лет стратиграфия в русле геологической науки прошла большой путь. Среди достигнутых результатов можно, в частности, упомянуть следующие (Гладенков, 1998).

(1) Была выявлена неоднородность Международной стратиграфической шкалы (МСШ) с ее тремя частями (докембрийской, фанерозойской и четвертичной); (2) определена уникальность фанерозойской шкалы, определившей методические и идейные основы стратиграфии в целом и достигшей ярусного и зонального расчленения; (3) показано, что из арсенала методов стратиграфии наибольшее значение имел и имеет биостратиграфический метод; (4) постоянно проходило совершенствование МСШ, уточнялся объем стратонов; (5) совершенствовалась стратиграфическая классификация и номенклатура; (6) в связи с использованием разных методов для расчленения разрезов стратона получили комплексную характеристику; (7) шкала геологического времени достигла большой точности; (8) была показана важность составления региональных шкал; (9) стратиграфические шкалы (СШ) стали рассматриваться как отражение последовательностей геологических (в том числе биосферных) событий; (10) детализация шкал была одной из общих тенденций развития СШ.

Из всего перечисленного нас будет интересовать последнее – проблема детализации СШ. В этой проблеме имеются, видимо, несколько аспектов. Во-первых, следует выяснить, каков современный уровень расчленения древних толщ и нужна ли дальнейшая детализация СШ. Во-вторых, надо определить, имеются ли резервы для создания более дробных СШ и какие пути и методы здесь предпочтительнее. На эту тему несколько лет назад автор опубликовал специальную работу (Гладенков, 1995), некоторые положения которой представляется целесообразным еще раз повторить.

Зональная стратиграфия и ее совершенствование

Ряд аспектов, касающихся зональной и инфразональной стратиграфии был специально освещен несколько лет назад В.В. Меннером (Меннер, Гладенков, 1986). На парижской сессии Международного геологического конгресса в 1900 г. при утверждении стратиграфической шкалы ее самыми дробными единицами были приняты система и отдел. Таким образом, не только зоны, но и ярусы не

входили в разряд общих подразделений (они были отнесены к региональным единицам). Понадобилось семьдесят лет, чтобы сначала ярус, а потом зона (хронозона) были включены в общую шкалу. Шестидесятые и семидесятые годы были годами бескровной революции в стратиграфии – именно тогда относительно быстро были выделены зоны практически во всех системах фанерозоя (в палеозое – около 130, в мезозое – 145, в кайнозое – до 45 зон) (Гладенков, 1991). После этого зоны прочно вошли в геологическую практику, чему, в частности, способствовало глубоководное бурение, благодаря которому было показано, что зональные подразделения мезозоя и кайнозоя могут быть прослежены на громадной площади поверхности Земли (Тихий, Атлантический и Индийский океаны и многие континенты). Сейчас зона в стратиграфических кодексах некоторых стран (в том числе России) принимается в качестве самого мелкого подразделения общей стратиграфической шкалы. Появление в шкале зоны как дробной единицы, которая измеряется в диапазоне 0,2–3 млн лет (фантастическая дробность!), является крупнейшим достижением геологии, сравнимым, например, с изучением пород лунного грунта или разработкой гипотезы новой глобальной тектоники.

Однако ради справедливости следует отметить, что зоны не всегда относятся к подразделениям общей шкалы. Самой мелкой единицей шкалы в этом случае принимается ярус, а зона рассматривается как средство корреляции. Эта точка зрения принимается далеко не всеми, но она в определенной мере нашла отражение во втором издании Международного стратиграфического руководства (1994). Вместе с тем, как бы ни относиться к формальному статусу зон, большинство стратиграфов считает зональные категории чрезвычайно важными в построении и корреляции СШ и отводит им место среди операбильных в практике единиц как наиболее дробных.

Но здесь сразу же встает ряд вопросов: а что же дальше, можно ли сделать стратиграфические схемы более детальными, и нуждается ли практика в дальнейшей их детализации? Сразу отметим: геологическая практика уже давно проявляет заинтересованность в дробных стратиграфических схемах. В узком смысле детализация для стратиграфии в принципе – дело беспроблемное. Ведь чем дробнее расчленение разрезов, тем большую ценность оно представляет для стратиграфии (Найдин, 1998), ибо на основе детального деления всегда можно образовать стратона любого ранга. Дробные подразделения нужны, во-первых, для проведения крупномасштабного геокартирования и обработки данных бурения, во-вторых, для поисков ловушек углеводородов и других полезных ископаемых и, в-третьих, для построения детальных палеогеографических схем и более полного познания путей и механизмов эволюции биосферы. Наконец, что очень существенно, они играют серьез-

ную роль в прогнозировании природных обстановок будущих столетий. В целом же детальная стратиграфия обещает внести существенный вклад в развитие многих фундаментальных направлений геологии, о чем многие почему-то забывают, но что действительно очень важно.

В работах последних десятилетий мы видим уже достаточно много успешных попыток детализировать стратиграфические схемы в разных частях шкалы на основе изучения различных палеонтологических групп с использованием разных приемов и пр. Так, Э. Кауффман (Kauffman, 1969) при изучении меловых толщ Северной Америки сумел на палеонтологической основе (моллюски) повысить детальность схем в несколько раз (в интервале времени 38 млн лет, по его мнению, можно выделить до 100 зон и границ высокого и 150 границ менее высокого доверительного уровня). Хорошо известен также пример расчленения среднего-верхнего ордовика Северной Америки, когда У. Свит (Sweet, 1984) смог выделить в 4–11 конодонтовых зонах до 80 дробных подразделений.

Интересный пример детального расчленения океанического неогена недавно дали Дж. Баррон с соавторами (Baron et al., 1985). Они в миоценовом интервале (около 20 млн лет) выделили 175 уровней появления и исчезновения планктонных форм, из которых 72 были сопоставлены с палеомагнитной шкалой. При этом принималась во внимание степень устойчивости не только отдельных уровней, но и их сочетаний. При подсчете временных интервалов, разделяющих упомянутые уровни, оказывается, что они по продолжительности равны сотням тысяч лет, т.е. вполне соизмеримы с объемом подразделений четвертичной системы. Сейчас уже предложены новые детальные схемы распространения отдельных таксонов (биозоны с точной привязкой их к временной и палеомагнитной шкалам). Такая дробная схема, например, была составлена по диатомовым неогена и использована в рейсе 145 проекта глубоководного бурения (см. статью А.Ю. Гладенкова).

Интерес к этим проблемам постоянно растет, и не случайно к ним уже обратились не только стратиграфы-теоретики, но и геологи-практики. В начале 90-х годов, например, в США и Канаде были проведены специальные совещания на эти темы. На основе данных бурения, каротажных и сейсмо-стратиграфических материалов обсуждались вопросы выделения дробных стратиграфических подразделений (продолжительностью до сотен тысяч лет и менее), а также выявления местных катастрофических событий и субглобальных эвстатических колебаний (некоторые из этих осцилляций, в частности четвертичного времени, связывают с гляциоэвстатикой, другие, видимо, не имеют таких связей, например, позднемеловые колебания, отмеченные в Австралии и Южной Африке). Был сделан вывод, что новые возможности геологических и, в частности, нефтепоисковых работ лежат не

столько в новой технике, сколько в оптимальном применении всех доступных средств и методов (Armentrout, Perkins, 1991; Posamentier, Leckie, 1992).

На последних сессиях Международного геологического конгресса в Киото, Пекине и Рио-де-Жанейро в 1992, 1996 и 2000 гг. вопросы детализации стратиграфических схем разбирались также достаточно пристально. Не случайно им был посвящен целый ряд докладов, касающихся как новых приемов расчленения разрезов, в частности, на основе количественных и других методов, так и подробных палеогеографических реконструкций.

Вместе с тем геологическая практика отстает пока с анализом этого направления – недостаточно полно разобрана роль различных методов детализации, не обсуждена иерархия предлагаемых подробных подразделений и не проанализированы примеры удачного микростратиграфического расчленения. Между тем российская стратиграфия обладает в этом отношении исключительно богатым и интересным материалом.

Зоны и их типизация

Поскольку детализация стратиграфического расчленения касается зон, представляется целесообразным еще раз напомнить о типизации зональных единиц. Согласно "Стратиграфическому кодексу" России (1992), имеются два типа зон: собственно зона (хронозона) как единица стратиграфической шкалы, подчиненная ярусу, и лона (локальная зона), которая подчинена горизонту и является единицей региональной шкалы. Наличие этих типов зональных единиц определяет некоторую специфику инфразонального расчленения в каждом случае, хотя направленность его в общем сходная.

Как известно, в стратиграфической практике отдельных стран, зоны (хронозоны) в ряде случаев разделяются на подзоны, или зонулы. Обычно эти понятия достаточно условны (четкие дефиниции, как правило, отсутствуют), но из приводимых примеров и материалов следует, что под ними подразумеваются части зон, характеризующиеся определенными фаціальными комплексами биоты и имеющие локальное, а не субглобальное распространение.

В отношении лон предпринимаются попытки расчленения на подлоны. Однако для этого обычно используются тоже не очень четкие признаки. В упомянутом кодексе на таксономический уровень лон выведены слои с географическим названием, выделяемые по особенностям литологии и(или) палеонтологического содержания.

Хронозоны и лоны относятся к основным стратиграфическим подразделениям комплексного обоснования. Но имеется целый ряд зональных категорий частного, биостратиграфического обоснования, которые относят к рангу специальных под-

разделений. Среди них выделяются биостратиграфическая зона, в которой могут быть обособлены подзоны, и слои с фауной (флорой) как вспомогательное подразделение. По палеонтологическим и стратиграфическим критериям биостратиграфические зоны могут быть представлены зонами разных видов, анализ и совокупность которых собственно и служит материалов для выделения хронозон и лон. К ним относятся: биоэона (зона распространения таксона), зона совместного распространения, филозона, интервал-зона, эпибола (с максимумом частоты встречаемости таксона), комплексная зона и др. В ряде случаев именно их использование и может стать основой дробного членения зон или лон на отдельные части (например, в лоне может выделяться достаточно устойчивый уровень эпиболы, который разделит ее на две или несколько частей). Это относится в первую очередь к тем зональным единицам, которые по ареалу распространения представляют провинциальные или местные зоны. Именно в палеогеографической провинции или даже области, часто отвечающим древним бассейнам седиментации с их спецификой геологического развития (определенная степень замкнутости бассейна, смена характера седиментации в нем, изменение глубины и т.п.), выявление различных уровней и реперов, отраженных в самой специфике биостратиграфических зон, является весьма реальной процедурой стратиграфических исследований нынешнего дня.

Проблема детализации

При создании детальных стратиграфических шкал всегда встают несколько злободневных вопросов: (1) методы и приемы, которые реально могут быть использованы в этой работе, (2) пространственный масштаб применения выделенных дробных единиц и, наконец, (3) их временная продолжительность и точность в стратиграфии. Напомним, что о геологическом времени самую важную информацию дает изучение линейно однонаправленных необратимых процессов, которые исследуются двумя методами. Во-первых, это изотопный метод, основанный на радиоактивном распаде атомов, и, во-вторых, палеонтологический метод, базирующийся на развитии органического мира. Именно с помощью этих методов, несмотря на большие погрешности первого и относительность временных датировок второго, и создается тот самый каркас геохронологической шкалы и намечаются те самые хроны, которые используются геологической практикой. Эти методы могут дополняться другими, связанными, например, с изучением ритмично-периодических процессов, которые отражаются в седиментационных циклах, ленточных глинах и пр. Правда, эти данные, как и литосейсмо- и палеомагнитные материалы не несут "временной" информации, которая поставляется

изотопными и палеонтологическими методами. Хотя, конечно, они часто бывают важными для корреляций, когда эти реперы прикреплены к действительно временной шкале.

Пути детализации стратиграфических схем

Как указывалось выше, геологическая практика уже сегодня намечает реальные пути детализации стратиграфического расчленения. Один из них – использование палеонтологического метода, другой – некоторых непалеонтологических методов. Мы более полно коснемся первого и менее объемно – второго.

Палеонтологический метод и инфразональность

Выше уже говорилось о некоторых возможностях расчленения зон (хронозон) и зон путем использования разных типов биостратиграфических зон. Сейчас хотелось бы обратить внимание на то, что они, как и другие палеонтологические реперы, служат отражением ("следами") определенных геологических явлений. Что может расширить арсенал палеонтологических средств, используемых для выявления следов (или "сигналов") этих событий?

Во-первых, можно использовать ряд новых палеонтологических групп. Этот процесс пополнения арсенала древних групп идет непрерывно (достаточно вспомнить появление в практике последних десятилетий конодонтов, наннопланктона, диноцист и т.п.), что дало громадный материал для совершенствования зональной стратиграфии. Во-вторых, возможна разработка новых приемов биостратиграфического расчленения и совершенствование традиционных методов. В-третьих, возможен пересмотр наших представлений о морфологии и таксономии отдельных палеонтологических групп, что может привести к совершенно другой интерпретации биостратиграфических данных.

Первое положение не требует, видимо, особых разъяснений. Поэтому остановимся на двух последних.

Приемы детализации на палеонтологической основе

Биособытия. Нами ранее указывалось, что в принципе любые дискретные явления развития органического мира, запечатленные в геологической летописи, могут использоваться для детализации расчленения древних толщ. Здесь важно устано-

вить и выбрать соответствующий масштаб явления. Вслед за П.И. Гретнером (1986) можно, например, считать, что событие (и не только биотическое) должно составлять 1/100 рассматриваемого промежутка времени. Для одного геологического периода к таковым будут относиться явления продолжительностью в сотни тысяч лет. Однако для нас важными будут все события, которые по времени являются "более дробными", чем зональные категории и соответствуют каким-то отдельным их частям (в том числе внутризональным реперам).

Существуют разные классификации биособытий. Одна из них дана Э. Кауффманом (Kauffman, 1986) и включает восемь типов событий: 1 – события прерывистой эволюции (скачкообразное появление нового таксона видового ранга), 2 – популяционные взрывы, 3 – кратковременное увеличение продуктивности бассейна, 4 – иммиграция и эмиграция, 5 – экологические события (резкие и существенные изменения структуры биосообществ), 6 – региональная колонизация (заселение незанятых биотопов), 7 – массовая гибель (из-за действия абиотических факторов), 8 – массовые вымирания (исчезновение более 50% таксонов в глобальном масштабе в относительно короткое время). Любое из этих биособытий может оставить соответствующий след и использоваться при детализации.

Политаксонное расчленение. В последние годы практическое расчленение зон идет разными путями. Один из них связан с повышением степени изученности зон (вместо одной зоны могут быть выделены две, три и т.п. единицы). Другой путь расчленения связан с использованием одновременно разных палеонтологических групп. Опыт показывает, что в пределах отдельных зон, выделенных по какой-либо одной группе с помощью более детального изучения тех или иных остатков, удается вычленивать новые, более дробные зоны или внутри них отметить рубежи, обеспеченные границами, которые намечены по другим группам.

Датированные уровни-датум-плейны и интердаты. В литературе последних лет значительное место уделяется анализу уровней появления и исчезновения в разрезе тех или иных таксонов. Их использование часто помогает существенно детализировать зональные схемы, ибо внутри зон появляется ряд последовательных реперов, разбивающих зоны на отдельные части.

Если датированные уровни (датум-плейны) уже широко вошли в жизнь, то слои, заключенные между ними, пока обычно не наименованы, хотя делались предложения называть их "датированными интервалами", или "интердатами" (interdat) (Меннер, Гладенков, 1986). Их анализ показывает, что в отдельных случаях они смыкаются, а в других – нет, но это часто в значительной мере зависит, видимо, от детальности проработки материала. Возможно, некоторые из них (или их "блоки") будут прослеживаться на широких площадях, другие только в определенных поясах и провинциях. Зада-

ча сейчас состоит в том, чтобы создавать банк этих уровней и интердатов для дальнейшей проверки их устойчивости (последовательность, выдержанность и пр.) и использования в практике.

Новые представления о таксономии палеонтологических групп.

Фенетика

Определенный резерв для детализации расчленения древних толщ заключается в развитии новых представлений и пересмотре старых воззрений на морфологию и таксономию древних организмов. Появление новой техники (сканирующего микроскопа и пр.), позволившее в новом ракурсе изучить внутреннее строение, например, панцирей диатомей, скелетов радиолярий, раковин моллюсков и др., заставляет в ряде случаев пересматривать таксономические классификации, изменять родовые и видовые признаки, выделять новые таксоны. Это направление исследований, наряду с внедрением количественных методов, стимулированных использованием компьютеров, ведет, можно сказать без преувеличения, к новому этапу изучения биоты. Появляется реальная возможность пересмотра объемов таксонов (прежде всего видов), к которым мы привыкли, перехода к выделению новых, более мелких таксонов и, следовательно, к обозначению дополнительных рубежей расчленения древних толщ.

Это хорошо видно на примерах внедрения фенетики. Если палеонтолог имеет большие серии ископаемых остатков, которые представляют палеопопуляцию, он, применяя современные методы статистической обработки, может выявить многие особенности изменчивости видовых категорий. С помощью анализа изменчивости признаков, особенно дискретных (фенов), фиксируемых во времени и пространстве, можно в ряде случаев наметить ход микроэволюционного процесса и его стадийность. Палеонтологический материал, собранный представительно и послойно, — уникальная в этом отношении документальная запись природного эксперимента, протекавшего сотни тысяч и миллионы лет. В этом материале порой можно найти отражение начальных этапов развития видов, их расцвета и вымирания или образования новых видов. На этом основании представляется возможным наметить и выделить сменяющиеся в разрезах формы палеопопуляций, на которые редко кто обращает внимание, ибо они, как обычно считается, укладываются в рамки видовой изменчивости. В.А. Красилов (1980) предложил, в частности, выделять фенозоны как подразделения, характеризующиеся состояниями морфологических признаков. К сожалению, это направление не получило еще широкого развития, но с введением в практику математиче-

ских методик оно может обнаружить значительные резервы в тонкой идентификации ископаемых форм, что, в свою очередь, даст основу для изучения дополнительных уровней и реперов внутри горизонтов и зон разного масштаба.

Возможно, перспективным для детальной стратиграфии окажется выделение морф и морфотипов (внутри отдельных видов), сменяющихся друг друга во времени. Из литературы уже известны достаточно многочисленные примеры "дробления" видов на этой основе.

В целом, дальнейшая детализация на палеонтологической основе в значительной мере должна быть ориентирована на использование достижений биологических наук — генетики, биохимии, экологии и биогеографии. При этом важное место будет принадлежать экостратиграфии с широким привлечением палеопопуляционного анализа. Уже имеется опыт использования хемофоссилий (в виде следов аминокислот) для выделения маркирующих уровней.

Инфразональное расчленение непалеонтологическими методами

В данном разделе речь пойдет о реперах, возникновение которых связано с абиотическими событиями прошлого. Обнаружение таких маркеров внутри зон позволяет реально расчленять последние, и задача состоит в том, чтобы оценить временной объем этих маркеров и определить их точное стратиграфическое положение и пространственный масштаб. Если зоны обычно соответствуют временным отрезкам в 0,2–3 млн лет, то инфразональные маркеры, естественно, должны быть более "короткими". Кратко напомним о некоторых из них (подробная их характеристика дана в других статьях (Гладенков, 1995).

Палеомагнитные реперы. К ним относятся субзоны, микрозоны, инверсии, экскурсы, которые оцениваются во времени от 0,5 млн до нескольких тысяч лет.

Литологические реперы. Они обычно используются в региональном или в межрегиональном масштабе (пепловые прослои, бентонитовые прослои, керагентинеральные ламини, черные сланцы, инундиты (отложения высоких приливов), гомогениты (слои с гомогенной структурой), сейсмиты, ракушняки, слои с определенным набором или высокой концентрацией тех или иных минералов, например, пачки с минералами платиновой группы и т.п.). В ряде случаев удается выделять также ископаемые почвы и педологические горизонты.

Геохимические реперы. Выявление в разрезах повышенных или пониженных концентраций отдельных химических элементов и границ, отмечаемых резкими перепадами этих концентраций, в ряде случаев может помочь в расчленении осадочных толщ (прежде всего в региональном масштабе).

Перерывы. Имеются в виду седиментационные перерывы, короткие по времени (менее 0,5 млн лет).

Палеоэкологические реперы. В региональном масштабе изменения в характере слоистости, как и смена палеоэкологических группировок в разрезах и характер захоронения остатков, – все это в той или иной мере тоже может использоваться в качестве маркеров. Сейчас обращается особое внимание на поиск следов экосистемных перестроек разного масштаба. Поскольку самым чутким элементов таких систем является биота, и именно она прежде всего фиксирует те или иные абиотические изменения, то ее смена (прежде всего доминантов) в разрезах часто служит хорошим маркером.

Сейчас делаются попытки наметить специфическую номенклатуру и классификацию, которая могла бы использоваться в экостратиграфии. Так, по В.А. Красилу (1980), основными единицами стратиграфической классификации могли бы быть экозоны, характеризующиеся состояниями сообществ. Их последовательности, как можно думать, поддаются каузальному анализу, но все же на практике из-за недостаточной разработки их характеристик и признаков выделения они не вошли в широкий обиход геологов, растворяясь в традиционных зонах и других стратиграфических единицах. Хотя в ряде случаев уже удается показать, что отдельные экозоны являются реальными подразделениями и более дробными, чем традиционные зоны.

Палеоклиматологические реперы. Сейчас особенно популярными стали реперы, связанные с палеоклиматическими событиями. В последние годы для маркировки климатических колебаний широко используются изотопные ярусы 10–80 тыс. лет. Известны системы подразделений, специально разработанные для четвертичных отложений на климатостратиграфической основе. В российском Стратиграфическом кодексе 1992 г. среди общих подразделений на этой базе выделены в нисходящем порядке: раздел, звено и ступень, среди региональных рекомендованы: климатолит, стадиал и на-слой. Некоторые из них пробуют выделять в других системах фанерозоя. Временная продолжительность этих подразделений от тысяч или десятков тысяч до сотен тысяч лет.

Циклические реперы. В последние годы делаются попытки напрямую оценить временную сущность циклотем и ритмов разного класса с учетом изотопных данных определения возраста горных пород, материалов по скорости осадконакопления и пр. Получены, в частности, расчеты о продолжительности отдельных циклов (от нескольких десятков до сотен тысяч лет). В ряде случаев выявление мелких циклов реализуется в астростратиграфии.

Сейсмостратиграфические и эвстатические реперы. Выявленные седиментационные циклы в осадках тех или иных древних бассейнов, обязанные своим происхождением осцилляциям уровня моря разного масштаба, получили сейчас оценку в

единицах геологического времени (от миллионов лет до тысячелетий и сотен тысяч лет). Помимо этого, широко используются сейсмогоризонты и другие подразделения и маркеры, выявленные в последнее время сейсмостратиграфией (см. статью Гладенкова и Шлезингера).

Иерархия дробных подразделений

Вопрос об иерархии инфразональных единиц одновременно и простой и сложный. Простой – потому что в практике уже давно используются те или иные подразделения свободного пользования. Сложный – потому что нет единого подхода к их классификации, подобного тому, который выработан для более крупных единиц. Как показывает накопленный опыт, наиболее часто используются дробные подразделения местного масштаба, выделенные на литологической основе. В Стратиграфическом кодексе среди них рекомендуются следующие единицы: толща–пачка–пласт–маркирующий горизонт. Но оценка их возраста и соотношение с подразделениями, выделяемыми другими методами, пока не обсуждаются.

Признавая цикличность геологических явлений объективной реальностью, можно думать, что в ходе необратимого поступательного развития, связанного с космическими процессами, эволюцией земной коры и земных оболочек, происходили периодические изменения процессов различного характера и ранга. С этой точки зрения климато- и циклостратиграфические категории, возможно, отражают разные стороны геологических процессов в развитии земных оболочек. И, естественно, крайне заманчиво как-то связать седиментационно-циклические и климатостратиграфические категории и вывести их на какие-то параллельные ряды подразделений. Конечно, сделать это непросто, хотя нельзя исключить, что во многих случаях единицы двух названных категорий есть проявления одних и тех же геологических процессов (или процессов, скажем осторожнее, обусловленных тесными причинными связями). В хроностратиграфической шкале они могут занимать одинаковое место, хотя это пока не доказано во всех случаях и каждый раз требует своего подтверждения. В середине 80-х годов В.В. Меннером и автором (Меннер, Гладенков, 1986) была сделана попытка построить два параллельных ряда таких стратиграфических единиц: с одной стороны, циклостратиграфических, с другой, – климатостратиграфических, как подразделений частного обоснования. Вместе с тем была намечена и третья категория – общие микростратиграфические единицы (с идеей их комплексного обоснования), которые отражают в общем виде главные особенности формирования осадочных толщ. Они как бы суммируют или вбирают в себя подразделения вышеназванных типов

