Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1985, т. 104

УДК 551.7.02

О СВЯЗИ СТРАТИГРАФИИ И ЦИКЛОСТРАТИГРАФИИ

И.А.ОДЕССКИЙ

Вопрос о содержательности связи и взаимоотношении стратиграфии и циклостратиграфии с новой силой возник в 70-е годы в результате успешного развития седиментационной цикличности [13]. Задачей настоящей статьи является уточнение данной связи путем рассмотрения степени общности и различия целей, объектов, предметов и методов двух этих областей геологических знаний.

Согласно существующим представлениям, стратиграфия представляет собой „раздел исторической геологии, охватывающий вопросы исторической последовательности, первичных взаимоотношений и географического распространения осадочных, вулканогенных и метаморфических образований, слагающих земную кору и отражающих естественные этапы развития Земли и населявшего ее органического мира" [5, с.267]. Следовательно, основной целью стратиграфии является установление первичной последовательности залегания и возрастных соотношений горных пород. Объектом ее исследований являются геологические разрезы осадочных, вулканогенных и метаморфических (точнее параметаморфических) образований, а предметом - геологические тела, выделяемые по совокупности органических и неорганических особенностей и называемые стратиграфическими подразделениями, или стратонами. Особо следует подчеркнуть, что стратиграфические подразделения - это геологические тела породного или надпородного (сочетание нескольких слоев) уровня организации, отличающиеся определенным единством и постоянством тех или иных признаков (доминант), лежащих в основе их выделения. При этом важнейшей доминантой считается стабильность органических форм, поэтому главным методом, положенным в основу стратиграфии, является биостратиграфический [10].

Циклостратиграфическое направление в геологии долгое время было известно как ритмостратиграфическое. Замена одного термина другим имеет достаточно глубокие корни, уходящие в дискуссию по понятийно-терминологическим вопросам учения о периодичности. Эта дискуссия продолжается до сих пор и не является предметом обсуждения настоящей статьи. Как бы там ни было, целью циклостратиграфии (ритмостратиграфии) является изучение периодизации геологических событий и стратиграфического положения слоев путем установления циклов осадконакопления, например, циклотем (ритмов) флишевых, угленосных и соленосных формаций, что существенно дополняет биостратиграфию [5]. Таким образом, имея тот же объект исследования, что

и стратиграфия, и фактически преследуя те же цели, циклостратиграфия в то же время отличается основными методами анализа и определением предмета исследования.

В самом деле, в отличие от стратиграфии, где доминирующим методом анализа является биостратиграфический, в циклостратиграфии основное внимание исследователя направлено либо на литологические характеристики отложений (тогда анализ может быть назван породно-структурным [9]), либо на фациальный состав толщи (тогда анализ становится фациально-структурным [9]). Если предметом исследования стратиграфии являются геологические тела со стабильными[x], в основном органическими характеристиками, то предмет исследования циклостратиграфии - это породные ассоциации, отличающиеся закономерным порядком их следования в разрезе [I, 3, 7]. Этот порядок проявляется в направленной изменчивости той или иной доминанты в наборе слоев (структура, текстура, вещественный состав осадков и т.д.). Подобные наборы слоев различными исследователями называются по-разному: циклами, циклитами, циклотемами, циклокомплексами и т.д. Однако это вовсе не означает, что между стратиграфическими и циклостратиграфическими единицами не существует определенного соотношения, позволяющего использовать циклостратиграфические исследования для решения важнейших задач стратиграфии. Попытаемся раскрыть эти соотношения.

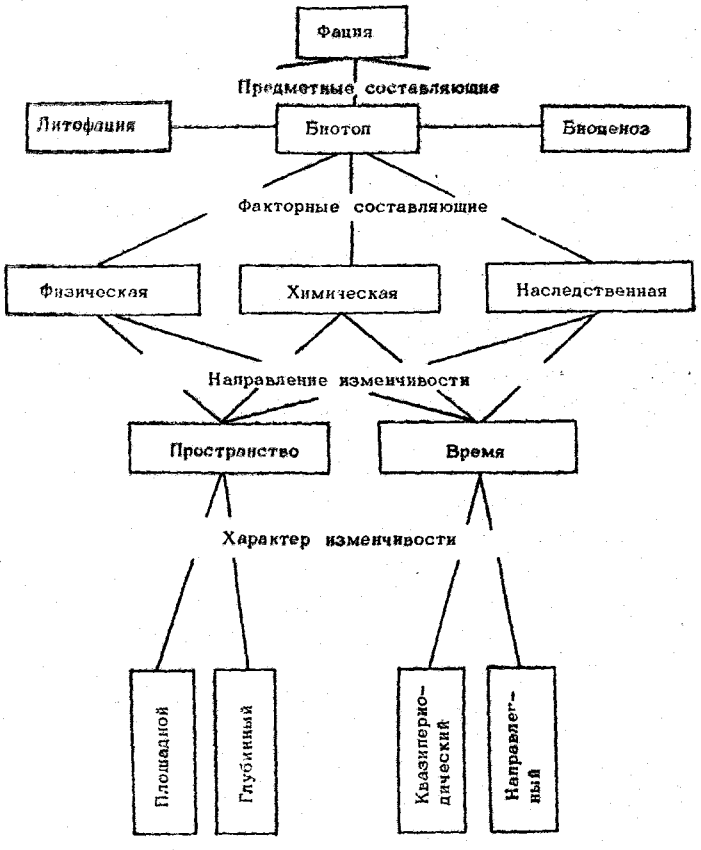


Рис.1. Система фациального контроля

Будем исходить из того, что рассматриваемые нами геоло-

[x] Исключение (в нарушение принципов стратиграфического кодекса) представляет самое мелкое из общих стратиграфических подразделений - звено, которое объединяет комплексы горных пород, сформировавшиеся во время одного цикла климатических изменений.

гические тела выступают в ранге фациальных, что дает основание для обращения к внутренней структуре понятия «фация" и выявления основных факторов, контролирующих стабильность или, наоборот, изменчивость фаций (рис.I). Прежде всего следует подчеркнуть, что схема(рис.I)отражает одну из существующих ныне [8] точек зрения на понятие фация. Согласно ей, фация состоит из трех компонентов: биотоп, литофация и биоценоз. Напомним, что под биотопом понимают области, имеющие однородные экологические условия и занятые определенным биоценозом. Литофация - это осадочный материал или горные породы, сформировавшиеся в определенной фациальной обстановке. Биоценоз - исторически сложившийся комплекс организмов, занимающий определенный участок биосферы.

Так сложилось, что каждая из перечисленных составляющих фации является предметом изучения различных (иногда многочисленных) отраслей геологической науки, поэтому назовем их предметными составляющими. В свою очередь, каждому из этих предметов соответствуют определенные методы анализа, в том числе и такие, как биофациальный и литолого-фациальный, используемые как в стратиграфии, так и циклостратиграфии. Из рассматриваемой схемы с очевидностью следует, что все методы, как впрочем и предметы исследования, разобщены в общем достаточно условно и, разумеется, при изучении толщ на фациальном уровне они должны применяться совместно, органически дополняя друг друга. Иными словами, и по методам исследования между стратиграфией и циклостратиграфией нет принципиальной разницы.

Остается признать, что существо их различий заключено только в предметах исследования и в принципах выделения рассматриваемых тел. Для получения представлений о взаимоотношениях этих тел обратимся к факторам, осуществляющим контроль над фациями. Среди них ведущее положение несомненно занимают три - физический, химический и наследственный, несущий в себе информацию о материнских породах. Физический фактор в условиях бассейновой седиментации отражает гидродинамическую активность среды и, таким образом, определяет гранулометрическую структуру осадка. Химический фактор проявляется в степени солености, солевом составе воды, в значениях окислительно-восстановительного потенциала, щелочно-кислотного показателя и т.д. и, таким образом, определяет вещественный состав хемогенно-органогенных образований. Наследственный фактор лишь косвенно связан с физико-химической обстановкой осадконакопления и указывает в основном на особенности пород в области питания. Например, в песчаниках физический фактор отражен в гранулометрическом составе породы, химический - в составе цемента, наследственный - в минеральном составе обломочных зерен.

Все три факторные составляющие фации могут быть либо постоянными, либо изменчивыми одновременно и в пространстве, и во времени. Пространственные координаты включают, в частности, удаленность от береговой линии, что с некоторыми допущениями можно считать удаленностью от источника сноса, а также глубину бассейна. С удалением от источника сноса и с возрастанием глубины бассейна происходит: I) ослабление гидродинамической активности среды, что приводит к аккумуляции тонкозернистых осадков; 2) изме-

нение концентрации и солевого состава морской воды, что вызывает накопление наиболее подвижных химических соединений (кальцита и кремнекислоты) в бассейнах нормальной солености и наиболее растворимых солей в солеродных бассейнах [2, II]; 3) возрастание в терригенных осадках доли устойчивых к разрушению минералов.

Во времени характер изменчивости фаций может быть квазипериодическим и направленным. Квазипериодичность вызвана возвратно-поступательным ходом геологических событий, что проявляется в более или менее равномерном повторении в разрезе фациальных комплексов и порядке следования в них фаций. Направленность в изменении фациального состава толщ обусловлена общей эволюцией всей седиментационной системы в целом. Это проявляется в том, что с течением времени происходят необратимые планетарные изменения некоторых физико-химических показателей, таких, например, как гравитационная постоянная и соответственно гравитационный потенциал [I2], общая соленость и солевой состав океанических вод [4] и т.п. Следствием этих изменений является непрерывное совершенствование и усложнение органического мира.

Таким образом, сам факт зарождения, расцвета, исчезновения фаций, а также существования различных фациальных переходов есть результат взаимодействия факторных составляющих и, в конечном итоге, особенностей их поведения (стабилизация или дестабилизация) в различных координатах (пространственных и временных). Несомненно, именно это взаимодействие определяет и суть взаимоотношений самих предметов, лежащих в основе стратиграфии и циклостратиграфии.

Во избежание простого декларирования системы фациального контроля обратимся к конкретной геологической ситуации и рассмотрим ее с позиции фациального закона Головкинского - Вальтера [5]. Примером такой ситуации могут служить условия формирования и особенности строения регрессивной силяпской свиты нижнемелового возраста, развитой на территории северной Якутии в пределах Момо-Зырянской впадины, которые изучены В.Н.Зинченко [I6]. Согласно проведенным исследованиям, угленосная силяпская свита представлена в основном песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями конгломератов, углистых пород и углей. Свита имеет четкое цикличное строение и характеризуется фациальной изменчивостью - от преимущественно песчаных отложений аккумулятивной аллювиально-озерной заболоченной равнины до преимущественно алевролитовых образований открытой части бассейна, частично авандельты (рис.2). В соответствии с представлениями Н.А.Головкинского, границы фаций, приведенные на рис.2, по существу, представляют рубежи петрографических горизонтов, являющихся монофациальными, но полихронными образованиями [I-3]. Помимо них должны выделяться также стратиграфические горизонты (I-III), которые по своему составу полифациальны, а по времени возникновения - монохронны. Пространственно те и другие горизонты обязательно пересекают друг друга.

Изменчивость или стабильность в поведении факторных составляющих фации могут быть прослежены по двум основным направлениям, одно из которых

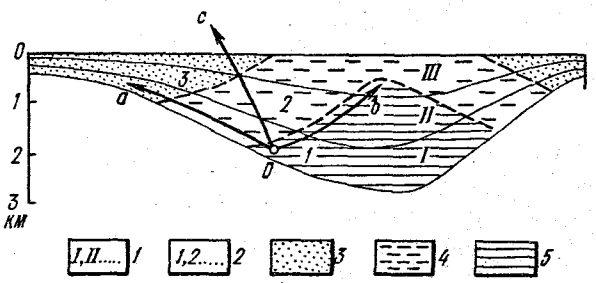


Рис.2. Направление и характер фациальной изменчивости
1 - стратиграфические горизонты; 2 - петрографические горизонты; 3 - аккумулятивная аллювиально-озерная заболоченная равнина; 4 - прибрежная часть бассейна и авандельты; 5 - открытая часть бассейна, частично авандельты

параллельно границам стратиграфических горизонтов (ось *а*), другое - параллельно рубежам петрографических горизонтов (ось *b*). На рисунке оба направления показаны стрелками, пересекающимися в условной точке *О*, относительно которой и рассматривается поведение составляющих.

При движении вдоль этой оси *а* от точки *О* в направлении, отмеченном стрелкой, происходит пространственное изменение всех трех факторных составляющих фации (см. рис.I). Интерферируя друг с другом, они создают фациальные обстановки осадконакопления (от глубоководных к мелководным) и в соответствии с этим формируют те или иные литофации и биоценозы. Так, физический фактор проявляется в выработке гранулометрического профиля, согласно которому с приближением к берегу и переходом к меньшим глубинам бассейна размер породообразующих терригенных частиц возрастает. Биоценозы в этом направлении также характеризуются появлением признаков мелководья: увеличением размера раковин, возрастанием их толщины, появлением сверлящей способности и всевозможных приспособлений для удержания на поверхности дна и т.д. Удаленность от берега и глубина бассейна контролируют не только распределение по площади хемогенных осадков в том порядке, о котором говорилось выше, но находят отражение в видовом составе органических форм, а также в химическом составе их скелетных частей. Наследственный фактор определяет минералого-петрографический состав терригенных фаций и, как показывают наблюдения [I4], оказывает существенное влияние на расселение бентосных форм. Совершенно ясно, что в зависимости от преобладания терригенной или хемогенной седиментации роль доминирующего берет на себя либо физический, либо химический факторы. Если каждый из них дифференцирует фации, то наследственный фактор объединяет их благодаря общности аллотигенной составляющей, т.е. фактически их стратифицирует.

По оси *b*, следующей параллельно границам петрографических горизонтов, т.е. в направлении временной координаты, можно ожидать следующие изменения факторых составляющих. Все три фактора - физический, химический и наследственный - характеризуются направленностью своей изменчивости и соответствующим образом определяют изменчивость литофаций и биоценозов, которую мы называем эволюционной. Эта изменчивость происходит в рамках монофациальных образований, а так как время формирования любой фации конечно и ограничено достаточно узкими хронологическими интервалами, то

уловить ее обычно не пытаются, полагая физико-химическую обстановку на всем протяжении образования монофациального пласта однообразной. В отличие от физического и химического факторов наследственный вызывает ощутимые изменения в веществе терригенной составляющей осадка в связи со сменой питающих провинций и глубиной их денудационного среза. Таким образом, становится очевидным, что при расчленении толщи на стратиграфические горизонты в направлении оси времени первостепенное значение приобретают не породные признаки отложений, а вещественный состав их терригенной компоненты. Иными словами, породные признаки выявляют асинхронные границы, а унаследованные вещественные признаки устанавливают изохронные границы.

Наконец, внесем пояснения относительно оси *c*. Направление вдоль этой оси является векторным по отношению к двум предыдущим, поэтому оно отражает все особенности фациального контроля, рассмотренные выше. Но наряду с этим оно может нести информацию о квазипериодичности явлений. В данном случае эта информация отсутствует, так как рассмотренная свита отражает только один регрессивный этап в развитии соответствующего бассейна. Изменчивость или стационарность, прослеживаемая по оси *c*, особенно важна, поскольку именно она фиксирована в изучаемых нами геологических разрезах.

Из изложенного ясно, что фациальный состав осадков, наблюдаемых в геологических разрезах, является отражением физико-химической обстановки осадконакопления, которая может мигрировать как по площади, так и во времени. Однако в силу изложенных выше причин возникшие под ее влиянием геологические образования считаются литологически монотонными, а их границы изохронными. В то же время в таких монотонных телах происходит эволюция вещественных характеристик наследования, которые могут служить объектом исследования циклостратиграфии. Иными словами, одно и то же тело, рассматриваемое на разных уровнях его организации (в данном случае породном и вещественном), может играть роль как стратона, так и циклостратона. Следует, однако, иметь в виду, что проблемы стратиграфии, как правило, решаются на породном уровне. Поэтому рассмотрение связи стратонов и циклостратонов целесообразно ограничить рамками литологической номенклатуры. Из определений предметов стратиграфии и циклостратиграфии ясно, что в обозначенных рамках стратон представляет собой относительно однородный пласт, а циклостратон - последовательность различных пластов. Отсюда следует, что при использовании общей доминантной характеристики при выделении тех и других их объемы совпадать не могут (кроме звеньев, отражающих климатические циклы). В свою очередь, циклостратоны формируют более крупные геологические тела. Если циклическая структура таких тел однородна, т.е. не проявляет направленной изменчивости отдельных своих частей, то такие тела, несомненно, приобретают статус стратона. В противном случае возникает новый циклостратон, но более высокого ранга. Судить о характере геологических тел можно только в том случае, если в их состав входят, по крайней мере, два циклостратона более низкого порядка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айнемер А.И., Одесский И.А. Условия применения и возможности математических методов при анализе периодичности геологических процессов. - В кн.: Цикличность осадконакопления и закономерности размещения горючих полезных ископаемых. Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1975. 23 с.

2. Валяшко М.Г. Закономерности формирования месторождений солей. М., Изд-во МГУ, 1962. 350 с.

3. Вассоевич Н.Б., Гладкова В.Г. О необходимости упорядочения номенклатуры, связанной с периодичностью и цикличностью литогенеза, нефтеобразования и других природных явлений. - В кн.: Современные проблемы геологии, геохимии горючих ископаемых. М., Наука, 1973, с. 8-31.

4. Виноградов А.П. *Введение в геохимию океана.* М., Наука, 1967. 214 с.

5. Геологический словарь. М., Недра, 1978, т. 2. 456 с.

6. Зинченко В.Н. Силяпская свита юго-восточной части Зырянского прогиба. - Геология и геофизика, 1980, № 2, с. 155-159.

7. Карогодин Ю.Н. Элементы теории и методика изучения седиментационной цикличности. Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1976. 37 с.

8. Наливкин Д.В. Учение о фациях. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1956, т. 1. 534 с.

9. Одесский И.А., Филина С.И. Количественные оценки при системно-структурном анализе седиментационной цикличности. - В кн.: Проблемные вопросы литостратиграфии. Новосибирск, Наука, 1980, с. 71-78.

10. Стратиграфический кодекс СССР. Л., изд. ВСЕГЕИ, 1977. 79 с.

11. Страхов Н.М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М., Госгеолтехиздат, 1963. 672 с.

12. Ферхуген Дж., Тернер Ф., Вейс Л. и др. Земля. Введение в общую геологию. М., Мир, 1974, т. 1. 392 с.

13. Цикличность осадконакопления и закономерности размещения горючих полезных ископаемых. Тез. докл. Всес. конф. Новосибирск, изд. ИГиГ СО АН СССР, 1975. 255 с.

14. Яковлева Т.А. Современные донные отложения Восточного Мурмана и Воронки Белого моря. Автореф. канд. дисс. Л., изд. ВНИГРИ, 1980. 24 с.