

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.3

И.А. Вылцан, А.Ф. Беженцев, С.А. Беженцев

ОСНОВЫ РИТМОСТРАТИГРАФИЧЕСКОГО,
ФАЦИАЛЬНО-ЦИКЛИЧЕСКОГО И ФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА

Рассматривается комплексный подход к анализу строения и состава осадочных и вулканогенно-осадочных толщ, опираясь на ритмостратиграфический, фациально-циклический и формационный анализ. В практике геолого-съемочных и поисковых работ в настоящее время приобретают большое значение задачи выяснения вещественного состава, строения и условий образований различных типов осадочных пород и фаций, способствующих установлению их генезиса и обнаружению соответствующих полезных ископаемых.

Положительное решение подобного рода целей в геологии достигается, как правило, при высокой степени изученности геологического строения исследуемого района, с одной стороны; при комплексном использовании различных геологических и геофизических методов, опираясь на систему данных, получаемых при углубленном применении результатов ритмостратиграфического, фациально-циклического и формационного анализов осадочных пород в частности – с другой.

Первой ступенькой в достижении и реализации этого является анализ цикличности. Изучение цикличности, а также ритмичности и явлений периодичности относится к одному из фундаментальных направлений – дальнейшего развития многих отраслей естественных наук. Нередко в той или иной области науки, где открываются законы цикличности, периодичности, наблюдается резкий скачок в ее развитии. Так было с открытием периодического закона Менделеева в химии. В настоящее время отмечается интерес к выяснению проявления законов цикличности-периодичности в биологии, в сельскохозяйственном производстве, в медицине, при изучении космических явлений.

Применительно к геологии факт закономерного чередования пород впервые был установлен в угленосных формациях в практике геолого-разведочных работ на угольных шахтах еще в XVIII в. При этом авторы наиболее ранних работ отмечали лишь переслаивание угольных пластов с пластами морских пород. Так, Г. Дела Беш [1] связывал это чередование с тектоническими движениями. Эти взгляды немного позднее были подтверждены Д.И. Соколовым [2], который также указал на связь чередования пород со сменой морских и пресноводных осадков (пород) в результате «поднятий и понижений почвы» [2].

В это же время начинают более детально изучаться и сочетания литологических разновидностей пород; в частности, Дж. Доусон [1] особо обращал внимание на такие сочетания литологических членов разреза, как: «подугольная свита» – «уголь» – «битуминозный известняк». Несколько ранее Дж. Филлипс [1] показал, что нижнекаменноугольные отложения в северной части Англии, названные им йордейлской серией, характеризуются повторением слоев «известняка, крупнозернистого песчаника и глинистых сланцев». В этот же период начинают изучаться и сами сочетания литологических типов пород. Данный исследователь выделял

три типа такого чередования и ввел буквенные индексы для чередующихся пород. Они представлены указанными выше слоями, которые и были закодированы главными буквами латинского алфавита – А, В, С. Отдельные сочетания таких литологических единиц (типа А В С, С А В и др.) он предложил называть членом. Ряд подобных членов образуют «серию». Там, где последовательность состоит из повторения одного и того же члена (А В С, А В С, А В С...), серию было предложено называть гомополимерной. Если последовательность состоит из двух членов, то ее следует называть димерной серией. В случае, если члены, входящие в ее состав, разнородны (А В С, А С В, В А С...), это гетерополимерная серия. Однако данные столь важные предложения Филлипса, к сожалению, не были приняты во внимание и не использовались геологами на протяжении целого столетия.

Новый этап интереса к изучению цикличности осадконакопления резко возрос после 1930 г. благодаря работам американского ученого Д. Уэллера [2]. В 1930 г. он выделил в угленосных отложениях штата Иллинойс типичную повторяющуюся совокупность пород, состоящую из девяти последовательных литологических членов. В 1932 г. эта последовательность была названа циклотемой, термин специально был предложен для описания угольсодержащих осадочных отложений.

В СССР цикло- и ритмостратиграфические исследования проводились большой группой ученых-геологов, прежде всего «угольщики», которые являлись представителями разных геологических школ – ГИНа АН, МГУ, МГРИ, ЛГУ, ЛГГИ, ИГ и Г СО АН, ТашГУ, ТГУ и др.:

1) литологи-угольщики ГИНа – Л.Н. Ботвинкина, П.П. Тимофеев и другие под руководством Ю.А. Жемчужникова [3];

2) микропалеонтологи под руководством Д.М. Раузер-Черноусовой [3];

3) геологи ЛГГИ под руководством Д.В. Наливкина [4];

4) литологи ЛГУ – Н.В. Логвиненко [5], В.Н. Шванов [6];

5) С.И. Романовский [7] и В.А. Зубаков [8] во ВСЕГЕИ;

6) литологи (МГРИ, МГУ) М.С. Швецов [9], Л.В. Пустовалов [10], С.В. Тихомиров [10], Г.Ф. Крашенинников [11], В.М. Цейслер [12] и др.;

7) литологи ТашГУ под руководством В.И. Попова [13]; В.И. Попов, С.Д. Макарова, А.А. Филиппов [14], В.И. Тройцкий [14];

8) Н.Б. Вассоевич и др. в Баку [15] и во ВНИГРИ [16–18]; МГУ [19];

9) В.П. Казаринов в СНИИГГИМС [20], И.А. Вылцан в ТГУ [21–23], И.А. Вылцан, А.Ф. Беженцев [24];

10) Ю.Н. Карагодин [24а], А.А. Трофимук в ИГ Г СО АН [25] и др.

В ТашГУ В.И. Поповым, С.В. Тихомировым, А.А. Филипповым [14] и В.А. Зубаковым (1978) [8] во ВСЕГЕИ были опубликованы первые схемы ритмостратиграфических подразделений, увязавших циклические и стратиграфические единицы геологических разрезов. В.А. Зубаковым, в частности, был опубликован проект дополнений к Стратиграфическому кодексу СССР, касающийся ритмостратиграфических подразделений.

Основные термины. Для обозначения в разрезах геологической периодичности исследователи использовали термины «ритмичность» и «цикличность», выделяя ритмы или циклы как элементы строения разрезов. Ряд исследователей-геологов полагает, что эти научные термины практически идентичны. Такого мнения придерживаются, например, представители так называемой Среднеазиатской (Ташкентской) школы литологов, которую продолжительное время возглавлял В.И. Попов со своими единомышленниками. На Всесоюзных совещаниях, специально посвященных рассмотрению и анализу седиментационной цикличности, в частности в 1975 и 1977 гг., напротив, высказывались соображения, в которых утверждалось, что в каждое из упомянутых понятий вложен свой отличительный смысл. Ниже приводятся наиболее известные формулировки данных терминов.

Под цикличностью понимают определенный и неоднократный порядок следования этапов, стадий, фаз какого-либо геологического процесса [25].

Цикл – это единичная последовательность, ряд чем-либо связанных элементов геологического процесса [25].

Циклит (по Ю.Н. Карагодину [24а] и С.Л. Афанасьеву [25]) – это последовательный ряд взаимосвязанных породных тел (слоев, их ассоциаций различного порядка), естественно выделяющихся по направленности структурных, вещественных изменений в геологических разрезах.

Циклит (по И.А. Вылцану [26]) – это овеществленное выражение цикла. Под ритмичностью понимают равномерное, упорядоченное чередование характерных элементов в процессе развития, движения. Под ритмом – соразмерность чередования, повторение определенных интервалов во времени [25].

Ритмолит – вещественная реализация ритма в разрезах. Ритмолит является одновременно эквивалентом циклита [27, 28].

Цели и задачи ритмоциклостратиграфии. В настоящее время отмечается усиление интереса геологов к проблемам седиментационной цикличности (ритмичности). При этом данный подход используется для решения тех или иных задач в разных направлениях геологии: в стратиграфии, литологии, тектонике, в угольной и нефтяной отраслях исследований и т.д. Это обусловлено тем, что циклическая упорядоченность в строении разрезов, существующая в них закономерность в чередовании типичных ассоциаций типов пород обнаружены практически во всех разновидностях осадочных формаций [29].

Основные задачи, с которыми приходится иметь дело при изучении цикличности, ритмичности осадочных толщ, следующие:

1. Выделение, или вычленение, определенного вида циклических (ритмических) единиц, начиная с самых элементарных, а следом за этим и более значимых – более крупных, является наиболее сложной, а поэтому и более трудоемкой из задач исследования данных объектов стратификации. В отличие от объектов исследования в биологии, например зоологии, геологические объекты, обнаруживающие цикличность, прежде всего, не обладают ясно выраженной автономией, т.е. не вполне дискретны, а если и дискретны, то не явно, не очевидно. Слои и их ассоциации в геологических разрезах следуют одни за другими без каких-либо ярких признаков в пространстве. Поэтому очень важно выработать и придерживаться единых правил выделения и группирования как слоевых элементов, так и циклитов (ритмолитов). Разработка схемы иерархии – соподчинения такого рода членов разреза – должна опираться на системный подход [21, 22, 30].

2. Геологов, занимающихся цикличностью, можно отнести к двум категориям. Одних интересуют в основном только крупные циклы: региональные, планетарные (Н.М. Страхов, Н.С. Бубнов, Г.П. Леонов, В.Е. Хаин и др), в то время как другие (П. Дафф, А. Халлам, Э. Уолтон, Н.Б. Вассоевич, В.И. Попов, Л.Н. Ботвинкина и др.), в том числе и большая группа геологов-угольщиков школы Ю.А. Жемчужникова, в качестве главного объекта исследования принимают средние, мелкие и элементарные циклиты. Совершенно очевидно, что необходимо изучать цикличность (ритмичность) разного масштаба и ранга. Для разработки систематики циклитов (ритмолитов) крайне важно изучение, кроме крупных, также и мелких, элементарных циклитов (ритмолитов), относящихся к разным порядкам. Поскольку в их строении, пространственном взаимоотношении и соподчинении заложена информация о структуре и более крупных по рангу циклитов, а следовательно, и об истории развития седиментационного бассейна.

Поэтому одной из важных задач при данных исследованиях является выбор рационального комплекса методов для выделения и изучения цикличности разного ранга и масштаба; кроме традиционных чисто качественных приемов, появилась потребность внедрения в данный комплекс точных количественных методов.

Важно правильно оценить значимость перерывов-пробелов в последовательностях пород как внутри, так и на границах циклических систем. Последнее позволит выявить всю иерархическую организацию перерывов (пауз) в седиментационном процессе [31].

3. Необходимо ясно представлять круг теоретических и практических задач, которые можно решать на базе изучения цикличности. Это в равной мере касается угольной и нефтяной геологии. В последней известно, например, что резервуары и экраны занимают определенное место в циклокомплексах при оценке нефтегазоносности месторождений.

4. Установление тесной связи и общности задач теории и практики седиментационной цикличности, однако первую следует развивать применительно к каждому генетическому типу осадочных образований отдельно

либо стремиться установить общие для всех генетических типов толщ признаки и отнести их к числу базовых в теории седиментогенеза.

5. Важной задачей является привлечение и использование геофизических материалов. Геофизические данные относятся к числу наиболее ценной информации в ряду такого рода документов, а нередко и единственными (современные моря и акватории океанов), на основе которых можно судить о строении бассейнов осадконакопления. На повестке дня стоит задача автоматизированных способов выделения и площадного прослеживания циклитов того или иного ранга. Вот тот далеко не полный перечень задач изучения седиментационной цикличности.

Фациально-циклический метод (ФЦА) – это одно из направлений развития литологии, в частности изучения свойств и особенностей процесса формирования осадков-пород в седиментационных бассейнах. Оно развивалось в СССР под влиянием работ геологов-«угольщиков» и прежде всего Ю.А. Жемчужникова и его последователей. Любая методика опирается на существующие теоретические представления, объясняющие причины и условия возникновения тех или иных закономерностей в строении геологических разрезов, начиная с анализа собранного фактического материала в определенной последовательности и кончая использованием ряда разработанных приемов исследования.

ФЦА основывается на приемах, которые могут быть сгруппированы в следующий последовательный ряд этапов исследования:

1. Описание генетических признаков пород, установление их фациальной принадлежности, иначе говоря фаций, и на их основе выделение литогенетических типов в породно-слоевых ассоциациях.

2. Рассмотрение данных признаков с точки зрения того, чем они обусловлены (определение палеоландшафта и механизма формирующего данные отложения), диагностика условий осадконакопления и вывод о их принадлежности к морским или континентальным образованиям.

3. На основе выявленной последовательности смежных фаций, уточнения их парагенезиса определение параметров циклитов (ритмолитов) в каждом изученном интервале разреза. Кроме мощности и состава обращается внимание на характер границ и полноту набора фаций (пород) в каждом циклите (ритмолите). С учетом всех полученных данных по строению и составу циклитов (ритмолитов) производится их типизация.

4. Составление литолого-фациальных профилей (разрезы), на базе которых прослеживается выдержанность и соотношение породно-слоевых элементов, т.е. литогенетических типов и качественный состав образуемых ими циклических единиц, характеризующих особенности цикличности рассматриваемого стратиграфического подразделения. Такой анализ и прослеживание изучаемых литолого-стратиграфических объектов в конкретном территориальном районе, регионе позволяет уточнить и окончательно установить не только границы циклитов-ритмолитов, но и определить их циклический порядок и ранг.

5. Заключительным этапом работ при ФЦА является составление палеогеографических карт.

Эти этапы лежат в основе данной методики. Прежде чем перейти к изложению сущности методик, необходимо коснуться некоторых терминов и понятий, с которыми тесно связано выявление циклов осадконакопления, в том числе и их вещественных аналогов – циклитов: «фация» и «генетический тип» отложений. Общеизвестно, что существует неразрывная связь между проявлением формы, в данном случае цикличностью, и отражением ее содержательной части, т.е. фациями. В настоящее время многие геологи интересуются и в своих исследованиях используют как один из самостоятельных геологических методов фациальный анализ. Хотя, к сожалению, до сих пор не существует единства в трактовке самого понятия «фация». Многие исследователи в той или иной форме отмечают двойственность этого понятия. С одной стороны, оно отражает обстановку осадконакопления, т.е. физико-географическую среду, с другой – определенный тип осадка – породы, в которой выражены признаки, указывающие на данную обстановку.

Например, Л.Н. Ботвинкина [25] и несколько позднее И.А. Вылцан [32] считают, что фация – это отложения, сформировавшиеся в определенной физико-географической обстановке, выраженной в признаках данных отложений. Поэтому в названиях конкретных фаций включается как определение самого осадка, так и указание на условия, в которых он сформировался. Например: «фация песчаных русловых отложений», «фация прибрежно-морских алевритовых илов» и т.д.

Конечный этап фациального анализа – определение палеоландшафта (в широком его понимании) и его изменений в пространстве и времени. Именно поэтому фациальный анализ положен в основу изучения цикличности, т.е. объективно существующей закономерности изменений условий седиментации.

Начинающему исследователю следует обратить внимание еще на такой важный момент. Во многих случаях, например при изучении морских отложений (шельфовых, склоновых и глубоководных), иногда наземных континентальных образований (коры выветривания, морены и др.) и особенно при анализе признаков отложений, сформировавшихся в областях активного вулканизма, обнаруживается, что основные генетические признаки отложений далеко не всегда зависят от ландшафта, в котором они сформировались, а обуславливаются процессами более широкого плана – региональными, действием тех агентов, которые образовали данный комплекс отложений. Причем один и тот же процесс может действовать в разных фациальных обстановках, а различные процессы – в одной и той же неизменной фациальной обстановке.

Таким образом, в некоторых случаях для выявления всего спектра отложений может быть недостаточно выделения фаций в указанном выше определении Ботвинкиной, т.к. напрашивается необходимость внесения изменения в формулировку понятия фации. Или кроме фаций, нужно предусмотреть и другие генетические единицы разреза, а именно генетические типы отложений в первоначальном понимании, предложенном в свое время А.П. Павловым [30].

Генетический тип отложений – естественно сформировавшаяся группа отложений, обладающая определенным сочетанием характерных генетических признаков,

которые указывают на общность процесса, на формирование каким-либо определенным агентом. Например: отложения аллювия горных рек, отложения оползней, отложения мутьевых потоков. В них не входят название пород, которыми типы представлены, и далеко не всегда и не для всех из них дается определение ландшафта, в котором они сформировались.

Генетический тип отложений может быть представлен и рыхлым осадком, и горной породой, и несколькими породами, но при условии, что процесс, который их создал, был единым, общим.

В целом «генетический тип отложений» является понятием более общим, чем «фация». Необходимо подчеркнуть, что понятие «генетический тип отложений» не следует смешивать со значительно более узким понятием «литогенетический тип».

Литогенетический тип – это тип породы, которая обладает совокупностью признаков, связанных с ее генезисом. Конкретное название литогенетического типа складывается из названия породы с указанием характерных признаков, отличающих ее от других пород, но не обяза-

тельно с расшифровкой значения этих признаков. Например: полимиктовый песчаник крупнозернистый с крупной слоистостью (слоичатостью), алевролит с большим количеством корневых остатков, глина плотная с включением гравия и гальки и т.д.

Литогенетические типы – это генетические типы литифицированных пород, а не осадков. Их выделение – это начальный этап фациального и генетического анализа геологических разрезов. Выделение фаций и генетических типов – это результат тщательного анализа и синтеза полученного материала и сравнение его с данными по другим объектам.

Более подробно соотношение понятий «фация» и «литогенетический тип», или просто «порода», и значение этих понятий для геологии, а также методика их выделения и диагностика представлены в [30].

В заключение следует отметить, что вопросы причинной связи цикличности-ритмичности, связанной с условиями седиментогенеза, зависящих от климата, а также от локальных, региональных, глобальных и космических факторов, требуют отдельного рассмотрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ботвинкина Л.Н., Алексеев В.П. Цикличность осадочных толщ и методика ее изучения. Свердловск, 1991. 335 с.
2. Иванов Г.А. Угленосные формации. Л.: Недра, 1967. 407 с.
3. Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна / Ю.А. Жемчужников, В.С. Яблоков, Л.И. Боголюбова. М.: Изд-во АН СССР, 1959. Ч. 1. 331 с.
4. Наливкин Д.В. Учение о фациях. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 1, 2.
5. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород. 2-е изд. М.: Высш. шк., 1974. 400 с.
6. Шванов В.Н. Структурно-вещественный анализ осадочных формаций (начало литомографии). СПб.: Недра, 1992. 230 с.
7. Романовский С.И. Динамические режимы осадконакопления. Циклогенез. Л.: Недра, 1985. 263 с.
8. Зубаков В.А. Дополнение к стратиграфическому кодексу // Стратиграфический кодекс... СПб.: ВСЕГЕИ, 1992.
9. Швецов М.С. Петрография осадочных пород. 2-е изд. М., 1948. 374 с.
10. Пустовалов Л.В. Петрография осадочных пород. М.: Госнаучтехиздат, 1948. Ч. 1, 2.
11. Крашенинников Г.Ф. Учение о фациях. М.: Высш. шк., 1971. 367 с.
12. Цейслер В.М. Анализ геологических формаций. М.: Недра, 1992. 136 с.
13. Попов В.И. Литология кайназойских моласс Средней Азии. Ташкент: Изд-во УзССР, 1954. Ч. 1. 524 с.
14. Попов В.И., Макарова С.Д., Филиппов А.А. Руководство по определению осадочных фациальных комплексов и методика фациально-палеогеографического картирования. Л.: Гостоптехиздат, 1963. 714 с.
15. Вассоевич Н.Б., Гроссгейм В.А. Ритмичность флишевых отложений и использование ее в практике геологических исследований // Азерб. нефт. хоз. 1938. № 5.
16. Вассоевич Н.Б. Флиш и методика его изучения. Л.; М.: Гостоптехиздат, 1948. 216 с.
17. Вассоевич Н.Б. Эволюция представлений о геологических фациях // Лит. сб. М.; Л.: ВНИГРИ, 1948. Т. 1. С. 13–44.
18. Вассоевич Н.Б. История представлений о геологических формациях (геогенерациях) // Осадочные вулканогенные формации. Л.: Недра, 1966. С. 3–24.
19. Вассоевич Н.Б. Об основных понятиях и терминах стратациклономии // Цикличность осадконакопления нефтегазоносных бассейнов и закономерность расположения залежей. Новосибирск: СОАН, 1978. С. 5–34.
20. Казаринов В.П. Осадочные комплексы Западной Сибири // Сов. геология. 1960. № 8. С. 26–38.
21. Вылцан И.А. Цикличность седиментации отложений ильинской свиты Кузбасса // Материалы по геологии и нефтегазоносности Западной Сибири: Тр. ВНИГРИ. Л.: Госнаучтехиздат, 1958. Вып. 124. С. 179–202.
22. Вылцан И.А. Осадочные формации Горного Алтая. Томск: Изд-во ТГУ, 1974. 188 с.
23. Вылцан И.А. Осадочные формации и их историко-геологические типы. Томск: Изд-во ТПУ, 2000. 123 с.
24. Вылцан И.А., Беженцев А.Ф. Методологические аспекты изучения цикличности // Теоретические и методологические вопросы седиментационной цикличности и нефтегазоносности. Новосибирск: Наука, 1988. С. 45–56.
- 24а. Карагодин Ю.Н. Седиментологическая цикличность. М.: Недра, 1980. 242 с.
25. Афанасьев С.Л. Пульсы и циклы верхнемеловых отложений Большого Кавказа // Цикличность отложений нефтегазоносных и угленосных бассейнов. М.: Наука, 1977. С. 177–190.
26. Вылцан И.А. Ритмоанализ как критерий установления ранга стратиграфических подразделений // Основные теоретические вопросы цикличности седиментогенеза. М.: Наука, 1977. С. 196–202.
27. Вылцан И.А. Ритмы – индикаторы геотектонических условий седиментогенеза // Основные теоретические вопросы цикличности седиментогенеза. М.: Наука, 1977. С. 237–243.
28. Вылцан И.А., Устинова В.Н. Циклы в геологии // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2004. № 3. С. 58–63.
29. Херасков Н.П. Тектоника и формации. М.: Наука, 1967. С. 3–32, 92–102.
30. Вылцан И.А. Фации и формации осадочных пород. Томск: ТГУ, 2002. С. 20–90.
31. Вылцан И.А. Седиментационные перерывы, паузы, диаастемы, их диагностика и классификация: Учеб. пособие. Томск: Изд-во ФГУ «Томский ЦНТИ», 2005. 70 с.
32. Вылцан И.А. Введение в учение о фациях и формациях. Томск: Изд-во ТГУ, 1984. Ч. 1.

Статья представлена научной редакцией «Науки о земле» 10 января 2008 г.