

# ГЕОЦИКЛИЧНОСТЬ

НОВОСИБИРСК-1976

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ОБРАЗОВАНИЯ НЕФТИ И ГАЗА  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

552.5

# ГЕОЦИКЛИЧНОСТЬ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

НОВОСИБИРСК—1976



2046

В сборнике впервые рассматривается широкий круг теоретических вопросов, связанных с исследованием геологической цикличности. Это вопросы количественных методов выделения в реальных геологических разрезах циклокомплексов, значения гипотез и теорий в цикличности, связи планетарных закономерностей дифференциального размещения нефтяных и газовых залежей с седиментационной цикличностью и другие.

Сборник представляет интерес для широкого круга исследователей геолого-географического цикла наук.

Ответственные редакторы:

академик А.А.Трофимук

доктор геолого-минералогических наук Ю.Н.Карогодин

Печатается по решению секции стратиграфии, тектоники, литологии и осадочных полезных ископаемых Ученого совета Института геологии и геофизики СО АН СССР

© Институт геологии  
и геофизики СО  
АН СССР, 1976

ВОПРОСЫ ЦИКЛИЧНОСТИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ Н.Б. ВАССОЕВИЧА

(В связи с семидесятипятилетием со дня рождения)



Цикличность геологических процессов — одна из проблем геологии, интерес к которым то усиливается, то ослабевает, но никогда не прекращается со времени их возникновения. Представляется, что сейчас новый качественный этап в исследовании этой проблемы, подготовленный всей историей изучения цикличности. В развитии и становлении представлений о геологической цикличности важное значение имели работы как зарубежных, так и, особенно, отечественных

учёных, начиная с М.В. Ломоносова, И.И. Эйхельда, Н.И. Андрусова, Г.П. Михайловского, А.Д. Архангельского, А.П. Карпинского, Д.В. Наливкина. Большой вклад в разработку тех или иных вопросов проблемы внесен Н.Б. Вассоевичем, Ю.А. Жемчужниковым, Н.М. Страховым, В.Е. Хаиным, М.А. Усовым, В.И. Поповым, В.П. Казариновым, Г.А. Ивановым и многими другими.

Становление геоцикличности как самостоятельного направления в геологии требует тщательного анализа имеющегося наследия, критического разбора представлений отдельных исследователей и школ.

30 марта 1977 г. исполняется 75 лет со дня рождения одного из больших энтузиастов в области исследования геоцикличности, члена-корреспондента АН СССР, профессора МГУ Николая Брониславовича Вассоевича.

Интерес к ритмичности и цикличности у Н.Б. Вассоевича возник в связи с исследованиями в области развития флишевых отложений. С ними он столкнулся ещё будучи студентом, когда работал в качестве коллектора в партии известного кавказского геолога Владимира Павловича Ренгартена в бассейне реки Арагви в Грузии.

Позже, когда Н.Б. Вассоевич вёл уже самостоятельные исследования, то он встречался с флишем на Северном Кавказе, в Хадзыженском районе, в окрестностях Анапы, в районе Туапсе и т.д.

Однако специально флишевыми отложениями пришлось заняться в 1928 г., когда Н.Б. Вассоевич в качестве начальника геологосъёмочной партии Геологического комитета СССР начал детальную съёмку Тианетского района в Восточной Грузии. В дальнейшем эти работы распространились на Горную Кахетию и длились шесть лет. Именно в этом флишевом царстве Вассоевич подметил те характерные особенности флиша, которые свойственны самым разнообразным по возрасту и по петрографическому составу отложениям — выяснилось, что ритмичность отложений свойственна и терригенному, и карбонатному, осадочно-вулканогенному, и кремнистому флишу.

Методикой изучения флиша Вассоевич занялся специально уже во время своих исследований в Азербайджане. К этому времени, к концу 30-ых годов, относятся его публикации по вопросу методики изучения флиша, его ритмичности и т.д. В 1948 г. вышла книга Вассоевича "Флиш и методика его изучения", а в 1951 г. второй том — "Условия образования флиша". Книги были переведены и изданы во Франции и в Китае.

Вассоевич разработал метод графической коннексии, взяв за основу приём, предложенный шведским учёным Де Геером для ленточных глин (варв). В предисловии к первой книге член-корреспондент АН СССР В.П. Ренгартен писал (смотри предисловие от редактора): "Работа Н.Б. Вассоевича должна занять в мировой геологической литературе совершенно особое место. Это — настоящая энциклопедия флиша." Метод коннексии получил широкое распространение и общее признание. Его совершенствовали в дальнейшем В.А. Гроссгейм, С.Л. Афанасьев, и в настоящее время он с успехом используется во всех исследованиях тонкослоистых толщ.

Ритмичность — частный случай вообще слоистости, этого замечательного текстурного свойства, признака большинства осадочных пород. Вассоевич установил два принципиально отличных типа слоистости — мутационную слоистость и миграционную.

Первоначально Вассоевич называл флишевые многослои, закономерные, элементарные сочетания слоёв ритмами, но затем, учтя замечания А.Н. Гейслера, отказался от этого неправильного наи-

менования, хотя оно получило широкое распространение в геологической литературе и изживается до сих пор с большим трудом.

Начиная с 1954 года, с момента выхода в свет "Спутника полевого геолога-нефтяника", Н.Б. Вассоевич уже не называет флишевые многослойные ритмы и борется с этой терминологической ошибкой.

Работы Н.Б. Вассоевича по исследованию столь сложной формации, какой является флишевая, — блестящий пример того, что может дать для расшифровки структуры и истории формирования бассейна детальный анализ цикличности. Выделение и анализ слоевых систем, отвечающих циклам, позволил доказать возможность их опознавания в разрезах и корреляции на значительные расстояния.

В настоящее время работами С.Л. Афанасьева и других доказано, что с помощью разработанного Н.Б. Вассоевичем метода коннексии можно коррелировать не только группы, но и отдельные элементарные циклокомплексы на десятки и даже первые сотни километров. Исследования Н.Б. Вассоевича по цикличности флиша не утратили своего значения и до настоящих дней.

В 1972 г. Вассоевичу пришлось вернуться снова к понятию о цикличности, но уже в связи с нефтегазообразованием и во многом из-за того, что интерес к геологическим циклам резко возрос и многие процессы, в том числе накопление РОВ и его преобразование, нефтеобразование стали рассматриваться в данном аспекте (Т.А. Ботнева, Н.А. Еременко, С.Я. Максимов, Р.Г. Панкина, Ю.Н. Карогодин, А.Э. Конторович, А.А. Трофимук, Н.Ю. Успенская и др.).

Одна из ошибок, которую стали допускать многие исследователи, заключается в отождествлении, идентификации различных циклов (биологических, геохимических, накопления и преобразования РОВ и т.д.) с седиментационными, литологическими циклами. На эту ошибку мы указывали ранее. Н.Б. Вассоевич, в публикациях последних лет, с присущим ему темпераментом доказывает необходимость разграничения этих понятий. Им также показано, что основные представления о стадийности, цикличности (напрасно он избегает этого термина в данном случае) были заложены ещё в работах И.М. Губкина, на что ранее указывали М.В. Касьянов и А.А. Бакиров. Процессы накопления и преобразования РОВ, формирования залежей и изменения концентрированных углеводородов имеют циклический, ритмичный характер. Рассмотрение их с этих позиций, безусловно, позволит более глубоко понять природу углеводородов и закономер-

ности их размещения.

Важное место в своих исследованиях Н.Б. Вассоевич отводит вопросам научной терминологии, в том числе касающимся цикличности, ритмичности, периодичности и повторяемости. Им посвящена специальная статья (1973), тезисы доклада и препринт Новосибирской конференции по цикличности (1975) и Ленинградского совещания. Н.Б. Вассоевич настаивает на разграничении терминов процесса (цикла) и его вещественного отражения, цикличности и повторяемости. отождествление последних, как он подчеркивает, является весьма распространенной ошибкой у многих исследователей. Николай Брониславович давно и последовательно ведет активную борьбу за точность и чистоту научного языка различных направлений геологии (литологии, геохимии и т.д.).

Н.Б. Вассоевич возглавляет подкомиссию по общим теоретическим вопросам цикличности Комиссии по цикличности осадконакопления и закономерностям размещения горючих полезных ископаемых при Научном совете АН СССР по проблемам образования нефти и газа. Николай Брониславович полон сил, энергии и творческих замыслов. Его единомышленники, друзья и ученики уверены в том, что предложенные им идеи и методы будут развиты и обогатят новое направление — геодикличность, имеющее важное значение для дальнейшего развития нефтяной геологии.

Список работ Н.Б. Вассоевича по цикличности и ритмичности

1. О некоторых особенностях флишевых отложений. — "Новости нефт. геол.", 1935, № II(2I), с. 1-2.
2. Ритмичность флишевых отложений и использование её в практике геологических исследований. — "Азерб. нефтяное хоз-во", 1938, № 6, с. 5-II. (Совместно с В.А. Гроссгеймом).
3. К методике геологических исследований областей развития флишевых отложений. — "Тр. по вопросам нефтяной геологии АзНИИ им. Куйбышева," 1939, с. 56-166.
4. Опыт коннекции флишевых отложений. — "Азерб. нефтяное хоз-во", 1939, № 6, с. 6-9. (Совместно с М.К. Калинин).
5. О двух типах ритмической седиментации карбонатного флиша. — "ДАН СССР", 1941, т. 33, № 4, с. 311-314.
6. Флиш и методика его изучения. Л., Гостоптехиздат, 1948. 216 с.

7. К изучению слоистости осадочных горных пород. - В кн.: Литологический сборник, 1948, № 2, с. 24-34.
8. Слоистость и фации. - "Изв. АН СССР, сер. геол.", 1949, № 2, с. 129-132.
9. Слоистость и осадочная дифференциация. - "ДАН СССР", 1949, т. 66, № 4, с. 685-688.
10. Слоистость в свете учения об осадочной дифференциации. - "Изв. АН СССР, сер. геол.", 1950, № 5, с. 96-115.
11. Условия образования флиша. Л.-М., Гостоптехиздат, 1951. 240 с.
12. Опыт классификации прямоугольных графиков для расчленения и сопоставления разрезов осадочных образований. - В кн.: Геологический сборник НИТО нефтяников ВНИГРИ I (IV), Гостоптехиздат, 1951, с. 28-42.
13. Опыт синонимии продуктивных пластов цементного мергеля в Новороссийском районе. Изд. Ленгеолнерудтреста и ВНИТОГОР, 1953, с. 1-47.
14. Полевая геология. - В кн.: Спутник полевого геолога-нефтяника, т. I, Л., Гостоптехиздат, 1954, с. 45-46.
15. Флиш и тектоническая обстановка его образования. - В кн.: Международный Геологический конгресс, XX сессия, секция У, 1957, с. 303-324.
16. Текстура осадочных горных пород. - В кн.: Справочное руководство по петрографии осадочных пород, т. I, Л., Гостоптехиздат, 1958, с. 95-130.
17. О флише. - В кн.: Материалы Карпато-Балканской ассоциации, 1960, № 3, с. 26-49.
18. Опыт изучения литологической изменчивости флишевых отложений. - "Бюлл. МОИП, отд. геол.", 1960, т. 35(6), с. 68-81.
19. Флиш и астрогеология. - В кн.: Географ. сб., Астрогеология, № 15, Л., 1962, с. 168-178.
20. Опыт коннекции разрезов верхнекарбонového флиша на Урале. - "ДАН СССР", 1963, т. 149, № 6, с. 1393-1396.
21. О периодичности, ритмичности, цикличности, этапности и других связанных с этими явлениями понятиях и о соответствующей терминологии. Конференция "Цикличность осадконакопления и закономерности размещения горючих полезных ископаемых" Препринт I. Новосибирск, 1975, с. 3-12. (Ин-т геологии и геофизики СО АН СССР).

22. Циклы седиментации, литогенеза и нефтегазообразования. — В кн.: Осадочные бассейны и их нефтегазоносность. Тез. докл. Семинар МГУ, 25-27 декабря 1975 г. Изд-во Моск. ун-та, 1975, с. 3-13.

23. Rhythmic sedimentation of flysch (Abstract). In: International Geological Congress. Report of the eighteenth session. Great Brit. (1948). Part 1V. Proceedings of section C. Rhythm in sedimentation. London, 1950. p. 82.

## ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ И ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЕОЦИКЛИЧНОСТИ

В настоящее время наблюдается повышенный интерес исследователей к проблеме цикличности и периодичности геологических процессов. Однако, как ясно из публикаций многочисленных докладов, представленных на первую Всесоюзную конференцию (апрель 1975 г.), посвященную вопросам цикличности осадконакопления и закономерностям размещения горючих полезных ископаемых, исследования геодикличности ведутся разнопланово и не скоординированы (8). Учитывая важность проблемы цикличности в геологии, по решению вышеназванной конференции создана секция по цикличности осадконакопления и закономерностям размещения горючих полезных ископаемых при Научном совете по проблемам геологии и геохимии нефти и газа. Одной из главных её задач следует считать координацию исследований. В этой связи важным является определение основных направлений и главных задач исследования. Эти вопросы поднимались авторами в докладе на вышеупомянутой конференции (7), но совершенно очевидно, что они нуждаются в более углубленном и расширенном рассмотрении и обсуждении.

Проблемные вопросы геодикличности целесообразно разделить на три группы:

- 1) общетеоретические и методологические,
- 2) методические и
- 3) прикладные.

Такое деление в некоторой степени условно, т.к. многие прикладные вопросы геодикличности для отдельных наук и направлений геологического цикла будут считаться, безусловно, теоретическими. Например, вопросы разработки номенклатуры региональной стратиграфии шкалы, принципов, правил выделения региональных стратиграфических подразделений, классификации и прогнозирования перерывов и другие в первом случае будут рассматриваться в качестве прикладных вопросов, а в стратиграфии это вопросы теории. Мы в настоящей статье попытаемся осветить постановку, формулирование основных направлений и главных задач первой группы. В спе-

циальной работе будут рассмотрены вопросы второй и третьей групп, т.е. методические и прикладные.

Одним из важнейших вопросов следует считать научную терминологию. Необходим тщательный отбор (ревизия) терминов, уточнение понятий, связанных с цикличностью, ритмичностью, повторяемостью и периодичностью геологических процессов, публикация этих материалов и рекомендаций. Эта работа должна выполняться по всем разделам и направлениям наук геолого-географического цикла и даже шире, т.к. термины "цикличность", "ритмичность", "повторяемость" и другие являются межотраслевыми, сквозными. Существуют — щий невероятный разноречивой, как уже отмечалось ранее, в понимании терминов "цикл", "ритм" и других, безусловно, препятствует развитию геосцикличности (1, 2, 7).

При осуществлении этой работы необходимо учесть уже имеющийся опыт в других областях знаний, требования логики и научной терминологии (терминотворчества). В геологии в этом отношении имеется положительный опыт у тектонистов: издан "Международный словарь английских тектонических терминов", под руководством Ю.А. Косыгина опубликовано несколько выпусков справочных материалов по тектонической терминологии и т.д. (4, 5 и др.).

Эта задача не может быть успешно реализована до конца без решения вопросов систематики геологических и, в первую очередь, седиментационных циклов (СЦ), ибо одно из главных требований к научной терминологии — их системность. Систематика, в широком смысле, включает в себя классификацию, номенклатуру, таксономию и терминологию.

Типизация седиментационных циклокомплексов (СЦК), литологических циклокомплексов <sup>х)</sup> (ЛЦК) на морфоструктурной основе (6), на первом этапе качественная, а затем количественная, позволяет надеяться на создание общей систематики седиментационных циклов. Особое внимание следует при этом уделить количественным методам диагностики различного типа и ранга СЦК, их корреляции и коли —

---

х) Следует обсудить возможность использования более краткого, сокращенного термина "циклит" вместо термина "литологический циклокомплекс".

чественной классификации литологических границ.

При этом совершенно очевидно, что мы будем иметь дело с несколькими системами понятий, отражающих цикличность как непрерывно-прерывистый процесс, его вещественное выражение в осадочных (и других) породах и его деятельность во времени и др. Очень часто и процесс, и его следствие, а также время, в течение которого он протекал, обозначают одним термином, считая ненужным излишеством двойную, а тем более тройную систему терминов. В то же время можно привести немало примеров, когда именно по этой причине происходят недоразумения и грубые ошибки.

Успешная разработка классификации и систематики СЦК, разработка удачных условий обозначений, символов для СЦК различного типа и ранга дает основание надеяться на успешное создание формального языка, позволяющего точно, кратко описать геологический разрез конкретного района, структурно-фациальной зоны, седиментационного бассейна и т.д. Тем самым мы приблизимся к тому, о чём мечтал Н.С. Шатский, считая, что в будущем наука будет использовать не только символы, индексы возраста, но и индексы формаций (в данном случае слоевых ассоциаций), и такая геология, по его мнению, окажется изумительно интересной.

В настоящее время на основании изучения реальных разрезов различных нефтегазоносных бассейнов, а также из анализа опубликованных материалов по седиментационной цикличности можно сделать вывод о существовании не менее 5 рангов седиментационных циклов (и циклокомплексов), отличающихся сложностью организации структуры и продолжительностью во времени (масштабу).

Необходимо различать понятия ранга и масштаба. Так в один, низший ранг, элементарный уровень организации слоевой структуры, по нашим представлениям, входят разномасштабные (по мощности и продолжительности во времени) литологические циклокомплексы ленточных глин, флиша, моласс, соленосных толщ и т.д.

Методику выделения СЦК различного ранга (начиная с низших, "элементарных") необходимо разработать и описать на языке методологии так, чтобы любой исследователь, имеющий необходимую квалификацию, мог безошибочно и однозначно их выделить. В одной из статей настоящего сборника и предпринята такая попытка сформулировать признаки и правила выделения и классификации слоевых систем (циклокомплексов) в реальных разрезах. Известно, что клас-

сификационные признаки (основание классификации) для таксонов разного ранга различные (см. биологическую, кристаллическую и другие классификации). Для мезо-, макро- и других рангов цикло-комплексов эти признаки (основания) ещё необходимо правильно отыскать, выделить. Представляется, что это весьма важный момент теоретической части СЦ, так как классификация в любом научном направлении всегда закладывает самое главное знание объекта (и даже несколько опережает реальное знание), стимулируя тем самым дальнейшее исследование. Классификации, как свидетельствует история наук, все время меняются, улучшаются с углублением и расширением нашего знания. Но всегда это путь от простой классификации к более сложной, от использования признаков, лежащих "на поверхности" исследования, к признакам в глубине его, добываемых с использованием новейших лабораторных и прочих данных.

Однозначность выделения СЦК – важнейшее условие дальнейшего развития исследований седиментационной цикличности.

Необходимо создать теории каждого уровня СЦК, а также неизбежно вытекающие при этом гипотезы и новые задачи.

Вопросы структуры научных гипотез и теорий применительно к геологии вообще и геоцикличности в частности должны занять важное место в методологических исследованиях. Попытка рассмотреть структуру гипотез и теорий применительно к геологии вообще принята некоторыми авторами настоящего сборника.

Формулировка частных теорий каждого ранга СЦ позволит приблизиться к решению главной задачи – созданию общей теории седиментационной цикличности. При этом, безусловно, не следует считать, что последняя будет представлять механическую сумму частных теорий. Задачи, связанные с этим направлением исследований, должны решаться геологами в тесном контакте, содружестве с логиками и методологами.

Систематика СЦ должна пролить свет на механизм их образования и генезис. Видимо, в конечном итоге классификация СЦ должна быть количественной структурно-генетической. Этот путь движения мысли от явления (свойства, вещества, структуры) к сущности (процессу, генезису), от внешнего к внутреннему, как известно, присущ прогрессу в развитии познания вообще. В числе главных причин геоцикличности справедливо называют тектонику, климат и эвстатические колебания уровня Мирового океана.

Необходимо на базе комплексного анализа реальных СЦК определить ближайшую причину их образования, затем следующую и т.д., т.е. цепочку причин.

В последнее время цепочки таких причин "замыкают" на Космосе, т.е. цикличность и периодичность геологических явлений настоящего и прошлого связывают с взаимодействием нашей планеты с переменным гравитационным и магнитным полями космического пространства.

Существуют неопровержимые доказательства связи многих протекающих геологических (а также биологических и др.) процессов на Земле с процессами на Солнце, других планетах и вообще в Космосе. Безусловно, наша планета, являясь частью гигантской системы, подчинена её законам движения и развития. Однако во многих случаях попытки найти связь между геологическими процессами, протекавшими на Земле, с её движением в Солнечной системе и во Вселенной пока не вышли из рамок гипотез и даже догадок. Этот путь исследования нов и, безусловно, важен и перспективен. Он должен опираться на тщательно проверенные данные по седиментационным (и другим) циклам бассейнов различного типа и возраста. Во избежание нареканий и обвинений в спекуляции на модных идеях "Космос - Земля", как это делают П. Дафф и др. (3), необходимо выбрать и исследовать те циклокомплексы, по которым с достаточной точностью определена их продолжительность, периодичность. Только после этого следует попытаться найти явления в космической механике с подобной периодичностью. Достигнутые в последние годы успехи в определении абсолютного возраста пород позволяют надеяться на точное определение и периодичности седиментационных (и прочих) циклов. На наш взгляд, удовлетворительные связи найдены между мелкой цикличностью галогенных толщ и циклами солнечной активности. Детальная стратиграфия четвертичных отложений базируется на знании общепланетарных климатических циклов и их продолжительности, нашедших яркое отражение в осадочных толщах. Имеется немало публикаций (Н.Ф. Балуховский, Г.Ф. Лунгерсгаузен, Ю.Н. Карогодин, Ю.М. Малиновский, Л.Ф. Фирсов, Л.С. Смирнов, Г.П. Тамразян, П.В. Флоренский и др.), в которых предпринята попытка увязать крупные геологические циклы (фазы складчатости, трансгрессии и регрессии, оледенения и др.) с Галактическим годом и его фазами. Вопросы связи механики и продолжитель-

ности геоцикличности с периодичностью Космических процессов, безусловно, представляют интерес и должны быть включены в программу теоретических исследований по геоцикличности. Это важно ещё и потому, что человечество вплотную приблизилось к реальной возможности исследования вещества и структуры, процессов образования различных планет. И здесь сравнительный анализ цикличности строения слоистых оболочек планет и Земли окажется мощным инструментом познания, выявления сходства и различия.

Чрезвычайно важным является определение места и взаимоотношения законов цикличности, ритмичности и периодичности вообще и геологической в частности с другими принципами и законами природы и диалектики. По существу этот вопрос совершенно не разработан.

Весьма актуальным следует считать вопрос о месте седиментационных циклокомплексов, как структурных подразделений осадочной части земной коры, в общей иерархии геологических объектов (систем). В настоящее время при исследовании данного вопроса литологические циклокомплексы различного ранга совершенно выпадают из поля зрения геологов.

Одним из важных вопросов теоретической геологии, который представляется решить на базе исследования седиментационной цикличности — это эволюция осадконакопления, отраженная не только в изменении вещества, но и в структуре, сложности организации литологических (и прочих) циклокомплексов различного ранга. Данную задачу можно будет решить только на базе систематизации исследований осадочных толщ различного возраста в бассейнах самого различного типа. Это, в свою очередь, позволит более строго подойти к систематике седиментационных циклов, в том числе и нефтегазоносных бассейнов, к расшифровке закономерностей размещения и условий формирования самых различных (в том числе и горючих) полезных ископаемых.

Намеченные направления и задачи, безусловно, являются, на наш взгляд, лишь самыми основными, первоочередными. В процессе исследования они должны быть скорректированы, расширены и дополнены новыми.

## Л и т е р а т у р а

1. Вассоевич Н.Б. О периодичности, ритмичности, цикличности, этапности и других связанных с этими явлениями понятиях и о соответствующей терминологии. Новосибирск, 1975. 12 с.
2. Вассоевич Н.Б., Гладкова Е.Г. О необходимости упорядочения терминологии, связанной с периодичностью и цикличностью литогенеза, нефтеобразования и других природных явлений. - В кн.: Современные проблемы геологии и геохимии горючих ископаемых. М., "Наука", 1973, с. 9-31.
3. Дафф П., Халлам А., Уолтон Э. Цикличность осадконакопления. М., "Мир", 1971. 284 с.
4. Деннис Дж. Международный словарь английских тектонических терминов. М., "Мир", 1971. 288 с.
5. Справочник по тектонической терминологии. М., "Недра", 1970. 582 с.
6. Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. Основные типы циклокомплексов нефтегазоносных бассейнов Сибири. - "Докл. АН СССР", 1974, т. 214, № 5, с. 1156-1159.
7. Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. Теоретические и прикладные вопросы цикличности. - В кн.: Цикличность осадконакопления и закономерности размещения горючих полезных ископаемых. Новосибирск, 1975, с. 3-5.
8. Цикличность осадконакопления и закономерности размещения горючих полезных ископаемых. Тезисы докл. Всесоюзн. конф. 15-17 апр. 1975 г. Новосибирск, 1975. 255 с.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ В СВЕТЕ МЕТОДОЛОГИИ<sup>х)</sup>

Теория – полководец, практика – солдаты.

Леонардо да Винчи.

Сорок лет теории дали человечеству то, чего не могли дать сорок веков практики.

К.А. Тимирязев.

Геоцикличность довольно уверенно пробивает себе дорогу, если не как самостоятельная наука, то как новое научное направление в геологии.

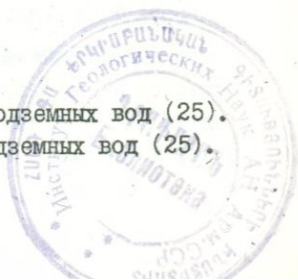
Главное в каждой науке и научных направлениях – это теории. Без них нет и не может быть полноценной науки. Приняв это положение в качестве метанаучного принципа, рассмотрим вопрос: можно ли считать настоящими теориями всё то, что в геологии названо теориями?

В геологической литературе признаются теориями следующие построения:

1. Теория активности (25).
2. Теория выдержанности месторождений полезных ископаемых (49).
3. Геологическая теория (14).
4. Общая геологическая теория (2).
5. Теория геологических классификаций (39).
6. Общая теория геологических процессов (2, 14).
7. Физико-химические теории геологических процессов (30).
8. Основы теории геологического документа (22).
9. Физическая теория геологического знания (52).
10. Теория геологического подобию и моделирования (38).
11. Геосинклиальная теория (53).
12. Геоэнергетическая теория (12).
13. Теория гумидного рудообразования (33).
14. Триадная теория двойников плагиоклаза (12).
15. Теория десиликации гранитного пегматита (7).
16. Частная теория диагенеза (32).
17. Теория дислокаций в кристаллах (12).

х) Печатается в порядке обсуждения.

18. Дрейфовая теория (I2).
19. Теория информативности модели (23).
20. Теория литогенеза (I2).
21. Общая теория литогенеза (33).
22. Новая геология, обладающая настоящей теорией (2).
23. Статистическая теория инженерно-геологического опробования (37).
24. Теория осадочной дифференциации (33).
25. Вихревая теория оптической ориентировки плагиоклазов (I2).
26. Теория оценок параметров запасов (2I).
27. Теория первичного седиментационного возникновения аутигенных пород (33).
28. Теория подобия (I2).
29. Теория подсчета запасов элементов-примесей (49).
30. Принципы теории поисков гигантских месторождений нефти и газа (35).
31. Теория поисков полезных ископаемых (8).
32. Теория прогноза полезных ископаемых (2).
33. Почвенная теория происхождения лёсса (3).
34. Антиклинальная теория происхождения нефти (2).
35. Биогенная теория происхождения нефти (44).
36. Карбидная теория происхождения нефти (I2).
37. Органическая теория происхождения нефти (44).
38. Теория происхождения углей (I2).
39. Теория просеивания (I2).
40. Теория разведки на нефть и газ (I5).
41. Диффузные теории роста кристаллов (I2).
42. Теория рудообразования (29).
43. Ортомагматическая теория рудообразования (I2).
44. Зональная теория рудоотложения (I2).
45. Термальная теория рудоотложения (I2).
46. Теория складкообразования (I3).
47. Теория совершенного роста кристаллов (I2).
48. Теория стратиграфии (2I).
49. Теория типов литогенеза (33).
50. Теория формационного анализа (9, 27).
51. Инфильтрационная теория формирования подземных вод (25).
52. Конденсационная теория формирования подземных вод (25).



2046

53. Седиментационная теория формирования подземных вод (25).
54. Ювенильная теория формирования подземных вод (25).
55. Статистическая теория эволюции геохимических систем (4).
56. Эволюционная теория (12).
57. Теория ядер (24) и многие другие.

Кроме того, в литературе встречаются выражения:

- Геология как теоретическая наука (5),
- Теоретическая геология (5, 28),
- Теоретические геологические исследования (5),
- Теоретические достижения геологических наук (5),
- Теоретические основы геологии (5),
- Теоретические основы пробы (48),
- Теоретические представления геологии (5),
- Теоретический аппарат науки (34),
- Основы теории литогенеза (40, 42) и т.д.

Что понимается под словами: "теория", "теоретическая геология", "геологическая теория" и др.? В большинстве случаев - описания, гипотезы и сводки фактического материала, но не то, что в действительности является теорией.

Перечисленные выше 57 "теорий" в большинстве своем не имеют определений. Определены лишь некоторые из них, причем определены логически некорректно.

Ниже мы рассмотрим те теории, которые описаны в "Геологическом словаре" (12). Одни из них определены как представления о некоторых процессах, другие - как нечто, основанное на таких представлениях, третьи - как метод анализа, четвертые - как основание лабораторного моделирования геологических процессов, пятые - как что-то, опирающееся на взаимосвязь параметров, а шестые никак не определены (они просто описаны). Все эти определения и описания - неправильные. Для правильного определения нужно прежде всего выяснить вопрос: что такое теория вообще?

В методологии это слово понимается по-разному - в зависимости от того, в какой системе понятий оно употребляется. В каждой из таких систем отражается диалектическое единство и борьба противоположных начал, сил и сторон. Поэтому для того, чтобы выяснить сущность теории, нужно не только условиться о системе понятий, но и узнать, что в этой системе является противоположностью и вместе с тем дополнением теории (51). Так, если в качес-

тве интересующей нас системы понятий взять всю область деятельности людей, то одна часть этой области будет практикой, а другая — теорией. Практика — это непосредственно предметная деятельность, а теория — отражение этой деятельности в сознании, т.е. мышление и его определенный результат. Таков самый широкий смысл термина "теория". В более узкой системе понятий, а именно в области научного знания, противоположностью, и вместе с тем дополнением теории, будет эмпирика — база, на которой строится теория. Теорией в таком случае можно назвать совокупность идей, относящихся к определенному предмету исследования, причем идей, выведенных по правилам логики из эмпирических данных.

Говоря о правилах логики, мы имеем в виду прежде всего силлогистику<sup>х</sup>). Не следует однако думать, что правила логики используются только при построении теории. Они нужны и в эмпирике, но это другие правила (правила определения предметов и терминов, законы деления объема понятий и т.д.).

Близкий к этому взгляд на теорию так описан в Философской энциклопедии (47): Теория — это "форма достоверного научного знания о некоторой совокупности объектов, представляющая собой систему взаимосвязанных утверждений и доказательств и содержащая методы объяснения и предсказания явлений данной предметной области. В этом смысле теория противопоставляется эмпирическому знанию и отличается от него, во-первых, достоверностью содержащегося в ней научного знания, обеспечиваемой получением этого знания в соответствии с существующими научными стандартами и выражающейся в его внутренней непротиворечивости, реализации его проверки на истинность и т.д.; во-вторых, тем, что теория дает обобщенное описание исследуемых в ней явлений, формулирование в её рамках общих законов, которые не только описывают определенный круг явлений, но и дают их объяснение и содержат возможность предсказания новых, ещё не изученных фактов; в-третьих, выделением в составе теории множества исходных утверждений и множества утверждений, получаемых из исходных путем вывода, доказательства, причем сам процесс доказательства подчиняется особым логическим закономерностям, которые формулируются для

х) Силлогистика — раздел логики, посвященный силлогизмам, т.е. правилам вывода умозаключений.

данной теории или для определенного класса теорий. Благодаря этим особенностям теория отличается от других форм знания тем, что в ней возможен переход от одного утверждения к другому без непосредственного обращения к чувственному опыту; в этом, в частности, коренится источник предсказательной силы теории" (47, с. 205).

В этом описании теории есть некоторые неточности. Во-первых, теория – это не форма достоверного знания, а разновидность организованного систематизированного знания, и это система не только утверждений и доказательств, но и отрицаний, и опровержений. Без отрицания невозможно утверждение, а без опровержения нельзя получить доказательства. Во-вторых, теория содержит не только методы объяснения и предсказания, но и сами объяснения и предсказания, а также ретросказания. В-третьих, выражение "научные стандарты" – неопределенное. Вместо него мы сказали бы: существующие научные законы и принципы. В-четвертых, кроме общих законов теория содержит и частные законы.

В литературе (I) описаны и другие значения слова "теория", но мы ограничимся приведенными выше и, взяв из них то, что считаем приемлемым, дадим следующее определение теории:

Теория – это достаточно полная, внутренне непротиворечивая система новых, логически истинных, идей вообще и номологических парадигм<sup>х)</sup> в особенности, имеющая объяснительную, эвристическую и прогностическую способности.

Из этого определения видно, что каждая теория должна отвечать требованиям полноты, непротиворечивости, новизны и доказуемости (правильности). Упомянутые в определении три способности теории вытекают из перечисленных четырех методологических требований.

Поясним эти требования.

Требование полноты состоит в том, что система идей должна опираться на все, без исключения, факты в соответствующей области исследования и объяснять все загадочные феномены в этой области. Если хоть один факт противоречит этой системе идей или если хоть один феномен не поддается объяснению с помощью этих идей, то данную систему нельзя считать теорией.

х) Номологические парадигмы в данном случае – это принципы, законы, правила и эмпирические обобщения.

Требование внутренней непротиворечивости означает, что в теории не содержится или что из нее нельзя вывести пару таких суждений, одно из которых утверждало бы что-либо, а другое - отрицало бы это (из теории можно вывести лишь одно из таких суждений, а не оба). Здесь мы говорим о внутренней непротиворечивости. Внешняя же непротиворечивость теории не требуется. Более того, новая теория непременно будет противоречить старой, менее совершенной (иначе её нельзя назвать новой).

Требование внутренней непротиворечивости можно усилить для наиболее строгих теорий, заменив непротиворечивость когерентностью. Последняя состоит в том, что логическая истинность (т.е. правильность) доказывается для всей совокупности идей, составляющих теорию, а не порознь для каждой идеи.

Требование когерентности - новое в геологии (54, 55). Поясним его примером. В "Геологическом словаре" (II) есть определения разных бассейнов: артезианского, водосборного, гидрогеологического, нефтегазоносного, речного, угленосного, языкового и др. При этом один из них определен как некоторая структура, другой - как часть земной поверхности, третий - как область погружения, четвертый - как совокупность участков и т.д. Так как всё это - бассейны, то у них должно быть что-то общее, но в данном случае этого нет. Всегда может найтись такой бассейн, который будет отвечать одному определению и противоречить другому или же отвечать сразу нескольким определениям, и мы встанем в тупик. Если нам потребуется определить, например, железорудный или солеродный бассейн, то словарь (II) не поможет в этом. Мы не будем знать, через что интересующий нас новый бассейн определять, через структуру, через поверхность, через область, через совокупность участков или ещё через что. Если даже все определения бассейна правильные, то в совокупности они оказываются неправовыми, так как некогерентны.

Идеи в теории можно сгруппировать в различные классы. Внутри каждого из них все определения должны быть когерентными.

Требование новизны заключается в том, чтобы в теории был хоть один новый закон, а также было бы что-либо новое в других компонентах теории (факты, методы, язык, прогнозы, объяснения и т.д.). Главное - номологические высказывания, в первую очередь - законы. Без них теория невозможна.

Требование доказуемости (правильности) состоит в том, что истинность любой идеи должна поддаваться логическому обоснованию, т.е. обоснованию с помощью законов и правил логики, а также с помощью законов геологии (поскольку речь идет о ней).

Некоторые логики требуют от каждой теории, чтобы она была ещё логически проста, изящна и чтобы все идеи в ней были взаимно независимыми. Мы не принимаем этих требований.

Логическая простота ("бритва Оккама") желательна, но она является не сразу. Новая теория вполне может быть и сложной, т.е. основанной на большом числе допущений. Истина не всегда проста, а простота не всегда истинна. Изящество или красота теории, т.е. неожиданность некоторых её следствий – понятие психологическое и эстетическое, а не научное. Не всё красивое приемлемо и не все приемлемое – красиво. Относительно третьего, не принятого нами, требования можно сказать, что независимость должна быть у аксиом, но не всякая теория – аксиоматическая.

Теорию, отвечающую всем четырем принятым нами требованиям, можно назвать полноценной. Если же хоть одно из них не соблюдено, то теория будет неполноценной.

Мы полагаем, что именно такое, какое приняли мы, понимание теории имеют в виду, когда делят естественное на эмпирическое и теоретическое или когда выделяют эмпирический и теоретический уровни науки (10, 20, 32). Полноценной, развитой наукой естествознание становится лишь на теоретическом уровне. Но как различаются между собой эти уровни? На этот вопрос есть такой ответ: "Если для эмпирического уровня знания характерно проведение наблюдений и экспериментов, обработка их данных, выработка определенной системы понятий путем абстрагирования и обобщения, обнаружение эмпирических зависимостей и формулировка законов, которым подчиняются наблюдаемые явления (классическим примером приемов, приводящих к обнаружению эмпирических зависимостей-законов, могут служить методы опытного исследования Бэкона-Милля), то теоретический уровень знания характеризуется построением теорий, а именно: выдвигаются исходные основополагающие утверждения, которые сводят к единству эмпирически отдельные области и из которых становятся выводимыми эмпирически установленные, или могущие быть установленными, зависимости посредством правил логического следования" (10, с. 6).

Кое-что в этом высказывании спорно. По нашему мнению, наука, формируясь, проходит не две, а три фазы: 1) эмпирическую или собирательную, характеризующуюся, главным образом, сбором огромного количества фактов, 2) аналитическую, в которой предмет исследования мысленно или в натуре расчленяется на части с детальным анализом каждой из них, т.е. с выявлением индивидуального и особенного в нем и 3) синтетическую, в которой исследованные во вторую фазу компоненты предмета мысленно или в натуре воссоединяются в систему с открытием закона их композиции, с объяснениями загадочных феноменов, с прогнозами, ретрогнозами и т.д. С наступлением второго этапа первый продолжает свою жизнь в составе второго этапа, а третий поглощает (но не уничтожает) первые два.

У каждой полноценной теории есть следующие функции:

1. Описательная. Теория помогает распознавать (диагностировать) предметы исследования, выявлять их сходство друг с другом и отличие от других предметов, а затем документировать, описывать и классифицировать отобранные предметы, а также анализировать и свертывать информацию о них.

2. Номологически-объяснительная. В теории используются старые и предполагаются новые номологические высказывания. На основании тех и других даются объяснения различных предметов, особенно загадочных феноменов.

3. Экстраполяционная. На основании законов, описанных в теории, делаются диахронические экстраполяции, т.е. прогнозируются новые явления и объекты (в исследованной предметной области). С помощью тех же законов делаются ретрогнозы давно существовавших состояний предметов исследования.

4. Прагматическая. Теория попутно дает возможность решить те или иные прикладные задачи.

5. Вопросительная. Теория ставит новые вопросы и выдвигает новые проблемы, стимулирующие дальнейшие исследования (44).

В зависимости от того, какая функция преобладает, можно выделить теории: описательные, номологически-объяснительные, экстраполяционные (прогностические и ретрогностические), прагматические, проблемные (вопросительные) и другие (комбинации из двух, трех и четырех функций), а также наиболее развитую, полноценную теорию, в которой реализованы все пять функций.

Некоторые авторы называют ещё суммирующую и контролирующую функции, но первая вошла у нас в описательную, а вторая - в номологически-объяснительную функцию.

Рассмотрим теперь вопрос о том, как создаются теории. Алгоритма такого создания нет, но некоторые операции описать всё же можно. Порядок (последовательность) их осуществления различный. Он зависит от личных качеств ученого.

Первая операция. Формулируется проблема, для решения которой как раз и требуется создать теорию. В геологии эта операция обычно не проводится. Предполагается, что геологи знают - что они хотят знать, но это неправильно. Известное одному не обязательно известно другому. По цикличности геологических процессов, например, до сих пор нет теории, а формулировка сущности проблемы нуждается в некотором уточнении. В литературе идет долгий спор о терминах: "цикличность", "ритмичность", "повторяемость", "периодичность" и др. (6, 43). Правильно замечено, что участники спора не понимают друг друга, так как вкладывают разный смысл в одни и те же слова. Когда-то скептик Тимон назвал такой спор логомахией. Определение или хотя бы экспликация терминов, особенно новых, должна предшествовать формулированию проблемы.

Вторая операция. Собираются факты - зарисовки обнажений, химические анализы образцов, колонки буровых скважин и др. Затем эти факты сопоставляются друг с другом и систематизируются. По ним делаются таблицы, графики, схемы и другой документационный материал. Особенно ценны такие факты, которые противоречат существующей теории. Новая теория должна их объяснить.

Третья операция. Изучается литература. При этом проблема детализируется. Каждый вопрос, входящий в проблему, изучается в историческом и логическом аспектах. Особое внимание обращается на нерешенные вопросы.

Четвертая операция. Выдвигаются версии и гипотезы. Они проверяются. Гипотеза, успешно прошедшая проверку, превращается в теорию (46). При этом следует заметить, что проверяется гипотеза не фактами, так как она - продукт абстрактного мышления, а факты относятся к эмпирически-чувственной области (46). Ни одну идею нельзя воспринять и проверить с помощью зрения, слуха и других органов чувств. Для проверки гипотезы необходимо вывести из нее такие следствия, которые можно было бы проверить фактами,

и вот, если факты будут соответствовать этим следствиям, гипотезу считают подтвердившейся, т.е. превратившейся в теорию. При этом непременно формулируются новые номологические положения. Если теория – аксиоматическая, то создаются: 1) сводка аксиом и 2) правила вывода новых положений из этих аксиом.

Пятая операция. Созданная вчерне теория прилагается к объяснению загадочных феноменов и к решению прикладных задач, а также к прогнозированию и ретрогнозированию. В результате этого теория уточняется.

Шестая операция. Делается проверка – отвечает ли созданная теория четырем сформулированным выше методологическим требованиям, т.е. требованиям полноты, непротиворечивости, новизны и доказуемости.

Седьмая операция. Формулируются новые проблемы.

По способам построения различают исторические, эвристические, гипотетико-дедуктивные и аксиоматические теории. Есть и комбинированные теории. Так, теория литогенеза Н.М. Страхова представляет собой комбинацию исторической и эвристической теории, (главная методологическая операция в ней – индукция). Гипотетико-дедуктивной теорией (общее описание таких теорий есть у Е.П. Никитина (32) в геологии является теория литогенеза Л.В. Пустовалова (36), а аксиоматическая теория (в эскизной форме) создана Ю.А. Ворониным (8). Это формализованная теория поисков месторождений полезных ископаемых.

Любая теория использует некоторые идеи (главным образом законы), заимствованные у других наук. Кроме того, теория, как уже говорилось, содержит собственные для данной науки законы. Так, в теории литогенеза Н.М. Страхова есть некоторые положения, названные литологическими законами. В этой теории использованы идеи геохимии и географии (палеогеографии, климатологии, гидрологии). В связи с этим созданную Н.М. Страховым теорию можно назвать геохимически-географической теорией литогенеза. В геологии есть такие физико-химические теории: инфильтрационного метасоматоза (17), процессов минералообразования (18), метасоматической зональности (19), математические (статистические) теории: выдержанности месторождений (50), опробования (37), оценки запасов полезных ископаемых (21), подсчета запасов (49), складкообразования (13), эволюции геохимических систем (4) и др.

Остановим свое внимание на тех теориях, которые описаны в "Геологическом словаре" (18), и приведем главное из этих описаний.

1. "Теории происхождения углей – представления об исходном материале угольной субстанции и о процессах его преобразования в уголь". В этом определении есть такие ошибки: а) никакое представление нельзя назвать теорией. Представление – это "чувственно-наглядный образ предметов и явлений объективного мира, которые воспринимались нами ранее, но которые в данный момент непосредственно не воздействуют на наши органы чувств" (16). Теория же создается абстрактным мышлением и представляет собой, как мы уже говорили, систему идей, отвечающую некоторым методологическим требованиям; б) слова "угольная субстанция" в критикуемом определении непонятны (в этом словаре нет их определения). Авторы словаря, возможно, имеют в виду субстрат угля, но и он не определен. Субстанция же – это материя в аспекте внутреннего единства всех форм ее саморазвития; в) мы не признаем ни одну из геологических работ теорией происхождения углей. Есть хорошие сводки фактического материала, описания, гипотезы, но нет теорий происхождения углей.

2. "Теория геознергетическая – метод анализа химических процессов, созданный ... Ферсманом". Наше замечание: никакой метод не есть теория. Тот или иной метод используется для создания теории, но сам теорией не является. Теория же метода может существовать. В ней метод рассматривается как предмет исследования, но в данном случае теория просто спутана с методом.

3. "Теория дрейфовая – теория происхождения ледниковых валунов, выдвинутая Ляйелем, согласно которой они разносились айсбергами, плавающими по гипотетическому морю...". Это – не теория, а гипотеза, не получившая подтверждения.

4. "Теория литогенеза – обобщающий раздел литологии...". Эту теорию мы рассмотрим особо (по первоисточникам).

5. "Теория подобия – теоретическая основа воспроизведения в лабораторных условиях геологических структур, аналогичных наблюдаемым в природе...". Из этого определения видно, что теория подобия считается основой (методом?) физического моделирования тектонических процессов. Вообще же теория подобия существует вне геологии. Геологи пытаются применить её для решения своих задач.

6. "Теория происхождения нефти карбидная - объясняет образование нефти действием воды на углеродистые металлы". Это не теория, а гипотеза, не нашедшая подтверждения. Авторы "Геологического словаря" почему-то игнорируют теорию органического происхождения нефти. Слово "объясняет" в приведенной формулировке неуместно. По теории объяснений предметом объяснения (экспланандумом) может быть высказывание об объекте или процессе, но не сам объект и не сам процесс. Объяснение же (эксплананс) дается ссылкой на закон, а не на объект и не на процесс (31).

7. "Теория просеивания - основана на зависимости между формой зерен и размерами ячейки сита, что позволяет выявить морфологические особенности обломочных зерен". То, на чем теория основана и сама теория - это разные вещи. Определение теории через её основание - принципиально ошибочное. К тому же просеивать можно не только обломочные зерна. Некоторые минералы (хлорит в хрустальных погребках Приполярного Урала, глауконит в меловых отложениях близ Ульяновска и др.) образуют сыпучий материал, который можно просеивать, а это - не обломочные зерна. Есть учение о сыпучих минеральных материалах - гранулометрия, а в нем - разные теории. Какая именно теория имеется в виду в данном случае - неизвестно.

8. "Теория рудообразования ортомагматическая - ... основана на представлении о генетической связи эндогенных месторождений с магматическими породами..., являющимися основным источником минерального вещества месторождений...". Здесь опять теория спутана с тем, на чём она основана. К тому же это не теория, а гипотеза.

9. "Теория рудоотложения зональная - теория..., по которой первичная зональность оруденения объясняется последовательным осаждением рудного материала из растворов по мере движения их от магматического источника (батолита, по Эммонсу) в область более низких температуры и давления...". Это тоже не теория, так как у неё нет законов. Слово "объясняется" здесь - неуместное.

10. "Теория рудоотложения термальная - объясняющая образование обширной группы гидротермальных месторождений отложением минералов из восходящих горячих водных растворов (гидротерм) глубинного (магматического) или смешанного (с участием метеор -

ных вод) происхождения...". В настоящее время эта теория оспаривается некоторыми исследователями. Ей, как и зональной теории рудоотложения, не хватает законов. Поэтому, строго говоря, это не теория, а гипотеза.

II-14. Далее в словаре (12) идут четыре "теории формирования подземных вод" - инфильтрационная, конденсационная, седиментационная и магматогенная. О них в словаре сказано, что они объясняют "происхождение подземных вод" - каждая по-своему. Всем этим теориям не хватает законов.

В словаре (12) есть ещё 5 кристаллографических, т.е. физических, и одна биологическая (эволюционная) теории. Мы оставляем их без рассмотрения, поскольку они имеют лишь косвенное отношение к геологии. Из 14 рассмотренных теорий лучшими мы считаем теории Д.С. Коржинского и Н.М. Страхова, хотя и по ним есть замечания. В теориях Д.С. Коржинского речь идет не столько о том, как действительно шли процессы минерализации, сколько о том, как могли они идти по законам физической химии, открытых Гиббсом, но перенос закономерностей, открытых в лаборатории, на природу с её гигантскими по длительности процессами и со многими невыясненными условиями нельзя считать правомерным. Другое дело, если бы были найдены природные законы минералообразования, а их пока нет. Кроме того, здесь не учтены явления дивергенции и конвергенции. Исходя из этого "теории" Д.С. Коржинского фактически являются гипотезами - весьма полезными, но все-таки гипотезами.

Теория литогенеза Н.М. Страхова - действительно теория, хотя в её изложении и допущены некоторые неясности и неточности. Она подробно изложена в трехтомном труде "Основы теории литогенеза". Это заглавие непонятно. По "Словарю современного русского литературного языка", том 8, слово "основы" означает "исходные, главные положения чего-либо (какой-либо науки, теории и т.п.)". В труде же Н.М. Страхова приводятся не только исходные или главные, но и выведенные из исходных и неглавные положения. Слово "основы" в труде Н.М. Страхова следует понимать, по-видимому, как "первый вариант" или "опыт".

Первый том (40) объемом 24 печатных листа - вводный. В нем описываются типы литогенеза и их размещение на поверхности Земли (под поверхностью Земли, по-видимому, понимается не только суша, но и дно океана, хотя это и не совсем правильно; лучше

было бы говорить о литосфере, а не о поверхности Земли). Второй том (4I), объемом 49 печатных листов, посвящен "детальной теории" (42, с. 3) состава и размещения гумидных отложений, а в третьем томе (42), объемом 48 печатных листов, дана "детальная теория" состава и размещения аридных отложений.

Сопоставляя заглавия томов и вводные замечания к ним, можно заметить их несогласованность ("основы теории" и "детальная теория"). По-видимому, основы теории изложены в первом томе, а детальные теории - во втором и третьем томах. Заглавие всего труда должно быть отнесено только к первому тому.

Рассмотрим теперь слово "литогенез". Оно означает "рождение осадочной породы". Поскольку это так, неясно, почему детальная теория посвящена "составу и размещению", а не "генезису" этой породы? Вопросы "генезиса" затронуты лишь попутно. Мы согласны с тем, что самое важное значение для науки и практики имеют именно состав и размещение породы, а не её генезис. Последний в гносеологическом отношении вторичен, так как он выявляется по данным о составе и размещении породы. Исходя из этого, более правильным было бы заглавие: "Теория состава и размещения осадочных пород", а не "теория литогенеза".

Обратимся теперь к содержанию труда Н.М. Страхова. Над теорией литогенеза он трудился более 20 лет (с 1937 г.). В 1945 г. он сказал: "Важнейшая задача литологии осадочных пород заключается сейчас в том, чтобы переработать имеющийся и непрерывно растущий фонд частных фактов в общую теорию осадкообразования, т.е. понять седиментацию как закономерно развивающийся историко-геологический процесс". И далее: "... основным, наиболее целесообразным путем к достижению (этой) цели является путь сравнительно-литологического изучения" (40, с. 3). Эти два высказывания повторены в 1960 и 1962 гг. С них главный труд (40) как раз начинается. Они, по-видимому, являются программными для нового направления в литологии, созданного Н.М. Страховым. Поэтому мы рассмотрим эти высказывания с достаточной подробностью.

Мысль о переработке фактов в теорию - не совсем правильная. Когда что-либо перерабатывается, оно исчезает, а что-то другое при этом появляется. В данном же случае факты остаются. Они образуют фундамент теории. Сама же теория содержит то, чего нет в её фундаменте.

Переработать факты в теорию — это, по Н.М. Страхову, все равно что понять седиментацию как закономерный развивающийся историко-геологический процесс, но и тут есть неточность. Определенное понимание седиментации — это не "переработка" фактов, а цель того, что названо этой "переработкой". Что же касается слов "развивающийся историко-геологический процесс", то они, во-первых, означают, что в 1945 г. Н.М. Страхова интересовал, по-видимому, генетический аспект теории осадкообразования. Позднее же (1960 г.) Н.М. Страхов, хотя и повторил эти слова, заинтересовался другими (химически-минералогическим и географическим) аспектами этой теории.

Во-вторых, Н.М. Страхов обратил внимание только на одну фазу историко-геологического процесса, названную развитием, но в действительности у любого процесса есть и нечто противоположное, а именно — деградация. Деградация седиментации — это размыв отложившегося материала. Теория должна охватить и его.

В-третьих, обратим внимание на то, что Н.М. Страхов в своем программном заявлении говорит об образовании осадков, а не осадочной породы. Он сам (в другом месте) говорит, что литогенез — это седиментогенез плюс диагенез, а если учесть и преобразование пород, то также катагенез и прометаморфизм (40, с. 85).

В-четвертых, Н.М. Страхов говорит не вообще о литологии, а только о "литологии осадочных пород", считая, что есть, по-видимому, и литология каких-то других (не осадочных) пород. Здесь мы констатируем плеоназм, т.е. словесное излишество, стимулирующее ошибку.

В-пятых, у Н.М. Страхова речь идет о "частных фактах". По-видимому, признается существование и общих фактов, но они почему-то не предназначены для "переработки" в общую теорию осадкообразования. Эту неточность можно было бы устранить, выбросив слово "частных" и оставив только слово "фактов".

Таковы наши основные замечания по программному заявлению Н.М. Страхова. Но в этом заявлении есть ещё слова "путь сравнительно-литологического изучения" (40, с. 3). Здесь имеется в виду сравнительно-литологический метод исследования горных пород — ценнейшее достижение науки за третью четверть текущего столетия.

Теория Н.М. Страхова базируется на огромном количестве фак-

тов. Для их исследования была создана идея о типах литогенеза, зависящих от климата и от тектоники. Типы эти - гумидный, аридный, ледовый и вулканогенно-осадочный - определяются довольно четко. Идея этих типов - интуитивная, затем получила эмпирическое подтверждение. Для систематизации фактического материала по этим типам были созданы два основных принципа: один из них говорит о том, что процессы образования осадочной породы в послерифейское время были в своих главнейших чертах такие же, какие наблюдаются в настоящее время. Второй принцип утверждает, что географические условия определяют характер образования осадочной породы в настоящее время, как они определяли его в прошлое время. Детализация характеристики этих условий нашла свое отражение в ряде частных принципов и законов, опирающихся на названные выше основные принципы. Такими частными принципами являются следующие положения, говорящие о реконструкции климатических зон в геологическом прошлом.

1. "При всякого рода палеоклиматических реконструкциях предпочтение должно быть отдано показателям литологическим, а не палеонтологическим" (40, с. 163).

2. При палеоклиматических реконструкциях "особое значение приобретает исчерпывающий сбор материалов" по достаточному количеству точек с породами-индикаторами (40, с. 163).

3. "Третьим принципом палеоклиматических реконструкций является их комплексность. Нельзя ограничиваться воссозданием пролегания одной какой-либо зоны... Тропическая влажная зона всегда располагается между северным и южным аридными поясами; умеренные же зоны вне этих зон - к северу и к югу от них" (49, с. 163-164).

4. "Экватор всегда должен проходить в промежутке между /северным и южным/ аридными поясами, причем сами конфигурации аридных зон подскажут, как правильно найти это срединное положение экватора" (40, с. 164).

5. "При анализе палеоклиматических карт целесообразно идти не общепринятым путем - от древних эпох к современности, а обратно - от современности к древним временам, ибо при таком подходе мы движемся от известного к неизвестному и легче разберемся в специфике климатических условий прежних времен" (40, с. 164).

Из этих пяти высказываний только первые четыре названы прин-

ципами, а последнее – обычный текст работы Н.М. Страхова. Мы же, рассмотрев эти высказывания, приходим к выводу, что принципами можно считать первые два и последнее высказывания. Третье же и четвертое высказывания – не принципы, а правила. Пятое высказывание – принцип, причем очень важный не только для палеоклимата – тологии, но и для исторической геологии.

В труде Н.М. Страхова упоминаются и другие принципы (том 3, ч. 3, гл. I), но они не сформулированы. Есть у него также законы.

Законы Н.М. Страхова двух родов. Одни – основные, другие – просто законы, видимо, неосновные.

Основные законы говорят о распределении рассеянных содержаний элементов в отложениях гумидных зон. Выражение "рассеянное содержание" – непонятное. Каждое содержание – это отношение весового количества одного элемента к весу всей пробы, но отношение не может рассеиваться. Рассеивается масса элемента. Поэтому вместо "рассеянного содержания" следует говорить "низкое содержание" или "высокое содержание". Эти законы сформулированы так:

1. "Распределение элементов внутри седиментационной площади контролируется формами миграции их в речных водах, понимая под формой переноса соотношение взвешенной и растворимой частей и характер размещения элемента в гранулометрическом спектре взвесей" (4I, с. I39).

2. "Перенос какой-либо группы элементов в виде взвесей, что осуществляется на фоне активного тектонического режима и резко выраженной механической денудации, влечет за собой их пестрое распределение на идеальных профилях; при этом один и тот же элемент может давать самые различные кривые на литологических профилях из разных частей одной и той же седиментационной площади" (4I, с. I39).

3. "Появление и усиление роли растворов в миграциях какой-либо группы элементов, что осуществляется на фоне всё более пассивного тектонического режима и усиленного химического выветривания, влечет за собой всё большую упорядоченность и согласованность в распределении их на идеальных литологических профилях, к тому же взятых из разных частей седиментационной области" (4I, с. I39).

4. "По мере увеличения роли растворов в миграциях элементов,

или иначе — с усилением их геохимической подвижности, максимумы содержаний элементов в конечном водоеме стока все больше сдвигаются из прибрежной зоны в пелагическую область" (4I, с. 139).

5. "Форма миграции элемента в разных водах является фактором, по существу, предопределяющим характер его размещения внутри каждой седиментационной области, или иначе — его фациальный профиль". (4I, с. 139).

Эти законы отвечают, по-видимому, действительности, но сформулированы они неудачно. В формулировке этих законов есть неясности и неточности, вскрытие и устранение которых не входит в задачу нашей работы, почему мы и воздержимся от этого.

Просто законы (неосновные) Н.М. Страхов предложил для исследования "гранулометрической сортировки частиц, обязанной деятельности гидродинамического режима. Это означает, по-видимому, следующее: сортировка частиц в осадке по их крупности и форме, произведенная водным потоком, переносящим эти частицы, подчиняется следующим законам.

1. "Чем активнее в какой-либо точке седиментационной области гидродинамический режим, тем более грубозернист отвечающий ему осадок..." (4I, с. 19).

2. "Гранулометрическая сортировка осадка в каждой данной точке седиментационной области возрастает в общем пропорционально длине пути, пройденного терригенным материалом до момента его осадения" (4I, с. 19).

3. "Гранулометрическая сортировка осадка в каждой данной точке седиментационной области зависит от присущей ей скорости седиментации и, в частности, убывает с увеличением быстроты осадочного процесса..." (4I, с. 19).

4. "Степень гранулометрической сортированности осадков, возникших в одинаковых гидродинамических условиях, но в разных седиментационных областях, определяется характером смываемого с водосборов кластического материала..." (4I, с. 19).

Чтобы понять эти законы, нужно знать, что такое гидродинамический режим, скорость седиментации, быстрота осадочного процесса, чем отличается сортировка от сортированности, какая разница между гидродинамическим режимом и гидродинамическими условиями, что такое водосбор и, конечно, что такое седиментационная область. Главное же наше замечание по этим законам таково: гидродинами —

ческий режим определяется не в точке, а на какой-то площади. Кроме того, в формулировке третьего закона есть амфиболия (неоднозначность), вызванная тем, что слово "ей" может относиться как к сортировке, так и к точке, и к области, вследствие чего получается три смысла.

Кроме принципов и законов, Н.М. Страхов формулирует "основные закономерности" (4I, с. 77-79) и описывает "механизм" различных процессов, но что он понимает под тем и другим - неизвестно.

Все наши замечания о теории Н.М. Страхова могут быть учтены при новом её изложении. Эта теория все же очень ценна, хотя в ней и проявилось обычное для геологов невнимание к способу изложения и к логике.

### З а к л ю ч е н и е

Теория - это достаточно полная, внутренне непротиворечивая система новых, логически истинных, идей вообще и номологических парадигм в особенности, имеющая объяснительную, эвристическую и прогностическую способности.

В геологии есть только одна теория, отвечающая этому определению. Это "теория литогенеза" Н.М. Страхова. Все другие теории в действительности являются чем-то другим: или гипотезами, или описаниями, или сводками фактического материала. Главное, чего не хватает таким "теориям", это - законы. В геологии очень мало построений, которые можно было бы с достаточным основанием назвать законами, но этот вопрос мы более подробно рассматриваем в другой работе.

Ввиду того, что многие разделы геологии не имеют собственных законов (есть лишь законы, заимствованные у физики, химии и других наук), эту науку нельзя назвать полноценной, зрелой, сформировавшейся. Геология родилась позже физики, химии, биологии. Она ещё очень молода. В ходе её возмужания законы появятся, но для этого нужно использовать логику и методологию.

### Л и т е р а т у р а

И. Баженов Л.Б. Строение и функции естественно-научной теории. - В кн.: Синтез современного научного знания. М., "Наука", 1973, с. 390-420.

2. Белоусов В.В. О современном состоянии теоретической геологии. - "Природа", 1953, № 2, с. 15-22.
3. Берг Л.С. О почвенной теории образования лёсса. - "Изв. геогр. ин-та", 1926, вып. 6, с. 73-92.
4. Булкин Г.А. К статистической теории эволюции геохимических систем. - В кн.: Математизация и автоматизация геологических исследований. Краткие тезисы докладов к совещанию. Л., 1972, с. 70-72.
5. Бухникашвили А.В. Некоторые критические замечания по поводу математизации геологии. - "Сов. геология", 1972, № II, с. 143-152.
6. Вассоевич Н.Б., Гладкова Е.Г. О необходимости упорядочения терминологии, связанной с периодичностью и цикличностью литогенеза, нефтеобразования и других природных явлений. - В кн.: Современные проблемы геологии и геохимии горючих ископаемых. М., "Наука", 1973, с. 9-31.
7. Власов К.А. О теории десиликации гранитных пегматитов. - "Изв. АН СССР, сер. геол.", 1938, № 2, с. 297-334.
8. Воронин Ю.А. К теории поисков полезных ископаемых. - В кн.: Применение математических методов и ЭВМ при поиске полезных ископаемых. Новосибирск, 1974, с. 92-118.
9. Воронин Ю.А., Еганов Э.А. Вопросы теории формационного анализа. - В кн.: Сравнительный анализ осадочных формаций. М., "Недра", 1969, с. 123-145. ("Труды ИГиГ СО АН СССР", вып. 83).
10. Говоркян Г.А. Замечания о логико-гносеологическом анализе научного знания. - В кн.: Философские вопросы логического анализа научного знания, вып. I. Ереван. Изд-во АН СССР, 1969, с. 5-44.
11. Геологический словарь. Том I. А-М. М., "Недра", 1973. 486 с.
12. Геологический словарь. Том 2. Н-Я. М., "Недра", 1973. 456 с.
13. Ержанов Ж.С., Егоров А.К. Теория складкообразования в толще горных пород (математическое описание). Алма-Ата, "Наука", 1968. 196 с.
14. Зубков И.Ф. Методологическое значение принципа самодвижения для геологической теории. - В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, "Наукова Думка", 1975, с. 37-44.
15. Кноринг Л.Д. О построении теории разведки на нефть и газ

(с использованием идей математической статистики). - В кн.: Математизация и автоматизация в геологических исследованиях. Краткие тезисы докладов к совещанию. М., 1972, с. 123-124.

16. Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. М., "Недра", 1975. 720 с.

17. Коржинский Д.С. Теория инфильтрационного метасоматоза с образованием реакционных минералов. - "Изв. АН СССР, сер. геол.", 1953, № 4, с. 13-35.

18. Коржинский Д.С. Теория процессов минералообразования. Третье чтение имени В.И. Вернадского. М., Изд-во АН СССР, 1962. 24 с.

19. Коржинский Д.С. Теория метасоматической зональности. М., "Наука", 1969. 110 с.

20. Косыгин Ю.А., Кулындышев В.А. Структурно-системные исследования в геологии и проблема математизации. - "Изв. АН СССР, сер. геол.". 1974, № 6, с. 14-21.

21. Кузьмин В.И. Некоторые вопросы теории и методики оценок параметров запасов. - В кн.: Применение математических методов и ЭВМ при решении типовых геологических задач (Материалы Всесоюзной конференции). Новосибирск, 1976, с. 68-83.

22. Куликович А.Е. Основы теории геологического документа. - В кн.: Применение математических методов и ЭВМ при поиске полезных ископаемых (Тезисы докладов Всесоюзн. конф.). Новосибирск, 1973, с. 147-178.

23. Куликович А.Е. Вопросы теории геологического моделирования и теории информативности модели. - В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, "Наукова Думка", 1975, с. 107-119.

24. Левинсон-Лессинг Ф.Ю., Струве Э.Л. Петрографический словарь. М., Госгеолтехиздат, 1963. 447 с.

25. Маккавеев А.А. Словарь по гидрогеологии и инженерной геологии. М., "Недра", 1971. 216 с.

26. Мейен С.В. Спорные вопросы теории стратиграфии. - "Природа", 1974, № 12, с. 16-22.

27. Мирошников А.Е. О теории формационного анализа. - "Литология и полезные ископаемые", 1971, № 5, с. 140-142.

28. На пути к теоретической геологии. - "Вопросы философии", 1976, № 3, с. 164-168. Авт.: Боровиков А.М., Воронин Ю.А. и др.

29. Наумов Г.Б. Проблема теории рудообразования и идея цик -

личности геохимических процессов. - В кн.: Пути познания Земли. М., "Наука", 1971, с. 103-117.

30. Наумов Г.Б. Развитие физико-химических теорий геологических процессов. - "Советская геология", 1974, № 4, с. 5-13.

31. Никитин Е.П. Объяснение - функция науки. М., "Наука", 1970. 280 с.

32. Оноприенко В.И. Основные направления методологических исследований в геологии. - "Геол. журнал", 1972, т. 32, вып. 2, с. 3-12.

33. Оноприенко В.И. Вопросы истории и методологии геологических теорий. - "Изв. АН СССР. Сер. геол.", 1973, № 2, с. 128-139.

34. Оноприенко В.И. Схема методологического анализа геологической теории. Препринт. Новосибирск, 1975. 17 с.

35. Принципы теории поисков гигантских месторождений нефти и газа и роль прямых методов. - В кн.: Прямые методы поисков залежей нефти и газа. Ивано-Франковск, 1974, с. 52-53. Авт.: Боровиков А.М., Воронин Ю.А., Писарев В.Д., Фрадкин Г.С.

36. Пустовалов Л.В. Петрография осадочных пород. Ч. I. М.-Л., Гостоптехиздат, 1940. 476 с.

37. Рац М.В. Основы статистической теории опробования (применительно к задачам инженерно-геологических изысканий). - В кн.: Математизация и автоматизация в геологических исследованиях. Краткие тезисы докладов к совещанию. Л., 1972, с. 129-131.

38. Розовский Л.Б. Введение в теорию геологического подобия и моделирования. М., "Недра", 1969. 127 с.

39. Сидоров В.М. К теории геологических классификаций. - В кн.: Математические методы в геологии. Львов, Изд-во Львовского ун-та, 1973, с. 57-59.

40. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 1. Типы литогенеза и их размещение на поверхности Земли. М., Изд-во АН СССР, 1962. 212 с.

41. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 2. Закономерности состава и размещения гумидных отложений. М., Изд-во АН СССР, 1960. 574 с.

42. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 3. Закономерности состава и размещения аридных отложений. М., Изд-во АН СССР, 1962. 550 с.

43. Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. Теоретические и прикладные

- вопросы цикличности осадконакопления. Препринт. Новосибирск, 1975. 35 с.
44. Трофимук А.А., Конторович А.Э., Вышемирский В.С. Успехи органической теории происхождения нефти. - В кн.: Современные проблемы геологии и геохимии горючих ископаемых. М., "Недра", 1973, с. 32-42.
45. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии (философский и естественно-научный аспекты). М., "Мысль", 1974. 229 с.
46. Философская энциклопедия. Т. 2. М., "Сов. энциклопедия", 1967. 591 с.
47. Философская энциклопедия. Т. 5. М., "Сов. энциклопедия", 1970. 740 с.
48. Четвериков Л.И. Теоретические основы пробы. - В кн.: Применение математических методов и ЭВМ при поиске полезных ископаемых. Новосибирск, 1974, с. 73-91.
49. Шарапов И.П. К теории подсчета запасов элементов-примесей. - "Разведка и охрана недр", 1957, № I, с. 25-31.
50. Шарапов И.П. К теории выдержанности месторождений полезных ископаемых. - "Научн. тр. Пермс. н.-и. угольн. ин-та", 1962, сб. 4, с. 5-23
51. Шарапов И.П. Принцип дополнительности в системном анализе науки. - В кн.: Принцип дополнительности и материалистическая диалектика. Центр. бюро философских (методологических) семинаров АН СССР. Обнинск, 1972, с. 68.
52. Kitts D. Physical theory and geological knowledge. - "J. Geol.", 1974, vol. 82, №1, p.1-23.
53. Knopf A. The geosynclinal theory. - "Bull. Geol. Soc. Amer." 1948, v. 59, №7, p.649-669.
54. Peschel G. Entwicklungstendenzen der geologischen Theory. - "Z. geol. Wiss.", 1973, v.1, №10, p. 1237-1247.
55. Szarapow I. O metageologii. "Tehnik. i geo", 1973, №10, p. 229-231.
56. Szarapow I. Idee metageologii. - "Studia Filozoficzne", 1971, №3, p. 55-61.

## ЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ГИПОТЕЗ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУКАХ (в связи с разработкой гипотез и теорий цикличности).

На описательном и эмпирическом уровнях развития науки использует стихийно выработанные методы. В дальнейшем, наряду с изучением предмета исследования, она обращается к самопознанию, к анализу своей структуры и способов движения к новым результатам, в частности к исследованию своих методов познания, выяснению их гносеологических возможностей, разработке новых средств и способов познания. Причем этот методологический анализ науки иногда становится настолько необходимым, что прогресс её не в меньшей степени зависит от решения актуальных методологических проблем, чем от решения частных содержательных задач. С другой стороны, по уровню развития методологии какой-либо науки, степени решения методологических её проблем можно судить и об уровне зрелости самой науки.

Подобная ситуация характерна для современного этапа развития геологических наук, в том числе и геоцикличности. В последних применяются почти все общенаучные методы познания. Но их эвристические достоинства, взаимоотношения, роль и специфика применения не исследованы. Если мы обратимся к учебникам по общей геологии и другим геологическим наукам, то увидим, что их авторы в качестве основных методов этих наук указывают или наблюдение, или актуализм, или диалектический материализм, или индукцию и дедукцию. Но ни в одном из учебников по геологии не отмечается гипотеза в качестве метода познания, хотя гипотетичность положений этой науки является общепризнанной. В то же время анализ гипотезы как метода геологического исследования позволит не только выяснить её роль в науке, но и объяснить ряд проблем самой науки, её развития и совершенствования.

Необходимость использования гипотез в науке обусловлена самим ходом познания, его сложностью и противоречивостью. Выдвижение гипотезы неизбежно в начальной стадии научного исследования, ибо внутренние связи познаваемых объектов не являются самоочевидными, не лежат на поверхности. Поскольку познание начинается с внешних, непосредственно обнаруживающихся признаков и сторон объектов, то о внутренних сторонах и связях можно су-

дить только с помощью предположений, догадок, гипотез. В даль-нейшем, с возникновением теории, развитие науки не останавливает-ся. Новые открытия, факты могут не укладываться в существующие теоретические системы. Противоречия между существующими теориями и новыми фактами приводят к выдвижению гипотез, по-иному объясня-ющих эти факты. Выдающийся естествоиспытатель М.Планк отмечал по этому поводу: "...для настоящего теоретика ничто не может быть ин-тереснее, чем такой факт, который находится в прямом противоре-чии с общепризнанной теорией: ведь здесь, собственно, начинается его работа" (II, стр.73).

С помощью гипотез происходит теоретическое осмысление эмпи-рического материала. Создание гипотезы позволяет выйти за его пределы, сформулировать новые положения науки, установить новые связи объектов. Так, в результате установления сходства очерта - ний береговой линии Южной Америки, Африки и Индии, общности их геологического строения, близости раннемезозойской фауны и флоры была создана гипотеза мобилизма - движения материков.

Новые положения науки о закономерных связях объектов выдви-гаются на основе аналогии или индуктивного обобщения эмпиричес-ких данных. Так, гипотеза образования внешних оболочек Земли А.П.Виноградова использует аналогию с "зонным" плавлением веще-ства. Поиски многих месторождений полезных ископаемых производят на основе установления совместного залегания их с определенными горными породами или в определенных структурных зонах и т.д. Но выводы по аналогии и индукции носят проблематичный, вероятност-ный характер. Тем не менее, гипотеза дает ответ на ту или иную проблему, хотя и недостоверный, позволяет организовать исследо-вание, направить его на проверку определенной идеи, способствуя тем самым решению проблемы.

Огромную роль гипотеза играет в расширении и обобщении эмпи-рического материала. Геологические процессы, как известно, имеют огромные масштабы во времени и в пространстве. Изучая с помощью наблюдения отдельные, часто разрозненные и неполные, результаты этих грандиозных процессов, исследователи делают обобщения, ус-танавливают закономерности, характеризующие если не все земные процессы, то, по крайней мере, - определенного региона.

Для создания гипотезы недостаточно накопления эмпирического материала и его логического анализа. Выдвижение гипотезы - это

глубоко творческий процесс и, помимо определенных логических операций, для него необходима научная фантазия, интуиция ученого, смелость мысли исследователя, позволяющая преодолевать традиционность, привычность взглядов и представлений. Не случайно многие гипотезы в одной науке создаются представителями других наук и нередко молодыми исследователями, у которых общепринятые представления не носят характера устойчивых, привычных, неизменных истин.

В философской литературе гипотеза понимается как самостоятельный метод научного познания, или как определенный логический элемент, входящий в большинство общенаучных методов исследования (эксперимент, исторический, моделирование и др.), или как форма организации, существования научного знания. Несмотря на это различие понимания гипотезы и её функций, во многом они близки. Действительно, гипотеза — это и форма научного знания и способ его приращения, ибо на её основе знание упорядочивается, приводится в определенную систему, позволяющую открывать новые факты и закономерности. В дальнейшем под научной гипотезой мы будем понимать обоснованное предположение о закономерной связи объектов.

Классификация гипотез проводится по различным основаниям. Выделяют описательные и объяснительные, частные и фундаментальные, рабочие и теоретические гипотезы. Описательные гипотезы представляют собой прямое обобщение опытных данных и устанавливают наличие и форму связи явлений. В случае подтверждения они приводят к открытию эмпирических законов. Объяснительные гипотезы — это предположения о внутренних причинах, механизме действия тех или иных явлений. Частные гипотезы характеризуют отдельные явления, узкие проблемы, фундаментальные — охватывают больший круг явлений, имеют универсальный характер и выводы их приложимы к большинству объектов данной науки. Так, гипотеза образования колчеданных руд является частной, а гипотеза мобилизма — фундаментальной гипотезой. Рабочая гипотеза выдвигается как первоначальное предположение для систематизации научных фактов, организации и направления научного исследования. Они обычно не имеют достаточной обоснованности и выполняют прагматическую, инструментальную роль. Достаточно обоснованные, развитые гипотезы некоторые исследователи называют теоретическими.

По отношению к геологическим гипотезам целесообразно в ка-

честве классификационного признака использовать фактор времени и возможность проверяемости. В этом случае можно разделить их на гипотезы о свойствах или связях объектов, о причинах их действия и об их истории и развитии. Назовем их статическими, причинными и историческими (6). Гипотезы первой группы не учитывают фактор времени и допускают проверку наблюдением, экспериментом в настоящее время или в будущем. Причинные гипотезы частично проверяемы в настоящее время, большей же частью имеют фактическую непроверяемость, обусловленную недостаточным уровнем развития науки и техники. Исторические гипотезы непроверяемы полностью, хотя степень их достоверности неодинакова и может быть весьма высокой. Эти гипотезы основываются на данных о связях объектов и их причинах, выводятся из них.

В геологии преобладают генетические гипотезы, которые призваны объяснить происхождение и развитие различных природных объектов, в том числе седиментационных циклов (циклокомплексов). Само понятие "генезис" в науке четко не определено. Обычно под ним понимается процесс, приводящий к возникновению объекта. Преобладает простое генетическое объяснение, когда то или иное состояние объекта объясняется путем апелляции к некоторому предшествующему состоянию, реже используется причинное генетическое объяснение, когда анализируется внутренний механизм образования объекта, его причина (9, стр.84-87). Большинство генетических гипотез следует относить к историческим и, кроме того, описательным. Даже если генетическая гипотеза говорит, например, о гидротермальном генезисе тех или иных руд (и её следовало бы относить к причинным), то вопросы об источнике рудного вещества, формах его переноса и причинах выпадения из растворов обычно анализируются. Слабое развитие объяснительных гипотез связано с тем обстоятельством, что причину многих геологических процессов (магматизм, тектогенез, седиментационная цикличность и др.) наука предполагает в действии глубинных подкорковых процессов, недоступных прямому исследованию.

Для того, чтобы то или иное предположение стало научной гипотезой, оно должно удовлетворять ряду требований, называемых условиями состоятельности гипотезы (I). Использование этих требований позволяет отбросить малообоснованные, фантастические предположения и ограничить круг тех, которые имеют научный характер.

Первое условие состоятельности гипотезы заключается в соответствии её фактам науки, её эмпирической обоснованности. Будучи системой знания, гипотеза должна иметь и теоретическое обоснование, опираться на известные теории и законы, которые имеют непосредственное отношение к гипотезе. Для геологических гипотез имеет большое значение использование законов ведущих отраслей естествознания: физики, химии, математики.

Второе условие состоятельности научной гипотезы — в её принципиальной проверяемости. Проверить гипотезу можно путем вывода следствий, доступных опытной проверке. Если же совокупность следствий гипотезы оказывается непроверяемой, то такая гипотеза не имеет права на существование. При этом следует различать фактическую и принципиальную непроверяемость. Первая обусловлена недостаточными техническими возможностями и со временем может быть устранена. Принципиальная непроверяемость означает, что следствия гипотезы недоступны опытной проверке в силу специфики внутреннего механизма, выдвинутого гипотезой. Требование принципиальной проверяемости направлено против произвольных догадок, беспочвенных построений и натурфилософских конструкций.

Третье условие состоятельности научной гипотезы заключается в её общности, приложимости к возможно более широкому кругу явлений. Научные гипотезы, выдвинутые для объяснения одной группы фактов, объясняют и ряд смежных явлений, т.е. оказываются плодотворными. Это связано с особенностями объективного мира, в котором все явления всегда тесно связаны друг с другом. Объективное содержание гипотезы обнаруживается не только в объясняемом явлении, но и в ряде других явлений, так или иначе связанных с первоначальным.

Четвертое условие состоятельности научной гипотезы заключается в её принципиальной простоте. Это положение, известное ещё в средние века под названием "бритвы Оккама", утверждало, что не следует вводить больше принципов и сущностей, чем необходимо для объяснения явления. Простота гипотезы состоит в её способности, исходя из сравнительно немногих оснований и не прибегая к произвольным допущениям, объяснить возможно более широкий круг явлений. Несмотря на спекуляции позитивистов на этом принципе, утверждавших, что то истинно, что просто, критерий простоты в общем оказывается прогрессивным; для материализма теория проста потому,

что она истинна. Простота научных гипотез объясняется единством разнообразных явлений действительности, выражающимися в подчинении их ряду общих законов.

Нам представляется, что условия состоятельности гипотезы должны быть дополнены ещё одним требованием — гипотеза должна быть сформулирована на научном языке. Это условие не всегда выполнимо, но использование строгого языка является всегда предпочтительным, ибо повышает логическую стройность гипотезы, делает возможным более четкое изложение основных её положений и получение выводов, проверяемых практикой. Если выдвижение гипотезы производится на основе образных моделей с помощью нечетких, многозначных понятий, то предсказательная сила таких гипотез невелика, а проверка затруднительна. Гипотезы, которые создаются на базе знаковых моделей и с помощью формальных понятий, имеют теоретическую зрелость и более реальную проверяемость, в отдельных случаях даже возможную в настоящее время, ибо они дают однозначные выводы и четкие условия своего подтверждения или опровержения.

\* Влияние специфики науки на условия состоятельности геологических гипотез рассмотрены нами в отдельной статье (8), и поэтому мы не будем на этом вопросе останавливаться. С точки зрения условий состоятельности там же рассмотрена в качестве примера гипотеза мобилизма.

Какие черты характерны для геологических гипотез? Каковы их особенности и характер?

Прежде всего для геологии характерны обилие гипотез и большая продолжительность их "жизни". Почти все вопросы геологии, имеющие фундаментальный характер, её "теории", носят гипотетический характер (10). На эту особенность геологического знания обращал внимание Ф. Энгельс, указывая, что если в физике и химии много гипотез, то "ещё хуже положение дела в геологии, которая по самой своей природе занимается такими процессами, при которых не только не присутствовали мы, но и вообще не присутствовал ни один человек" (К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, стр. 88).

Обилие гипотез объясняется объективными и субъективными причинами. Большинство геологических процессов очень сложно, многообразно, в них переплетается действие физических, хими —

ческих и биологических факторов, причем это действие не только совместное, но и взаимообусловленное. Причину многих геологических процессов наука видит в действии глубинных, подкоровых процессов, недоступных опытной проверке. В геологии исследователь имеет дело с результатами тех или иных процессов, часто отрывочными, неполными. Восстановить полную картину процесса, выяснить его ход и причину, влияние различных факторов можно только правдоподобно, с определенной долей вероятности. К тому же одинаковые или близкие геологические объекты могут иметь различное происхождение. Преодоление конвергентной неопределенности представляет весьма сложную проблему. Кроме того, многие геологические процессы недостаточно изучены. В этих условиях отдельные факты могут служить основой различных гипотез. Гипотезы часто имеют рабочий характер, логическая строгость и однозначность выводов у них отсутствует. В.И. Драгунов и И.В. Круть верно объясняют обилие гипотез в геологии, "гипотезоманию", как они говорят, неполнотой эмпирического обоснования их и недостаточной логической строгостью выводов из них (5, стр.107). Немаловажную роль играет и то обстоятельство, что для исследователя выдвинуть ещё одну гипотезу легче и престижнее, чем логически разрабатывать существующие или опровергать их. Причем последнее сделать весьма трудно, ибо гипотезы опираются на образные модели и выражаются на нестрогом языке, не дающем четких, однозначных выводов. Поэтому многие гипотезы в геологии имеют длительную историю.

В качестве основного метода проверки геологических гипотез используется наблюдение. Эффективность критериальной функции этого метода, как известно, невелика. Кроме того, наблюдению доступны только верхние части земной коры глубиной до 10 км. Эксперимент, из-за огромных масштабов геологических процессов во времени и в пространстве, затруднен, а моделирование недостаточно эффективно, вследствие слабой разработки вопросов приближенного подобия и невозможности учета влияния длительности процессов.

Другой особенностью геологических гипотез является их слабая разработанность, отсутствие строгих логических определений. Выявление строгой последовательности вывода, логический анализ гипотез позволит отбросить ряд из них без при-

влечения новых фактов. Кроме того, гипотеза должна давать четкие условия своего опровержения. Рассматривая гипотезы фиксизма и мобилизма, можно указать, что для повышения их логической строгости и проверяемости необходимо более четкое изложение их основ: что понимается под движением материков, как это движение определить и проверить, какое время — физическое или геологическое — имеется в виду и т.д.

Логический анализ гипотез может применяться как в формах — лизованных, так и в эмпирических науках. Он позволяет определить степень подтверждения не каждой гипотезы в отдельности, относительно имеющих оснований, а лишь в сравнении с другой — относительно имеющегося знания.

Третьей особенностью геологических гипотез является преобладание среди них генетических гипотез. Задача в геологии считается решенной, если выяснен генезис изучаемого объекта. Определение генезиса многие исследователи считают залогом его полного изучения и основой прогнозов. В то же время сейчас вряд ли существуют такие геологические объекты, относительно генезиса которых не существовало бы нескольких гипотез. Если воспользоваться терминологией Т. Куна, который для выражения устойчивых традиций мышления, правил и стандартов научной практики предложил термин парадигма, то можно отметить, что в геологии господствует генетическая (гипотетико-генетическая) парадигма. Она дает модель постановки проблем и методологию их решений (7, стр. II).

Для того, чтобы ограничить "бесчисленное количество" генетических гипотез, Ю.А. Воронин и Э.А. Еганов предлагают несколько правил представления гипотез, касающихся их формы (4, стр. I4, 22).

Во-первых, генетические гипотезы должны быть четкими, но не категоричными. Категоричность генетических гипотез, позволяющая некоторые из них квалифицировать уже "теориями", всегда может привести к крайне нежелательным последствиям, ибо генетические рассуждения относятся к числу правдоподобных. Необходимы формальная четкость и логическое совершенство гипотез.

Во-вторых, необходимо оговорить, какие две генетические гипотезы считаются различными. Дело в том, что далеко не все генетические гипотезы отличаются по своей сущности, хотя форма,

в которой они излагаются, может быть довольно разнообразной, нередко при этом происходит неявная подмена основного тезиса. В качестве примера Ю.А.Воронин и Э.А.Еганов приводят гипотезы о хемогенно-осадочном и вулканогенно-осадочном происхождении фосфоритовых залежей. Несмотря на их противопоставление, граница между ними условна, ибо первая обосновывает принципиальную возможность осаждения фосфорита химическим способом, вторая же заостряет внимание не на способе осаждения, а на том "первоначальном" источнике фосфата, который вводил его в морские воды. Поэтому эти авторы предлагают различать гипотезы не по содержанию (точнее сказать, по названию), а по тем связям, которые являются следствиями из этих гипотез и могут быть экспериментально проверены.

Таким образом, в геологии гипотеза играет огромную роль. Можно без преувеличения утверждать, что гипотеза - это один из основных методов геологического исследования. Гипотеза, кроме того, служит формой систематизации, организации эмпирического материала геологии, формой выражения новых идей в этой науке.

Для геологического знания характерно обилие гипотез, особенно генетических. Геологические гипотезы обычно недостаточно логически разработаны, имеют большую продолжительность "жизни". Разработка вопросов логической строгости гипотез, их проверки, превращения в теорию представляется важной задачей методологии науки.

Сказанное в полной мере относится к активно развивающемуся в настоящее время весьма перспективному направлению в геологии-геоцикличности. Важно, чтобы уже на данном уровне развития этого направления гипотеза прочно заняла свое место как эффективный метод научного познания и способ его приращения.

## Л и т е р а т у р а

1. Баженов Л.Б. О гипотезе в естествознании. - "Вопросы философии", 1962, № 9, с. 154-164.
2. Будобаева С.П., Пятницын Б.Н. Эвристические методы и проблема подтверждения в эмпирических науках. - В кн.: Логика и эмпирическое познание. М., "Наука", 1972, с. 133-168.
3. Вассоевич Н.Б. Источник нефти - биогенное углеродистое вещество. - "Природа", 1971, № 3, с. 58-69.
4. Ворошин Ю.А., Еганов Э.А. О генетическом и агенетическом направлениях в геологии. Новосибирск, ВИНТИ, № 3934-72. Деп. 1972. 24 с.
5. Драгунов В.И., Круть И.В. Геология и её положение в естествознании. - В кн.: Проблемы развития советской геологии. Л., 1971, с. 73-115. (Труды ВСЕГЕИ, нов. серия, т. 177).
6. Косыгин Ю.А., Соловьев В.А. Статические, динамические и ретроспективные системы в геологических исследованиях. - "Изв. АН СССР, сер. геол.", 1969, № 6, с. 9-17.
7. Кун Т. Структура научных революций. М., "Прогресс", 1975. 288 с.
8. Назаров И.В. Роль гипотезы как метода научного познания в геологии. - В кн.: Философские вопросы геологии, вып. 4. Свердловск, 1974, с. 63-81 (Тр. Свердл. горного ин-та, вып. 115).
9. Никитин Е.П. Объяснение - функция науки. М., "Наука", 1970. 280 с.
10. О программе работ по созданию основ для развития теоретической геологии. - В кн.: Применение математических методов и ЭВМ при решении типовых геологических задач. Новосибирск, 1976, с. 6-43. Авт.: Боровиков А.М., Воронин Ю.А., Еганов Э.А. и др.
11. Планк М. Единство физической картины мира. М., "Наука", 1966. 287 с.

ДВА АСПЕКТА ПОНЯТИЯ НАПРАВЛЕННОСТИ  
РАЗВИТИЯ И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОЗНАНИЯ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

(В связи с обсуждением проблемы геосикличности)

Для современной науки характерна тенденция ко всё большей конкретизации сложившихся научных понятий, к росту строгости и определённости их содержания. Если ещё недавно понятия изменения, движения, развития обладали практически тождественным содержанием и употреблялись как синонимы, то сегодня неоспорима тенденция к их чёткому различию, к выявлению принципиального своеобразия каждого из них.

Как известно, материальное движение, рассматриваемое диалектически, есть единство устойчивости и сменяемости состояний. Но при всей неразрывности этого единства в реальных процессах, в том числе и седиментационных циклах, всегда наблюдается определенная асимметричность указанных противоположностей, т.е. получает большее выражение либо момент устойчивости, сохраняемости системы, либо, наоборот, момент неустойчивости, сменяемости системы. Именно эта асимметричность устойчивого и изменчивого в материальных процессах и является объективной основой нетождественности процессов развития явлениям материального движения в целом. Исторически понятие "развитие" сложилось как раз для того, чтобы подчеркнуть и выделить из общей массы изменений те, где ярче представлен момент сменяемости, несохранности, обновления системы.

Отличительной чертой процессов развития является воспроизведение себе неподобного: конечное состояние развивающейся системы всегда качественно различимо с исходным. Процесс развития не имел бы места, если бы в ходе материальных превращений система внутренне-структурно и функционально не изменялась, не превращалась бы в нечто иное, новое.

Однако накопление качественных новообразований не только необратимо "уводит" систему от её исходного состояния, но и закономерно изменяет уровень её организованности. Сопоставляя исходное и конечное состояние системы, мы тем самым выясняем объ-

активную направленность её развития, т.е. необратимое изменение системы в сторону повышения, понижения или сохранения примерно одного и того же уровня организованности. Логически это находит своё выражение в диалектических категориях прогрессивного, регрессивного и одноплоскостного развития, низшего и высшего, простого и сложного, совершенного и деградирующего. Сказанное относится к широкому кругу явлений и очень ярко проявляется в геологической цикличности вообще и седиментационной, в частности.

Таким образом, для современного научного знания проблема направленности процессов развития в окружающем нас мире — это прежде всего и главным образом проблема диалектического соотношения и взаимосвязи объективно существующих тенденций прогрессивного, регрессивного и одноплоскостного развития. Но, как и любая другая научная категория, понятие направленности развития приобрело своё современное содержание в итоге длительной исторической эволюции познания. Вплоть до ХХ в. в биологических науках оно связывалось преимущественно с процессами одностороннего увеличения или уменьшения в ряду поколений какого-либо органа или функции ("длжащаяся изменчивость", "ортогенез" и т.д.). В науках о неорганической природе понятие направленности использовалось в основном для выяснения соотносительного значения обратимости и необратимости в явлениях природы и характеристики закономерной последовательности в развёртывании состояний обратимо функционирующих физико-химических систем. И это было вполне закономерно. Вопрос о направленности изменений уровня организованности материальных систем приобрёл остроту лишь в наши дни, с выявлением факта принципиальной необратимости этих изменений.

Следовательно, исследование и решение проблемы направленности процессов развития имеет два основных аспекта, исторически и логически тесно связанных друг с другом: выяснение соотносительной роли обратимости и необратимости в явлениях природы (что позволяет выделить процессы развития из общей массы изменений матери) и исследование соотношения и взаимосвязи разных форм (тенденций) изменения высоты и степени организованности этих явлений. Первый выступает объективной предпосылкой второго: исторически — выяснение соотношения обратимости — необратимости в материальных процессах предшествует осознанию их организационной направленности; логически — содержание понятий прогрессивной, регрессив-

ной и одноплоскостной направленности развития включает в снятом виде содержание понятия необратимого качественного изменения, ибо отражаемые ими явления есть закономерное следствие качественных новообразований в системе.

В современной научной литературе не вызывает сомнения наличие необратимо направленных изменений в истории жизни и общества. Относительно же явлений неорганической природы подобной ясности нет, и многие исследователи с большим сомнением относятся к признанию даже возможности направленного развития в природе. В частности, для геологического мышления длительное время было традиционным прямо противоположное представление о всеобщем круговороте ("цикличности") геологических явлений и структур как объективной форме существования материи — Земли.

Являясь, в известном смысле, противоположностями, понятия направленного развития и круговорота обнаруживают в то же время известную внутреннюю общность: оба они представляют собой попытку теоретического выражения наблюдаемой в природе и обществе объективной направленности процессов. Однако выражают они её по-разному: концепция развития исходит из факта одновременного сосуществования и диалектического противоборства противоположных тенденций прогресса и регресса. Концепция круговорота настаивает на полярной противоположности прогресса и регресса, исключающей их сосуществование и обуславливающей лишь последовательную смену одного другим.

"Что же такое круговорот?" — спрашивает автор специального исследования о круговоротах А.Е.Фурман. И отвечает: "Круговорот — это связанное в единую цепь движение и от простого к сложному и от сложного к простому. Единство возникновения и уничтожения одной и той же материальной системы, ... единство прогрессивного и регрессивного движения". (I7, с.18,22).

Вдумаемся в это определение. Нетрудно заметить два важных факта.

Во-первых, по своему объективному содержанию круговорот оказывается строго связанным с изменениями одной и той же материальной сущности. "Возникновение и уничтожение одного и того же есть круговорот", — поясняет сам автор (I7, с.55). И.А.Лойфман, также исследовавший структуру круговорота, вводит даже специальное понятие "формообразовательного ряда" для характеристики по-

следовательных фаз круговорота, всегда являющихся "лишь различными состояниями единого субстрата... При этом относительно устойчивая внутренняя структура изменяющегося субстрата служит своего рода матрицей всего формообразовательного ряда (8, с.51).

Во-вторых, по своей форме круговорот всегда является единством "возникновения и уничтожения", т.е. восходящей и нисходящей стадий бытия системы. Именно чередование этих стадий в смене "поколений" данной системы и обуславливает столь характерную для процессов круговорота последовательную повторяемость одних и тех же качественных состояний, "ряда форм".

Таким образом, принципиальное различие процессов развития и круговорота в том, что первые связаны с качественным обновлением системы, с воспроизводством себе неподобного, тогда как вторые, наоборот, протекают с воспроизведением относительно тождественных состояний.

Широкая популярность концепции круговорота в геологии второй половины XIV - первой половины XX вв., конечно, имела свои причины. В прогрессе познания общие, повторяющиеся элементы изучаемых процессов схватываются всегда быстрее и при меньшем уровне общего знания, нежели моменты специфические, требующие сравнения и изучения огромного материала. "Периодичность, ритмичность осадконакопления можно изучать почти на любом геологическом разрезе. Необратимость его можно установить, лишь рассматривая всю историю земной коры" (7, с.278). Преимущественное внимание к универсальному, повторяющемуся при ограниченности знаний неизбежно приводит к трактовке всего своеобразного как некоего "отклонения" от общего правила. И требуется длительное накопление фактов, чтобы вчерашние "исключения" сами обрели статус природной закономерности.

Но помимо таких общегеологических корней, успех гипотезы круговорота в геологии во многом предопределялся и особенностями исторического развития самого геологического знания, именно - влиянием униформистской методологии, требовавшей признания качественного и количественного постоянства геологических явлений, процессов и факторов, а также своеобразным "европоцентризмом" этого знания. Вплоть до середины XX в. общегеологические представления формировались почти исключительно на европейском материале, с некоторыми параллелями северо-американского поряд-

ка. Поэтому, например, специфичная для Европы последовательность тектонических эпох, временные, энергетические, структурные и т.п. особенности геологических трансформаций механически переносились на планету в целом. И, в частности, убежденность в чередовании в истории Земли геологически равноценных эпох также является, как отмечает А.Л.Яншин, "типичным примером некритического перенесения закономерностей, установленных в маленькой Европе, на всю поверхность земного шара" (24, с.31).

Н.П.Херасков, подвергший специальному анализу эти вопросы, приходит к следующему примечательному выводу: "Мне представляется, что циклические представления об истории Земли отражают раннюю стадию развития науки, когда закономерности охватывают лишь ограниченный круг фактов" (21, с.253). По мнению другого тектониста Е.В.Павловского, представление об исторической цикличности геологических явлений принадлежит к тем нескольким устоявшимся в геологическом мышлении догмам, которые пришли в решительное противоречие с современными научными данными. "Глубокая философская идея о необратимости процессов формирования земной коры находит мощную поддержку в потоке свежей геологической информации" (12, с.37).

Эта информация объективно свидетельствует прежде всего об исторической относительности геологических явлений и процессов, т.е. об их возникновении на определенном этапе планетной или коровой эволюции, последующем развитии и конечном отмирании, "бренности", как и всякого другого материального явления или процесса. Важнейший тектонический процесс - геосинклинальная активность - отсутствует на самых ранних стадиях эволюции планеты, достигает своего максимума в протерозое и почти затухает в неотектоническую эпоху, обуславливая тем самым общую тенденцию тектонического развития коры от геосинклинального режима к платформенному. Последний, возникнув в протерозое, достиг к настоящему времени своего максимального расцвета, но уже демонстрирует первые признаки своего будущего упадка - в форме явлений так называемой "активизации платформ" (образование рифтов, эпиплатформенный орогенез, излияния плато-базальтов и т.д.) и "океанизации" земной коры. Строго локальны во времени и процессы петрогенезиса, металлогении и т.д.

Существенно, что с течением времени необратимо меняются не

только конкретные проявления геологических состояний, но и роль и соотношение определённых геологических факторов, т.е. эволюционирует сам "механизм" геологической эволюции. Если за формирование первичной протопланетной структуры Земли с выделением ядра, мантии и внешней "плёнки" несли ответственность, главным образом, гравитационные силы, то появление базальтовой коры в катархее было обусловлено, в основном, вулканизмом, а в формировании в архее гранитной коры решающую роль сыграли, очевидно, плутоно-метаморфические процессы. С протерозоя на первый план в геологической истории выходит тектоника, до тех пор не игравшая существенной роли.

Весь этот богатый исторический материал, накопленный современной геологией, хорошо обобщается в следующих словах известного геолога Е.В.Шанцера: "Необратимым является развитие земного шара в целом, необратимыми являются в той или иной степени и исторические этапы развития всех частных геологических объектов. История Земли - это поступательный процесс, в ходе которого качественно меняются и её строение, и физическое состояние её вещества, и вся термодинамическая и физико-химическая обстановка её недр и её поверхности. Соответственно меняются условия и сам ход геологических процессов" (23, с.106).

Значит ли это, что столь часто отмечавшиеся циклы тектонической, трансгрессивно-регрессивной магматической, морфогенетической и т.д. деятельности есть просто ошибка познания, беспочвенный миф? Нет, так же как в более общем случае космического круговорота (9) ставить вопрос таким образом, т.е. видеть в геологической истории "только направленность и не замечать элементов повтора... было бы явным упрощением" (18, с.14).

Факты известной цикличности и повторяемости геологических состояний (циклов) совершенно отчётливо прослеживаются в истории Земли, являясь столь же объективной характеристикой её, как и явления необратимости в этой истории. Проблема, следовательно, не в механическом противопоставлении этих двух характеристик, а в уяснении их внутренней связи и принципиальной роли в историческом процессе. И здесь возникает центральный вопрос: что именно повторяется циклично: что остается неповторимым в эволюции геологических систем? Его анализ позволяет сделать вывод, что повторяются, как правило, формальные стороны геологической ор-

ганизации, содержательные же элементы этой организации, определяемые необратимо изменяющимися во времени термодинамическими, физико-химическими, биогенными и антропогенными факторами, в принципе неповторимы. Памятуя о диалектическом тезисе примата содержания над формой, мы должны согласиться с правомерностью вывода В.Е.Хаина: "В природе имеет место сочетание цикличности и направленности тектонического развития, причём направленность является, конечно, более важной стороной этого развития, а цикличность выступает как её осложнение, тем не менее также заслуживающее полного внимания" (18, с.15).

Итак, диалектические концепции единства обратимости и необратимости в превращениях материальных систем и наличие реальной асимметричности природных процессов нашли в современной геологии убедительное подтверждение, объективно снимающее возражения против возможности процессов развития на данном уровне материальной организованности. Если в начале века известный русский физик О.Д.Хвольсон ещё мог категорически настаивать на том, что "прогресс, регресс и новообразование — это пустые слова, лишённые всякой научной основы" (20, с.109), то сегодня признание "новообразования", т.е. развития в физических, химических и геологических явлениях становится всё более общим.

Однако, соглашаясь с фактом развития в неорганической природе, некоторые учёные по-прежнему отрицательно относятся к идее прогрессивной и регрессивной направленности этого развития. "В неорганической природе есть развитие, но нет прогресса", — так формулируется эта мысль С.Б.Морочником (II, с.47). По мнению С.Г.Борцова, "обозначение одних образований низшими, а других — высшими этапами в эволюции вещества будет лишь отражать стремление к наложению на природу человеческих оценок и эталонов" (2, с.101), а само истолкование "высшего" и "низшего" за пределами процессов, ведущих к возникновению жизни, будет "в значительной степени результатом доброго согласия учёных" (3, с.74).

В обоснование этой скептической точки зрения выдвигаются в основном следующие аргументы:

Во-первых, высказывается мнение, что понятие прогресса неразрывно связано с понятиями "передового", "хорошего", "положительного" и т.д., а понятие регресса — с понятием "реакционного", "отрицательного", "устаревшего" и поэтому нельзя говорить о про-

грессивности или регрессивности изменений неживой природы. В этой аргументации хорошо просматривается, с одной стороны, некритическое отождествление содержания общенаучных категорий прогресса и регресса с их частными, специфически социальными характеристиками, и, с другой стороны, неправомерная подмена проблемы объективной направленности природных процессов вопросом о терминологической адекватности их логического выражения.

Во-вторых, по мнению ряда учёных, сопоставления по степени материального совершенства качественно разнородных неорганических систем бессмысленны, ибо "для ответа на этот вопрос нет объективных критериев" (II, с.49). Что прогрессивнее, иронизирует С.Б.Морочник, Луна или Солнце? Химическая реакция между серной кислотой и железом или превращения элементарных частиц? Будет ли прогрессом, спрашивает чешский астроном Л.Ригер, образование звёзд из диффузной космической туманности и можно ли считать регрессом их распад? (I4, с.29). "В самом деле, — рассуждает геолог А.И.Равикович, — какой критерий совершенствования можно предложить для земной коры или физико-географических условий? В конечном плане это представляется в такой форме: какие осадочные породы более прогрессивные — песчаные или карбонатные? Какая геосинклиналь развивалась по более прогрессивному пути — Средиземноморская, Уральская или Аппалачская? Какая платформа показывает черты наивысшего строения — Русская, Сибирская или Канадская? Даже сама постановка вопроса вызовет у геолога недоверие, так как в неорганической природе нам неизвестен критерий совершенствования" (I3, с.23). А поэтому, подытоживает А.И.Равикович, "большинство учёных разделяют мнение, что для неорганической природы трудно доказать прогресс и при анализе геологических явлений надо ограничиться представлением о необратимом развитии" (I3).

В этих суждениях наглядно повторяется познавательная ситуация, характерная для биологии середины прошлого века: отсутствие ясности в критериях органического совершенства порождало субъективистские сомнения (Кювье, Бэр) в существовании самого объективного прогресса, успешно снятые дальнейшим развитием науки.

Сложившееся в современной эволюционной геологии положение показывает, что если установление исторически необратимого ха —

рактера геологических процессов было во многом связано с накоплением новых фактов, эмпирически свидетельствующих о примате необратимости над цикличностью, то решение проблемы направленности геологического развития во всей её полноте, с выявлением основных тенденций развития, таким путём невозможно. Оно необходимо требует предварительного методологического анализа вопроса, т.е. выявления объективного содержания общедialeктических категорий прогресса, регресса и одноплоскостности и выяснения специфики их проявления применительно к данным уровням материальной организованности.

Как показывает анализ, в наиболее общей форме прогрессивное развитие можно охарактеризовать как процесс функционального усложнения развивающихся систем, т.е. увеличения многообразия их внутренних и внешних связей. На физико-химическом уровне организации материи функциональное усложнение достигается, в общем случае, усложнением структурного строения системы. Поэтому применительно к низшим формам организации материи прогресс проявляется как развитие от структурно более просто организованных состояний к состояниям структурно более сложным. "В неживых целостных системах прогресс, усложнение организации выступает как движение, переход материи от лишённых внутреннего богатства, слабо дифференцированных форм к формам более дифференцированным, более содержательным, более конкретным и определённым" (I, с. 125).

Прогрессивное совершенствование усложняющихся неорганических систем обеспечивается, во-первых, тем, что с усложнением организации растёт многообразие материальных свойств, присущих системе. Отсутствующие, например, у отдельной микрочастицы свойства давления, вязкости, теплоты и т.д. обретают реальность с агрегатированием частиц в макротело. Полимерные молекулы (в отличие от простых) приобретают свойства эластичности, вязкости, набухаемости. Короче говоря, с ростом сложности организации материи растёт дифференцированность её свойств.

Во-вторых, с усложнением материальной организации складываются предпосылки для появления специальных - "охранных" - механизмов повышения устойчивости системы относительно возможных факторов распада (кинетического, информационного и т.д.), что также свидетельствует о росте высоты организованности системы.

Соглашаясь с фактом таких изменений, некоторые авторы выра -

жают сомнение в правомерности интерпретации их как прогрессивных. "Усложнение — это ещё не прогресс. Непременное условие прогрессивного развития — эталон, по которому можно было бы сопоставлять эти процессы", — пишет, например, А.И.Равикович (13, с.23). Очевидна логическая погрешность этого суждения: объективный прогресс материальных структур, существующий вне всяких наших "эталонов" и задолго до них, незаметно подменяется процессом познания этого прогресса, действительно нуждающегося в соответствующих "эталонах" или, строже говоря, критериях прогрессивного развития.

Но главное возражение против идентифицирования прогрессивного развития неорганических систем с их структурным усложнением связано с наблюдаемым снижением активности функционирования системы по мере её усложнения. Так, физическая активность квантов, осуществляющих взаимодействие частиц вещества, выше физической активности самих этих частиц, микроструктура активно функционирующих молодых "горячих" звёзд значительно проще микроструктуры затухающих "холодных" звёзд; химически наиболее реактивны не высшие, очень сложные звенья органических гомологических рядов, а их средние члены и т.д.

В этом анализе справедливо подчёркивается объективная значимость кинетических характеристик процесса развития, но при этом выпадает из поля зрения очень важный факт: утрачивая по мере усложнения структуры определённые энергетические возможности, развивающаяся система в целом не беднеет, ибо эти утраты компенсируются появлением новых видов материальной активности, отсутствующих на предыдущих уровнях организации материи. Если "горячая" звезда представлена почти исключительно элементарно-физическими формами движения материи, то по мере эволюционного продвижения и охлаждения звезды эти формы движения закономерно дополняются химическими взаимодействиями. Возрастание химической инертности высших гомологов сопровождается появлением и активизацией механических свойств и т.д. Таким образом, усложнение неорганических систем не упрощает, а качественно обогащает энергетико-кинетическую картину процесса. Поэтому противопоставление структурных и энергетических характеристик эволюционирующих систем методологически и фактически неправомерно.

Если прогресс неорганических систем объективно связан с

усложнением их структуры, то означает ли это, что данная формула может быть без дальнейших уточнений использована в качестве критерия прогресса геологических систем?

Геологический прогресс есть частная форма прогрессивного развития неорганической природы. Из этого следует как его подчиненность общ. для последнего закономерностям, так и наличие необходимого своеобразия, выделяющего геологический прогресс в конкретную форму этого развития. С этим связана равная ошибочность как эмпирических поисков "формулы" геологического прогресса, ведущихся в отрыве от познания общих закономерностей неорганического прогресса и - шире - прогрессивного развития природных систем в целом, так и встречающегося в литературе мнения о тождественности критерия геологического прогресса общему критерию прогресса в неорганической природе. Интересующий нас вопрос может быть решён лишь с позиции диалектики общего и особенного в процессах структурного усложнения.

Вдумаемся в содержание понятия "структурная сложность". Согласно обычному взгляду, степень сложности системы определяется числом её элементов и возможных связей между ними.

Объективной основой такого суммативного истолкования структурной сложности служит реальное существование составной сложности, т.е. конкретного типа сложности, возникающего в результате агрегирования или многократного повторения каких-то структурных элементов. На основе принципа повторяющихся звеньев построена вся кристаллическая организация вещества, многоатомные органические соединения гомологических рядов, полимеры, колониальные формы организмов и многие органы высших растений и животных.

Однако составная сложность не исчерпывает многообразия сложного и распространение суммативной трактовки структурной сложности за пределы этого частного вида сложного приводит к серьёзным познавательным трудностям и ошибкам. Р.Б.Добротин рассматривает в этой связи следующий пример: в зависимости от энергии взаимодействия столкнувшиеся ядра углерода и кислорода могут образовать как ядро нового элемента - кремния, так и молекулу окиси углерода  $CO$ . По количеству элементарных частиц и массе новообразовавшиеся частицы вполне идентичны, однако характер сложности в обоих случаях различен: в первом возникает новое ядро,

т.е. объект, не отличающийся по характеру организации от исходных частиц, во втором же возникает молекула, т.е. частица принципиально иной организованности. Поэтому при равенстве внешних количественных показателей второй объект организован сложнее. Точно так же низкомолекулярное соединение фурфурола, обладающее несколькими функциональными группами, позволяющими ему реагировать и как альдегиду, и как непредельному соединению, и как эфиру, и как гетероароматическому веществу, несравненно сложнее высокомолекулярных парафинов, лишённых реагентоспособных групп и способных к очень ограниченным взаимодействиям.

Поэтому нельзя не согласиться с мнением немецкого философа-марксиста Г.Павельцига, что "сложность систем увеличивается не только с ростом числа их элементов, структур и связей, но и с возрастающей гетерогенностью элементов, структур и функций и с увеличением интенсивности и разнообразия взаимодействия системы с окружающим миром" (25, с.1444).

Увеличение качественного разнообразия структурных элементов и связей - такова определяющая черта второго, гетерогенного типа усложнения. Сопоставляя их друг с другом, нельзя не заметить более развитого характера гетерогенной сложности. Включая в себя агрегирование элементарных единиц, оно в то же время предполагает их качественное преобразование в некие новые состояния, т.е. переход однородного в неоднородное, дифференцирование элементов системы. Последним обусловлены и другие важные для гетерогенного усложнения явления - рост определённости (расчленённости, обособленности) структурных образований при возрастании общей целостности, интегрированности развивающейся системы.

Соответственно своей большей высоте организованности гетерогенное усложнение как форма эволюции материальных систем проявляется на сравнительно поздних и высокоорганизованных ступенях развития. Оно не играет сколько-нибудь видной роли в явлениях микромира, на низших стадиях химической организованности - этих "вотчинах" составной сложности - и начинает существенно проявлять себя лишь в условиях развитого химизма. В полной же мере значение этого механизма эволюции неживой материи раскрывается на самых высоких ступенях её развития - планетарном и геологическом. Исключительное разнообразие материальных структур этих уровней организации обусловлено, в основном, именно процессами

внутренней дифференцированности.

Выделение двух типов усложнения позволяет глубже понять различие их роли в определении направленности процессов развития. Усложнение неорганической системы на базе роста её внутренней дифференцированности и качественного многообразия структур всегда связано с соответствующим ростом функционального богатства системы и поэтому на макроскопическом (планетарно-геологическом) уровне организации природы может служить объективным мерилom высоты и степени достигнутого системой совершенства. Что же касается усложнения составного типа, то оно может служить столь же объективным показателем прогресса системы на микроскопическом уровне организации природы, но лишь в том случае, если рост числа элементов обусловил возникновение качественно новых функций у системы.

С учётом сказанного, вернёмся к рассмотрению вопроса, столь чётко сформулированного А.И.Равиковичем. Какие из осадочных пород более прогрессивны — песчаные или карбонатные? Какая из известных геосинклиналей развивалась по наиболее прогрессивному пути? Какая из платформ показывает черты наивысшего строения? Совершеннее ли, например, геологическая обстановка ордовика геологии кембрия? Постановка этих вопросов, при всей их непривычности, перестанет быть столь экстравагантной, если мы сформулируем их на более строгом языке современной теории организации: есть ли принципиальные различия между данными геологическими структурами, процессами и эпохами в качественном разнообразии составляющих элементов, их подсистем и совокупностей? Одинакова или различна пространственно-временная упорядоченность этих элементов? Их энергетические характеристики? Степень их определённости, концентрации и интеграции? Степень устойчивости перед факторами распада?

На эти вопросы мы получаем в современной литературе вполне отчётливый, позитивный и практически однозначный ответ: да, геологические структуры, процессы, эпохи в истории Земли характеризуются в указанных отношениях достаточно чётким различием (I6, I9, 2I и др.). А это значит, что высота и степень организованности геологических явлений не могут оставаться постоянными, ибо они находятся в прямой зависимости от указанных переменных факторов.

Конкретный анализ различий в уровнях организованности геологических систем и процессов — задача специалистов-геологов (4, 6, 15). В методологическом же отношении очень важно предупредить о своеобразной "детской болезни", которой перестрадали все науки, делавшие первые шаги в познании направленности развития своих объектов: тенденция к абсолютизации одной из форм развития, сведении развития материальных систем к всеобщему прогрессу (в социальных науках и биологии) и регрессу (в термодинамике, астрофизике, ядерной физике и др.).

Между тем современный уровень естественнонаучных и философских знаний убедительно опровергает подобную односторонность в трактовке направленности развития и неоспоримо свидетельствует о диалектически противоречивой направленности процессов развития на всех известных уровнях организации природы (10). Наряду с прогрессом, объективно существуют регрессивная и одноплоскостная формы развития.

Охарактеризовав прогрессивное развитие как процесс функционального усложнения, мы тем самым уже предопределили характеристику процесса регрессивного развития как процесса функционального упрощения. Однако такое определение также нуждается в дополнительных коррективах, ибо прямолинейно понятое, оно необходимо приведёт нас к ошибочному, хотя довольно распространённому в литературе выводу о тождественности явлений регресса явлениям деградации материальных систем, т.е. их дезорганизации, распаду на свои более простые составляющие. Между тем подобного рода распад представляет, как правило, проявление обратимости материальных процессов и поэтому диалектически противостоит процессам развития как явлениям, в целом необратимым. В этой связи вполне очевидна возможность отнесения к явлениям регрессивного развития лишь таких процессов упрощения, которые связаны с преемственным и необратимым при данных условиях качественным новобразованием.

Типичным примером понимаемого таким образом регрессивного развития может служить стадийное выветривание минералов. В процессе выветривания образовавшиеся в глубинных условиях сложные, силикатные минералы под влиянием поверхностных условий — перепада температур, воздействия воды, кислорода, углекислоты, живых организмов и т.п. испытывают последовательные превращения,

связанные со всё более глубоким разрывом химических связей, разрушением кристаллических решёток и формированием всё более упрощённых вторичных минералов осадочных пород.

Однако этот процесс было бы неправильно рассматривать как простое разложение, распад силикатных минералов на свои составляющие. "Даже простейшие его реакции, с химической точки зрения, — это реакция обмена и соединения, а не разложения. Особенно очевидно это в отношении такой его важнейшей составной части, как образование глинистых минералов из первичных минералов материнских пород. При этом наряду с выносом оснований и гидроксидов железа и кремния, образующихся в ходе гидролиза, происходит присоединение воды и сложная перестройка кристаллических решёток, сопровождающаяся существенной рекомбинацией атомов ряда элементов. Поэтому глинистые минералы нельзя рассматривать просто как остаточные продукты разложения, это продукты нового минерального синтеза" (22).

В геологической истории Земли регрессивные процессы вообще представлены очень ярко. К ним, очевидно, относятся такие фундаментальные для геологической действительности явления, как закономерное упрощение минералогических и петрологических структур в ходе их метаморфизма, а также процессы активизации платформ и "океанизации" континентальной коры.

По интересному заключению Я.А. Виньковецкого, наблюдается даже определённая закономерность в распределении прогрессивных и регрессивных процессов в геологическом мире: первые характерны для близповерхностной зоны коры, вторые — для её поверхности и больших глубин (5).

Если прогрессивная и регрессивная эволюция систем связаны с изменением уровней их организованности, то специфика одноплоскостной эволюции как раз в наличии такой необратимой смены состояний, которая идёт без существенного повышения или понижения уровня организованности развивающейся системы, "как бы в одной плоскости". Таковы, например, многообразные явления петрохимической эволюции, связанные с закономерным ростом или уменьшением содержания химических элементов в горных породах.

Многонаправленность развития характерна и для эволюции больших тектонических комплексов. Если эволюция от байкалид к каледонидам и от последних к герцинидам, очевидно, с учётом изло-

женной выше позиции может быть охарактеризована как прогресс, то переход, например, к альпийской системе, по мнению многих исследователей, характеризуется особенностями, позволяющими предположить скорее одноплоскостный тип эволюции.

Выступая относительно самостоятельными формами развития, регресс и одноплоскостность тем не менее обнаруживают самую непосредственную связь с прогрессивным развитием. Она состоит прежде всего в том, что всякий регрессивный и одноплоскостный процесс в конечном итоге вторичен по отношению к прогрессивному развитию, ибо только в ходе последнего достигается исходный для этих процессов уровень организованности. В этой связи мы можем сделать ещё один важный вывод: прогрессивное развитие является не просто одной из форм эволюции природы. Оно является базисом всякого иного развития, его фундаментом, открывающим возможность для дальнейшего как одноплоскостного, так и регрессивного развития. Но тем самым прогрессивное развитие обуславливает неразрывную связь всех тенденций развития и — в конечном счёте — само существование развития как сложного системного явления.

Отмеченная многонаправленность геологических процессов сей — час осознана многими исследователями, использующими для её выражения весьма разнообразную терминологию: "организационные" и "энтропические" (Я.А.Виньковецкий), "конструктивные" и "деструктивные" (Е.Е.Милановский, В.Е.Хаин), "восходящие" и "нисходящие" процессы (В.Г.Бондарчук, В.М.Синицын) и т.д. Очевидно, понятия прогресса, регресса и одноплоскостной эволюции наиболее точно отражают смысл и содержание рассмотренных явлений и процессов.

#### Л и т е р а т у р а

1. Афанасьев В.Г. Проблема целостности в философии и биологии. М., 1964. 416 с.
2. Борщов С.Г. Категория "развитие" в естествознании и обществоведении.— В кн.: Принцип развития. Саратов, Изд-во Саратовского ун-та, 1972, с. 97—107.
3. Борщов С.Г. Противоречие, развитие, практика. Саратов, Изд-во Саратовского ун-та, 1966. 228 с.
4. Булкин Г.А. Введение в статистическую геохимию. Л., "Гриф", 1972. 207 с.
5. Виньковецкий Я.А. Геология и общая теория эволюции природы.

- Л., "Недра", 1971. 94 с.
6. Горак С.В. Об определении термина "развитие" и общем характере геологических процессов. - В кн.: Диалектика развития и теория познания в геологии. Киев. "Наукова думка", 1970, с. 40-57.
  7. Каледа Г.А. Периодизация геологической истории кремнезема. - В кн.: Вопросы минералогии осадочных образований. Вып.3-4, Львов, Изд-во Львовск. ун-та, 1956, с. 277-291.
  8. Лойман И.Я. Круговорот как форма саморазвития материи. - "Философские науки", 1969, № 5, с. 50-56.
  9. Молевич Е.Ф. Круговорот и необратимость в мировом движении. Саратов, 1976.
  10. Молевич Е.Ф. О направленности процессов развития в объективной действительности. - В кн.: Проблемы диалектики. Вып. 5, Л., 1975, с. 11-24.
  11. Морочник С.Б. Развитие и прогресс. - "Вопросы философии", 1966, № 6, с. 46-54.
  12. Павловский Е.В. Ранние стадии развития земной коры. - "Изв. АН СССР. Сер. геол.", 1970, № 5, с. 23-39.
  13. Равикович А.И. Развитие основных теоретических направлений в геологии XIX в. М., "Наука", 1969. 248 с.
  14. Ригер Л. Введение в космологию. М., ИЛ, 1959. 129 с.
  15. Рундквист Д.В. Вопросы изучения филогенеза месторождений полезных ископаемых. - "Записки Всесоюзн. Минерал. общества", 1968, т. 97, № 2, с. 191-209.
  16. Синицын В.М. Спаль. Л., "Недра", 1972. 167 с.
  17. Фурман А.Е. О соотношении прогресса и круговоротов в процессе развития. - В кн.: Проблема развития в современном естествознании. М., 1968, с. 7-23.
  18. Хаин В.Е. Об общих закономерностях развития тектонических процессов во времени. - "Вест. МГУ. Геология", 1971, № 4, с. 3-18.
  19. Хаин В.Е. Об основных тенденциях в развитии земной коры. - "Вест. МГУ. Геология", 1968, № 1, с. 25-40.
  20. Хвольсон О.Д. Гегель, Геккель, Коссут и двенадцатая заповедь. СПб, 1911.
  21. Херасков Н.П. Тектоника и формации. М., "Наука", 1967. 404 с.
  22. Шанцер Е.В. Очерки учения о генетических типах континенталь-

- ных осадочных образований. М., "Наука", 1966. 239 с.
23. Шандер Е.В. Современная геология и её место в естествознании. - В кн.: Взаимодействие наук при изучении Земли. М., "Наука", 1964, с. 93-118.
  24. Яншин А.Л. Тектоническое строение Евразии. - "Геотектоника", 1965, № 5, с. 7-35.
  25. Pawelzig G. Zur Weiteren Ausarbeitung der dialektischen Entwicklungstheorie. - "Deutsche Leitschrift für Philosophie", 1969, N 12, p. 1438-1450.

## ЦИКЛИЧНОСТЬ КАК ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ПРОЯВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ В ГЕОЛОГИИ

При анализе геологических процессов привлекает внимание стабильность, инвариантность структур и форм тех систем, которые возникали в течение всей истории Земли. Это проявляется в ограниченном количестве типов осадочных и изверженных пород, а также в универсализме структурно-текстурных особенностей, свойственных породам каждой из этих групп; в небольшом наборе элементарных структурных форм и, по-видимому, типов их сочетаний или типов тектонических зон и т. д. Иными словами, эволюция геологических систем выражается, главным образом, в преобразовании их содержания (т. е., в конечном счёте, в перегруппировке атомов (4), а не в изменении форм их существования. Немногочисленные исключения (например, отсутствие джеспилитов в фанерозое) не противоречат этому общему заключению. Относительная стабильность структурных форм геологических систем обнаруживает достаточно чётко проявляющуюся цикличность геологических процессов, выступающую как весьма характерная черта геологического движения, которая должна быть отражена в методах и понятийном аппарате геологии.

Пока нет единой теории, которая раскрывала бы общие причины цикличности геологических процессов. Однако ясно, что все геологические процессы направлены в сторону уменьшения структурной энтропии. Так, магматические процессы завершаются образованием из расплавов изверженных пород с определенными структурно-текстурными особенностями; осадконакопление приводит к фиксации отдельных частиц в форме осадков, которые в ходе эпигенеза, диагенеза и метаморфизма превращаются в горные породы; в результате тектогенеза на месте мобильных участков земной коры, обладающих высокой механической подвижностью, возникают области завершённой складчатости, переходящие в платформы и т. д.

В энергетическом аспекте сущность всех геологических процессов заключается в последовательном понижении уровня энтропии путём её временного увеличения, что и обуславливает цикличность этих процессов. Чтобы возникла осадочная порода, необходимо раз-

рушить исходную породу, дезинтегрировать её на составные физические и химические компоненты; чтобы образовалась изверженная порода, нужен акт расплавления суперкристалльных образований (если речь идёт о породе кислого состава) или переход в расплав вещества мантии (если речь идёт о породе основного состава) и т.д. Во всех случаях повышение энтропии начальной системы требует затрат определенной энергии.

В геологической литературе была предпринята попытка определить содержание понятия цикличности на основе привлечения общих логических (3) или философских, диалектических (2, 5) критериев. Развивая эти идеи, можно более определенно установить место цикличности в ряду других категорий, раскрывающих природу геологического движения. Современная геология, особенно её теоретическое ядро, остро нуждается в выявлении, упорядочении и уточнении своего понятийного базиса. Необходимо осмыслить и определить исходную систему понятий, обладающих категориальным статусом, лежащих в фундаменте геологической науки и порождающих как некую оболочку все остальные (или, по крайней мере, большинство) понятий, составляющих теорию этой науки.

Геология – это система различных конкретных дисциплин, связанных особенностями предмета и метода (как, впрочем, физика, химия, биология и др.). Поэтому надо найти некоторую понятийно-базисную общность для такой системы. Такая общность может быть обнаружена применением какого-либо общего метода научного исследования (например, системно-структурного) и конкретизацией общих атрибутов материи. В результате можно получить такой, например, ориентировочный базис понятий:

- А. Онтологическая группа: геологический объект, пространство, время, энергия, среда.
- Б. Гносеологическая группа: отображение, модель, адекватность, сходство, различие.
- В. Группа движения: развитие, изменение, взаимодействие, контакт, обратимость, необратимость, направленность.
- Г. Логическая группа: система, элемент, принадлежность, соотношение, структура, функция, уровень, граница, взаимосвязь, признак.

Очевидно, можно расширить эти группы, например, через введение собственно-геологических понятий. Наиболее тесно связаны

группы А и В, Б и Г. В принципе их можно даже объединить. Однако, с точки зрения конструктивного использования, лучше дать такой дифференцированный базис.

Категория цикличности входит в группу В, именно поэтому она и определялась через другие базисные понятия, входящие в эту группу, — развитие—изменение, обратимость—необратимость, направленность и т.д. Таким образом удалось дифференцировать представления о геологической цикличности, уточнить саму эту категорию. Однако в методологическом и теоретическом отношении более эффективно попытаться определить цикличность как закономерность в системе геологического знания и тем самым связать её проявление с геологическими методами, с логической структурой геологии и т.д. В этом случае понятие цикличности должно получить своеобразное отражение во всех слоях категориального базиса и тем самым станет возможным получить более полное представление о свойствах геологической цикличности.

Из множества отношений, изучаемых геологией, наиболее выделенными для неё представляются пространственно—временные аспекты её объектов. Дело в том, что многие другие отношения (например, энергетические) оказываются во многих случаях более скрытыми, нераскрываемыми с помощью собственно—геологических методов, и суждения о них складываются в высшей степени провизорные и гипотетические. Пространственно—временные аспекты традиционно заняли ведущее место в системе геологического знания, и одна из главных задач геологии на всех этапах её развития заключается в пространственно—временной локализации создаваемых теоретических моделей. В связи с этим достаточно аргументированной выглядит мысль об обосновании представления о цикличности как закономерности проявления пространственно—временных отношений (локализаций) в геологии. Попробуем набросать решение этой задачи в абстрактно—теоретическом плане, без привлечения геологических примеров, опираясь на идею о пространственно—временном геологическом континууме.

Любой геологический объект обладает собственной "пространственно—временной траекторией существования", т.е. упорядоченным в пространстве—времени линейным множеством состояний, характеризующихся векторной направленностью от прошлого к будущему. Обозначим это множество  $M_c$ . Сложившаяся в геологии традиция ис—

следования даёт возможность рассматривать геологический объект как данную, фиксированную геологическими методами определенности  $+ M_C$ , т.е. плюс множество пространственно-временных его состояний или, что то же самое, плюс его история, поскольку, как правило, геологический объект и есть его материализованная история.

Следовательно, геологический объект — это: 1) природный объект (обозначим его  $O_{II}$ ), фиксированный, выделенный и отображенный геологическими методами; 2) история данного объекта, которая может быть представлена генетическим множеством его состояний от момента первых компонентов возникновения до момента фиксации  $O_{II}$  в настоящем, обозначаемым  $M_C$ .

Рассмотрим подробнее множество состояний  $M_C$ .

Прежде всего оно упорядочено вектором времени от прошлого к настоящему. Однако получено это множество ретросказательно, т.е. логическим движением от настоящего к прошлому (?). Оба ряда (от прошлого к настоящему и от настоящего к прошлому) в принципе должны находиться в отношении адекватности, даже изоморфизма. Множество  $M_C$  теоретически можно рассматривать как весьма плотное множество элементов (состояний  $O_{II}$ ), т.е. как некоторый континуум. Онтологически это вытекает из того, что  $M_C$  порождено и упорядочено генезисом одного, данного объекта  $O_{II}$ . Гносеологически это вытекает из единства исторического и логического и при наличии достаточно полной информации о прошлом (I). Таким образом, в историческом отношении множество  $M_C$  всегда континуум, в логическом — только принципиально, а в каждом конкретном случае — это континуум при достаточно полной информации (точнее — при абсолютно полной информации). В связи с последним обстоятельством пространственно-временной геологический континуум существенно отличается от математического континуума.

Дело в том, что математический континуум — это мощность множества (термин, заменяющий понятие количества элементов множества), такого, что оно эквивалентно множеству точек отрезка  $/0, I/$  — это несчётное множество. Все физические эквиваленты математического континуума (в том числе и пространственно-временной геологический континуум) — лишь образное употребление математического континуума: они выражают высокую плотность расположения элементов. В любом случае это — множество каких-либо физических состояний и поэтому их всегда можно упорядочить, сопоставить

ставить с натуральным рядом -  $1, 2, 3, \dots$ , т.е. эти множества, по крайней мере, счётные.

Следует отметить, что в теоретической и методологической литературе по геологии, как правило, употребляют понятия пространства и времени, т.е. явно или неявно разрывают их, хотя есть все основания рассматривать их в единстве как пространственно-временной геологический континуум (8,9). Возможность введения понятия о пространственно-временном геологическом континууме вытекает также из статистической трактовки геологических объектов (10).

Элементы множества  $M_C$  не носят однородный характер. Некоторые из них занимают особое место в ряду состояний геологического объекта  $O_{II}$ . Обозначим подмножество, состоящее из таких состояний, через  $M_C^*$ .  $M_C^*$  - это множество, элементами которого являются определенные узловые состояния  $O_{II}$ , т.е. качественные этапы генезиса данного объекта. Кроме того, неоднородность  $M_C$  вытекает ещё из того, что каждый элемент  $m_i$ , принадлежащий этому множеству ( $m_i \in M_C$ ), обладает не только временной, но и пространственной локализацией (определённостью). Пространство же каждого состояния  $m_i$  в соответствующий момент времени  $t_i$  отлично в принципе (хотя бы с точки зрения геометрии данного объекта) от предыдущего  $m_{i-1}$  и последующего  $m_{i+1}$  состояний. Всегда можно предположить, что найдется некоторое предшествующее состояние  $m_{i-k}$  или последующее состояние  $m_{i+k}$ , где  $k$  необязательно равно 1, а является просто натуральным числом ( $i$  - тоже индекс, некоторое натуральное число,  $i = 1, 2, 3 \dots$ ).

Пространственно-временные континуумы в качественно различных системах (микромир, живой организм и т.д.) отличаются прежде всего спецификой связи, отношений пространственной и временной составляющей. Особенность пространственно-временного геологического континуума (ПВК) проявляется в неоднозначном соответствии пространственной и временной составляющей. Геологическое пространство - это пространство геологических объектов, т.е., по крайней мере, геометрия данных объектов и конфигурация их взаимосвязей со средой, а эти характеристики изменяются медленно. Можно всегда указать ряд временных интервалов, в рамках которых фактически нет пространственных изменений геологических объек-

тов, объект остается тем же самым. Конечно, на микроуровне в нем постоянно осуществляются различные переходы и изменения, но на существовании геологического объекта эти изменения не отражаются, поскольку он существует как бы в ином измерении. Поэтому и само время "течет" для него медленнее по сравнению с другими типами систем. Однако время всегда есть постоянная смена состояний по какому-либо эталону и для него не существует "остановки". Поэтому возникает своеобразное отношение пространства и времени для геологических объектов: изменение во времени имеет место (существует процесс, по которому можно зафиксировать это изменение), а пространственно объект не изменился, сохраняет устойчивость, его пространственные состояния тождественны друг другу.

Следовательно, пространственно-временной континуум геологических систем обладает ослабленной связью пространства и времени, проявляющихся как относительно самостоятельные формы. Сдвиг по временной шкале (временная локализация) может не влечь за собой обязательное изменение пространственных характеристик объекта. Если рассмотреть множество временных и множество пространственных характеристик генезиса определенного объекта, то они находятся во взаимно-неоднозначном соответствии (гомоморфизм). Например, может быть такое соответствие в ПВГК:

I	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$	$V_7$	$V_8$	$V_9$	$V_{10}$	$V_{11}$	- временные состояния
II	$\Pi_1$			$\Pi_2$		$\Pi_3$		$\Pi_4$		$\Pi_5$		- пространственные состо-

яния геологических объектов. Отсюда следует, что некоторые элементы множества  $M_C$  (т.е.  $\pi_i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots$ ) могут отличаться во времени, но не в пространстве. Однако элементы множества  $M_C^*$  ( $M_C^* \subset M_C$ , т.е. включается) обязательно отличаются (чётко и значительно) пространственными параметрами.

Именно элементы  $\pi_i^*$  множества  $M_C^*$  ( $\pi_i^* \in M_C^*$ ), выступающие как узловые (качественные) состояния, представляют собой звенья геологических циклов.

Пространственно-временной континуум выступает как общая форма существования объектов. Поэтому специфика континуума неизбежно накладывает отпечаток на формы существования конкретных объектов. Цикличность геологических процессов, как закономерность существования геологических объектов, есть частный случай реализации ПВГК. Поэтому все основные свойства геологической

цикличности могут быть выведены из специфики ПВГК. Пространственно-временной континуум как форма существования геологического объекта есть некоторая целостная структурная конфигурация, выражающая генезис данного объекта, его "траекторию существования". Эта дифференцированная материальная конфигурация определяет такие свойства геологической цикличности.

1. Поскольку пространство и время в ПВГК связаны отношениями гомоморфизма, возникает определенная генетическая преемственность, "плотность" отдельных состояний и наличие узловых состояний, характеризующихся устойчивостью: одной пространственной характеристике соответствует ряд временных характеристик. Именно этим обстоятельством объясняется возникновение в ходе циклической формы геологических процессов стабильных форм и устойчивых состояний, уже имевших место в прошлом.

2. Цикличность геологических процессов должна рассматриваться как закономерность, которая необходимо включает направленность этих процессов от прошлого к настоящему. Идея ПВГК предполагает недостаточность рассмотрения геологического времени только как "прошлого" времени. В методологическом плане более последовательно и рационально рассматривать всю линию: прошлое — настоящее — будущее. Тогда появляется возможность не только более диалектично анализировать историю объекта, но осуществлять предсказательную и эвристическую функцию в геологии. Такой вывод следует из представления о ПВГК как динамической структуре вообще, а не только таковой в прошлом. Следовательно, геологический объект обладает не только историей прошлого, но и историей будущего.

3. Важнейшей характеристикой цикличности как закономерности проявления пространственно-временных отношений в геологии является необратимость. Поскольку ПВГК есть общая форма существования геологических объектов, включающая в качестве процессуальных форм всю группу законов развития, то одним из общих свойств пространственно-временного континуума выступает необратимость "траекторий существования" геологических объектов. Существование любого объекта в пространственно-временном континууме однозначно определяется некоторым линейно упорядоченным множеством его состояний. Для процессов развития такое множество есть генетическое множество: возникновение — формирование — структурно-

устойчивое бытие - переход в другое (деструкция). В геологических системах генетические цепочки в ПВГК могут быть достаточно "длинными" - развитие одной системы переходит в возникновение и развитие другой системы. Возникают циклы, сложные связи между геологическими циклами различной природы и порядка. Следовательно, действуют длительные, сквозные законы, характеризующие основные моменты развития "длинных" генетических цепочек, а это значит, что проявление ПВГК обладает обязательным свойством необратимости. Конкретно это общее свойство выступает в виде необратимости геологических циклов, которые представляют собой не что иное как генетические ряды состояний, поскольку цикл есть форма генезиса геологических объектов. Наличие сквозных законов (законов длительного действия, охватывающих объект на качественно различных его стадиях и даже переходах в другие сущности) есть объективное основание реализации циклов и даже преемственности, сохраняющейся от цикла к циклу.

4. ПВГК как способ существования геологических объектов выражает генетический ряд пространственно-временных состояний объекта через действие сквозных, длительных законов геологических процессов. Отсюда, а также из сущности реального времени следует необратимость "траекторией существования" геологического объекта. Но наряду с такими законами в ПВГК действуют и законы, ответственные за устойчивость состояний, рассматриваемых нами как узловые. Последние (речь идет об элементах множества  $M_C^{\#}$ ), занимая вполне определенное, закономерно фиксированное место в структуре конфигурации ПВГК, представляет собой "как бы повторения" уже имевших место в геологической истории состояний.

5. Сложная взаимосвязь и субординация геологических циклов различной природы и порядка определяют то обстоятельство, что геологический объект включен в разные системы связей и отношений, в том числе в различные циклы. Это, в свою очередь, обусловлено весьма сложной структурой ПВГК, её полиструктурностью с высоким уровнем сложности.

Из сказанного очевидна связь между структурой ПВГК и характером геологической цикличности: перечисленные свойства ПВГК находят интегративное выражение в форме и структуре законов развития геологических систем - в цикличности (2).

Представление о геологической цикличности как закономерности

проявления пространственно-временных отношений в геологии, развиваемое на основе идеи о специфике ПВГК, создает возможность для формирования более глубоких воззрений на природу законов и объектов геологии, а также для разработки целостной основы классификации геологических объектов (2,5). Представление о цикличности приобретает эвристическое и гносеологическое значение в связи с задачами исследования собственно геологических процессов, с историко-генетическими реконструкциями, осуществляемыми с помощью процедуры ретросказания (6,7). Прослеживание циклов как "траекторий существования" геологических объектов позволяет пространственным и временным образом конкретизировать, локализовать объекты и процессы в геологии, установить определенные связи между их различными состояниями и аналогами. Строя ряды ретросказательных моделей для различных этапов и регионов, вытягивая генетические цепочки, необходимо опираться на анализ тех узловых состояний геологических объектов, которые возникают в результате циклического хода геологических процессов, и таким образом получая возможность приобретения дополнительной информации, необходимой для пространственной и временной локализации ретросказательных моделей. Всё это позволяет говорить о перспективности исследования концепции цикличности в теоретической геологии.

#### Л и т е р а т у р а

1. Беляев Е.А. Некоторые особенности применения метода аналогий в геологии. - В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, "Наукова думка", 1975, с. 54-67.

2. Беляев Е.А., Оноприенко В.И. Идея цикличности в системе геологического знания. - В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, "Наукова думка", 1975, с. 119-126.

3. Вассоевич Н.Б., Гладкова Е.Г. О необходимости упорядочения терминологии, связанной с периодичностью и цикличностью литогенеза, нефтеобразования и других природных явлений. - В кн.: Современные проблемы геологии и геохимии горючих ископаемых. М., "Наука", 1973, с. 9-31.

4. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения. М., "Наука", 1965. 374 с.

5. Оноприенко В.И. Проблема цикличности в теоретической геологии. - "Геол. журн.", 1972, т. 32, № 6, с. 3-16.

6. Оноприенко В.И. Генетическая концепция в геологии. - В кн.: Применение математических методов и ЭВМ при решении типовых геологических задач. Новосибирск, ВЦ СО АН СССР, 1976, с. 163-183.

7. Оноприенко В.И. Логика процедуры ретросказания в геологии. - В кн.: Методология геологических исследований в геологии. Хабаровск, 1976.

8. Симаков К.В. Время в стратиграфии. - В кн.: Методологические вопросы геологических наук. Киев, "Наукова думка", 1974, с. 81-106.

9. Симаков К.В. Значение концепции геологической формы движения для совершенствования теоретико-познавательного аппарата стратиграфии. - В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, "Наукова думка", 1975, с. 77-91.

10. Симаков К.В., Оноприенко В.И. "Геологическое" и "физическое" время (сопоставление понятий и процедур измерения). - В кн.: Методологические проблемы геологии. Киев, "Наукова думка", 1975, с. 99-107.

11. Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. Теоретические и прикладные вопросы цикличности. Препринт. Новосибирск, 1975. 35 с.

## СЛОВЕВЫЕ АССОЦИАЦИИ

" Только формализация позволяет так формулировать многие важные проблемы, чтобы попытки их решения можно было рассматривать всерьез".

А.Френкель, И.Бар-Хиллел  
"Основания теории множеств"

Попытка формализованного изложения понятий любой теории является не только прекрасным способом проверки зрелости теории и строгости ее оснований, но в определенной мере может играть роль фактора, организующего развитие самой теории.

Большинство определений цикличности, в том числе определений основополагающих понятий, является неформальным и неформализуемым, а подавляющая часть методик и процедур не алгоритмизируется и не имеет операционального значения. По-видимому, геосцикличности, переживающей пору обновления, еще предстоит пройти путь логико-эмпирического обобщения и выделения аксиоматического базиса.

Цель настоящей краткой статьи – найти подход к формализации понятия осадочного циклокомплекса (ОЦК) как осадочной ассоциации и попутная проверка возможности её операционального определения. Предварительное замечание, которое необходимо сделать, состоит в том, что содержание понятия слоевой ассоциации, очевидно, шире содержания понятия осадочного циклокомплекса. Например, слоевой ассоциацией будет парагенетическое сочетание угольного пласта с породами почвы и кровли, а также бокситовой залежи – с карбонатным ложем, при выносе растворимой части которой она образовалась. В первом случае слоевая ассоциация может соответствовать ОЦК или составлять его часть. Интерпретируемость второго случая в терминах теории геосцикличности не доказана. Таким образом, ОЦК можно рассматривать как частный случай слоевой ассоциации.

Основной чертой ОЦК как слоевой ассоциации специального вида является, по нашему мнению, существование иерархической организации ОЦК или иерархии типов ассоциаций, их соподчиненности (относительно систематики ОЦК см., например, 5, 6). Будем различать естественные и искусственные классификации ассоциаций (8). Естественной классификацией назовем классификацию, произведенную по основанию деления понятия, порождающего систему иерар-

хического соподчинения ассоциаций. Искусственная классификация производится по любому другому основанию. С этой точки зрения существующие (и возможные) классификации ОЦК по составу пород, по преобладанию фациальных комплексов и их направленности, соотношению частей и сложности, по содержанию того или иного ископаемого (I и другие) являются искусственными.

Графическая схема иерархии ОЦК, заданная на конечной последовательности слоев, подобна дереву, и представляется вероятным, что соподчинение ОЦК не может быть иным: слои сочетаются в ОЦК, а те, в свою очередь, в ОЦК возрастающей структуры и сложности. Предполагается существование для любой конечной последовательности слоев единственного ОЦК максимальной сложности /наивысшего ранга/. Иначе говоря, согласно принятой гипотетической модели, осадочный разрез любой теоретически мыслимой полноты образован единым циклическим процессом, расчлененным на конечное число подпроцессов низшего ранга.

Иерархию ОЦК всех рангов обозначим  $N$  ( $N_0, N_1, \dots, N_T$ ). Ранг/ярус, уровень, страту/ будем указывать с помощью нижнего индекса, а систему обозначений упрощать введением логической переменной  $x_n \in N_n$ . На множестве  $N_n$ , имеющем мощность множества всех подмножеств, составляющих  $N_n$ /мощность континуума/, должна иметь место Расселовская теоретико-типовая аксиоматика (I4, I7):

1/ каждая переменная  $x_n$  принадлежит одному и только одному уровню. Если  $Z_n \in x_{n+1}$  и  $Z_n \in y_{n+1}$ , то  $x_{n+1} = y_{n+1}$  /аксиома объемности, в данном случае очевидная/,

2/ любая функция по аргументу  $x_n$  определяет принадлежность к единственному классу объектов ранга, строго на единицу большего,  $\psi(x_n) = x_n \in y_{n+1}$  / аксиома свертывания/. Например, указание общего признака: "все основные ритмы угленосных толщ  $/x_n/$  содержат угольные пласты  $/x_n/$ " тождественно здесь утверждению: "все основные ритмы образуют совокупность ранга мезоритмов угленосных толщ  $/x_{n+1}/$ ".

Использование на первых порах разветвленной теории типов представляется преждевременным: специальный математический формализм многоуровневых иерархических систем отсутствует (II). Ниже в качестве основы рассуждений принимается обычная теоретико-множественная аксиоматика (2), не опирающаяся на концепцию уровней.

Введем следующие исходные определения:

$I/S = \{S_i\}, i = 1, 2, \dots, m$  - множество, набор элементов /слов/ чередования, взятых, в общем случае, вне "эталонного упорядочения" (4).

На уровне изучения "субрегиональной цикличности и цикличности мелкого масштаба" (3) в число элементов войдут литотипы, фации, единицы порядковой гранулометрической шкалы и/или основные компоненты ОПК, отличающиеся по вещественному составу, дисперсности, сортированности, слоистости, количеству и характеру распределения фитоорганики, фаунистическим и прочим непосредственно фиксируемым признакам. В число элементов может быть включена граница размыва слоев и плоскость тектонического нарушения - в качестве границ раздела, в общем случае различных сукцессий слоев.

На уровне изучения "региональной цикличности" /там же/ элементами чередования могут быть свиты, горизонты, серии регионального стратиграфического разреза. Наконец, на надрегиональном уровне "цикличности крупных масштабов" /там же/ элементами могут быть единицы "циклов развития"-проявления фаз складчатости, трансгрессий и регрессий моря и т.д. Последние два уровня включаются скорее в целях общности рассуждения, поскольку региональный уровень фиксируется обычно лишь в совокупности разрезов региона, а надрегиональный вообще "не проявляется в структуре каких-либо конкретных комплексов слоев" /там же/ и, следовательно, не фиксируется на языке наблюдения /гипотетический объект/ (6).

$2/F^k = \{f_i\}, f_i^{\max} - f_i^{\min} = \Delta_i, i = 1, 2, \dots, k$ . Множество  $k$  вещественных признаков элементов чередования с интервалами изменения  $\Delta_i$ . Сюда могут быть включены не только элементы геологического описания, данные геофизического исследования, петрофизические свойства и операции над ними, но и логические пропозициональные функции.

Если теперь определить посредством обычной конъюнкции операцию конкатенации /сцепления/ элементов  $x = (s_i; f_1, f_2, \dots, f_k)$ , то мы получаем возможность генерировать любые упорядоченные последовательности элементов, совокупность которых образует множество  $(SF^k)_{\infty}$  с мощностью континуума. Бинарная операция конкатенации ассоциативна и некоммутативна, поэтому континуум является

полугруппой над  $S$ . Из множества  $(SF^k)_\infty$  естественным образом вычлняется множество  $SF^k$  всех "разрешенных" упорядоченных последовательностей /совокупность всех геологических разрезов/, элементами которого являются конкретные разрезы или любые непрерывные отрезки этих разрезов.

Любая упорядоченная последовательность  $X \in SF^k$  рекурсивно перечислима, так как все  $x$  строго упорядочены нумерацией  $n_1 < n_{1+1}, \dots, 1 < 1+1$ , где  $N = \{n_1\}$ ,  $1 = 1, 2, \dots$  - множество глубин залегания, координатная ось, порядковая целочисленная шкала расположения слоев /по выбору/. Множество  $SF^k N$  назовем полным литолого-физическим разрезом, элементами его являются сочетания полных строк вида  $x = (S_1; f_1, f_2, \dots, f_k; n_1)$ . Кроме того, могут рассматриваться: множества  $SN$  - полный литологический разрез,  $F^k N$  - полный физический разрез. Далее всюду рассматриваются упорядоченные последовательности элементов, перечислимость которых сама собой подразумевается, поэтому нумерацию будем опускать:  $SN = S_N$ ,  $SF^k N = SF^k_N$ .

Задача состоит в том, чтобы посредством некоторой классификационной процедуры  $\varphi(\varphi_1, \varphi_2)$  определить на  $S_N$  систему разбиений на иерархические классы  $C = \{C_{nj}\}$ ,  $n = 0, 1, \dots, r, j = 1, 2, \dots, t$ , где  $n$  - уровень иерархии,  $j$  - номер класса  $n$ -го уровня.

Известно, что любое из классификационных отображений  $\varphi$  однозначно связано с отношением эквивалентности  $\mathcal{E}$  / равенства, одинаковости - в узком смысле/ и сопоставляет' каждому элементу  $x \in S_N$  соответствующий /иерархический/ класс эквивалентности  $C_{nj}$ , причем  $\mathcal{E}$  - рефлексивно, симметрично и транзитивно.

Более общее отношение  $\tau(\tau_1, \tau_2, \dots), \tau \in \mathcal{E}$  объектов  $C_{nj}$  между собой является толерантностью /сходством/ (18), оно рефлексивно и симметрично.

Особенность возникающей здесь задачи, известной, кстати, в математической лингвистике, состоит в том, что отношение эквивалентности задается непосредственно на словаре  $S$ , определяет его разбиение на дистрибутивные классы и лишь распознается на  $S_N$  как на некоторой совокупности текстов. Специфика геологической задачи порождается присоединением к  $S_N$  признакового пространства  $F^k$ . Однако это усложнение не является принципиальным.

Рассмотрим соответствие  $\varphi: S_N \rightarrow SF^k_N$ , суть которого состоит в том, что объектам  $S_N$  приписываются соответствующие им при-

наки и назовем толерантной любую пару элементов  $xTy$ ;  $x, y \in SF_H^k$ , которые имеют хотя бы один общий признак. Все объекты  $SF_H^k$  толерантны на основе аксиомы пары (2). Легко доказывается

Утверждение I.<sup>\*</sup> Если  $\varphi: S_H \rightarrow SF_H^k$  всюду определенное соответствие и  $SF_H^k, \tau >$  - есть пространство толерантности, то и  $\langle S_H, \tau \rangle$  есть пространство толерантности.

С содержательной точки зрения сходство объектов, навязанное совпадением некоторых из присущих им признаков, представляется естественным, поскольку вся иерархия порождена "единым геологическим процессом". Формально утверждение I вытекает из определения композиции соответствий - произведения  $\varphi' \cdot \varphi''$  где  $\varphi': S_H \rightarrow SF_H^k$  и  $\varphi'': SF_H^k \rightarrow SF_H^k$

Пространство  $\langle S_H, \tau \rangle$  универсально в том смысле, что любые  $xTy$ ;  $x, y \in S_H$  пересекаются:  $xTy$  непусто и содержат, по меньшей мере, один общий признак.

Структура пространства  $\langle S_H, \tau \rangle$ , очевидно, имманентна рассматриваемой геологической системе и должна задаваться аксиоматически. Мы рассмотрим произвольное пространство толерантности  $\langle S_H, \tau \rangle$  с заданными на нем отношениями  $\tau (\tau^*, \tau_0, \tau_1, \dots, \tau_r)$ , которым может быть дана, например, такая конкретная интерпретация:  $\tau^*$  - совпадение признаков элементов  $S_H$ , одинаковых в  $S$ ,  $\tau_0$  - совпадение признаков каждых двух соседних элементов  $S_H$ ;  $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_r$  - совпадение признаков циклически связанных элементов /всех рангов до максимального  $r$ /. Последовательность  $S_H$  здесь - простое перечисление элементов чередования вида  $1, 2, \dots$ .

Заметим возможность немедленного упрощения дальнейших рассуждений посредством: 1/ инъективного отображения  $\varphi: S \rightarrow S_H^*$ , по которому каждому элементу  $x \in S_H^*$  приписывается его значение в наборе  $S$  /при этом  $S_H^*$  преобразуется в  $S_H$ , 2/ транзитивизация отношения  $\tau_0$  по правилу  $x\hat{\tau}_0 y$ , если  $x\tau$  и  $\tau_0 y$  для всех  $x, y, z, \in S_H^*$ , благодаря которой устанавливается эквивалентность отношений  $\hat{\tau}_0 = \tau_r$ . Наконец, из данной выше содержательной интерпретации отношений вытекают:

<sup>\*</sup>здесь и далее утверждениями называются необходимые определения (2) рассматриваемой теории, которые либо принимаются без доказательства, либо доказываются на основе формальной конструкции /здесь - композиции соответствий/, которая данное утверждение может заменить.

Утверждение 2. Пространство  $\langle S_H, \mathcal{T}' \rangle$ ,  $\mathcal{T}' = \tau_1, \tau_2, \dots, \hat{\tau}_0$  таково, что  $\tau_1, \tau_2, \dots, \hat{\tau}_0$  суть эквивалентности. Иначе говоря, для любого  $\tau \in \mathcal{T}'$  имеет место отображение  $\varphi: S_H \rightarrow S_H$ , которое:

1/ выполняется для всех  $x \in S_H$  /рефлексивность/, причем  $2/\varphi = \varphi^{-1}$  /симметричность/ и  $3/\varphi \cdot \varphi = \varphi$  /транзитивность/.

Утверждение 3. Для всех  $\tau \in \mathcal{T}'$  выполняется отношение включения  $\tau, \tau_2, \dots, \hat{\tau}_0$ .

Действительно, естественное толкование цикличности приводит к невозможности вхождения некоторого элемента  $x \in S_H$  в различные ОЦК одинакового ранга и к обязательности его вхождения во все ОЦК различного ранга. Поэтому при определении признакового пространства приходится предполагать, что элементы, составляющие ОЦК любого ранга /и только они/ обладают одинаковыми значениями признаков. Но из этого условия видна обязательность утверждения 2, по которому каждому из отношений  $\tau \in \mathcal{T}'$  отвечает разбиение  $S_H / \tau$  - эквивалентность/, и утверждения 3, согласно которому разбиение по  $\tau_n$  мельче разбиения по  $\tau_{n+1}$  и наоборот / $\tau_n \subset \tau_{n+1}$ /. Оба утверждения принимаются без доказательств /по определению/.

Множество  $C_{nj} \subset S_H$  назовем классом эквивалентности элемента  $x \in S_H$  по соотношению  $\tau_n$ , элемент  $x$  - представителем этого класса, множество классов эквивалентности  $C_n = \bigcup C_{nj} = S_H / \tau_n$  - фактор-множеством / разбиением/ множества  $S_H$  по  $\tau_n$ , совокупность фактор-множеств  $C = \bigcup C_{nj} = S_H / \mathcal{T}'$  базисом /иерархией/  $\langle S_H, \mathcal{T}' \rangle$  по  $\mathcal{T}'$ , пару  $\langle S_H, C \rangle$  - картой.

Рассмотрим каноническое отображение  $\varphi: S_H \rightarrow C$ , которое каждому элементу  $x \in S_H$  ставит в соответствие класс эквивалентности  $C_{nj}$  базиса  $C$ : из  $x = y$  следует  $\varphi(x) = \varphi(y) = C_{nj}$ . С данным отображением связано понятие о каноническом признаке  $P(x)$ , определяющем принадлежность элемента  $x$  к одному из классов  $C_{nj} \subset C_n$ , причем совокупность всех классов базиса  $C$  задает область возможных значений канонического признака.

Итоговым заключением является

Утверждение 4. Циклокомплексом / слоевой ассоциацией/ называется непересекающийся класс  $C_{nj}$  карты  $\langle S_H, C \rangle$ , для которого любая пара элементов  $x, y \in S_H$  равна:  $x = y$ , если равны их образы  $\varphi(x) = \varphi(y)$  в отображении  $\varphi: S_H \rightarrow C$ . Следовательно, равны и значения канонического признака  $P(x) = P(y)$ .

На этом предварительные рассуждения можно считать законченными. Во-первых, мы убедились, что с помощью абстрактного понятия о канонических признаках завершается переход от совокупности классов толерантности, образующих структуру пространства  $\langle S_H, \tau \rangle$ , к структуре классов эквивалентности и, следовательно, иерархии  $C$ , заданной на  $S_H$ . Во-вторых, каноническим признакам, относящим каждый элемент  $x \in S_H$  к тому или иному классу эквивалентности — на основе правила композиции соответствий — должно отвечать некоторое соотношение эквивалентности на наборе  $S$ . Именно в этом состоит следующий шаг по пути повышения общности рассуждений, который мы и сделаем, обратившись предварительно к анализу следующего примера.

Пример I. При анализе карбонатного флиша в (II) установлен следующий набор пород в "элементарных ритмах":

" 1-й элемент ритма — зернистая порода от конгломерата до алевролита, бескарбонатная или карбонатная, вплоть до обломочных известняков и известковых песчаников, причем элемент может содержать полный или неполный набор гранулометрических разностей. Например: конгломерат-гравелит-песчаник-алевролит, гравелит-песчаник-алевролит, песчаник-алевролит, алевролит.

2-й элемент ритма — пелитовая карбонатная порода: известняк, мергель, известковая глина или аргиллит...

3-й элемент ритма сложён бескарбонатной пелитовой породой: глиной, аргиллитом, глинистым сланцем... 3-й элемент ритма в карбонатном флише часто отсутствует или сильно редуцирован."

В данном описании нами подчеркнуты словесные определения /признаки/ трех классов эквивалентности, соответствующих отношению взаимозаменяемости литологических разновидностей. Отношение взаимозаменяемости обладает всеми свойствами эквивалентности: рефлексивно /известняк замещает известняк/, симметрично /известковая глина замещает известняк, известняк замещает известковую глину/, транзитивно /если известняк замещает мергель и мергель замещает известковый аргиллит, то известняк замещает известковый аргиллит/.

В (I7) показана возможность отображения, которое каждому классу эквивалентности ставит в соответствие некоторого стандартного представителя этого класса. К аналогичным, в сущности, результатам приходят авторы (II), указывая, что "чередование пород

в разрезе происходит по следующему закону:  $ABC..ABC, AB..AB, BC..BC, AC..AC$ ".

Данное правило проясняет то обстоятельство, что полное отношение элементов набора  $S$  в примере I, кроме отношения эквивалентности элементов в классе, включает отношение упорядочения элементов.

Структура эквивалентности примера I достаточно общая, но не единственная. В качестве тривиального отметим разбиение  $S_H$ , возникающее, когда один из элементов  $S$  выделен, например, помечает начало или конец каждого ОЦК. Здесь отношение принадлежности к последовательности элементов, сцепленных с выделенным элементом, есть отношение эквивалентности на  $S$  и  $S_H$ . Такими свойствами обладает, например, правило выделения "основных угленосных ритмов" по кровле /почве/ угольного пласта /верное скорее в формальном, чем содержательном смысле/ или ограничение ОЦК границами размыва слоев.

Эквивалентность на  $S$  может быть задана посредством эталонного упорядочения элементов, являющегося не только эквивалентностью, но и конгруенцией. Формальная конструкция, к которой мы обращаемся ниже, допускает все три упомянутые интерпретации и представляет наиболее общее отношение эквивалентности на исходном множестве  $S$ , пригодное для целей теории геосцикличности.

Определим на множестве  $S$  отношение  $\mathcal{E}^*$  следующим образом. Пусть, по определению (15),  $x \mathcal{E}^* y$ ;  $x, y \in S$ , если существует такая конечная цепочка  $X = x_1 x_2 \dots x_i x_{i+1} \dots x_n$  элементов, что  $x_i$  и  $x_{i+1}$  сравнимы при любых  $i = 1, 2, \dots, n$ , т.е. выполняется либо  $x_i \geq x_{i+1}$ , либо  $x_i \leq x_{i+1}$ . Допустимая интерпретация знаков:  $\geq$  - "залегают над",  $=$  - "замещает". Легко убедиться, что  $\mathcal{E}^*$  - эквивалентность, а не транзитивная толерантность: фиксирована возможность упорядочения, а не сам порядок. В общем случае цепочек может быть несколько, тогда и на них распространяется отношение сравнимости. Полное отношение обозначим через  $\mathcal{E}_I$ . Можно показать, что  $\mathcal{E}_I$  обладает свойствами дистрибутивной структуры.

Обобщим эту конструкцию на основе соответствия  $\varphi: S_n \rightarrow C_n$ ,  $n = 0, 1, \dots, r$ , где  $n$  - ранг классов базиса  $C$ . При  $n = 0$  получаем

\* Относительно эквивалентности различных интерпретаций логических алгебр см. (7, стр. 194-198/.

уже известный набор элементов  $S=S_0$  и соответствующую ему последовательность  $S_H=C_0$ . При  $n=1,2,\dots$  г  $C_n$  воспроизводит совокупность классов эквивалентности ранга  $n$  базиса  $C$ , а  $S_n$  отвечает стандартному набору различающихся между собой объектов ранга  $n$ . Так, в рассмотренном ранее примере стандартный набор  $S_1$  имеет вид  $S_1 = \{ABC, AB, BC, AC\}$ , при этом отдельные его представители неоднократно повторяются в разрезе.

Будем далее считать, что на любом  $S_n$  сходным вышеизложенному образом может быть задано отношение эквивалентности  $\varepsilon_n$ , обладающее свойствами дистрибутивной структуры. В наиболее отчетливой форме это положение выражено в работе (5), где приводится графическая форма эталонного упорядочения элементов  $S_n$  в ОЦК ранга  $I$  /эталон  $I$ -го типа, эталон  $4$ -го типа/, при этом эталонное упорядочение /дистрибутивная структура/ ОЦК  $I$ -го ранга имеет графическую форму эталона  $4$ -го типа с внутренним членением на классы эквивалентности.

Теперь остается сформулировать заключительное утверждение.

Утверждение 5. Если  $\varepsilon_n$  - эквивалентность на  $S_n$  и  $\tau_n$  - эквивалентность на  $S_H$ , то отображение  $\varphi: \langle S_n, \varepsilon_n \rangle \rightarrow \langle S_H, \tau_n \rangle$  биективно,  $\varphi$  - гомоморфизм /к - изоморфизм/. Именно, из  $\varphi(x)\tau_n\varphi(y)$ ;  $\varphi(x), \varphi(y) \in S_H$  следует  $x\varepsilon_n y$ ;  $x, y \in S_n$ , причем для данных  $\varphi(x), \varphi(y)$  прообразы  $x$  и  $y$  - единственные.

Утверждение 5 строго выводится, если вместо него определить совместимость  $\varepsilon_n$  с композицией соответствий  $\varphi'' \cdot \varphi'$ , где  $\varphi': S_n \rightarrow S_n$  и  $\varphi'': S_H \rightarrow S_H/\tau_n$ . Биективность отображения в утверждении 5 есть следствие того, что  $S_n/\varepsilon_n$  - единственный класс эквивалентности. Допустимо считать, что пара  $\langle S_n, \varepsilon_n \rangle$  является эталонным упорядочением /эталоном/ для  $S_n$ .

Следствие, связывающее эквивалентность на  $S_n$  с каноническим отображением  $S_n$  в  $C$ , сформулируем в виде леммы.

Лемма I. Если: 1)  $x \in S_n$  и  $P_n(x)$  - канонический признак, связанный с отображением  $\varphi: \langle S_n, \tau_n \rangle \rightarrow S_H/\tau_n$  и 2)  $\varepsilon_n$  - эквивалентность на  $S_n$ , то  $P_n(x)$  совместимо с  $\varepsilon_n$ , т.е. из  $P_n(x)$  и  $x\varepsilon_n y$  следует  $P_n(y)$ .

Отсюда становится ясно, что содержательную интерпретацию эквивалентности  $\varepsilon_n$  можно переформулировать таким образом, чтобы удовлетворить понятию о каноническом признаке. С другой стороны, набор  $S_n$  с заданной на нем структурой эквивалентности  $\varepsilon_n$  служит

абстрактной моделью /образцом/ ОЦК, принимающим в  $S_H$  конкретный вид.

Проведение параллелей между понятиями теории геоцикличности и теоретико-множественными понятиями, равносильное согласованию языка обеих теорий, дает возможность предметной интерпретации любого формального высказывания. Испробуем эту возможность на некоторых импликациях, строго доказываемых в теории множеств.

Лемма 2. Если  $\tau_n$  - эквивалентность,  $\varphi: \langle S_n, \varepsilon_n \rangle \rightarrow \langle S_H, \tau_n \rangle$  - биективно и  $\varphi$  есть  $k$ -изоморфизм, то  $\varepsilon_n$  - также эквивалентность. Обратный этому вывод содержится в утверждении 5.

Лемма 3. Если  $\varphi: \langle S_n, \alpha_n \rangle \rightarrow \langle S_H, \tau_n \rangle$  и  $\varphi$  - гомоморфизм, то существует единственное бинарное отношение  $\varepsilon_n \in S_n \cdot S_n$ , такое, что в отображении  $\varphi: \langle S_n, \varepsilon_n \rangle \rightarrow \langle S_H, \tau_n \rangle$ ,  $\varphi$  является  $k$ -гомоморфизмом и при этом  $\alpha_n \subseteq \varepsilon_n$ . В частности, если  $\alpha_n$  и  $\tau_n$  - эквивалентности, то существует единственное "полное" отношение  $\varepsilon_n$ , включающее в себя  $\alpha_n$ .

Лемма 4. Если в отображениях  $\varphi': \langle S_n, \varepsilon_n \rangle \rightarrow \langle S_H, \tau_n \rangle$  и  $\varphi'': \langle S_n, \varepsilon_n \rangle \rightarrow \langle S_H, \tau_k \rangle$   $\varphi'$ ,  $\varphi''$  - гомоморфизмы, то  $\varphi'''$  - гомоморфизм отображения  $\varphi''': \langle S_n, \varepsilon_n \rangle \rightarrow \langle S_H, \tau_n \cap \tau_k \rangle$ . По этому правилу определяется "минимальная" эквивалентность на  $S_H$ .

Лемма 5. Если  $\varphi': \langle S_n, \tau_{n+1} \rangle \rightarrow \langle S_n, \tau_n \rangle$  и  $\varphi'': \langle S_n, \tau_{n+2} \rangle \rightarrow \langle S_n, \tau_{n+1} \rangle$  биективны,  $\varphi'$  и  $\varphi''$  - изоморфизмы, то  $\varphi' \cdot \varphi''$  - также изоморфизм. Это правило соответствия элемента  $x \in S_H$  (элемента "начальной" структуры  $S_H$ ) единственной системе классов иерархии  $S$ .

Лемма 6. Объединение  $\varepsilon_1 \cup \varepsilon_2$  двух эквивалентностей является эквивалентностью, если  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  сравнимы. Это правило нами использовалось при определении цепного порядка, более общего, чем составляющие его отношения взаимозаменяемости и эталонного упорядочения.

В заключение отметим ряд проблем, связанных с начальным рассмотрением вопроса о формализации понятия ОЦК теории геоцикличности.

1. Ю.А. Шрейдером/показано (I4, с. I74), что с пространством толерантности всегда связана некоторая топология. Интересно выяснить топологические свойства пространства  $\langle S_H, \tau \rangle$ , заданного, в частности, как некоторая комбинация линейного и циклического пространства.

2. Полезным было бы расширение возможностей содержательной интерпретации эквивалентности для произвольного уровня иерархии  $S$  и анализ дистрибутивной структуры упорядочения "циклов развития".

3. П.С.Новиковым (10) доказана неразрешимость на произвольной группе проблемы тождества слов. Вопрос: является ли группа  $SF_N^K$  разрешимой в общем случае, т.е. существует ли алгоритм, приводящий к указанию эквивалентности элементов при произвольных обстоятельствах, в частности, если некоторые из элементов  $SF_N^K$  - паразитические, т.е. не входят в структуру эквивалентности на  $S$ .

4. Выявление общих проблем теории геоцикличности и математической лингвистики, особенно в области, связанной с вопросом о порождающих грамматиках языка.

5. Анализ алгебраических свойств дистрибутивной структуры  $E_n$  на  $S$ .

6. Исследования (12,9) по применению теории марковских процессов к анализу осадочных разрезов показали немарковость чередования элементов циклических толщ /наличие памяти/. Выяснение глубины упорядочения этих толщ обещает решение вопроса об операциональном определении иерархии ОЦК. Есть основания думать, что матрицы переходных вероятностей для цепочек элементов последовательности  $S_n$  представляют адекватный теоретико-вероятностный аппарат теории геоцикличности.

#### В ы в о д ы :

С целью формализации понятия ЦК естественным образом вводятся три исходных теоретико-множественных объекта: набор литологических элементов - словарь, упорядоченная последовательность литологических элементов - разрез, иерархия слоевых ассоциаций - естественная классификация циклокомплексов.

Рассматривается минимально необходимая теоретико-множественная аксиоматика, опирающаяся на следующие свойства объектов:

1/ Все объекты взаимно связаны (коммутируют).

2/ Все композиции соответствий между объектами согласованы (совместимы) с отношениями, заданными на самих объектах.

Переход (каноническое отображение) от словаря и разреза к классификации ЦК основан на понятии канонического признака, связанного с отношением эквивалентности элементов словаря.

Эквивалентность на словаре обеспечивается сравнимостью цепочно упорядоченных элементов, структура эквивалентности является дистрибутивной структурой, она интерпретируется как эталонное упорядочение классов взаимозаменяемых литологических элемен-

тов /дистрибутивных/ классов. Пара: словарь и структура эквивалентности на нём - является абстрактно-логической моделью ЦК.

## Л и т е р а т у р а

1. Ботвинкина Л.Н. Типизация и классификация седиментационных циклов. - В кн.: Цикличность осадконакопления и закономерности размещения горючих полезных ископаемых. Новосибирск, 1975, с. 29-30.

2. Бурбаки Н. Теория множеств. М., "Мир", 1975.

3. Вассоевич Н.Б. О периодичности, ритмичности, цикличности, этапности и других связанных с этими явлениями понятиях и о соответствующей терминологии /препринт/. Новосибирск, 1975. 12 с.

4. Горелова Н.Г., Еганова И.А. Программа на ФОРТРАНЕ для решения частной задачи упорядочения в геологии /сопоставление геологических разрезов/ (препринт). Новосибирск, 1975. 45 с.

5. Карогодин Ю.Н. Взаимоотношения седиментационных цикло - комплексов в разрезах нефтегазоносных бассейнов. - ДАН СССР, 1975, т. 220, № 6, с.1414-1416.

6. Карогодин Ю.Н. Элементы теории и методика изучения седиментационной цикличности /препринт/. Новосибирск, 1976. 23 с.

7. Карри Х. Основания математической логики. М., "Мир", 1969. 568 с.

8. Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. М., "Наука", 1975. 720 с.

9. Крамбейн У., Кауфман М., Мак-Кеммон Р. Модели геологических процессов. М., "Мир", 1973. 149 с.

10. Линдон Р. Заметки по логике. М., "Мир", 1968. 128 с.

11. Логвиненко Н.В., Ритенберг М.И. Ритмы осадконакопления некоторых осадочных формаций. - В кн.: Литология и палеогеография, сб. I. Л., Изд-во Ленинградского университета, 1973, с.3-20.

12. Lumsden D.N. Markov Chain Analysis of Carbonate Rocks. Applications, Limitations and Implications as Exemplified by the Pennsylvanian System in Southern Nevada. - "Geol. Soc. of Amer. Bull.", 1971, v. 82, N 2, p. 447-462.

13. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. М., "Мир", 1973. 344 с.

14. Маркус С. Теоретико-множественные модели языков. М., "Наука", 1970. 332 с.

15. Скорняков Л.А. Элементы теории структур. М., "Наука", 1970. 148 с.
16. Френкель А., Бар-Хиллел И. Основания теории множеств. М., "Мир", 1966. 555 с.
17. Шрейдер Ю.А. Алгебра бинарных отношений. - В кн.: Маркус С., Теоретико-множественные модели языков. М., "Наука", 1970, с. 300-330.
18. Шрейдер Ю.А. Равенство, сходство, порядок. М., "Наука", 1971. 256 с.
19. Шпеккер Э. Типовая неопределённость. - В кн.: Математическая логика и её применение. М., "Мир", 1965, с. 135-145.

Левчук М.А.

О КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО  
СОСТАВА ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД ЦИКЛОКОМПЛЕКСОВ.

Вопросам исследования цикличности осадконакопления, графического изображения литологического состава пород и последующей математической обработки исходных данных для выявления и анализа цикличности строения терригенных образований посвящено немало работ.

Цель настоящей статьи - показать одну из возможностей количественной характеристики гранулометрического состава обломочных пород, позволяющей наблюдать его изменение по вертикальному разрезу, выделять как элементарные осадочные циклокомплексы, так и циклокомплексы более высокого ранга.

Для более наглядного изображения литологического состава пород в разрезе при его вычерчивании Н.Б.Вассоевич (6) предложил использовать ширину литологической колонки по принципу: "... вправо от вертикальной оси колонки "выдвигать" алевролиты и песчаники - тем дальше, чем более они грубозернисты, а влево - то же, но по степени известковистости пород" ( 6; рис.86, стр. 160). Таким образом, сравнение пород по нарастанию их грубозернистости и величине содержания известковистого материала идёт на качественном уровне.

Изучая цикличность в угольных разрезах, Г.А.Иванов ( 3) использовал "...методику вычерчивания нормальных разрезов угленосных отложений с так называемой гранулометрической кривой, позволяющей следить за изменением угленосных отложений и улавливать особенности и закономерности их изменения" ( 3, стр.22). Сущность этого метода заключается в следующем. Все разности обломочных пород по стандартной гранулометрической шкале, а также пород хемогенного (известняк) и органогенного (уголь) происхождения (количество которых равно 13), выстроены в нормальный ряд по увеличению крупности зерна. Уголь и известняк равны по своей крупности и начинают этот ряд. Каждой разности пород отведены поля, которые приращиваются по закону "... чем крупнее зерно осадка, тем правее в шкале находится черта, соответствующая этому осадку" ( 3, стр.25). Таким образом, сравнение пород по их крупности производится на качественном уровне.

Подобный подход к оценке обломочных пород использовали А.А.Трофимук и Ю.Н.Карогодин (7) в качестве одного из четырех правил выделения циклокомплексов в разрезе. По органической связи пород в сравнении друг с другом они определяются как "грубые", "тонкие", "постепенно переходят в более тонкие (грубые)", или "имеют резкую литологическую границу". В том и другом случаях оценка "постепенности" и "резкости" границ ведется на качественном уровне.

Действительно, в хорошо обнаженных разрезах естественных обнажений или в разрезах скважин с хорошим (полным) отбором и выносом керна, в разрезах с ярко выраженной слоистостью характер границ нередко определяется довольно просто, визуально в результате полевых наблюдений. В таких случаях нет сомнения в проведении границ ОЦК (7). Однако существует немало ситуаций, когда по результатам наблюдений в поле по разным причинам (литологическая монотонность разреза, задернованность, пропуски в отборе и выносе керна и т.д.), важным для наблюдения участков обнажений разреза, затруднительно или даже невозможно определить характер границы, а следовательно, тип и мощность ОЦК. В таком случае необходимы дополнительные методы, приемы исследования цикличности. Особо важным является выявление количественных подходов к решению этих и других вопросов, связанных с исследованием ОЦК. В конечном итоге классификация ОЦК должна быть количественной морфогенетической. (7).

Ранее метод количественной характеристики обломочных пород был применен в работе А.Б.Вистелиуса и М.А.Романовой (2) при исследовании цикличности немой красноцветной толщи п-ва Челекен. Он заключается в том, что каждой литологической разности пород были приспаны ранговые номера, которые бы просто делились на число семь. Породы, сложенные более тонким материалом, имеют малые ранговые номера (глины - I,4), а грубым - более высокие (конгломераты - 49,0). Авторами выделено всего 10 ранговых номеров, соответствующих 10 разновидностям пород.

Аналогичный предыдущему подход используется и в работах И.А. Одесского (4,5), где осадочным породам присваиваются кодовые значения, возрастающие в направлении от тонкозернистых (известняки, доломиты, мел - 3) до грубообломочных (конгломераты - 51). В своих исследованиях автор выделил 17 литологических разновидностей пород (кодовых значений), которые позволили ему

изображать состав пород разреза в виде ломаной кривой и при соответствующей математической обработке данных получать периодограммы осадконакопления.

Анализируя подходы названных исследователей к решению вопроса о графическом изображении состава пород с количественной характеристикой их разностей в геологическом разрезе, можно сделать следующие выводы:

1. Ряд исследователей уже предлагал методы графического изображения осадочных пород в геологическом разрезе путем вычерчивания кривых (плавных или ломаных), которые позволяют наблюдать характер изменения гранулометрического состава пород во времени.

2. Предпринимались и попытки на базе качественных данных перейти к их количественной оценке. "Имея дело с разрезом осадочной толщи, где породы определены чисто качественно (пески, алевролиты, глины и т.п.), мы должны арифметизировать характеристики этих пород" - отмечает А.Б. Вистелиус (2, стр.25).

Вместе с тем, располагая количественными данными обломочной породы (размеры зерен и их процентное содержание), геолог может определить не только ее качество (название породы), но и количественную характеристику. Целесообразнее всего, видимо, использовать количественные данные о породе напрямую для определения ее количественной оценки, минуя качественную характеристику. Это можно объяснить следующим:

1. При количественной оценке породы на базе качественной ее характеристики теряется информативность количественных данных, на основании которых определена качественная характеристика породы (ее название).

2. Классификация обломочных пород в своей основе является искусственной, что наглядно показывает таблица-сопоставление различных классификаций, составленная Г.И. Ершовой (1, таб. I, стр.523), из которой видно, что одна и та же порода в разных классификациях может иметь различные названия.

3. Полная неопределенность возникает в названии породы при равном содержании фракций обломочного материала, каждая из которых характеризует разные литологические разности. Эти случаи редки, но незначительное преимущество в содержании той или иной фракции имеет решающее значение в названии породы (табл. I, обр. 3/7-I, 3/6-I, 3/1-I).

Это позволяет говорить о том, что целесообразнее при определении количественной оценки обломочной породы использовать ее количественные данные, если есть такая возможность.

Породы обломочного происхождения прежде всего должны характеризоваться величиной зернистости, как характеристикой, определяющей класс породы (глины, алевроиты, пески и т.д.). Как известно, обломочная порода характеризуется прежде всего размером слагающих ее частиц; размеры зерен любой породы, за редким исключением, колеблются в весьма широких пределах (от долей миллиметра до нескольких метров). Содержание зерен (обломков) различных размеров в породах также весьма разнообразно.

Перед нами ставится задача-количественно охарактеризовать величину зернистости породы в целом, если мы имеем весьма широкий спектр значений по величине зерен и процентное содержание их неравновелико. В условии задачи известен: 1) интервал колебания размера зерен в абсолютных его значениях и 2) процентное содержание их в каждом интервале, т.е. данные гранулометрического анализа. К математическому решению этой задачи можно подойти, используя формулу:

$$Z = (d_1 - d_0) \cdot S_1 + (d_2 - d_1) \cdot S_2 + \dots + (d_i - d_{i-1}) \cdot S_i + \dots + (d_n - d_{n-1}) S_n \quad (1), \text{ где}$$

1)  $Z$  - величина суммарной зернистости породы;

2)  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_i, \dots, d_n$  - фиксированные размеры зерен;

3)  $d_i - d_{i-1}$  - интервал колебания размера зерен в абсолютных значениях;

4)  $n$  - количество выделяемых фракций;

5)  $S_i$  - процентное содержание зерен в интервале (фракции),

$$\text{при условии: } \begin{aligned} 1 - d_1 < d_2 < d_3 < \dots < d_i \dots < d_n \\ 2 - S_1 + S_2 + \dots + S_i + \dots + S_n = 100\% \end{aligned}$$

Следует отметить, что величина  $d_i - d_{i-1} = D_i$  в этом случае не является разностью этих двух величин (шириной интервала), а говорит о том, что величина  $D_i$  может принимать абсолютные значения в этом интервале. Наиболее точные значения величины  $Z$  мы получаем при условии, когда  $n \rightarrow \infty$ . Но так как число (количество выделяемых фракций) задается методикой и детальностью проведения гранулометрического анализа и является конечным, то при подсчете  $Z$  могут быть приняты различные варианты.

Первый вариант, когда  $D_i$  принимает максимальные значения интервала, второй - средние, третий - минимальные. Возможны,

видимо, и другие варианты. В первом случае величина  $Z$  завышена, во втором - усреднена, в третьем - занижена. При массовом подсчете величин  $Z$  для пород по конкретному разрезу, разумеется, необходимо использовать один из вариантов. В этом случае мы совершаем систематическую ошибку и, как будет показано дальше,

морфология кривой при разновариантных значениях  $D_i$  по разрезу не меняется (рис. I).

В данной работе рассматривается случай, когда  $D_i$  принимает максимальные значения интервала. Таким образом, если гранулометрический анализ выделяет фракции: 1)  $<0,01$  мм; 2)  $0,01 - 0,05$  мм; 3)  $0,05 - 0,1$ ; 4)  $0,1 - 0,25$ ; 5)  $0,25 - 0,5$ ; 6)  $0,5 - 1$  мм, то значение для каждой фракции соответственно будут равны  $D_1 = 0,01$ ,  $D_2 = 0,05$ ,  $D_3 = 0,1$ ,  $D_4 = 0,25$ ,  $D_5 = 0,5$ ,  $D_6 = 1$ .

При подсчете в этом варианте формула (I) приобретает вид:  
 $Z = 0,01 S_1 + 0,05 S_2 + 0,1 S_3 + 0,25 S_4 + 0,5 S_5 + 1 S_6$  (2)

Зная процентное содержание каждой формации, по формуле (2), находим величину суммарной зернистости породы (ВСЗП). Пронормировав выражение на 100%, как было оговорено в условии формулы (I), получаем  $Z$ , измеряемую в мм.

А для простоты в вычислении каждому произведению второй половины формулы предлагается ввести коэффициент  $K = 100$ , тогда

$$Z_{\max} = S_1 + 5S_2 + 10S_3 + 25S_4 + 50S_5 + 100S_6 \quad (3)$$

В варианте, когда  $D_i$  принимает минимальное значение интервала, выражение (3) будет иметь следующий вид:

$$Z_{\min} = 0 \cdot S_1 + 1 \cdot S_2 + 5S_3 + 10S_4 + 25S_5 + 50S_6$$

А когда  $D_i$  принимает среднее значение интервала,

$$Z_{\text{ср.}} = 0,5 S_1 + 3 S_2 + 7,5 S_3 + 17,5 S_4 + 37,5 S_5 + 75 S_6$$

Легко представить, что в идеальном случае ( $n \rightarrow \infty$ ) чистые разности пород, т.е. без примеси материала других пород, будут иметь значение по формуле (I) с нормировкой на 100%

глины - от 0 до 0,01

алевриты - от 0,01 до 0,1

пески - от 0,1 до 1, т.е. принимать величины колебания размера зерен пород по классификации обломочных пород, предложенной Л.Б. Рухиним.

Незначительные содержания в чистой породе зерен более грубых или более тонких пород, увеличивает или, наоборот, уменьшает величину суммарной зернистости породы (рис. I).

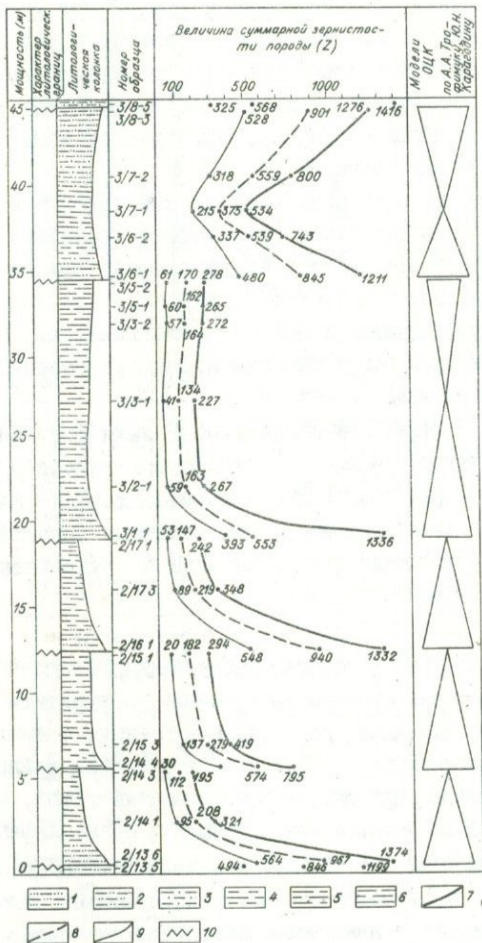


Рис. I. Выделение элементарных циклокомплексов по величине суммарной зернистости пород.

I - песок алевроито-глинистый, 2 - алевроит глинисто-песчаный, 3 - алевроит песчанисто-глинистый, 4 - алевроит глинистый, 5 - глина алевроитовая, 6 - глина алевроитистая, 7 - кривая максимальных значений, 8 - кривая средних значений, 9 - кривая минимальных значений, 10 - резкие литологические границы.

Если обломочные породы являются продуктами механической дифференциации веществ в бассейне седиментации, то величина  $Z$  породы говорит об интенсивности среды осадконакопления (её энергетическом потенциале) в данной точке бассейна в определенное время, а изменение её по разрезу отражает изменение интенсивности динамики во времени.

Так как цикличность осадконакопления находит свое отражение в изменении литологического состава пород (величине зернистости), ВСЗП была применена при построении рельефных кривых для выделения элементарных циклокомплексов в разрезе. Для наглядности приводится пример обработки полевых геологических материалов и данных гранулометрического анализа пород предлагаемым методом для разреза нижней юры р. Анабар.

По разрезу с определенной частотой были отобраны образцы на гранулометрический анализ. Резкие литологические границы, наблюдаемые при полевом описании разреза, характеризуются отбором проб непосредственно выше и ниже границы (рис. I).

Данные гранулометрического анализа и результаты обработки приведены в таблице I.

#### В ы в о д ы :

1. Предлагаемый метод количественной оценки обломочных пород позволяет, используя количественные данные (результаты гранулометрического анализа) породы, дать количественную оценку величины ее суммарной зернистости (ВСЗП). При отсутствии данных гранулометрического анализа, используя предложенный метод, величину  $Z$  породы в грубом приближении можно оценить и по шлифам породы.
2. Изменение величины  $Z$  породы отражает изменение ее внутреннего содержания, т.е. изменение ее качественного литологического состава, характеризует изменение интенсивности динамики в определенной точке бассейна седиментации (ее энергетического потенциала), в течение временного интервала.
3. Резкие литологические границы пород по предлагаемому методу обработки результатов гранулометрического состава пород фиксируются в виде разрывов сплошности кривой, а постепенные переходы между ними представлены плавной кривой, что в перспективе дает нам возможность подойти к количественной классификации литологических границ, а следовательно, и к количественно обоснованному выбору границ ОЦК.

Таблица I

№№ п/п	Номер образца	Содержание фракций							Величина сум- марной зерни- стости породы			Название породы
		I,0	I,0- 0,5мм	0,5- 0,25 мм	0,25- 0,1мм	0,1- 0,5мм	0,05- 0,01	0,01	Z <sub>max</sub>	Z <sub>ср.</sub>	Z <sub>min</sub>	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	3/8-5	-	-	-	15,3	31,3	15,9	37,5	1416	568	325	A.-песчанисто-глинистый
2.	3/8-3	-	-	0,3	33,7	34,7	10,0	21,3	1276	901	528	A <sub>г</sub> -глинисто-песчаный
3.	3/7-2	-	-	-	14,8	30,6	17,4	37,2	800	559	318	A.-песчанисто-глинистый
4.	3/7-1	-	-	0,1	2,4	35,0	14,2	48,3	534	375	215	A.-глинистый
5.	3/6-2	-	-	0,2	4,6	56,1	4,4	34,7	743	539	335	A.-песчанисто-глинистый
6.	3/6-1	-	-	0,3	35,4	20,7	15,2	28,4	1211	845	480	A.-глинисто-песчаный
7.	3/5-2	-	0,1	-	0,2	4,9	30,0	64,8	278	170	61	Г.-алевритовая
8.	3/5-1	-	0,1	-	0,2	5,6	25,0	69,1	265	162	60	Г.-алевритовая
9.	3/3-2	-	-	-	0,3	4,7	30,6	64,4	272	164	57	Г.-алевритовая
10.	3/3-1	-	-	-	0,3	3,1	23,0	73,6	227	134	41	Г.-алевритовая
11.	3/2-1	-	-	-	0,4	5,9	26,2	67,5	267	163	59	Г.- ----"
12.	3/1-1	-	0,3	6,8	29,1	12,3	16,1	35,4	1336	393	553	П.-алеврито-глинистый
13.	2/17-1	-	-	0,1	1,3	4,1	17,3	77,2	242	147	53	Г.-алевритистая
14.	2/17-3	-	-	-	1,6	7,8	34,9	55,7	348	219	89	Г.-алевритовая
15.	2/16-1	-	-	-	36,2	34,6	13,1	16,1	1332	940	548	A.-глинисто-песчаный
16.	2/15-1	-	-	-	0,9	6,7	28,0	64,4	294	182	70	Г.-алевритовая
17.	2/15-3	-	-	0,1	2,7	16,5	25,2	55,5	419	279	137	Г.-алевритовая
18.	2/14-4	-	-	-	3,0	60,9	18,7	17,4	795	574	353	A.-глинистый
19.	2/14-3	-	-	-	0,2	2,2	17,6	80,0	195	112	30	Г.-алевритистая
20.	2/14-1	-	-	-	1,0	12,6	22,6	56,8	321	208	95	Г.-алевритовая

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
21.	2/13-6	-	-	-	38,3	33,9	12,4	15,4	1374	969	564	А.-глинисто-песчаный
22.	2/13-5	-	-	-	28,8	37,8	17,0	16,4	1199	846	494	А.-глинисто-песчаный

Примечание: П - песок; А.-алеврит; Г. -глина.

4. Так как цикличность осадконакопления находит свое отражение в закономерном изменении литологического состава пород, предлагаемый метод позволяет выделить в геологических разрезах как элементарные циклокомплексы, так и циклокомплексы более высокого ранга путем сглаживания кривых элементарных ОЦК.

Автор признателен Н.Б.Вассоевичу, Ю.Н. Карогодину и А.В. Гольберту за обсуждение статьи и замечания.

#### Л и т е р а т у р а :

1. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Часть I, М., Гостеолтехиздат, 1962, 578 с.
2. Вистелиус А.Б., Романова М.А. Красноцветные отложения полуострова Челекен (литостратиграфия и геологическое строение). М.-Л., Изд-во АН СССР, 1962. 228 с.
3. Иванов Г.А. К методике наблюдений и вычерчиваний нормальных разрезов угольных отложений. "Разведка недр", 1950, № 4, с.21-28.
4. Одесский И.А. Применение метода обзора числовых совокупностей для выявления крупных циклов осадконакопления.- В кн.: Математические методы в геологии, Л., 1968, с.133-138. (Тр. ВСЕГЕИ, нов.серия, вып. I, т. I50).
5. Одесский И.А. Волновые движения земной коры. Л., "Недра", 1972. 208 с.
6. Спутник полевого геолога-нефтяника. Т. I, Л., Гостоптехиздат, 1954. 544 с.
7. Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. Основные типы циклокомплексов нефтегазоносных бассейнов Сибири.- "Докл. АН СССР", 1974, т. 214, № 5, с. 1156-1159.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ПУЛЬСИТОВ (ЦИКЛОКОМПЛЕКСОВ)  
ФЛИШЕВОЙ ФОРМАЦИИ

Методика изучения натуральных циклокомплексов (пульситов) флишевой формации разработана в основном Н.Б. Вассоевичем (I3, I4, I6) с дополнениями В.А. Гроссгейма (I7, I8), С.Л. Афанасьева (4, 5, 8, 9) и других исследователей.

Уточним некоторые определения, связанные с флишевой формацией.

Слой – геологическое тело плоской линзовидной или клиновидной формы, объемом свыше  $1000 \text{ м}^3$ , толщиной более 0,5 м, с соотношением ширины и мощности не менее чем  $1000 : 1$ , представленное одной и той же разновидностью пород с небольшими вариациями состава (менее 7% по карбонатности и др.) и среднего размера зёрен, обломков или частиц (не более чем в 2 раза), ограниченное другими геологическими телами<sup>х)</sup>, сложенными иными разновидностями пород.

Линза – геологическое тело чечевицеобразной формы, объемом свыше  $1000 \text{ м}^3$ , толщиной более 0,5 м, с соотношением ширины и толщины менее чем  $1000 : 1$ , а длины и ширины менее чем  $10 : 1$ , представленное одной и той же разновидностью пород с небольшими вариациями состава и среднего размера зёрен, обломков или частиц, ограниченное другими геологическими телами, сложенными иными разновидностями пород<sup>х)</sup>.

Шнурок – (рукав, рукавообразная залежь) – геологическое тело лентообразной формы, объемом свыше  $1000 \text{ м}^3$ , толщиной более 0,5 м, с соотношением ширины и толщины менее чем  $1000 : 1$ , а длины и ширины более чем  $10 : 1$ , представленное одной и той же разновидностью пород с небольшими вариациями состава и среднего размера зёрен, обломков или частиц, ограниченное другими геологическими телами, сложенными иными разновидностями пород<sup>х)</sup>.

Слоёк – геологическое тело плоской линзовидной или лентовидной формы, имеющее объем менее  $1000 \text{ м}^3$ , либо толщину менее 0,5 м, либо и то и другое вместе взятое, представленное одной и

х) Геологические тела современных осадков могут быть ограничены также гидро-, атмо- или биосферой.

той же разновидностью пород с небольшими вариациями состава и среднего размера зёрен или частиц, ограниченное другими геологическими телами, сложенными иными разновидностями пород, часто залегающее наклонно к поверхности напластования.

Циклит (циклокомплекс) – единичный последовательный ряд парагенетически связанных между собой литостратиграфических подразделений, от микрослоёв до земной коры в целом.

Пульсит (проциклит, циклокомплекс I типа) – единичный последовательный ряд парагенетически связанных между собой слоёв горных пород, из которых по крайней мере один характеризуется резкой нижней границей, "внезапным" появлением одной из экстремальных разновидностей пород: 1) наиболее грубых по гранулометрическому составу, 2) вулканогенных пород (килов и пр.) и т.д.

Натуральный циклит того или иного порядка – единичный последовательный ряд парагенетически связанных между собой литостратиграфических подразделений того или иного уровня организации с определённой степенью генерализации. Примеры: пара микрослоёв сезонной седиментации, многослой флишевой формации, циклотема утленосной формации, формационный ряд, земная кора и др.

Элементарный циклит того или иного порядка – последовательный ряд парагенетически связанных между собой литостратиграфических подразделений того или иного уровня организации с определённой длительностью образования. Примеры: пары микрослоёв сезонной седиментации, геологические секунды флишевой формации, каледонский, герцинский и альпийский циклиты, слои земной коры и др.

Порядки цикличности геологических процессов определяются длительностью образования элементарных циклитов.

1) 5,5 млрд. лет. Мегациклит первого порядка (ПЦ-1). Земная кора.

2) 1,8 млрд. лет. Мегациклит второго порядка (ПЦ-2). Слой земной коры.

3) 650 млн. лет. Мегациклит третьего порядка (ПЦ-3). Серия формационных рядов.

4) 200 млн. лет (180 млн. лет для фанерозоя). Мегациклит четвертого порядка (ПЦ-4). Формационный ряд.

5) 50 млн. лет (здесь и ниже – для фанерозоя). Макроциклит пятого порядка (КЦ-5). Формация, комплекс.

6) 14 млн. лет. Макроциклит шестого порядка (КЦ-6). Серия.

- 7) 3,5 млн. лет. Макроциклит седьмого порядка (КЦ-7). Свита.
- 8) 800 тыс. лет. Мезоциклит восьмого порядка (ЗЦ-8). Подсвита.
- 9) 180 тыс. лет. Мезоциклит девятого порядка (ЗЦ-9). Пачка.
- 10) 40 тыс. лет. Мезоциклит десятого порядка (ЗЦ-10). Подпачка, циклотема угленосной фации.

11) 8,5 тыс. лет. Микроциклит одиннадцатого порядка (РЦ-11).  
Пакет.

12) 1,8 тыс. лет. Микроциклит двенадцатого порядка (РЦ-12).  
Натуральный флишевый пульсит.

13) 300 лет. Микроциклит тринадцатого порядка (РЦ-13). Элементарный флишевый пульсит - отложения одной геологической секунды.

14) 60 лет. Наноциклит четырнадцатого порядка (НЦ-14). Пачка сезонных микропульситов.

15) 12 лет. Наноциклит пятнадцатого порядка (НЦ-15). Пакет сезонных микропульситов.

16) 2 года. Наноциклит шестнадцатого порядка (НЦ-16). Сдвоенный сезонный микропульсит.

17) 1 год. Наноциклит семнадцатого порядка (НЦ-17). Сезонный микропульсит, варв.

Геологические границы между слоями могут быть чёткими и нечёткими, явными и неявными, ровными и неровными. Для оценки чёткости границ может быть использована "переходная зона" между слоями, толщина которой обычно изменяется от десятков микрон до десятков миллиметров. Очень нечёткие границы характеризуются сравнительно широкими "переходными зонами" мощностью свыше 10 мм, нечёткие - 3-10 мм, умеренно чёткие - 1-3 мм, очень чёткие - 0,3-1 мм, резкие - 0,1-0,3 мм и очень резкие - менее 0,1 мм. Геологические границы во флишевой фации как правило очень резкие, в особенности в основании пульситов, но встречаются и нечёткие, например, между слоями мелкообломочных пород (песчаников и алевролитов). Границы во флише обычно явные, но встречаются и неявные (слои тонко- и мелкообломочных пород). Чаще наблюдаются ровные границы, хотя для мелкообломочных пород более характерны неровные, как в подошве слоя (гигроглифы, заполнения впадин размыва), так и в кровле (валики ряби, бугры).

При описании разрезов флишевых отложений изучаются, как правило, только слои. Линзы и шнуры встречаются сравнительно редко, а слойки описываются при характеристике текстуры слоёв. В

карбонатной фации нередко наблюдается чередование слоёв со слойками. Последние иногда называют "разделами слоёв". Их толщина обычно округляется до "0" мм.

Слой и другие геологические тела (линза, "шнурок", слоёк) имеют нижнюю и верхнюю поверхность, подошву и кровлю, которые часто можно отличить друг от друга (и определить таким образом нормальное или опрокинутое залегание слоёв). Исчерпывающие сведения по этому вопросу можно найти у Н.Б. Вассоевича (I3, I5) и Л.Н. Ботвинкиной (I0, II).

Важной характеристикой слоя является его мощность, которая определяется как кратчайшее расстояние между подошвой и кровлей. В том случае, когда не удаётся непосредственно измерить истинную мощность слоя ( $M$ ), измеряют его видимую мощность ( $L$ ) или её проекции на горизонтальную ( $L_x$ ) и вертикальную плоскости ( $L_y$ ), а затем угол наклона слоя ( $\alpha$ ), угол наклона линии измерения видимой мощности ( $\beta$ ) и разность азимутов ( $\Delta A$ ) наклона слоя и линии измерения. Истинная мощность рассчитывается по одной из трёх формул (I5, стр. 28):

$$M = L (\sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \cos \Delta A \pm \sin \beta \cdot \cos \alpha) \quad (1),$$

$$M = L \left[ \sin(\alpha \pm \beta) - 2 \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \sin^2 \frac{\Delta A}{2} \right] \quad (2),$$

$$M = L_x \sin \alpha \cdot \cos \Delta A + L_y \cdot \cos \alpha \quad (3).$$

Для вычисления истинной мощности слоя можно воспользоваться также номограммами (7).

Поскольку точность полевых определений толщины слоёв составляет в среднем 1%, рекомендуется измерять и записывать мощность слоёв с точностью до 1%, то есть до 1 мм при их толщине до 1 м или до 1 см при мощности слоёв свыше 1 м. Указанная точность полевых определений толщины слоёв позволяет рекомендовать приближенные формулы для расчёта истинной мощности пластов и пачек:

$$M = L \cdot \sin(\alpha \pm \beta) \cdot \cos \Delta A \quad \text{при } \beta \leq 5^\circ \quad (4)$$

$$\text{а также } M = L \cdot \sin(\alpha \pm \beta) \quad \text{при } \Delta A \leq 10^\circ \quad (5).$$

Во флишевой фации наблюдается очень резкое изменение размера обломочного материала, от сотен метров до долей микрона (рис. I). Здесь встречаются олистостромы с отторженцами (100 - 1000 м), утёсами (10-100 м), глыбами (1-10 м), отломами (100 -

КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД ПО РАЗМЕРУ ОБЛОМКОВ (ЧАСТИЦ)

Средний линейный размер	Группы пород	Подгруппы пород	Обломки (частицы)		Рыхлые породы		Сцементированные породы						
			угловатые	окатанные	сложенные угловатыми обломками (частицами)	сложенные окатанными обломками	сложенные угловатыми обломками (частицами)	сложенные окатанными обломками					
1 км	обломочные породы	грубо-	олистолиды	отторженцы									
100 м				утёсы									
10 м		крупно-		олистолиды	глыбы	глыбы	глыбы (глыбник)		олистолиды	глыбовый конгломерат			
1 м					отломы	валуны	отломник	валунник			валунный конгломерат		
100 мм		средне-		олистолиды	щебень	галька	щебень	галечник		олистолиды	конгломерат (галечный)		
10 мм					дресва	гравий	дресва	гравий			гравелит		
1 мм					песчинки	песок	псаммолит (песчаник)						
100 мк		мелко-		олистолиды	пылинки	алеурит	алеуролит			олистолиды			
10 мк					пелит								
1 мк		тонко-		олистолиды	олистолиды	субколлоидные частицы	пелит (глина)				олистолиды	пелитолит (уплотненная глина, аргиллит)	
100 нм	коллоидные частицы												
10 нм	коллоиды												

Рис. 1. Классификация обломочных пород по размеру обломков (частиц).

1000 мм), щебнем (10-100 мм) и дресвой (1-10 мм), глыбовые брекчии и конгломераты (1-10 м), отломные брекчии и валунные конгломераты (100-1000 мм), щебневые брекчии и галечные конгломераты (10-100 мм), дресвяники и гравелиты (1-10 мм), псаммиты и песчаники (100-1000 мк), алевролиты (10-100 мк), пелитолиты, сложенные пелитовыми (1-10 мк), субколлоидными (100-1000 нм) и коллоидными частицами (5-100 нм). Каждая из перечисленных разновидностей пород по гранулометрическому составу подразделяется на три подкласса - мелкие, средние, крупные -, границы между которыми определяются как  $10^{n/3}$  м, где  $n$  - любое целое число, положительное или отрицательное. Округленные значения границ:  $2 \cdot 10^m$  м и  $5 \cdot 10^m$  м, где  $-8 \leq m \leq 3$ .

Очень широко изменяется также и карбонатность пород, в особенности пелитолитов, от слабоглинистых известняков до бескарбонатных глин. Наиболее рациональная классификация пород ряда известняк - глина во флишевой формации приведена в табл. XXXII Атласа текстур и структур осадочных горных пород, ч. 2 (3, стр. 156), где по содержанию  $\text{CaCO}_3$  выделены разновидности пород: чистый известняк (96-100%  $\text{CaCO}_3$ ), цемесский известняк (89-96%  $\text{CaCO}_3$ ), высокий известняк (82-89%  $\text{CaCO}_3$ ), известняк-натурал (75-82%  $\text{CaCO}_3$ ), известняк-романчик (68-75%  $\text{CaCO}_3$ ), мысхакский или сильноизвестковистый мергель (61-68%  $\text{CaCO}_3$ ), супсехский или слабоизвестковистый мергель (54-61%  $\text{CaCO}_3$ ), бединовский или слабоглинистый мергель (46-54%  $\text{CaCO}_3$ ), куниковский или сильноглинистый мергель (39-46%  $\text{CaCO}_3$ ), васильевский или очень сильноглинистый мергель (32-39%  $\text{CaCO}_3$ ), глина сукко или очень сильноизвестковистая глина (25-32%  $\text{CaCO}_3$ ), навагирская или сильноизвестковистая глина (18-25%  $\text{CaCO}_3$ ), анапская или слабоизвестковистая глина (11-18%  $\text{CaCO}_3$ ), шишанская или очень слабоизвестковистая глина (4-11%  $\text{CaCO}_3$ ), чистая глина (0-4%  $\text{CaCO}_3$ ).

Отнесение той или иной породы к определенному классу и подклассу по гранулометрическому составу и по карбонатности не представляет проблемы при полевом описании, в особенности если оно сопровождается экспресс-определениями грансостава и карбонатности лабораторными методами. Наибольшую сложность составляет определение примеси алевроитового материала в пелитолитах.

Кремнистость, окраска, текстурные и другие особенности пород также определяются при полевом описании.

Немаловажное значение имеет микропетрографическое описание пород. Здесь важно хотя бы в первом приближении определить соотношение между основными компонентами осадочной породы (4, 5), например, с помощью таблиц эталонов (4, стр. 61; 2, стр. 62-69). Важными признаками пелитолитов являются содержание и размер алевроитовых и песчаных зерен, содержание остатков микрофауны, наличие кристаллокластов и т.д.

Во флишевой формации выделяется шесть групп пород, которые вслед за Н.Б. Вассоевичем (12) назовем элементами пульситов или циклокомплексов (ЭП).

Нулевой элемент пульсита (0 ЭП) представлен осадочными и оползневыми брекчиями, а также олистостромами. Они сложены недифференцированными или слабодифференцированными образованиями "предпульсита" - ещё "не родившегося" флишевого пульсита. Характерны для дикого флиша, который условно обозначим индексом - Д. Соотношение между мощностью слоя  $m$  мм и размером обломков, зерен, частиц  $d$  мк описывается уравнением

$$\lg m = 0,073 (\lg d - 2,67)^2 + 3,71 \pm 0,15 t,$$

где  $t$  -уровень значимости. 0 ЭП характерны для бортовых частей флишевого трога, они образуются внезапно и быстро вследствие сейсмических толчков и других причин близ глубинного разлома, разделяющего кордильеру и флишевый трог. Оползневые и осадочные брекчии являются отложениями оползней и обвалов. Олистостромы - образования развивающихся мутевых потоков.

I'ЭП - валунные и галечные конгломераты, гравелиты, а также песчаники и алевролиты, генетически не связанные с расположенными над ними прослоями II ЭП (коэффициент корреляции  $r$  между логарифмами мощности I и II ЭП либо значимо не отличается от нуля, либо меньше нуля), иногда вовсе не сопровождающиеся прослоями II ЭП. Это сравнительно крупные, более I дм (грубозернистые терригенные нефлишевые отложения, индекс 3), или сравнительно тонкие, менее I дм слои I'ЭП (тонкозернистые терригенные нефлишевые образования, индекс T). Они часто имеют горизонтально микрослоистую текстуру (6, рис. 6, а также слои b и d сходной с этим рисунком схемы Bouma (25)). На рис. 2 они образуют область, которая может быть описана уравнением:  $\lg d = \lg m + 1,25 \pm 0,5 t$  при  $\lg m < 3,9$  и  $\lg d = 5,2$  при  $\lg m > 3,9$  (8, 9). Для пра-

# ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ЗЕРНИСТЫХ ПОРОД ФЛИШЕВОЙ ФОРМАЦИИ

## ДИАГРАММА РАСПОЗНАВАНИЯ

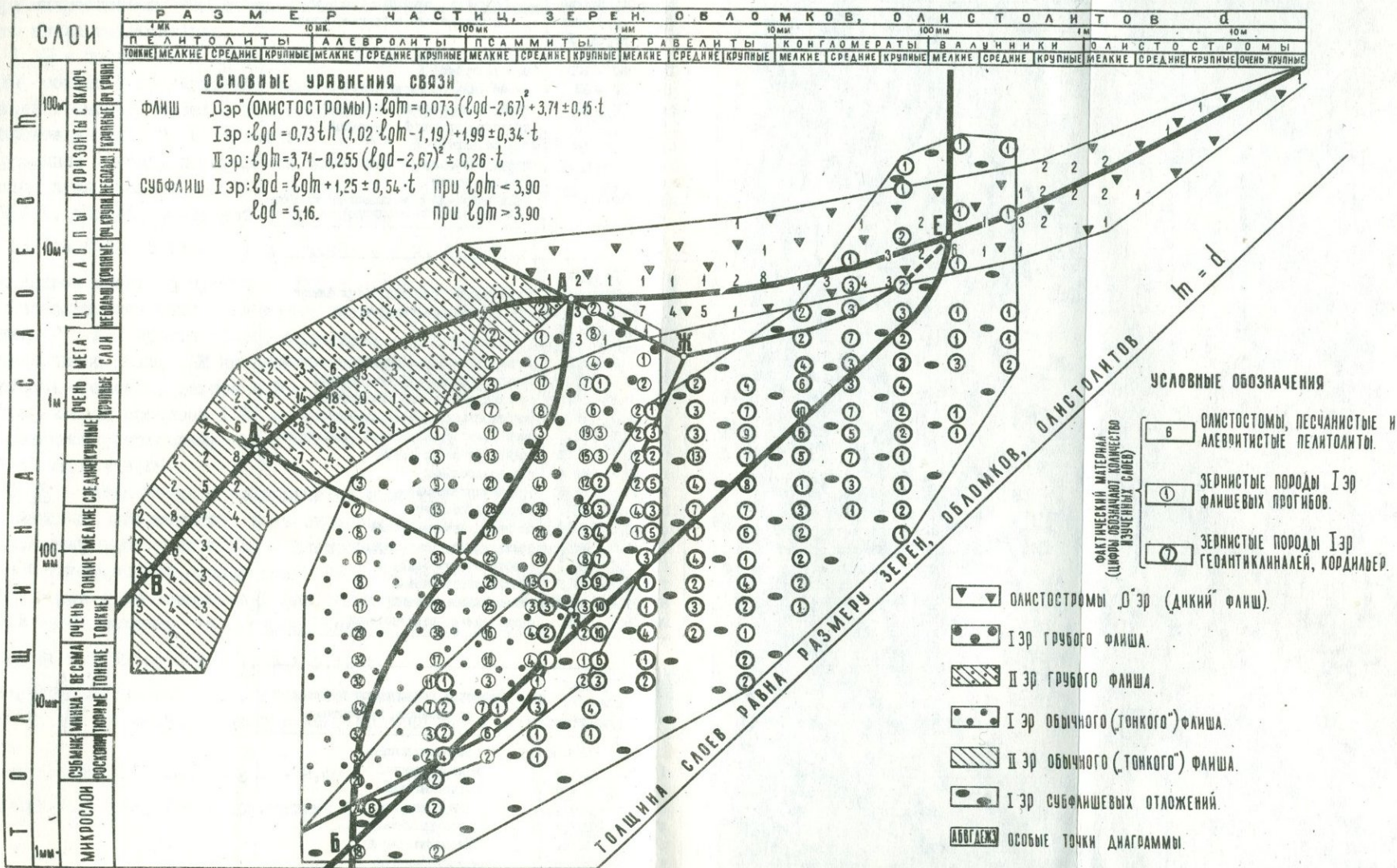


Рис. 2. Генетические типы зернистых пород флишевой формации. Диаграмма распознавания. Условные обозначения: фактический материал (цифры обозначают количество изученных слоев), I – олистостромы, песчанистые и алевритистые пелитолиты, 2 – песчаники, алевролиты, мелкозернистые гравелиты I ЭП (зернистые породы флишевых прогибов), 3 – валунные и галечные конгломераты, гравелиты, песчаники и алевролиты (зернистые породы геоантиклиналий, кордильер), 4 – олистостромы, оползневые и осадочные брекчии 0 ЭП (дикий флиш), 5 – I ЭП грубого флиша, 6 – II ЭП грубого флиша, 7 – I ЭП тонкого флиша, 8 – II ЭП тонкого флиша, 9 – I ЭП субфлишевых отложений. А, В, В, Г, Д, Е, Ж, З – особые точки диаграммы.

# КЛАССИФИКАЦИЯ ФЛИШЕЙ

Таблица I

Роль тонкого флиша, %	Формация			Флишевая под-формация		Основной тип отложений среди		Разновидность флишевой подформации	
	ДТР > СЕЛВЕТ	ДТР < СЕЛВЕТ	Формация	Название	Индекс	ДТР	СЕЛВЕТ	ДТР	Индекс
	+	+	К Н К	Название	Индекс	ДТР	СЕЛВЕТ	ДТР	Индекс
< 5	+	+	К Н К						
5 - 20	+	+	Я	Дикий флиш	Д	Д			
				Грубый флиш	Г	Г			
				Грубый субфлиш	Р	Р			
			А	Суофлиш	С		С Б Л В З Т	СС СБ СЛ СВ СЗ СТ	Собственно субфлиш Биогенный субфлиш Лютитовый субфлиш Вулканогенный субфлиш Грубозернистый субфлиш Тонкозернистый субфлиш
20 - 40	+	+	В	Метафлиш	М	Д Г Р		МД МГ МР	Дикий метафлиш Грубый метафлиш Грубый субметафлиш
			Е	Инфрафлиш	И		С Б Л В З Т	ИС ИБ ИЛ ИВ ИЗ ИТ	Субинфрафлиш Биогенный инфрафлиш Лютитовый инфрафлиш Вулканогенный инфрафлиш Грубозернистый инфрафлиш Тонкозернистый инфрафлиш
			Ш	Парафлиш	П	Д Г Р		ПД ПГ ПР	Дикий парафлиш Грубый парафлиш Грубый субпарафлиш
40 - 60	+	+	И	Ортофлиш	О		С Б Л В З Т	ОС ОБ ОЛ ОВ ОЗ ОТ	Субортофлиш Биогенный ортофлиш Лютитовый ортофлиш Вулканогенный ортофлиш Грубозернистый ортофлиш Тонкозернистый ортофлиш
60 - 80	+	+	Л	Ультрафлиш	У		Д Г Р С Б Л В З Т	УД УГ УР УС УБ УЛ УВ УЗ УТ	Дикий ультрафлиш Грубый ультрафлиш Грубый субультрафлиш Субультрафлиш Биогенный ультрафлиш Лютитовый ультрафлиш Вулканогенный ультрафлиш Грубозернистый ультрафлиш Тонкозернистый ультрафлиш
> 80			Ф	Суперфлиш	Ф				

Условный индекс	Среднее содержание зернистых пород, %	Название разновидности флиша по содержанию зернистых пород
000	80 - 100	олигостромовый
100	50 - 80	очень сильноалевритовый (песчаный)
200	20 - 50	сильноалевритовый (песчаный)
300	10 - 20	среднеалевритовый (песчаный)
400	5 - 10	слабоалевритовый
500	2 - 5	очень слабоалевритовый
600	1 - 2	безалевритовый
700	0 - 1	(без каких-либо указаний на степень алевритистости отложений)

Условный индекс	Средняя известковистость отложений, СаСО <sub>3</sub> %	Название разновидности флиша по известковистости
00	0 - 3,5	очень сильноаргиллитовый (глинистый)
10	3,6 - 10,7	сильноаргиллитовый (глинистый)
20	10,8 - 17,8	среднеаргиллитовый (глинистый)
30	17,9 - 25,0	слабоаргиллитовый (глинистый)
40	25,1 - 32,1	очень слабоаргиллитовый (глинистый)
00	32,2 - 39,2	очень слабомергельный
10	39,3 - 46,4	слабомергельный
20	46,5 - 53,5	среднемергельный
30	53,6 - 60,7	сильномергельный
40	60,8 - 67,8	очень сильномергельный
50	67,9 - 75,0	очень слабоизвестняковый
60	75,1 - 82,1	слабоизвестняковый
70	82,2 - 89,3	среднеизвестняковый
80	89,4 - 96,4	сильноизвестняковый
90	96,5 - 100	очень сильноизвестняковый

Условный индекс	Средняя мощность пульситов	Название разновидности флиша по мощности пульситов
0	6,4 - 12,8 м	среднециклопный
1	3,2 - 6,4 м	мелкоциклопный
2	1,6 - 3,2 м	мегагитичный
3	0,8 - 1,6 м	макроритмичный
4	40 - 80 см	крупноритмичный
5	20 - 40 см	среднеритмичный
6	10 - 20 см	мелкоритмичный
7	5 - 10 см	тонкоритмичный
8	25 - 50 мм	очень тонкоритмичный
9	13 - 25 мм	весьма тонкоритмичный

**Пример:** верхнемеловые отложения Новороссийского опорного разреза Северо-Западного Кавказа представлены среднеритмичным, среднеалевритовым, биогенным инфрафлишем (ИБ-335).

**Условные обозначения:** Б - биогенные отложения, В - вулканогенные отложения, Г - грубый флиш, Д - дикий флиш, З - грубозернистые (терригенные нефлишевые) отложения, И - инфрафлиш, К - карбонатная формация, Л - лютит, М - метафлиш, Н - обвальнопользневые отложения, О - ортофлиш, П - парафлиш, Р - грубый субфлиш, С - тонкий субфлиш, Т - тонкозернистые (терригенные нефлишевые) отложения, У - ультрафлиш, Ф - тонкий флиш.

ктического отделения I\*ЭП от 0 ЭП может быть использована кривая ЖЗ рис. 2. Иногда наблюдается переслаивание кварцево-полевошпатовых алевролитов с известняковыми алевролитами, что полностью исключает возможность их образования из одного и того же мутьевого потока. Эти породы характерны для подводных поднятий, реже для субфлишевых прогибов. Они образуются длительно. Каждая пара микрослоек I\*ЭП соответствует сезонным изменениям годового цикла седиментации.

I ЭП - песчаники и алевролиты, иногда мелкозернистые гравелисты, обычно с градационной слоистостью, как правило с резкой нижней границей, часто с гироглифами в подошве слоя, всегда сопровождаются II ЭП и генетически с ним связаны (коэффициент корреляции  $r$  между логарифмами мощности I и II ЭП существенно больше нуля, чаще  $r = 0,3$ ). На рис. 2 I ЭП определяется кривой АГБ, которая описывается уравнением

$$\lg d = 0,73 \text{ th } (1,02 \lg m - 1,99) + 1,99 \pm 0,34 t$$

Эта кривая имеет особую точку Г ( $d = 100$  мк,  $m = 10$  см), которая используется нами в качестве границы тонкого (Ф) и грубого флиша (Г). Для практического отделения I ЭП от 0 ЭП может быть использована прямая АЖ на рис. 2 или ордината точки А, соответствующая мощности, равной 5,2 м. Разделение флишевых слоев I ЭП и субфлишевых прослоев I\*ЭП на рис. 2 производится по линии ЖЗ, описываемой уравнениями:  $\lg m = 0,54 \lg d - 0,40$  и  $\lg m = 2,39 \lg d - 4,84$ .

II ЭП - песчаные и алевролитистые пелитолиты (глины, аргиллиты, мергели, известняки), реже сильнопелитовые (сильноглинистые, сильномергельные) песчаники и алевролиты, обычно с неясно выраженной градационной слоистостью. Во II ЭП размер песчано-алевролитовых зерен  $d'$  мм терригенных минералов уменьшается по мере снижения их содержания  $Q\%$  в бескарбонатной части породы:

$$\lg d' = 0,50 \lg Q\% + 1,09 \pm 0,12 t$$

В карбонатной части II ЭП среднее содержание микрофауны  $\mu = 4,3\%$ . II ЭП на рис. 2 образует кривую АДВ, которая описывается уравнением

$$\lg m = 3,71 - 0,26 (\lg d - 2,67)^2 \pm 0,26 t$$

В точке А на рис. 2 с координатами ( $\lg d = 2,67$ ,  $\lg m = 3,71$ )

происходит разделение олистостромов на I и II ЭП, происходит "рождение" флишевого пульсита. Для практического отделения II ЭП от 0 ЭП может быть использована прямая АЖ на рис. 2, а для разделения II и I ЭП в грубом флише - прямая, проходящая через точку А:  $lg d = lg m - 1,06$ . В зоне АЖЗГД на рис. 2 развиты пульситы грубого флиша (Г), для которых характерны слои I ЭП  $\geq 10$  см или прослой II ЭП  $\geq 54$  см. "Руководящими" для флишевой формации являются пульситы тонкого флиша (Ф) с I ЭП  $< 10$  см и II ЭП  $< 54$  см и коэффициентом корреляции между логарифмами мощности I и II ЭП одного и того же пульсита, существенно превышающим нуль. Если отсутствуют слои I ЭП или если I ЭП не связаны положительной корреляцией со II ЭП, то прослой последних слагают грубый субфлиш (Р) при толщине более 54 см или тонкий субфлиш (С) при мощности менее 54 см.

I и II ЭП - наиболее распространенные образования Новоросийского флишевого прогиба Северо-Западного Кавказа. Они составляют соответственно II,1% и 63,0% верхнемелового разреза. Для флишевой формации характерна положительная корреляция между логарифмами мощности I и II ЭП. Во флише I + II ЭП образуют единое целое, двойной слой или аякс<sup>х)</sup>. Аяксы грубого флиша чаще наблюдаются на склонах и в бортах флишевого прогиба, а также в зонах развития субфлишевых отложений. Аяксы тонкого флиша характерны для осевой, наиболее погруженной части трога.

Используя принцип "в сходных условиях образуются объекты со сходными характеристиками" (I), сгущения точек фактического материала на рис. 2 можно рассматривать как группы слоев, образовавшихся в сходных условиях. Наиболее примечательной на рис. 2 является точка А, где линия главной последовательности ЕА, характеризующая олистостромы 0 ЭП, расщепляется на две ветви: АГБ - линию главной последовательности I ЭП и АДВ - линию главной последовательности II ЭП. При этом оба элемента аякса, I ЭП и II ЭП, образуются из одной и той же порции материала.

Итак, I + II ЭП или аяксы образуются из зрелых мутьевых потоков. Сначала осаждаются материал I ЭП, затем II ЭП. Так как грубый флиш характерен для склонов и бортов флишевого трога, где преобладает перемещение материала поперек прогиба (22, стр.197),

---

х) Аяксы - неразлучные друзья, два героя Троянской войны (из "Илиады" Гомера).

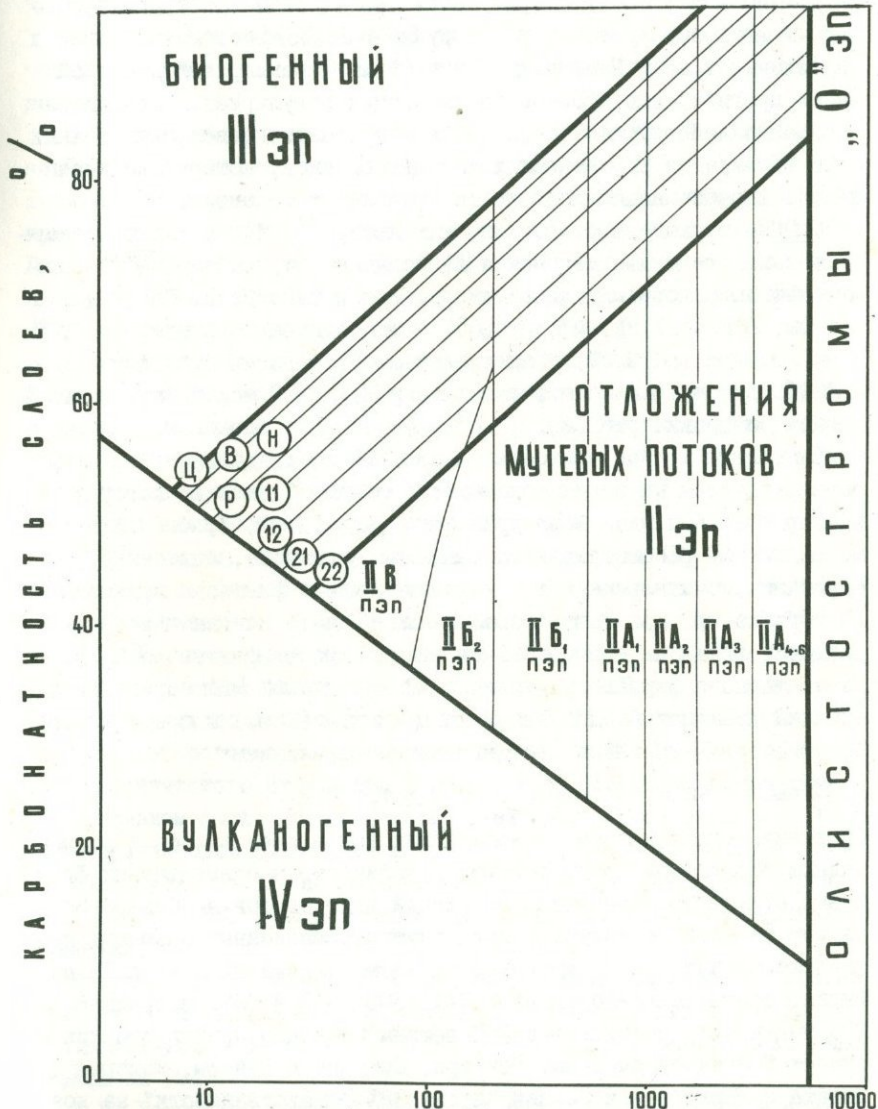


Рис. 3. Генетические типы незернистых пород карбонатного флиша. Диаграмма распознавания. Тонкие наклонные линии обозначают границы II и III ЭП для отложений со средней карбонатностью, соответствующей составу: Ц - цемесского известняка, В - высоко-го известняка, Н - известняка-натурала, Р - известняка-романчика, 11 - сильноизвестковистого (мисхакского) мергеля, 12 - слабоизвестковистого (супсехского) мергеля, 21 - слабоглинистого (бединовского) мергеля, 22 - сильноглинистого (куниковского) мергеля.

от поднятия в сторону осевой части трога, можно утверждать, что грубый флиш образуется при разгрузке мутьевого потока в бортах и на склонах трога. Поскольку тонкий флиш характерен для осевой части прогиба, где процесс седиментации регулируется продольным постоянно действующим течением, можно сделать вывод, что тонкий флиш образуется из материала мутьевых потоков, который подхватывается и разносится вдоль трога продольным течением.

III ЭП - тонкопелитовые глины или лютиты<sup>x)</sup> (Л), а также преимущественно биогенные мергели и известняки (Б), обычно с фукоидами, иногда с горизонтально микрослоистой текстурой. Здесь  $a = 1$  мк,  $d' = 17$  мк,  $Q^{\circ} < 0,6\%$ , в известняковом флише  $\mu = 4,3\%$ , в мергельном  $\mu = 2,3\%$ , в аргиллитовом ("терригенном") флише  $\mu = 1,2\%$ . Для практического разделения III и II ЭП может быть использована диаграмма рис. 3.

Частотные кривые мощности слоев III ЭП полимодальны. Они могут быть разделены на серии максимумов, средние значения которых пропорциональны числам натурального ряда (1, 2, 3, 4 ...), а сами максимумы рассматриваются нами как единичные, двоянные, строенные, четверенные и т.д. элементарные флишевые пульситы I3 порядка (5, 9). Такие образования принято называть монадами, диадами, триадами и т.д. Стандартная мощность флишевого III ЭП элементарного флишевого пульсита I3 порядка (M мм) определяется средней толщиной II ЭП в таком же пульсите (m мм) и средней карбонатностью III ЭП (И) в соответствии с уравнением:

$$M \text{ мм} = 4,92 m^{0,136} \text{ мм} + 29,7 \text{ И} \pm 1,1 t$$

Сравнение длительности геологических веков  $t-s$ ,  $cp$ ,  $d$  и  $pc$  по данным абсолютной геохронологии с количеством элементарных флишевых пульситов в разрезах отложений этих ярусов на Северо-Западном Кавказе, с учётом мелких внутрiformационных размывов, позволило оценить продолжительность элементарных пульситов I3 порядка, соответственно равную: 244, 300, 312 и 285, в среднем 294 годам, что совпадает с 297-летним периодом противостояния планет Солнечной системы: Юпитера, Сатурна и Венеры, которые вместе с Меркурием и Землей "несут 99% ответственности" за возмущение Солнечной атмосферы. Эти пульситы нами названы "геологи-

x) Лютит - тонкодисперсная порода (Геологический словарь, 1973).

ческими секундами" (8).

Итак, тонкие слои III ЭП (2-3 см) образуются за одну геологическую секунду (295 лет) и могут играть роль геологического хронометра.

III ЭП представлен в основном целыми раковинками и обломками кокколитов, частично фораминифер и моллюсков (26), с примесью лютита, что свидетельствует о биогенном происхождении его карбонатной части. Нередко лютитовая составляющая III ЭП преобладает. Глины III ЭП отличаются от глин II ЭП главным образом по незначительному, менее 0,6%, содержанию обломочных зерен алевритовой размерности в бескарбонатной части осадка. III ЭП формируется длительно и постепенно во всех структурно-формационных зонах: во флишевых трогах, на кордильерах, на смежных срединных массивах, в миогеосинклиналях и на платформах. В пределах последних трех типов структурно-формационных зон происходит образование почти исключительно одних "третьих элементов пульситов", которые слагают слои известняков карбонатной формации.

IV ЭП - килы, килистые глины и другие породы (B), часто характеризуются резкой нижней границей, быстрым накоплением, "внезапным" появлением. В IV ЭП  $d = 1$  мк,  $d' = 17$  мк,  $q^{\circ} < 0,6\%$ ,  $\mu = 0,05\%$ . Характерны крайне низкое содержание остатков микрофауны в карбонатной части породы, примерно в 100 раз меньше, чем в аналогичных по карбонатности породах III ЭП, наличие кристаллокластов, второго эндотермического эффекта при  $640-660^{\circ}\text{C}$  (23). Для практического отделения IV ЭП от II и III ЭП в известняковом и мергельном флише используется уравнение:  $\lg m = 4,4I - 6,9I$  И, а в аргиллитовом флише:  $\lg m = 3,18 - 10,4$  И. При близком расположении вулканов IV ЭП предвзает I ЭП, а при удаленном образуется после II ЭП. Вулканогенное происхождение IV ЭП не вызывает сомнения.

Впервые единицы разреза флишевых отложений, флечи, по И.И.Эйхфельду, были разделены этим исследователем на основы и отделы, соответствующие 0 + I + II + III ЭП и IV ЭП предложенной выше классификации (24).

Н.Б. Вассоевич разделил флишевый цикл (ритм) на три элемента, I, II и III ЭП, которые соответственно равны I + I', II + III и IV ЭП предложенной выше классификации (12). Н.Б. Вассоевич фактически выделил в обращенных циклах разновидности: Pd подэлемент цикла и

Пз подэлемент цикла, которые соответствуют II и III ЭП нашей классификации (I3). Б.М. Келлер первым выделил как самостоятельные элементы II и III ЭП в том понимании, как это отражено в предложенной классификации (I9).

На Северо-Западном Кавказе чаще всего наблюдается последовательность: I' - I - O - II - IV - III ЭП, что свидетельствует о далеком расположении вулканических аппаратов. На Юго-Восточном Кавказе, а также в сеноманско-нижнетуронских отложениях Северо-Западного Кавказа наблюдается последовательность: I' - I - O - II - III - IV ЭП, что связано с близким расположением вулканов. В полных пульситах O ЭП располагается между I и II ЭП, что как нельзя лучше свидетельствует об общности их происхождения и о преемственности "нулевого" элемента пульсита "вторым" его элементом (на рис. 2 линия главной последовательности O ЭП плавно сменяется в точке A линией главной последовательности II ЭП). На разрезах Северо-Западного Кавказа это хорошо видно среди отложений васильевской и снегуревской свит верхнего маастрихта.

Статистически установлена последовательность: I' - I ЭП. Другими словами, крупные пласты мелко- и среднеобломочных пород могут формироваться последовательно вследствие двух совершенно различных процессов: медленной седиментации (I'ЭП) и из мутьевых потоков (I ЭП).

Пульситы, состоящие из шести элементов, составляют редкое исключение. Чаще встречаются пульситы типов: I-O-II-III-IV ЭП, I-II-III-IV ЭП, точнее IV-I-II-III ЭП, или неполные пульситы типа I-II-III ЭП, I-II-IV ЭП и I-II ЭП - при близком расположении вулканов. А при далеком расположении вулканических аппаратов чаще встречаются пульситы типов: I-II-IV-III ЭП, иногда I-O-II-IV-III ЭП, или неполные пульситы: I-II-III ЭП и I-II ЭП. Среди субфлишевых отложений наиболее распространены пульситы типов: I'-III-IV ЭП, II-III-IV ЭП, II-IV-III ЭП, а также неполные пульситы: I'-III ЭП, II-III ЭП, II-IV ЭП или просто II ЭП.

Мощность слоев и пульситов изменяется в очень широких пределах, от I мм до 200 м: I мм - тонкий микрослой (микропульсит), 2-3 мм - микрослой (умеренный), 4-6 мм - субмикроскопический слой (пульсит), 7-12 мм - миниатюрный слой (пульсит), 13-25 мм - весьма тонкий слой (пульсит), 25-50 мм - очень тонкий слой (пульсит), 50-100 мм - умеренно тонкий слой (пульсит), 100-200 мм -

мелкий слой (пульсит), 200–400 мм – средний или умеренный слой (пульсит), 400–800 мм – крупный слой (пульсит), 0,8–1,6 м – очень крупный или макрослой (макропульсит), 1,6–3,2 м – мегаслой (мегапульсит), 3,2–6,4 м – небольшой циклоп, 6,4–12,5 м – крупный циклоп, 12,5–25 м – очень крупный циклоп, 25–50 м – небольшой горизонт (с включениями), 50–100 м – крупный горизонт (с включениями), 100–200 м – очень крупный горизонт (с включениями).

Средняя мощность пульситов среди верхнемеловых флишевых отложений Северо-Западного Кавказа составляет 26 см, от 12 см (сеноман – нижний турон) до 57 см (верхний маастрихт). Самые крупные пульситы наблюдаются в диком флише близ кордильер (отдельные горизонты с включениями утёсов – до 200 м). На склонах трога, прилегающих к кордильере, среди грубого флиша преобладают циклопы и мегаслои (мегапульситы). В осевой части трога развиты преимущественно умеренные и мелкие пульситы. Наиболее тонкие пульситы характерны для структурно-формационных зон, прилегающих к подводным поднятиям.

Флишевая формация определяется наличием положительной корреляции между логарифмами мощности слоев I и II ЭП одного и того же пульсита, а также содержанием тонкого и грубого флиша не менее 5% от суммарной мощности отложений. Отсутствие положительной корреляции между логарифмами мощности I и II ЭП одного и того же пульсита или содержание аяксов тонкого и грубого флиша менее 5% свидетельствует о принадлежности рассматриваемых отложений к нефлишевым образованиям: сланцевой, молассовой, карбонатной и другим формациям.

Для оценки значимости подмеченной закономерности в 345 группах (Г) по 100 пульситов в каждой нами были определены коэффициенты корреляции ( $r$ ) и их средние значения ( $\bar{r}$ ) между логарифмами мощности слоев I и II ЭП, в том числе во флишевых формациях Кавказа ( $P_1, J_3 - K_1b, K_1a_2 - P_2, 206 Г, \bar{r} = 0,29$ ), Карпат ( $K_1 - P_2, 56 Г, \bar{r} = 0,23$ ), Урала ( $C_2, 4 Г, \bar{r} = 0,33$ ), Тянь-Шаня ( $C_{2-3}, 17 Г, \bar{r} = 0,15$ ), Сихотэ-Алиня ( $K_1, 3 Г, \bar{r} = 0,59$ ), (20, фиг. 4, 7, 20, 14), терригенных формациях Кавказа ( $K_1, 7 Г, \bar{r} = -0,02$ ), Урала ( $PR_{3in}, 9 Г, \bar{r} = -0,08$ ), Тянь-Шаня ( $K_2, 1 Г, r = -0,21$ ), Сибирской платформы ( $PR_{3st}, 1 Г, r = -0,40$ ), сланцевых (глинистых) формациях Кавказа ( $J_{1-2}, K_1, 20 Г, \bar{r} = -0,02$ ) и Алтая ( $D_3 - C_1, 1 Г, r = 0,09$ ), молассовых формациях Кавказа ( $P_3 - N_1,$

7 Г,  $\bar{r} = -0,15$ ) и Памира ( $N_1$ , 10 Г,  $\bar{r} = 0,04$ ), угленосной формации Урала ( $C_1$ , 1 Г,  $r = 0,05$ ), карбонатной формации Кавказа ( $K_2$ , 2 Г,  $\bar{r} = -0,07$ ).

Во всех формациях изученных регионов, кроме флишевых, коэффициент корреляции между логарифмами мощности слоев I и II ЭП изменяется в пределах от  $-0,40$  до  $0,09$ . Здесь отсутствует положительная корреляция между логарифмами мощности I и II ЭП. Они лишь парагенетически связаны друг с другом. И наоборот, во всех флишевых формациях изученных регионов наблюдается положительная корреляция между логарифмами мощности слоев I и II ЭП, при этом коэффициент корреляции изменяется от  $0,15$  до  $0,59$ , что свидетельствует о генетической связи I и II ЭП, об образовании их из одного и того же мутевого потока соответственно на начальных и конечных стадиях рассортировки обломочного материала.

На Северо-Западном Кавказе в геосинклинали Южного склона среди отложений  $J_1 - N_1$  наблюдается изменение значений коэффициента корреляции от  $-0,48$  до  $0,46$ :  $J_{1-2}$  (9Г,  $\bar{r} = 0,00$ ),  $J_3 - K_1 b$  (3Г,  $\bar{r} = 0,34$ ),  $K_1 v - a_1$  (10Г,  $\bar{r} = -0,10$ ),  $K_1 a_2$  (1Г,  $r = 0,30$ ),  $K_1 a_1$  (6Г,  $\bar{r} = 0,00$ ),  $K a_1 - c$  (14Г,  $\bar{r} = 0,27$ ),  $K_2 t_1 a v_1^1$  (1Г,  $r = -0,48$ ),  $K_2 t_1 a v_1^2 - s g n$  (25Г,  $\bar{r} = 0,38$ ),  $K_2 c p a h - k n_1$  (17Г,  $\bar{r} = -0,12$ ),  $K_2 c p_2 k n_2 - m_1 v s_1^1$  (20Г,  $\bar{r} = 0,50$ ),  $K_2 m_1 v s_1^2$  (1Г,  $r = -0,10$ ),  $K_2 m_1 v s_1^3 - a_2 c c_3^3$  (31Г,  $\bar{r} = 0,46$ ),  $K_2 d_2 c c_3^3 - P_1 g r_1^2$  (2Г,  $\bar{r} = -0,01$ ),  $P_1 g r_1^2 - P_2^2 k t$  (15Г,  $\bar{r} = 0,31$ ),  $P_2^2 k l = N_1$  (7Г,  $\bar{r} = -0,15$ ).

Итак, флишеобразование в  $J_3 - P_2^2$  по крайней мере шесть раз прерывалось накоплением нефлишевых отложений в  $K_1 v - a_1$ ,  $K_1 a_1$ ,  $K_2 t_1 a v_1^1$ ,  $K_2 c p a h - k n_1$ ,  $K_2 m_1 v s_1^2$ ,  $K_2 d_2 c c_3^3 - P_1 g r_1^2$ . Именно этим интервалам разреза осевой части Новороссийского трога в других прогибах Большого Кавказа соответствуют перерывы седиментации.

По относительному содержанию  $\Phi$  (аяксов тонкого флиша) выделяются флишевые подформации: тонкий флиш ( $\Phi \geq 80\%$ ), ультрафлиш ( $60\% \leq \Phi < 80\%$ ), парафлиш и ортофлиш ( $40\% \leq \Phi < 60\%$ ), метафлиш и инфрафлиш ( $20\% \leq \Phi < 40\%$ ), тонкий субфлиш ( $5\% \leq \Phi < 20\%$ ), грубый флиш и субфлиш, дикий флиш ( $5\% \leq \Gamma + \Phi$ ,  $20\% > \Phi$ ). В парафлише, метафлише, диком флише, грубом флише и субфлише соотношение вы-

деленных выше типов отложений:  $D + G + P > C + B + L + V + Z + T$ , а в ортофлише, инфрафлише и тонком субфлише:  $D + G + P < C + B + L + V + Z + T$  (6). По ведущему типу отложений (D, G, P, C, B, L, V, Z, T) выделяются разновидности флишевых подформаций, характеристика которых сопровождается оценкой содержания олистостромов, конгломератов, песчаников и алевролитов (мелко-, средне-, крупно- и грубообломочных пород), средней карбонатности отложений и средней мощности пульситов. Например, верхнемеловые отложения Новороссийского опорного разреза Северо-Западного Кавказа представлены среднеалевритовым, среднемергельным, среднеритмичным биогенным инфрафлишем (сокращенный индекс формации ИБ-335, см. табл. I).

Флишевые подформации занимают на палеотектонических картах вполне определенное положение. В осевых зонах и подзонах всегда встречаются подформации с наибольшими значениями  $\Phi$ : тонкий флиш, ультрафлиш, ортофлиш и парафлиш. По мере приближения к кордильерам парафлиш сменяется метафлишем, а затем грубым или диким флишем. По мере приближения к подводным поднятиям ортофлиш сменяется инфрафлишем, а затем таким субфлишем.

**ВЫВОДЫ.** 1) Элементарной, наиболее мелкой (неделимой) единицей цикличности флишевой формации является пульсит (циклокомплекс I типа, по А.А. Трофимуку и Ю.Н. Карогодину, 2I), где, как в фокусе, собрана краткая характеристика формации. Информация по ряду, серии (2-5, а тем более по 10-20) пульситов устойчивей, представительней, чем по единичному.

2) В полевых условиях обязательно определение разновидностей пород с точностью до подкласса (крупнозернистый песчаник, известняк-натурал и др.) и изменение мощности слоя с точностью до 1%. Весьма желательно отнесение к тому или иному элементу пульсита в поле, но не обязательно. В камеральных условиях можно внести соответствующие коррективы.

3) По соотношению основных типов флишевых отложений выделяются разновидности флишевых подформаций, по которым производится выделение структурно-формационных зон и подзон, составляется палеотектоническая схема изученного региона.

1. Амбарцумян В.А. Образование звезд и звездные ассоциации. — "Физика в школе", 1952, № 5, с. 6–9.
2. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Часть I. Обломочные и глинистые породы. М., Госгеолтехиздат, 1962. 578 с.
3. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Часть 2. Карбонатные породы. М., "Недра", 1969. 707 с.
4. Афанасьев С.Л. Геология палеогеновых отложений Западной части Закарпатской области. — В кн.: Научные работы студ. горно-метал. ин-тов Москвы. М., Изд. Мин. высш. образ., 1949, с. 45–69.
5. Афанасьев С.Л. К методике корреляции флишевых отложений. — "Вестник МГУ, сер. IV, геол.", 1960, № 3, с. 24–31.
6. Афанасьев С.Л. Верхнемеловая–нижнепалеоценовая флишевая формация Северо-Западного Кавказа. Автореферат дисс. М., Госгеотехиздат, 1962. 20 с.
7. Афанасьев С.Л. Структурная геология и геологическое картирование. Сборник задач. Часть I. М., Изд. Всес. заочн. политехн. ин-та, 1970. 67 с.
8. Афанасьев С.Л. Геологические секунды — элементарные флишевые ритмы и методика их выделения. — "Бюлл. МОИП, отд. геол.", 1974, т. 49, вып. I, с. 152–153. (Автореферат доклада).
9. Афанасьев С.Л. Ритмы и циклы в осадочных толщах. — "Бюлл. МОИП, отд. геол.", 1974, т. 49, вып. 6, с. 147–148. (Автореферат доклада).
10. Ботвинкина Л.Н. Слоистость осадочных пород. — "Тр. геол. ин-та АН СССР", вып. 59. М., "Наука", 1962. 543 с.
11. Ботвинкина Л.Н. Методическое руководство по изучению слоистости. — "Тр. геол. ин-та АН СССР", вып. 119. М., "Наука", 1965. 260 с.
12. Вассоевич Н.Б. К методике геологических исследований об-ластей развития флишевых отложений. — "Тр. по вопр. нефт. геол. АзНИИ". Баку, Азерб. гос. объединенное науч.-техн. изд-во. 1938.
13. Вассоевич Н.Б. Флиш и методика его изучения. Л.-М., Гос-топтехиздат, 1948. 215 с.
14. Вассоевич Н.Б. Условия образования флиша. Л.-М., Гос-топтехиздат, 1951. 220 с.

15. Вассоевич Н.Б. Спутник полевого геолога-нефтяника, т. I. Л., Гостоптехиздат, 1954. 544 с.

16. Вассоевич Н.Б. Циклы седиментации, литогенеза и нефтеобразованиа. - В кн.: Осадочные бассейны и их нефтегазоносность. М., Изд-во МГУ, 1975, с. 3-13.

17. Гроссгейм В.А. О значении и методике изучения гиерогли - фов (на примере кавказского флиша). - "Изв. АН СССР, сер.геол.", 1946, № 2, с. III-120.

18. Гроссгейм В.А. Текстуры флишевых ритмов (многослоев) пен-найской свиты Северо-Западного Кавказа. - В кн.: Совр. пробл. геол. и геохим. горюч. ископаемых. М., "Наука", 1973, с.165-173.

19. Келлер Б.М. Верхнемеловые отложения западного Кавказа. М., Изд-во АН СССР, 1947. 127 с.

20. Маркевич П.В. Нижнемеловая флишевая формация Восточного Сихотэ-Алиня. Владивосток, 1970. 188 с.

21. Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. Основные типы циклокомплек-сов нефтегазоносных бассейнов Сибири. - "Докл. АН СССР", 1974, т. 214, № 5, с. II56-II59.

22. Хаин В.Е. Общая геотектоника. М., "Недра", 1973. 511 с.

23. Шуменко С.И. Об особенностях аллотигенных и диагенетичес-ких (пепловых) монтмориллонитах. - "Литол. и полез. ископ.", 1975, № 6, с. II3-II5.

24. Эйхфельд И.И. Орографический взгляд на Валахию, Молдавию и Бессарабию. - "Горный журнал", 1827, кн. V, с. 21-74, кн. VI, с. 21-40.

25. Bouma A.H. Sedimentology of some flysch deposite. A gra- phic approach to facies interpretation. Amsterdam, "Elsevier", 1962. 168 p.

26. Rech-Frollo M. Caractères structuraux des calcaires du flysch à helminthoides.-"C.r.Acad.sci.", 1970, t.270, ser.D, N° 13, p. 1665-1667.

СВЯЗЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАПАСОВ НЕФТИ И ГАЗА В ОСАДОЧНОЙ  
ОБОЛОЧКЕ ЗЕМЛИ С ЦИКЛИЧНОСТЬЮ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

В статье проблема рассматривается первым автором на отечественных, а вторым на материалах зарубежных бассейнов.

И экспериментально, и на основании природных закономерностей установлено, что образование нефти и газа в значительной мере предопределяется типом РОВ: гумусовое генерирует преимущественно газ, а сапропелевое – нефть. В то же время изменение типа РОВ по разрезу нефтегазоносных бассейнов /НГБ/ носит циклический характер, обусловленный цикличностью и ритмичностью осадконакопления. В трансгрессивных и начально-регрессивных толщах обычно преобладает сапропелевое РОВ, в регрессивных – гумусовое. На примере уникального Западно-Сибирского НГБ связь дифференцированного размещения жидких и газообразных углеводородов /УВ/ с типом органического вещества проявляется очень ярко через цикличность строения разреза (3). Основные запасы нефти связаны с морскими породами начально-регрессивной и трансгрессивной сериями крупного юрско-мелового цикла, а 98% газовых – с континентальными и мелководно-морскими, прибрежными образованиями так называемой Усть-тазовской серии, обильно насыщенными гумусовым РОВ. Нижняя часть пород этой серии представляет финал регрессии того же юрско-мелового цикла, а верхняя – начало нового мел-неогенового макроцикла<sup>х)</sup>. Однако на значительной части севера и северо-востока Западной Сибири серия представлена похожими в фациальном отношении континентальными (и близкими к ним) отложениями.

Аналогичный характер распределения запасов нефти и газа имеет место в бассейнах Скалистых гор в США, Североморско-Германском, Ферганском и др. (5).

---

х) В связи с этим серию следовало бы разделить на две подсерии или выделить даже две самостоятельные серии, отвечающие регрессии и началу трансгрессии и двух макроциклов.

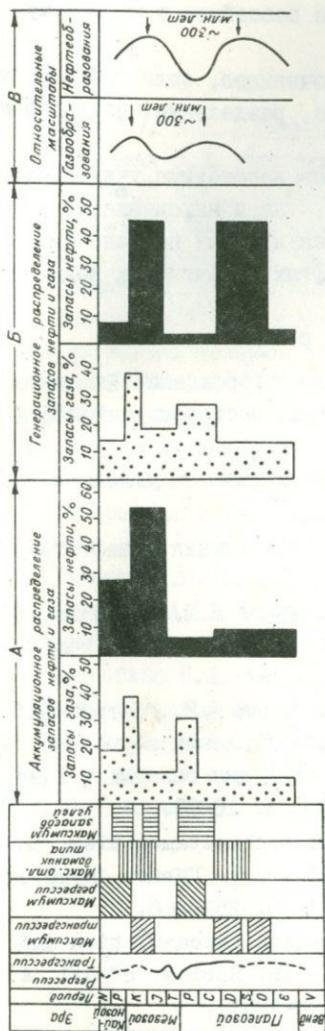
Помимо анализа материалов в пределах отдельных НГБ в связи с цикличностью осадконакопления представляет интерес выявление закономерностей в размещении мировых запасов нефти и газа. Рассматривая проблему в масштабах всего земного шара, прежде всего следует остановиться на наиболее крупных трансгрессивно-регрессивных мегациклокомплексах /МЦК/. Несмотря на "скольжение" во времени трансгрессий и регрессий в фанерозойской истории Земли, судя по опубликованным материалам последнего времени (4), наиболее отчетливо выделяются 2 трансгрессивно-регрессивных мегацикла - палеозойский и мезозойско-кайнозойский (рис. А). Приведенные на рисунке данные показывают размещение геологических запасов нефти и свободного газа в связи с этими двумя мегациклами (триас-нижнеюрский цикл ввиду относительной кратковременности и сравнительно небольших запасов УВ как самостоятельный не рассматривается).

Как видно из рисунка, в мезозойско-кайнозойском МЦК максимальные запасы нефти приурочены к трансгрессивной и начально-регрессивной, а газа - к регрессивной (в основном - верхней) частям. В палеозойском МЦК большая часть газа также связана с регрессивными образованиями, а для нефти связь с трансгрессивными толщами выражена слабо. Однако надо иметь в виду, что не всегда скопления УВ образовывались в тех комплексах пород, к которым они приурочены вследствие их мобильности, поэтому на рис. А отражено, очевидно, аккумуляционное размещение запасов нефти и газа, причем сохранившихся УВ, без учета потерь в результате разрушения залежей УВ.

Необходимо увязать распределение запасов нефти и газа в связи с распространением основных нефте- и газопroduцирующих толщ в различных бассейнах с учетом не только сохранившихся, но и разрушенных скоплений УВ (ныне представляющих залежи асфальтов). Максимальные запасы асфальтов, близкие 100 млрд. тонн, известны в Атабаске (Канада) и Оринокском поясе (Венесуэла). Вслед за рядом исследователей для асфальтов Атабаски нефтематеринскими мы считаем девонские отложения доманикового типа, а для Оринокского - подобные же меловые породы. Такого мнения мы придерживаемся потому, что генерировать столь огромное количество нефти может только толща, обладающая исключительно высокой концентрацией РОВ. Кроме указанных, других аналогичных пород в разрезе

Западно-Канадского и Восточно-Венесуэльского бассейнов нет. В последнее время появились некоторые новые данные, подтверждающие подобный вывод. Низкий нефтяной потенциал нижнемеловых часто континентальных отложений в Зап. Канаде (считающихся многими исследователями источником нефти для Атабаски) установлен работами Тиссо и др. (9). И катагенез большей части РОВ в них низкий, а в девонских — высокий (8). Таким образом, хотя в Атабаске, Пис-Ривер и других залежах в Зап. Канаде асфальты приурочены к нижнемеловым отложениям (залегающим часто непосредственно на девонских), запасы нефти этих скоплений нами отнесены к девону (из приблизительного расчета 1 млн. тонн асфальта равен 2 млн. тонн нефти). В случае Оринокского битуминозного пояса запасы нефти из кайнозойского комплекса (где сосредоточены асфальты) "перенесены" в меловой. Для огромного (около 20 млрд. тонн) скопления асфальтов в пермских отложениях Мелекесской впадины источником нефти считаются девонские и нижнекаменноугольные отложения. К меловым отнесена большая часть запасов нефти и газа, выявленных в кайнозойских породах в Предзагроском передовом прогибе, т.к. установлено, что нижнемеловые отложения доманикового типа ("эвксинская фация") являются основной продуцирующей толщей (7 и др.). В Сахарском бассейне генерировавшими УВ толщами считаются силурийские граптолитовые сланцы (1,6,9). Поэтому большая часть запасов нефти и газа в этом бассейне нами считается силурийской, хотя в гигантских месторождениях Хасси-Р'Мель газоносен триас, а в Хасси-Мессауд нефтеносен кембрий.

Вышеприведенные, а также некоторые другие "переносы" крупных запасов нефти и газа из комплекса в комплекс, в случае явно вторичного залегания скоплений УВ в ряде бассейнов, позволили представить в обобщенном виде генерационное распределение запасов нефти и газа (рис. Б), которое существенно отличается от аккумуляционного. В этом случае в обоих мегациклах отмечается приуроченность максимумов запасов нефти к морским образованиям трансгрессивной и инициально регрессивной частям, в том числе и периодам наиболее широкого площадного формирования отложений доманикового типа, а запасов газа — к регрессивной части (и интервалам максимальных запасов углей). Следует отметить, что широко распространенные в некоторых комплексах породы доманикового типа генерировали мало нефти потому, что были слабо преобразованы



— менилитовые, майкопские отложения, свита Грин-Ривер (эоцен), Ирати (пермь) и др. Указанное размещение запасов нефти и газа даёт возможность представить относительные масштабы генерации УВ в фанерозое (рис. В). При этом надо учесть, что приведены материалы по размещению запасов нефти и свободного газа без учета газов, растворённых в нефтях и пластовых водах. Данные о запасах последних по большинству бассейнов мира весьма неполные или вообще отсутствуют (особенно о водорастворённых). Всё же можно сделать ориентировочные расчёты, которые показывают, что общая картина размещения запасов газа изменится, поскольку в юрско-меловых отложениях в бассейне Персидского залива сосредоточено огромное количество газа, растворённого в нефти (15-20 трил. м<sup>3</sup>), а эти комплексы относятся к трансгрессивной части МЦК. Однако подобную приуроченность можно объяснить тем, что этот газ, содержащий много тяжёлых УВ, является сопутствующим нефти и образовался вместе с ней.

Из рассмотренного можно сделать следующие выводы.

1. Намечается связь между распределением максимальных запасов нефти и свободного газа соответственно с трансгрессивными, начально-регрессивными и регрессивными частями МЦК. Основные трансгрессивные, начально-регрессивные и регрессивные части МЦК прежде всего влияли на особенности генерации жидких или газообразных УВ и в меньшей

степени на их аккумуляцию (хотя в ряде бассейнов и на аккумуляцию).

2. В фанерозойской истории Земли, очевидно, было два максимума образования нефти и свободного газа, разделенных интервалом примерно 300 млн. лет.

3. При решении генетических вопросов необходимо учитывать как разрушенные скопления (залежи) УВ, так и находящиеся во вторичном залегании (особенно это касается крупных по запасам), а также запасы газа, растворённого в нефтях и пластовых водах.

### Л и т е р а т у р а

1. Балдуччи А., Поммер Ж. Нефтяное месторождение Хасси-Мес-сауд, Алжир. - В кн.: Геология гигантских месторождений нефти и газа. М., "Мир", 1973, с. 382-393.

2. Железнова Н.Г., Матвеев А.К. Мировые запасы углей. - "Советская геология", 1973, № I, с. 76-85.

3. Карогодин Ю.Н. Ритмичность осадконакопления и нефтегазонакопимость. М., "Недра", 1974. 176 с.

4. Максимов С.П., Кунин Н.Я., Сардонников Н.М. Цикличность нефтегазообразования и вторичная миграция. - "Геология нефти и газа", 1974, № 8, с. 30-38.

5. Раабен В.Ф., Галимова Л.В., Марасанова Н.В., Петрикевич Э.Н. О связи между распространением зон газонакопления и угольно-континентальных отложений. - "Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений", 1972, № 10, с. 16-19.

6. Abu Am A.R. Spatial and temporal anchimetamorphism, and petroleum occurrence in the Algerian Sahara. - "Neues Jahrb. Geol. and Paläontol. Abh.", 1971, v.138, N° 3, p. 259-268.

7. Dunnington H.V. Generation, migration, accumulation and dissipation of oil in northern Iraq. - In: Habitat of oil. A symposium Tulsa, Oklahoma, 1958, p. 1194-1251.

8. Staplin F.L. Sedimentary organic matter, organic metamorphism and oil and gas occurrence. - "Bull. Canad. Petrol. Geol.", 1969, v. 17, N° 1, p. 47-66.

9. Tissot B., Durand B., Espitalic I., Combaz A. Influence of nature and diagenesis of organic matter in formation petroleum. - "AAPG Bull.", 1974, v. 58, N° 3, p. 499-506.

# О Г Л А В Л Е Н И Е

Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. Вопросы цикличности в исследованиях Н.Б. Вассоевича . . . . .	3
Трофимук А.А., Карогодин Ю.Н. Общетеоретические и методологические вопросы основных направлений и задач исследования геоцикличности . . . . .	9
Шарапов И.П. Геологические теории в свете методологии	16
Назаров И.В. Значение и особенности гипотез в геологических науках (в связи с разработкой гипотез и теорий цикличности) . . . . .	39
Молевич Е.В. Два аспекта понятия направленности развития и некоторые вопросы познания геологических процессов	49
Беляев Е.А., Оноприенко В.И. Цикличность как закономерность проявления пространственно-временных отношений в геологии . . . . .	67
Рязанов И.В. Слоевые ассоциации . . . . .	77
Левчук М.А. О количественной характеристике гранулометрического состава обломочных пород циклокомплексов . . . . .	90
Афанасьев С.Л. Методика изучения пульситов (циклокомплексов) флишевой формации . . . . .	100
Карогодин Ю.Н., Раабен В.Ф. Связь распределения запасов нефти и газа в осадочной оболочке Земли с цикличностью осадконакопления . . . . .	118

ГЕОЦИКЛИЧНОСТЬ  
Сборник научных трудов

Ответственный за выпуск Л. А. Москаленко

Технический редактор Л. А. Панина

---

Подписано к печати 21. XII. 1976 г. МН 03076  
Бумага 60x84/16. Печ. л. 7,75 + 2 вкл. Уч.-изд. л. 7,5.

Тираж 500. Заказ 40. Цена 54 коп.

---

Институт геологии и геофизики СО АН СССР  
Новосибирск, 90. Ротапринт.

Цена 54 коп.

2046