

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Кафедра региональной  
и нефтегазовой геологии*

## **УЧЕНИЕ О ФАЦИЯХ**

Программа, методические рекомендации и контрольные задания  
для студентов и аспирантов геологического факультета



Пермь 2017

*Составитель*  
**проф. В. П. Ожгибесов**

**Учение** о фациях. [Электронный ресурс]: программа, метод. рекомендации и контр. задания для студентов и аспирантов геол. ф-та / сост. В. П. Ожгибесов; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Электрон. текст. дан. – Пермь, 2017. – 17,5 Мб. – Режим доступа: <https://elis.psu.ru>. – Загл. с экрана.

Предназначено студентам и аспирантам геологического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета.

*Печатается по решению методической комиссии геологического факультета  
Пермского государственного национального исследовательского университета*

---

*Учебное издание*

*Составитель*  
**Ожгибесов Владимир Петрович**

*Редактор М. А. Шемякина*  
Техническая подготовка и обработка материалов:  
*В. П. Ожгибесов*

Подписано в печать 11.09.2017  
Объем данных 17,5 Мб

Издательский центр  
Пермского государственного  
национального исследовательского университета  
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

© Ожгибесов В. П., составление, 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Учебный курс предназначен для ознакомления студентов с существующими в современной науке и практике системными представлениями об осадочных фациях и формациях, с основными методами палеогеографических реконструкций. На основе стратиграфического представления о фации рассмотрены закономерности соотношения границ литологически однородных геологических тел (например, свит) и изохронных региональных стратиграфических подразделений (например, горизонтов), другие закономерности и особенности распространения современных и ископаемых фаций, а также связь распространения фаций с тектоникой.

Программа содержит разделы о методике фациального анализа, построения фациальных и палеогеографических карт. Рассмотрены возможности применения компьютерных технологий для построения фациальных карт.

## ПРОГРАММА

### 1. ВВЕДЕНИЕ. ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ ПОНЯТИЯ *ФАЦИЯ* В ГЕОЛОГИИ. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О *ФАЦИИ*

История появления и современное понимание термина *фация*. Анализ различных современных направлений в определении понятия *фация*. Методология определения научного понятия *фация* на основе системного подхода. Три основных направления в определении понятия *фация*.

Работы А. Грессли, Н. А. Головкинского, Г. Ф. Крашенинникова. Фация и вещественный состав горной породы, ее текстура и структура; физико-географические обстановки среды образования фаций, стратиграфическое положение фации, состав ориктоценоза и фациальные обстановки накопления осадка. Учет общегеологических закономерностей при анализе фаций в геологическом разрезе и на площади их распространения. Фации и тектоника.

Представления о фации как об обстановке осадконакопления и как о генетическом типе горных пород. Преимущества «стратиграфического» понимания фации (А. Грессли, Н.А. Головкинский, Г.Ф. Крашенинников). Фации на палеогеографической карте.

Современные и ископаемые фации. *Метод* актуализма и его отличие от *принципа* актуализма.

Практическое значение фациального анализа на основе *стратиграфического* понимания фации. Преимущества выбранной *стратиграфической* методологии фациального анализа.

### 2. КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ *ФАЦИИ*. КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ

Область сноса и область аккумуляции. Главные черты осадконакопления на суше. Генетические типы континентальных осадочных образований и их классификация. Схемы классификаций В. А. Обручева, Н. И. Николаева, Е. В. Шандера и их сравнительная характеристика. Соотношение понятий *генетический тип*

осадка и *фация*. Основные факторы, влияющие на состав и распределение континентальных отложений: климат, колебательные тектонические движения, рельеф, органический мир, состав материнских горных пород.

Элювий, коллювий, делювий. Оползневые накопления. Отложения временных водных потоков. Пролувий. Речные отложения. Аллювий. Русловые, старичные и пойменные отложения. Современные и ископаемые аллювиальные фации. Озерные и болотные отложения. Лимнические угли. Отложения источников и карстовых полостей. Ледниковые отложения. Морены. Флювиогляциальные отложения. Озерно-ледниковые отложения. Морские ледниковые отложения. Тиллиты.

Общая характеристика континентальных фаций. Эволюция континентальных фаций в течение времени формирования земной коры. Особенности современных континентальных фаций. Современные континентальные фации Пермского Приуралья.

Геологическое значение и полезные ископаемые.

### 3. МОРСКИЕ ФАЦИИ И МОРСКИЕ ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Батиметрическая кривая морского дна. Фациальные обстановки морского осадконакопления. Неритовая, батинальная и абиссальная области моря. Роль пелагиали и бентали в формировании морских фаций. Морские фации и глубина их образования. Палеоэкологические факторы формирования морских фаций. Особенности биономического и литологического анализа палеофациальных обстановок осадконакопления. Актуалистический принцип и актуалистический метод при анализе морских фаций.

Литоральные, сублиторальные, верхненеритовые и нижненеритовые современные и ископаемые фации, их биономическая, литологическая, физико-географическая и «общегеологическая» характеристики.

Особенности рифогенных фаций. Ископаемые и современные органогенные постройки. Современный риф и ископаемый рифовый массив. Примеры ошибочного употребления термина *риф*. Классификация органогенных построек. Простые органогенные постройки. Биогерм. Биостром. Сложные органогенные постройки. Биогермный массив. Биостромный массив. Рифовый массив. Органогенные постройки особого типа. Аглютигерма и проблемы фациального анализа.

Литологические и биономические признаки рифогенных фаций. Текстуры, структуры, особенности танатоценоза, тафоценоза и ориктоценоза рифогенных фаций. Биогермообразователи. Биогермные структуры и текстуры. Рифостроители и рифолюбивые организмы современных морей. Рифостроители и рифолюбивые организмы геологического прошлого.

Рифогенные толщи, рифовые комплексы и рифовые массивы. Биоритмиты.

Особенности палеонтологического изучения рифогенных пород.

Особенности литологического изучения рифогенных пород.

Особенности геофизического изучения рифогенных пород.

Соотношение органогенных построек с подстилающими и перекрывающими горными породами. Контакты. Стратиграфические и латеральные границы. Соотношение мощностей. Тектоника и погребенный рельеф. Литологические и биомические индикаторы горных пород различных участков рифогенных толщ, их значение для практики.

Учет рифогенных фаций при палеотектоническом анализе и поисках ловушек нефти и газа.

Рифогенные фации и полезные ископаемые.

#### 4. БАТИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Общая характеристика. Осадки батимальной зоны окраинных и внутренних морей. Геологическое распространение и полезные ископаемые в батимальных фациях.

#### 5. АБИССАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Общая характеристика. Осадки океанического ложа. Красная глина, фораминиферовые илы, кремнистые илы, диатомиты, радиоляриты. Проблемы распространения ископаемых аналогов глубоководных фаций. Отложения мутьевых потоков. Полезные ископаемые.

#### 6. МОРСКИЕ ВУЛКАНОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Распространение морских вулканогенных фаций и их особенности. Геологическое значение и полезные ископаемые.

#### 7. ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ, ПЕРЕХОДНЫЕ ОТ СУШИ К МОРЮ И ПЕРЕХОДНЫЕ ФАЦИИ

Отложения дельт. Общая характеристика. Паралические угли. Геологическое строение. Геологическое значение и полезные ископаемые.

Фации солоноватоводных лагун. Влияние климата. Современные и ископаемые фации. Фациальные признаки солоноватоводных лагун, их распространение. Геологическое значение и полезные ископаемые.

Фации солоноводных лагун. Влияние климата. Современные и ископаемые фации. Фациальные признаки солоноводных лагун, их распространение. Закономерности изменения вещественного состава осадков солоноводных лагун при изменениях солёности.

Геологическое значение и полезные ископаемые. Верхнекамское месторождение солей.

#### 8. ФАЦИИ И ТЕКТНИКА

Связь фациальных изменений с колебательными движениями земной коры. Циклическое строение осадочных толщ. Связь фациальных изменений с тектоническими структурами и тектоническими движениями земной коры на платформе. Фации краевых предгорных депрессий (прогибов). Предуральская крайняя линейная предгорная депрессия (прогиб) и распространение фаций на различных палеогеографических стадиях ее формирования. Влияние климата. Закономерности формирования рифогенных, эвапоритовых и угленосных толщ в геологическом разрезе Предуральского краевого прогиба (Предуральской крайней линейной депрессии).

Правило Головкинского-Вальтера о связи распространения фаций в вертикальном разрезе и на площади. Исключения из правила. Фациальные ряды.

Основной фациальный закон. Соотношение стратиграфических границ изохронных стратиграфических подразделений и литологически однородных фациальных тел. Следствия из основного фациального закона. Особенности понимания термина *слой*. Дискуссия по поводу основного фациального закона.

## 9. ОСНОВЫ ФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Фациальный анализ – основной метод генетического изучения осадочных толщ. Общие принципы и составные части фациального анализа. Стратиграфическая привязка наблюдений. Литологический анализ. Биономический анализ. Учет геологических условий процесса формирования фаций. Учет особенностей геологического строения. Системная методология генетического фациального анализа.

Метод актуализма и его критическая оценка. Эволюция процессов и условий осадконакопления в геологическом прошлом.

Примеры генетического фациального анализа морских, лагунных и континентальных отложений. Учет содержания понятия *фация* (по его определению) для понимания результатов генетического анализа фаций как горных пород осадочного происхождения. Фация и фациальная обстановка: фациальные признаки горных пород. Результаты фациального анализа как основа построения фациальных и палеогеографических карт и профилей. Практическое значение фациального анализа.

## 10. МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ФАЦИАЛЬНЫХ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ

Палеогеография. Соотношение содержания палеогеографических и географических карт. Особенности понимания границ фациальных зон на палеогеографических картах для геологического периода, эпохи, века, времени образования стратиграфического горизонта. Легенда карт.

Очередность решения геологических задач при построении палеогеографической карты: стратиграфическое расчленение разреза, стратиграфический анализ и стратиграфический синтез литолого-фациальных особенностей структуры стратона, карта мощностей стратона, тектонические профили, выявление связи тектоники с последовательностью типов пород в рядах фаций, выявление связи тектоники с последовательностью фаций, тектоника и ряды фаций, построение карты литологических типов разрезов, построение карты распространения фаций в данном стратоне, генетический фациальный анализ геологического разреза, палеогеографическая интерпретация данных фациального анализа и ее возможные трудности, построение палеогеографической карты и палеогеографических профилей. Разновидности палеогеографических профилей.

Три методики построения палеогеографических и фациальных карт. Треугольник Гиббса-Розебома, *литологический треугольник*. Возможности применения новых компьютерных технологий.

Методы палеогеографии.

## 11. ОСАДОЧНЫЕ ФОРМАЦИИ

Учение об осадочных формациях как часть общего учения о формациях горных пород. Разновидности и особенности понимания термина *формация*. Соотношение понятий *формация* и *фация*. Формация как парагенез фаций. Формационная геология и формациология. Классификация формаций. Формационные ряды. Связь формаций с режимом тектонических движений и общей тектонической обстановкой.

Ряды формаций платформ, краевых прогибов и геосинклинальных областей. Вертикальные и латеральные ряды формаций и их связь с тектоникой и палеогеографией. Влияние климата. Примеры формаций и формационных рядов платформенных и геосинклинальных областей на разных этапах их развития. Парагенезис. Флишевая формация. Молассовая формация. Рифогенная формация. Эвапоритовая формация. Угленосная формация. Глауконитовая формация. Яшмовая формация, вулканогенно-осадочные формации.

Формации и полезные ископаемые.

## 12. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ И ФАЦИАЛЬНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Формационные ряды и тектоника зоны сочленения Урала и Восточно-Европейской платформы.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

«Определяйте значения слов и вы избавите свет от половины его заблуждений».

/ Рене Декарт /

В основе учения о фациях лежат представления об объекте исследования, который в осадочной геологии принято называть *фация*. В настоящее время нет общепринятого единственного определения фации. Таких определений очень много, по-видимому, около четырехсот. Ниже приводятся некоторые наиболее распространенные определения понятия *фация* (приложение 2, лабораторная работа 2 на стр. 10–37).

### Лабораторная работа №1

Определение фациального типа горной породы.

Схема и примеры макроописания осадочных горных пород

1. Название горной породы.
2. Цвет.
3. Структура (например: оолитовая, детритовая с мелкими фораминиферами, криноидеями и т.д. с указанием размера и количества). При описании структуры горной породы используют лупу, погружение в воду, смачивание водой.
4. Описание обломочной или глинистой примеси и т.д. с использованием лупы, 10%-ной соляной кислоты.
5. Состав (для обломочных пород: конгломератов, песчаников, алевролитов).
6. Минеральные примеси: глауконит, пирит, окремнение, доломитизация с указанием размера и количества с использованием лупы, 10%-ной соляной кислоты, соляной кислоты с ализарином и т.д.
7. Цемент (для обломочных пород).
8. Крепость (крепкий, средней крепости и т.д.).
9. Излом (например, раковистый, землистый, ступенчатый, зернистый).
10. Фауна и флора, степень её сохранности.
11. Текстура породы: массивная, пятнистая, плитчатая, микрослоистая, беспорядочная, смятая, косослоистая, волнистослоистая и т.д.
12. Другие структурно-текстурные особенности породы, в том числе вторичные (например: крупные или мелкие поры, каверны, крустификационные корочки кальцита, выщелачивание и т.д.).
13. Микротекстурные особенности, не влияющие на облик породы (например, стилолиты разного типа, отдельные крупные раковины, конкреции, следы ряби, гиероглифы, трещины высыхания и т.д.).
14. Прослои (с указанием их мощности и точной привязки расстояния от подошвы слоя).

### **Примеры макроописания**

**ИЗВЕСТНЯК** светло-серый, почти белый, мелкодетритовый, с замковыми брахиоподами, участками окремнённый, крепкий, с беспорядочной текстурой, с редкими стилолитовыми швами. В 0,50 м от подошвы интервала с 10 см прослоем аргиллита тёмно-серого, тонкослоистого.

**ПЕСЧАНИК** светло-серый, мелкозернистый, алевритистый, с гравием, кварцевый, со слюдой, с обильным базовым карбонатным цементом, средней крепости, среднесцементированный, с равномерно беспорядочной текстурой, нарушаемой растительными остатками, пористый.

**АРГИЛЛИТ** тёмно-серый, почти чёрный, алевритистый, участками известковистый, с включениями пирита, со скоплениями брахиопод (послойно), неясномикрослоистый, плитчатый.

### **Типы слоистости (по Л. Н. Ботвинкиной)**

Горизонтальная, косая, косоволнистая, волнистая.

### **Интервалы слоистости**

по Методическому руководству по геологической съёмке

М 1:50 000, т. 1, 1974 (с изменениями)

более 1,00 м – массивная;

1,00 м – 0,50 м – массивнослоистая,

0,50 м – 0,10 м – крупнослоистая,

0,10 м – 0,02 м – среднеслоистая,

0,02 м – 0,002 м – тонкослоистая,

менее 2 мм – микрослоистая (листоватая).

## Лабораторная работа №2

1. Классификация определений понятия «фация».
2. Выбор и составление определения понятия «фация» для построения карты литофаций и карты фаций фаменского яруса верхнего отдела девонской системы Мининской площади.
3. Выбор и составление двух определений понятия «фация» для построения палеогеографической карты территории Мининской площади в фаменский век поздней эпохи девонского периода и двух палеогеографических профилей (1) на основе применения «метода мощностей» и (2) на палеогеоморфологической основе и двух разновидностей определения понятия «фация».

### Определение научного понятия *фация*

#### *Фация как объект изучения геологической дисциплиной*

#### *Учение о фациях*

В современной геологии термин *фация* используется в самых различных значениях, поэтому выбор научного определения этого понятия должен быть сделан осознанно, с полным представлением о методике, цели и задачах этой процедуры, а также о результате этой процедуры выбора. Принятое определение должно соответствовать реальному объекту исследования, быть непротиворечивым, не содержать тавтологии, иносказательных выражений, быть ясным.

Рене Декарт говорил: «Определяйте значения слов и вы избавите свет от половины его заблуждений». Это высказывание не утратило своего значения, так как уровень разработанности терминологии и сейчас во многом определяет уровень развития любой научной отрасли или какой-то его части. Не случайно терминам и определениям содержания понятий большое внимание уделяется в физике и математике. «По состоянию понятийной базы науки судят о ее зрелости и авторитете» (Кулындышев, Соловьев, 1977, с. 4).

Обычно используется одно из определений фации, которые приведены далее по тексту.

***Фация*** – это:

1. «... модификация стратиграфического горизонта» (A.Gressly, 1838, с. 11).
2. «... признаки различия одновременно образовавшихся пород», также «... физические особенности морского дна, определяющие распределение организмов» (J. Walther, 1893-94, с. 25), а также «...совокупность первичных признаков породы» (Там же, с. 989).
3. «... совокупность литологических и палеонтологических особенностей отложений в определённом месте» (E. Naug, 1907, с. 145).
4. «... условия образования слоёв, выраженные их петрографическим составом и органическими остатками» (E. Dacque, 1915, с. 188).
5. «... физические свойства данной области или данного участка поверхности земли (безразлично, суши или дна моря), обуславливающие определённое распределение животных и растений; фация характеризуется, следовательно, данными физическими условиями, фауной и флорой» (А. А. Борисяк, 1922, с. 15).

6. «...среда отложения пород со всеми её особенностями (рельефом, химическим режимом, органическим миром)» (Н. М. Страхов, 1948, с. 6).
7. «...пространственно обособленная часть данной стратиграфической единицы, имеющая характерные черты, существенно отличающие её от других частей той же единицы» (R. Moore, 1949, с. 32).
8. «...осадок (горная порода), на всём своём протяжении обладающий одинаковым литологическим составом и заключающий в себе одинаковую фауну и флору» (Д. В. Наливкин, 1955, с. 6).
9. «...изменение или вариации петрографического состава и палеонтологических остатков любой стратиграфической единицы на площади её распространения» (Н. С. Шатский, 1955, с. 10–12).
10. «...некоторый объём осадка или породы, характеризующихся сходным комплексом палеонтологических петрографических и физико-химических признаков, обусловленных тектоническими, физико-химическими, биологическими и географическими условиями образования осадка». (В. П. Маркевич, 1957, с. 50).
11. «... закономерный комплекс петрографических, палеонтологических и геохимических особенностей отложений, выражающий палеогеографическую и геохимическую обстановку накопления и диагенеза осадка» (Г. И. Теодорович, 1958, с. 47).
12. «... совокупность физико-географических условий образования осадка, выраженных в литогенетических типах, тесно связанных между собой» (Ю. А. Жемчужников, В. С. Яблоков и др., 1959, с. 76).
13. «... модификации облика данного стратиграфического отрезка на площади» (L. Sloss, 1960, с. 13).
14. «... динамически обособленная единица геологической среды, находящая своё выражение в определённых породах, и их сочетаниях, т. е. в определённых формациях» (В. И. Попов и др., 1963, с. 12).
15. «... особенности состава и строения осадка, которые указывают на относительное расстояние места его образования от области размыва» (В. В. Белюсов, 1962, с. 59).
16. «... облик отложений, восстановленный по петрографическим, палеонтологическим, геохимическим, структурным, текстурным и другим признакам пород и указывающий на физико-географические условия их образования» (D. Franke, 1963, с. 156).
17. «... породы (и отложения, из которых они произошли), отличающиеся от пород (и отложений) того же возраста первичными признаками» (Т. Н. Давыдова и Ц. Л. Гольдштейн, 1965, с. 136).
18. «... реальное геологическое тело, часть определённого горизонта или слоя. Выделяются фации с целью восстановления условий образования осадков и закономерностей их изменения в пространстве и времени» (Е. В. Шанцер, 1966, с. 20).
19. «... совокупность признаков восстановленной обстановки осадконакопления» (S. Chrobok u. A., 1968, с. 145).

20. «... осадки, отложенные на определённой площади в одних и тех же условиях, отличных от тех, которые господствовали в соседних районах» (Л. Б. Рухин, 1969, с. 368).
21. «... сложное геологическое тело В, принадлежащее классу В, которому (телу) в пространстве условий и обстановок образования V можно приписать фиксированную односвязную область С» (Ю. А. Воронин и Э. А. Еганов, 1972, с. 46).
22. «... определённый тип осадочной породы, возникшей в определённых физико-географических условиях, например, русловые пески, озерные известняки, прибрежные галечники и т. п.» (В. Е. Хаин, 1973, с. 98).
23. «... обстановка осадконакопления, современная или древняя, овеященная в осадке или породе» (Н. В. Логвиненко, 1974, с. 208).
24. «... часть слоя (пачки, толщи), выделяющаяся особенностями вещественного состава, строения и комплексами окаменелостей в противопоставлении к другой части того же слоя (пачки, толщи) при его изучении на площади. Выделение фации – это методический приём изучения изменчивости разновозрастных отложений» (Г. И. Немков, М. В. Муратов и др., 1974 с. 32).
25. «... не только комплекс физико-географических условий среды осадконакопления, в результате существования которых сформировались один или несколько генетических типов, но и сами осадки, обладающие существующим определённым комплексом первичных (генетических) признаков (условие + осадок)» (П. П. Тимофеев, 1975, с. 187).
26. «... горная порода (или осадок), обладающая определёнными генетическими признаками (литологическим составом, текстурой, остатками фауны или флоры и др.), отражающими условия или обстановку её накопления» (А. Ф. Якушова, 1978, с. 238).
27. «... выражение единства условий (обстановки) осадкообразования и возникающего под их воздействием осадка» (И. О. Мурдмаа, 1979, с. 269).
28. «... все литологические и палеонтологические характеристики, присущие осадочному образованию, она отражает связь между отложениями и условиями их формирования» (Дж. Гринсмит, 1981, с. 10).
29. «... геологическое тело, возникшее в результате накопления отложений в определённых (одних и тех же) условиях» (М. С. Дюфур, 1981, с. 64).
30. «... единица территории с относительно однородными условиями образования литотипов» (А. В. Македонов, 1981, с. 136).
31. «... аспект или характерная особенность осадка в пределах пласта одного и того же возраста» (Ф. Дж. Петтиджон, 1981, с. 655).
32. «... седиментационная единица, определяемая суммой всех первичных характеристик; это результат накопления в данной конкретной обстановке» (Г. Э. Гейнек и И. Б. Сингх, 1981, с. 9).
33. «... любая ограниченная по площади часть определённой стратиграфической единицы, которой присущи черты, существенно отличающиеся от характеристик других частей этой же толщи» (Р. К. Селли, 1981, с. 240, со ссылкой на Р. Мура, 1949).

34. «... отложения, различающиеся составом и условиями образования от соседних одновозрастных отложений» (Г. Ф. Крашениников, 1962).
35. «... геологическое тело, представленное одной или несколькими породами, образовавшимися в одной физико-географической обстановке, отличной от обстановки образования соседних одновозрастных пород» (Г. Ф. Крашениников, 1962).
36. «...это *слой, слоистая толща или массив осадочных пород*, отличающиеся составом и (или) строением от соседних одновозрастных отложений из-за различия в условиях образования осадков в момент их накопления.
37. «... это геологическое тело осадочных горных пород, отличающееся составом и (или) строением от соседних одновозрастных отложений из-за различия в условиях образования осадков в момент их накопления».

Описание геологического разреза с учетом *основного фациального закона Н. А. Головкинского* (= принципа возрастной стратиграфической миграции фациальных разностей) и сложившейся терминологической практики не соответствует объему и содержанию даже наиболее логичного определения *фации* по Ф. Г. Крашениникову: например, такому определению: «...*фация – это геологическое тело, представленное одной или несколькими породами, образовавшимися в одной физико-географической обстановке, отличной от обстановки образования соседних одновозрастных пород*». Использование термина *фация* в соответствии с этим и другими определениями вызывает непреодолимые семантические трудности при описании *фаций* в стратиграфической последовательности, в горизонтальных и вертикальных *фациальных* рядах, при детализации *фаций*.

При *фациальном* и *палеогеографическом* анализе пермских отложений Главного пермского бассейна использованы несколько терминов, которые образуют *систему* понятий.

Определение *фации* занимает в перечисленной группе понятий центральное место.

*Фация* – это *одновозрастный* слой, слоистая толща или массив осадочных горных пород, отличающиеся составом и (или) строением от соседних одновозрастных *латерально-изохронных* отложений из-за различия в условиях образования осадков в момент их накопления.

Второй (аналогичный по смыслу) вариант определения:

*Фация* – это *одновозрастное геологическое тело осадочных горных пород*, отличающееся составом и (или) строением от соседних одновозрастных *латерально-изохронных* отложений из-за различия в условиях образования осадков в момент их накопления. Здесь *геологическое тело* – это массивная или слоистая осадочная горная порода или осадок, отличающиеся и отграниченные от вмещающего их вещества естественной природной среды по существенным признакам. Понятие *геологическое тело* обладает иерархией признаков.

*Фациальная разновидность* (*разновидность фации*) – это *одновозрастное* (т. е. принадлежащее одному *изохронному* стратону, отграниченному *изохрон-*

ными стратиграфическими границами первого рода, например, подошвой и кровлей стратона региональной или общей шкалы) геологическое тело осадочных горных пород, *отличающееся* составом и (или) строением от *одновозрастных*, но не обязательно *синхроничных* отложений из-за различия в условиях образования осадков в момент их накопления. Отсюда следует, что фация может быть представлена одной или несколькими фациальными разновидностями.

*Фациальная разность* – это разновозрастное по отношению к определяемой *фации* геологическое тело, отличающееся временем формирования, но не отличающееся по существенным признакам от *аналогичных по происхождению*, но *разновозрастных* отложений. *Фациальная разность* и определяемая *фация* с ее фациальными разновидностями не принадлежат общему *изохронному* стратону. Фациальные разности всегда имеют различный относительный геологический возраст (по определению) в отличие от фаций, которые всегда *одновозрастные* (по определению).

*Фациальные разности* – это одинаковые *генетические типы* и одинаковые *фациальные типы* отложений с внутренней стратиграфической границей первого рода. Фациальные разности – это однотипные по обстановкам образования первичные осадки, но разные по возрасту геологические тела.

**Неверно, что** фациальные разности – это «разновозрастные фации», так как (по определению) фациям *всегда* соответствуют геологические тела с *одинаковым* относительным геологическим *возрастом*. Для выделения геологического тела фации всегда необходимо: 1) отграничение одной фации от другой латеральными стратиграфическими границами второго рода, 2) отграничение этих фаций от других геологических тел в геологическом разрезе подошвой и кровлей общего для них стратона региональной или общей шкалы.

*Фациальная обстановка* – это *совокупность* физико-географических, абиотических и биотических *условий* образования первичного осадка, *которые соответствуют* в геологическом разрезе геологическому телу *фации*, *фациальной разности* или *фациальной разновидности*, отграниченным от других фациальных единиц по существенным признакам. Реализация фациальной обстановки *всегда документирована* в геологическом разрезе геологическим телом фации (или фациальной разновидности) *в момент образования* этой *фации* (или *фациальной разновидности*).

*Фациальный анализ* – это восстановление фациальных обстановок образования первичного осадка по фациальному составу, результатам изучения фаций. *Фациальный анализ* – это генетический анализ фаций, фациальных разновидностей, фациальных рядов.

*Фациальные ряды* могут быть изучены по латерали *одновозрастных* отложений и в вертикальном геологическом разрезе *разновозрастных* фациальных разностей. *Фациальный ряд первого рода* – это упорядоченная естественная последовательность генетически связанных фациальных разностей. *Фациальный ряд второго рода* – это упорядоченная по латерали естественная последовательность генетически связанных соседних фаций или *изохронных* фациальных разновидностей, микрофаций, квазимикрофаций, квазимезофаций.

*Фациальный состав* – совокупность вещественных компонентов биогенной и абиогенной природы, которые используются в качестве признаков для отграничения фаций, фациальных разновидностей, а также для их объединения в фациальные разности, фациального анализа и классификации, в том числе, по *фациальным обстановкам* осадконакопления.

*Фациальные особенности* – признаки, которые используются для того, чтобы различить части в целом или найти общее в отграниченных друг от друга частях (например: *различить* свиты одного горизонта или *найти общие элементы* фациального состава и условий образования первичных осадков толщ горных пород из разных стратиграфических горизонтов).

*Признак* – это любое фиксированное свойство объекта, геологического тела или его части.

*Фациальные признаки* – это любые фиксированные свойства геологических тел, которые позволяют различить (одновозрастные) фации и (синхронные) микрофации, установить общее и особенное в фациальных разновидностях и разностях, сравнить фациальные обстановки отложений одинакового и разного геологического возраста и (или) местоположения.

*Фациальные изменения* – установленные различия признаков фаций, фациальных разновидностей, фациальных разностей или реконструированных фациальных обстановок. *Изменение* может быть рассмотрено как *процесс* и (или) как *результат* этого процесса.

*Палеогеографическая обстановка* – это система физико-географических условий, в которых происходит *мобилизация* вновь образующегося осадка или *денудация* ранее накопившихся отложений. *Следствие*: объем понятия *палеогеографическая обстановка* больше объема понятия *фациальная обстановка*. Например, высокая суша, на которой происходит разрушение, а не накопление осадка, относится к соответствующей палеогеографической обстановке, но не является фациальной обстановкой, так как в данном случае не происходит образование «фации».

*Микрофация* – это *одновозрастное геологическое тело осадочных горных пород*, отличающееся составом и (или) строением от соседних одновозрастных *латерально изохронных* элементарных биолитмостратиграфических единиц из-за различия в условиях образования осадков в момент их накопления. *Микрофация* – это часть фации. *Микрофации* – это элементарные изохронные части фации.

Изохронность микрофаций устанавливается методами *биолитмостратиграфии*, предложенными О. А. Щербаковым в двух первых концептуальных работах с соавторами, посвященных этой проблеме. Если *фациальная карта* (карта фаций) или *фациальный профиль* могут быть построены по результатам изучения фаций на основе региональной и общей стратиграфической шкалы, то *микрофациальная карта* (карта микрофаций) может быть построена на основе методов фациального анализа и методов биолитмостратиграфии О. А. Щербакова.

*Следствие из определений микрофации и фациальной разновидности*: фациальные разновидности в геологическом теле фации тогда и только тогда

можно считать микрофациями, если их одновозрастность и изохронность по латерали установлена методами биолитмостратиграфии.

Если одновозрастность и синхроничность микрофаций и мезофаций лишь предполагается на основе изучения фациальных переходов, но не доказана методами биолитмостратиграфии, то следует говорить о *квазимикрофациях* и *квазимезофациях*.

*Мезофация* – это совокупность смежных микрофаций, изохронность геологического тела которой обоснована методами биолитмостратиграфии.

*Фациальный переход* – часть геологического разреза, в котором наблюдается относительно быстрое изменение свойств от характерных фациальных признаков одного геологического тела – к другому.

*Биофация* – это совокупность органических остатков, продуктов и следов жизнедеятельности организмов, которые являются признаками соответствующей им фации.

*Следствием* из этого определения *биофации* и всего множества определений, ядром которого является определение *фации*, – есть множество определений и понятий, *аналогичным* ядром которого является определение *биофации*: *разновидности биофации* (=биофациальные разновидности), *разности биофации* (=биофациальные разности), *состав биофации*, *биофациальный анализ*, *биофациальные ряды*, *биофациальные признаки*, *биофациальные изменения*, *биофациальный переход*, *микробиофация*.

*Литофация* – это одновозрастное геологическое тело осадочных горных пород, отличающееся составом и (или) строением от соседних одновозрастных латерально-изохронных отложений.

*Следствием* из этого определения *литофации* и всего множества определений, ядром которого является определение *фации*, – есть множество определений и понятий, *аналогичным* ядром которого является определение *литофации*: *разновидности литофации* (=литофациальные разновидности), *разности литофации* (=литофациальные разности), *состав литофации*, *литофациальный анализ*, *литофациальные ряды*, *литофациальные признаки*, *литофациальные изменения*, *литофациальный переход*, *микролитофация*. *Свита* есть ряд литофациальных разностей.

Если одновозрастность и синхроничность микрофаций и мезофаций не доказана методами биолитмостратиграфии, а лишь предполагается на основе изучения фациальных переходов, то следует говорить о *квазимикрофациях* и *квазимезофациях*.

*При выполнении фациального анализа* горной породы в разрозненных фрагментах породы осадочного происхождения, которые не имеют доказанной взаимно однозначной изохронности и принадлежности к одному и тому же «стратиграфическому горизонту», то более правильно использовать термин **фациальный тип** горной породы, а не «фация».

Например, не «морская фация», а морской *фациальный тип* горной породы. Или иначе: *фациальный тип* горной породы – *морской*. Или иначе: известняк серый, органогенный, коралловый, массивный – это морской фациальный тип

(горных пород), а не «морская фация», поскольку не все существенные признаки фации отражены в приведенном описании (нет описания стратиграфии).

Понятие *фациальный тип* горной породы отличается от понятия *генетический тип* горной породы тем, что учитывает не только основной фактор, под действием которого сформировался осадок (например, аллювий – под действием постоянных водных потоков). *Фациальный тип* предполагает учет признаков, включая геологический возраст, по которым *фациальный тип*, как множество *фациальных разновидностей*, составляющих некоторое геологическое тело, потенциально может быть отграничен в разрезе как *фация*. Например, «аллювий» как *генетический тип* отложений, по определению понятия *генетический тип*, не может даже потенциально представлен в качестве *фации*, так как в состав понятия генетический тип не входит представление об относительном геологическом возрасте и латеральной изохронности геологических тел, отличающихся своей фациальной природой.

Понятия «аллювий» и «аллювиальная фация» отличаются друг от друга. *Аллювий* – это генетический тип отложений, но не фация, так как понятие «аллювиальная фация» или «фация аллювия» должно учитывать изохронность аллювия с другими фациями.

**Фациальный тип** отложений – это любая по размеру и репрезентативности часть слоя или массива горных пород, которые могут быть представлены фациальной разновидностью, фацией, фациальной разновидностью, микрофацией, мезофацией, биофацией, литофацией (или их частями) и т.д.

Термин **фациальный тип** – это **термин свободного пользования**.

Таким образом, для обеспечения взаимной однозначности используемых понятий, терминов, обобщений и выводов – описываемым геологическим объектам и их частям в конкретном стратифицированном геологическом разрезе впервые предложена *система терминов*, которые могут быть использованы для целей фациального описания, фациального анализа, построения фациальных и палеогеографических карт, которые находят широкое применение в геологии.

Выделяя во всем множестве перечисленных выше определений термина *фация* три подмножества: 1) «стратиграфические» определения фации, 2) определения, близкие к понятию «генетический тип отложений», который не содержит в себе представлений о геологическом возрасте, 3) «целевые» определения фаций (например, тектонические, геохимические и т. д.), мы придерживаемся «стратиграфической» трактовки фации, близкой к пониманию А. Грессли и Г. Ф. Крашенинниковым.

При фациальном анализе геологического разреза, а также при палеогеографических построениях и описаниях, автор настоящего методического пособия использует в собственной формулировке следующие понятия: *фация*, *фациальная обстановка*, *фациальный состав*, *фациальный анализ*, *палеогеографическая обстановка* и др.

Определение *фации* занимает в перечисленной группе понятий центральное место, что объясняется методологией построения палеогеографических карт и фациального анализа. Этому фундаментальному определению отведена основная роль в понимании следующих из него других понятий.

**Фация** – это *слой, слоистая толща или массив осадочных пород*, отличающиеся составом и (или) строением от соседних разновозрастных отложений из-за различия в условиях образования осадков в момент их накопления.

Второй (аналогичный по смыслу) вариант определения:

***Фация*** – это геологическое тело осадочных горных пород, отличающееся составом и (или) строением от соседних разновозрастных отложений из-за различия в условиях образования осадков в момент их накопления.

Геологическое тело – это массивная или слоистая горная порода, кристалл или осадок, отличающиеся и отграниченные от вмещающего их вещества естественной природной среды по существенным признакам.

Генезис, физическое состояние, форма и объем вмещающих пород (или другого вещества) и самого геологического тела могут быть различными.

Геологическое тело отграничено от вмещающих пород по *вещественным* признакам, характеризующим их состав и строение.

Понятие *геологическое тело* обладает иерархией всех характеристик и всех признаков.

**Первое следствие из определения фации:**

- если нет геологического тела первично-осадочного происхождения, то нет и фации.

**Второе следствие из определения:**

- методы *фациального анализа* основаны на использовании определения фации с целью выявления генезиса первичного осадка по признакам геологического тела, отграниченного от синхроничных слоев как фация.
- методы построения *фациальной карты* основаны на использовании определения фации.

***Фациальная обстановка*** – это совокупность физико-географических, абиотических и биотических условий образования первичного осадка, который соответствует в геологическом разрезе геологическому телу (фации), отграниченному по существенным признакам.

***Фациальный анализ*** – восстановление фациальных обстановок образования первичного осадка по фациальному составу, другим результатам изучения фаций; генетический анализ фаций и фациальных рядов.

***Фациальный состав*** – совокупность вещественных компонентов биогенной и абиогенной природы, которые используются в качестве признаков для отграничения *фаций* в их горизонтальных и вертикальных рядах, а также для их классификации по геологическому возрасту и (или) *фациальным обстановкам* осадконакопления.

***Фациальные особенности*** – признаки, которые используются для того, чтобы различить части в целом или найти общее в отграниченных друг от друга частях (например: *различить* свиты одного горизонта или *найти общие элементы* фациального состава и условий образования первичных осадков толщ горных пород из разных стратиграфических горизонтов).

***Признак*** – это любое фиксированное свойство объекта.

*Фациальные признаки* – любые фиксированные свойства фаций, которые позволяют различить разновозрастные (синхронные) фации или сравнить фациальные обстановки разного геологического возраста и (или) местоположения.

*Фациальные изменения* – различия признаков фаций или реконструированных фациальных обстановок (а также различия фациальных обстановок и соответствующих им фаций). *Изменение* может быть рассмотрено как *процесс* и (или) как *результат* этого процесса.

*Палеогеографическая обстановка* – это система физико-географических условий, в которых происходит *мобилизация* вновь образующегося осадка или *денудация* ранее накопившихся отложений.

*Следствие*: объем понятия *палеогеографическая обстановка* больше объема понятия *фациальная обстановка*.

Например, высокая суша, на которой происходит разрушение, а не накопление осадка, относится к соответствующей палеогеографической обстановке, но не является фациальной обстановкой, так как в данном случае не происходит образование «фаций».

### **Морские фации. Фации органогенных построек**

При изучении морских фаций необходимо обратить особое внимание на рифогенные фации, разновидность морских фаций. В настоящее время термин *риф* в геологической литературе часто используется ошибочно.

Рассмотрим описание фаций и примеры фациального анализа для саранинского горизонта кунгурского яруса нижнего (приуральского) отдела пермской системы на территории научно-учебного полигона Пермского университета «Предуралье».

*Сылвинская свита* (<sup>sl</sup> P<sub>1ar</sub><sup>sm</sup>) саранинского горизонта артинского яруса нижнего отдела пермской системы без перерыва в осадконакоплении залегает на камайской свите, иногда – на слоях шуртанской свиты, которые распространены по берегам Сылвы на территории «Предуралья», научно-учебной базы Пермского университета в Кунгурско-Кишертском районе.

Сылвинская свита сложена на территории заказника *ископаемыми органогенными постройками*, которые в обнажениях и геологических разрезах можно классифицировать на *биогермы*, *биостромы*, *биогермные массивы* и *рифовые массивы*. Большая часть сылвинских органогенных построек соответствует геологическому определению *биогермных массивов*. Поэтому часто используемое выражение «сылвинские рифы» соответствует их современному географическому положению (сылвинские) и палеогеографической интерпретации («рифы»), а не геологической терминологии.

## ФАЦИИ И ТЕКТОНИКА

### Изучение фаций в палеотектоническом анализе разреза при поиске антиклинальных ловушек нефти и газа

Палеотектонический анализ формирования локальных антиклинальных структур всегда сопровождается анализом стратиграфии и фациальных обстановок формирования геологического разреза.

Рассмотрим два типичных случая на примере морских фаций кунгурского яруса нижнего (приуральского) отдела пермской системы для территории сочленения Русской плиты и Сылвинской впадины Предуральяского краевого прогиба [5, 2].

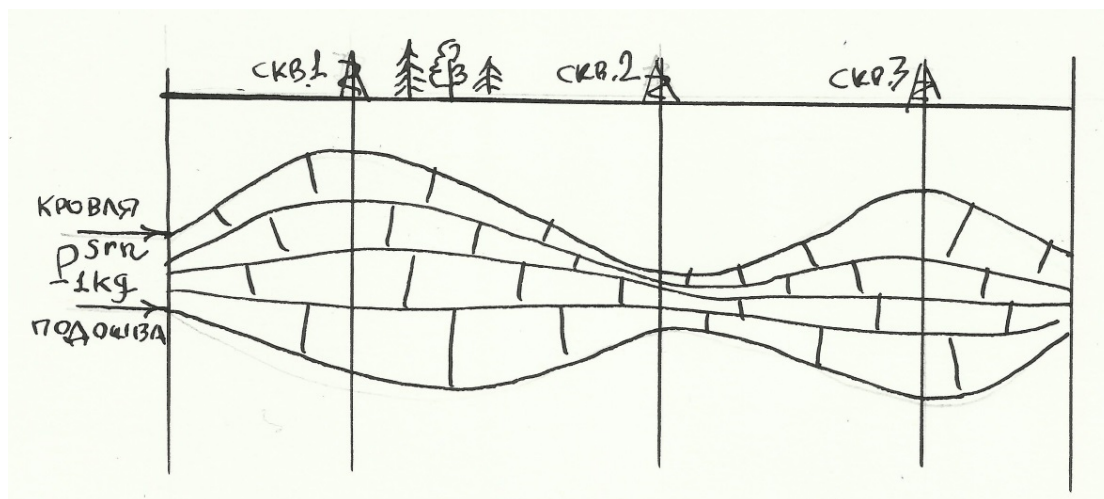


Рис. 1. Геологический разрез с нормально слоистыми морскими известняками саранинского горизонта кунгурского яруса

**Первый случай.** На рис. 1 представлен геологический разрез с горизонтально слоистыми известняками саранинского горизонта кунгурского яруса нижнего (приуральского) отдела пермской системы. На участках скважин №1 и №3 мощности саранинского горизонта увеличены. В скважине №2 мощность стратона меньше, чем в скважинах №1 и №3. Фациальный анализ горных пород в составе саранинского горизонта всех трёх скважин показал, что эти разрезы представлены нормально слоистыми неглинистыми известняками, накопившимися в одинаковых морских фациальных обстановках верхненеритовых глубин. По всему разрезу встречается бентосная стеногалинная фауна фузулинид, колониальных кораллов и замковых брахиопод. Формирование всех участков разреза проходило в условиях компенсированного осадконакопления. Это обстоятельство позволяет применять «метод мощностей» для анализа амплитуды нисходящих тектонических движений в течение саранинского времени кунгурского века ранней (приуральской) эпохи пермского периода.

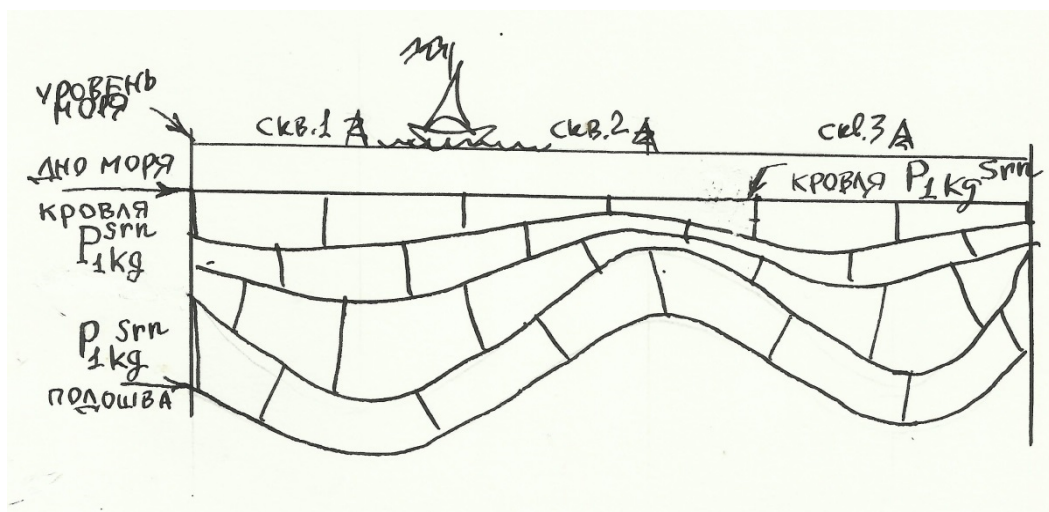


Рис. 2. Палеогеологический профиль на палеогеоморфологической основе с нормально слоистыми морскими известняками саранинского горизонта кунгурского яруса, построенный для момента окончания саранинского времени кунгурского века раннепермской (приуральской) эпохи пермского периода

На рис. 2 представлен палеотектонический профиль, построенный на палеогеоморфологической основе с учётом одинаковой глубины накопления осадка. Он показывает положение кровли саранинского горизонта, кунгурского яруса нижнего (приуральского) отдела пермской системы. На рисунке видно, что в районе скважины №2 расположен свод антиклинальной структуры по подошве саранинского горизонта для геологического времени, которое приходится на момент окончания саранинского времени кунгурского века.

Таким образом, в районе скважины №2 формируется сводовая часть антиклинальной структуры по подошве саранинского горизонта кунгурского яруса в момент окончания саранинского времени кунгурского века раннепермской (приуральской) эпохи пермского периода. При этом карту мощности саранинского горизонта кунгурского яруса нижнего (приуральского) отдела пермской системы можно интерпретировать как палеоструктурную карту. Это палеоструктурная карта подошвы саранинского горизонта кунгурского яруса нижнего (приуральского) отдела пермской системы для момента окончания саранинского времени кунгурского века ранней (приуральской) эпохи пермского периода, т. е. времени формирования нормально морских слоистых осадков кровли саранинского горизонта. Если в саранинское время по подошве саранинского горизонта формируется антиклиналь, то это позволяет предполагать формирование антиклинали (а при соответствующих условиях – антиклинальной ловушки нефти) по более глубоким горизонтам. Эту методику используют при интерпретации карт мощностей, построенных по данным структурного бурения, когда можно провести фациальный анализ горных пород по керну скважин.

**Второй случай.** На рис. 3 представлен геологический разрез, на котором в районе скважины №4 и №6 представлены биогермные ядра ископаемых рифов [7, 5, 3].



Рис. 3. Геологический разрез с ископаемыми рифами саранинского горизонта кунгурского яруса нижнего (приуральского) отдела пермской системы

Такие разрезы вскрыты многочисленными скважинами структурного бурения в зоне сочленения Русской плиты и Сылвинской впадины Предуральского краевого прогиба. Обнажения рифогенных известняков и межрифовых фаций выходят в долине Сылвы в Кунгурско-Кишертском районе Пермского края. К таким органогенным постройкам относятся Камень Ермак, Чикали, Коронка и др. Биогермные ядра этих разрезов сложены брахиоподово-мшанково-водорослевыми массивными известняками с каркасной структурой, крустификационными корочками кальцита. Каркас центральной части органогенной постройки образован взаимно обрастающими друг друга сетчатыми мшанками родов *Polypora* и *Polyporella* и трубчатыми водорослями *Tubiphytes*.

Для таких толщ характерно перекомпенсированное осадконакопление, которое в контурах линии границ подошвы и кровли саранинского горизонта кунгурского яруса (рис. 3) очень напоминает контуры соответствующих границ в нормально слоистом геологическом разрезе (рис. 1).

Однако палеотектонический профиль (рис. 4) для условий формирования рифогенного разреза, построенный на геоморфологической основе с учётом глубины вершин подводных холмов в рифах, требует интерпретации, выводы которой принципиально отличаются от изложенного здесь первого случая для компенсированного осадконакопления.

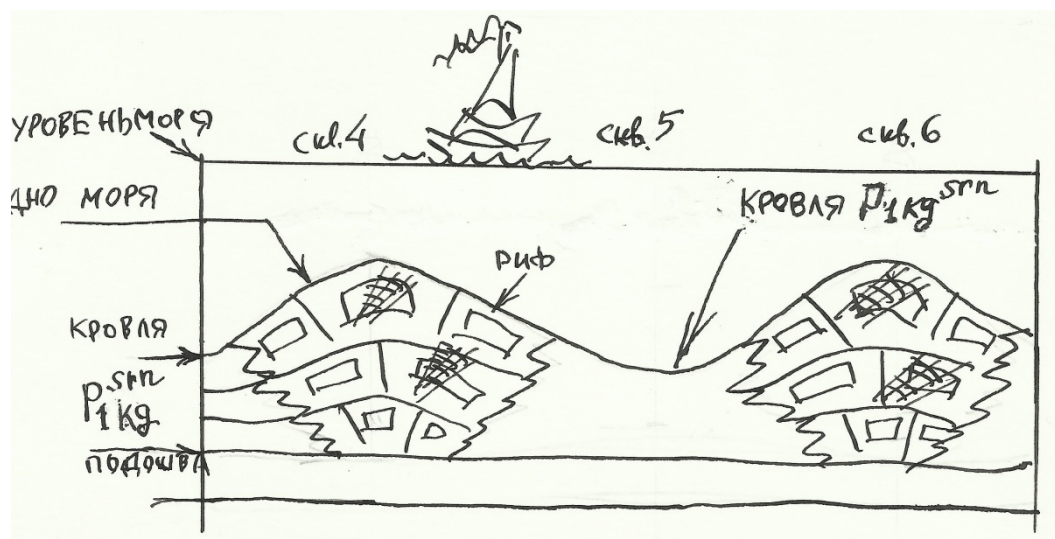


Рис. 4. Палеогеологический профиль на палеогеоморфологической основе с рифогенными морскими известняками саранинского горизонта кунгурского яруса

Профиль построен для момента окончания саранинского времени кунгурского века ранне-пермской (приуральской) эпохи пермского периода. Рельеф дна – холмистый, обусловленный формированием рифов в условиях перекомпенсированного осадконакопления.

Перекомпенсация осадконакопления в скважинах № 4 и № 6 на рис. 4 приводит к образованию сложного холмистого подводного рельефа кровли сыльвинских органогенных построек для кровли саранинского горизонта. Подошва саранинского горизонта остаётся горизонтальной. Антиклиналь по подошве саранинского горизонта кунгурского яруса не образуется. Это необходимо учитывать при решении задач палеоструктурного анализа при поисках антиклинальных ловушек нефти.

Рассмотренные случаи фациального и палеоструктурного анализа геологических разрезов с целью поиска антиклинальных ловушек нефти принципиально отличаются друг от друга.

Впервые термин *риф* был использован как географический термин, по-видимому, английским мореплавателем Джеймсом Куком около восточных берегов Австралии в районе Большого Барьерного Рифа для обозначения выступов морского дна *любого* происхождения, достигающих или почти достигающих поверхности моря и где создающих на ней буруны волн. Можно предположить, что морякам приходилось чаще «брать рифы», уменьшая площадь паруса при встрече с опасными для их судна подводными выступами дна, на котором здесь широко развиты коралловые постройки. В этой ситуации команда боцмана «...рифы!» означала для моряков, *что и почему* надо делать.

По одной из ныне принятых географических и палеогеографических классификаций можно выделить четыре основные группы рифов биогенного происхождения: 1) атоллы, 2) барьерные рифы, 3) береговые рифы, 4) площадные рифы.

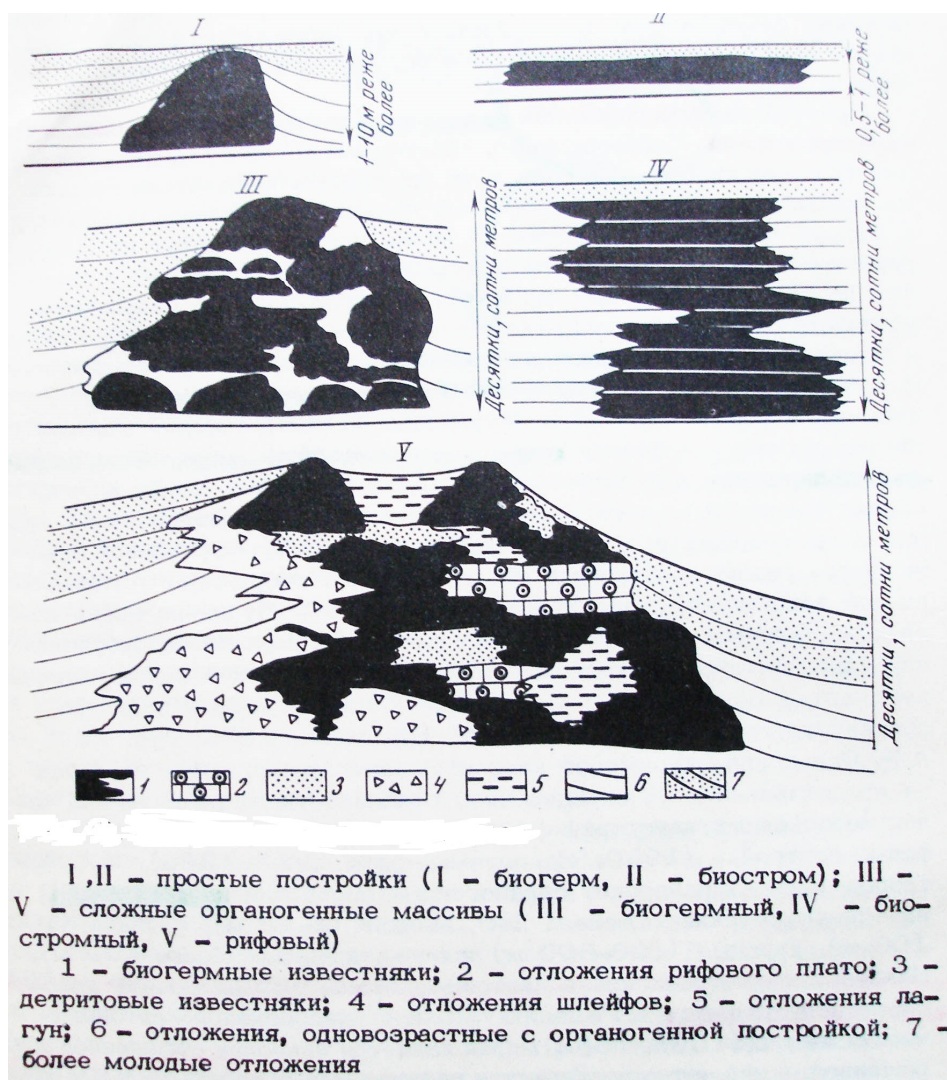


Рис. 5. Типы органогенных построек

По строению органогенных построек в геологическом разрезе можно выделить несколько основных типов органогенных построек (см. рис).

В палеогеографическом отношении сылвинские рифы относятся к группе барьерных рифов, протянувшихся вдоль уральской суши во время ее тектонического подъема в раннепермскую эпоху и отстоящих от нее на запад, в сторону артинского моря, на несколько десятков километров и более.

В геологическом отношении «сылвинские рифы» не являются самостоятельными и обособленными от других, близких по возрасту и положению в геологическом разрезе, органогенных построек. Они являются лишь относительно более молодыми по началу времени их формирования рифогенными телами, которые объединены по возрасту, положению в геологическом разрезе и распространению на площади с другими органогенными постройками, которые окружают их, образуя закономерно связанную с пермским тектоническим планом меридиональную полосу. Эта полоса не только пересекает всю Пермскую область, но и простирается далеко за ее пределами. В геологическом разрезе востока Русской плиты и западного борта Предуральяского прогиба органогенные постройки выделяются в единую группу «сылвинско-саргинских» органогенных построек. Их небольшой частью, выходящей на поверхность по берегам

Сылвы, благодаря антиклинальной тектонической структуре Уфимского вала, являются так называемые «сылвинские рифы». Они тяготеют к плите и имеют относительно меньшие мощности по сравнению с «саргинскими» органогенными постройками, которые приурочены к разрезу западного борта впадины.

Образность географического, ландшафтного восприятия «рифов» столь велика, что в описаниях слоев горных пород, *стратиграфии и тектоники геологических разрезов* с рифогенными толщами часто используют слово *риф*, употребление которого в этом контексте следует признать ошибочным.

Обратимся к геологической терминологии о «рифках», которую с целью достижения однозначности ее применения и понимания специально обсуждали на конференции и приняли рекомендации, изложенные в следующих книгах: 1) Королук И. К., Михайлова М. В. и др. Ископаемые органогенные постройки, рифы, методы их изучения и нефтегазоносность. М.: Наука, 1975, а также 2) Современные и ископаемые рифы. Термины и определения: Справочник / И. Т. Журавлева, В. Н. Космынин и др. М.: Недра, 1990 и др.

Ниже приводятся определения в авторской редакции.

**Органогенная постройка** – это обособленное в разрезе геологическое тело горных пород массивной и массивно-слоистой текстуры, образованное преимущественно скелетами нараставших друг на друга ископаемых организмов, захороненных на месте роста с образованием устойчивого *каркаса*, внутри или по внешнему контуру которого накапливались генетически связанные с ними осадки.

В сложной органогенной постройке вместе с органогенными породами очень широко распространены детритовые породы. Последние играют роль соподчиненных геологических тел, слагающих промежутки между геологическими телами рифогенных пород типичных *биогермных* разностей.

*Простая органогенная постройка* сложена органогенными породами обычно *биогермной* структуры. Необходимым признаком этой структуры является образование каркаса обрастающих организмов (для *биогермов*).

Биогенную природу горных пород *биостромов* не всегда удастся легко установить из-за особенностей седиментации или вторичных процессов доломитизации органогенных известняков.

По признакам, непосредственно наблюдаемым в разрезах по берегам Сылвы (общей форме геологических тел, размерам, влиянию на процессы осадкообразования на соседних участках, сочетанию фаций, сложности строения), ископаемые органогенные постройки можно классифицировать на *простые органогенные постройки* и *сложные органогенные постройки*. Простые органогенные постройки – это *биогермы* и *биостромы*. Сложные органогенные постройки – это *биостромные массивы*, *биогермные массивы* и *рифовые массивы*. Перечисленные типы органогенных построек не исчерпывают всего их разнообразия, а отражают лишь специфику органогенных построек сылвинской свиты на территории заказника и в его непосредственной близости.

**Биостром** – это простая массивная или слоистая органогенная постройка в виде пространственно обособленного геологического тела пластообразной или

линзовидной формы, не выделяющаяся или почти не выделяющаяся над прилегающими синхронными отложениями иного литологического строения и состава.

Морфологии геологического тела биострома в геологическом разрезе соответствует пласт или линза. Морфологические формы биострома – пласт или линза.

Палеогеографическая форма биострома – подводная заросль, не достигавшая уровня моря в течение времени ее образования.

**Биостромный массив** – это геологическое тело сложной органогенной постройки, представляющее собой комплекс биостромов, который не выделяется или почти не выделяется мощностью от прилегающих синхронных отложений иного строения и состава.

Морфологические формы биостромного массива – пласт или линза.

Палеогеографическая форма биостромного массива – подводная заросль, не достигавшая уровня моря в течение времени его образования.

**Биогерм** – это простая, изометричная, небольшая по размерам органогенная постройка в виде геологического тела, возвышающегося над прилегающими слоистыми синхронными отложениями иного строения и состава, сложенная взаимно обрастающими организмами, образующими связанный каркас.

Морфологии геологического тела биогерма в геологическом разрезе соответствует *массив* увеличенной мощности, возвышающийся над *слоистыми* синхронными отложениями. Морфологическая форма биогерма – массив.

Палеогеографическая форма биогерма – подводный холм, не достигавший уровня моря в течение времени его образования.

**Биогермный массив** – это геологическое тело сложной органогенной постройки, представляющее собой комплекс биогермов, биостромов, а также взаимосвязанных с ними органогенных, детритовых и органогенно-детритовых пород, возвышающийся над прилегающими слоистыми синхронными отложениями иного строения и состава.

Морфологии геологического тела биогермного массива в геологическом разрезе соответствует массив увеличенной мощности, возвышающийся над слоистыми соседними синхронными отложениями. Морфологическая форма биогермного массива – массив.

Палеогеографическая форма биогермного массива – подводный холм, не достигавший уровня моря в течение времени его образования.

*Рифовый массив* (или *ископаемый риф*) – это геологическое тело наиболее сложной органогенной постройки, образованное биогермами, биостромами и сопутствующими горными породами, включающее характерные для рифового массива фации рифового шлейфа, рифового гребня, лагуны и рифового плато.

**Рифовый массив** – это биогермный массив, содержащий все фации рифового комплекса или их часть: фации рифового шлейфа, рифового гребня, лагуны и рифового плато.

Морфологии геологического тела рифового массива в геологическом разрезе соответствует массив увеличенной мощности, возвышающийся над слоистыми синхронными отложениями.

Морфологическая форма рифового массива – массив.

Палеогеографическая форма рифового массива – достигавший уровня моря в течение времени его образования риф-волнолом, т. е. холм или гряда, достигающая уровня воды и образующая *волнолом*, что приводило к формированию фаций рифового гребня и рифового шлейфа.

На территории заказника «Предуралье» и в его окрестностях сылвинско-саргинские органогенные постройки обнажаются на поверхности биогермными массивами Камайские Зубцы и Коронка, образующими биогермную гряду, а также биогермными массивами Камень Ермак и другими.

Определению *рифовый массив* по имеющимся данным соответствуют только выходы рифогенных горных пород в геологическом разрезе Чикали. В этом разрезе (карьер около ж/д станции Чикали) выделяются не только фации биогермного ядра, но и фациальные разновидности *рифового шлейфа*, состоящие из *обломков* рифогенных известняков, сцементированных карбонатным материалом.

Камень Коронка, расположенный напротив университетской базы «Предуралье», на левом берегу Сылвы, представляет собой биогермный массив. Он расположен в 1 км 350 м от центральной части Камайского лога выше по течению Сылвы и интересен тем, что в нем и в его непосредственной близости на поверхности обнажается биостром, подстилающий биогермное ядро биогермного массива. Этот базальный биостром можно наблюдать на расстоянии 550 м вдоль железнодорожного полотна вверх по течению Сылвы от осевой линии утеса, где его высота наибольшая, по данным фотометрических наблюдений и прямых измерений автора, – 43 м. Нижние два метра закрыты осыпью.

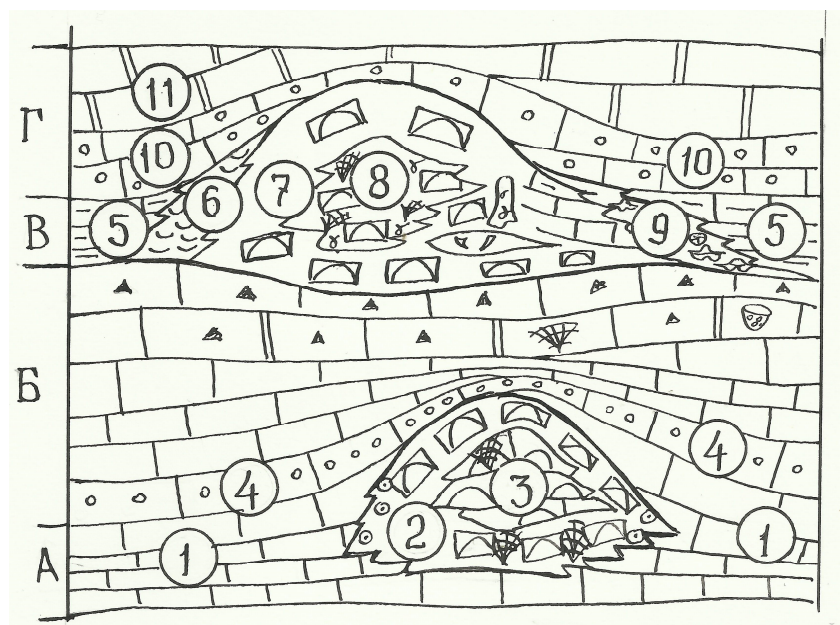


Рис. 6. Фациальные типы горных пород в рифогенном геологическом разрезе сылвинско-саргинских органогенных построек (1 и 3 – фации горизонта А; 2 и 3 – фациальные разновидности рифогенных фаций горизонта А; 4 и 10 – фациальные разновидности оолитовых известняков горизонтов Б и Г; 6, 7 и 8 – фациальные разновидности рифогенных фаций горизонта В; 3 и 8 – фациальные разновидности рифогенных горных пород; 5, 6, 7, 8, 9 – различные фации горизонта В)

Здесь, в осевой части биострома, в виде пологой синклинальной микро-складки и далее – по фронту обнажения вдоль железной дороги в сторону Кишerti – он представлен известняком серым, известняком доломитизированным или доломитом серым и темно-серым, с коричневатым оттенком, частично окремненным в различной степени доломитизированным, сгустковым и мелко-зернистым, участками – детритовым, редко – органогенным, с сетчатыми мшанками, замковыми брахиоподами, члениками криноидей, водорослями, массивным и массивнослоистым, на отдельных участках – крупнослоистым, средне- и мелкослоистым с редкими включениями известняка светло-серого и серого, органогенного, биогермного, мшанково-водорослевого со следами прижизненного обрастания трубчатых зеленых водорослей *Tubiphytes* сетчатых мшанок *Polypora sargaensis Trizna*, *Polyporella repens (Trizna)*. На отдельных участках обнажения встречены известняки серые и темно-серые, мелкодетритовые, средне- и мелкослоистые, с мелкими брахиоподами, особенно характерными для краевых и более молодых по времени формирования частей органогенной постройки.

В осевой части Камня Коронка биостром сверху надстраивается частью биогермного массива, которая выходит по фронту обнажения на расстоянии 50 м и достигает здесь наибольшей мощности. Именно она наиболее заметна в обнажении рифогенных известняков.

Из этих наблюдений следует, что не более 10% протяженности разреза по фронту его обнажения имеют явные признаки *сылвинской свиты*, так как хотя в ее основании и залегают породы определенно «сылвинского», т. е. *саранинского* возраста, но без явных и легко наблюдаемых в разрезе признаков биогермных пород с увеличенной мощностью. По-видимому, это явление имеет региональный характер. Обнаружить его в скважинах можно лишь при специальных литолого-стратиграфических наблюдениях с полным выносом керна.

Ядро биогермного массива сложено известняками светло-серыми, серыми, темно-серыми с коричневатым оттенком, органогенными, брахиоподово-мшанково-водорослевыми, с характерной структурой биогермного каркаса, образованного нарастанием мшанок *Polypora* и обрастанием трубчатыми водорослями *Tubiphytes*, с крустификационными корочками кальцита по кавернам, пятнистыми, массивными.

Текстура биогермного ядра неоднородная, изменяется в зависимости от состава и строения известняков. Широкое, хотя генетически подчиненное, распространение имеют известняки органогенно-детритовые и детритовые, мелкозернистые, слоистые.

На выветрелой поверхности известняка иногда хорошо видно взаимоотношение различных известняков в ядре органогенной постройки. В осевой части скального обнажения Коронка, в 22 м над уровнем железной дороги, отчетливо виден контакт известняка органогенного, полипорово-тубифитесового, биогермного с известняком органогенным криноидно-брахиоподовым, который далее по фронту обнажения имеет четкий контакт с известняком детритовым с члениками криноидей и редкими фрагментами сетчатых мшанок, с тонковетвистыми мшанками. Мелкие брахиоподы заполнили образовавшуюся в теле био-

гермного массива трещину и образовали весьма своеобразное прижизненное сообщество рифолюбов.

Сходная по строению трещина была описана П. А. Софроницким в разрезе Чикали и наблюдалась автором в юго-восточной стенке нижнего уступа главного (юго-восточного) карьера. Это позволяет высказать предположение о типичности подобного мелкобрахиоподового сообщества для сылвинских биогермных массивов. В органогенных постройках на Сылве подобные брахиоподовые известняки особенно часто встречаются в краевых частях биогермных массивов.

Каркас биогермных известняков сылвинских органогенных построек образован сетчатыми мшанками и водорослями *Tubiphytes*. Водоросли преобладают.

Мшанки стоят на втором месте по роли в рифообразовании. Эти колониальные организмы встречаются по разрезу почти повсеместно. Под микроскопом отчетливо заметны структуры обрастания сетчатых колоний трубчатыми водорослями, имеющими отчетливую, до 1 мм толщиной, известковую стенку и внешний диаметр около 4 мм. Как правило, трубки имеют неправильно изогнутую форму и сложно переплетены.

Систематический состав мшанок, хотя и разнообразен, но при массовом их изучении с применением усовершенствованных методик полевых и лабораторных исследований показывает явное доминирование в биогермных сообществах сетчатых мшанок *Polypora sargaensis* Trizna, *Polypora russiensis* Schulga-Nesterenko, *Polyporella repens* (Trizna). Для краевых рифогенных сообществ более характерны колонии ветвистых мшанок *Streblascopora vulgaris* Schulga-Nesterenko, *Clausotrypa monticola* Eichwald и некоторых новых видов рода *Dyscritella*. Такое постоянство рифогенных сообществ мшанок позволяет достаточно уверенно распознавать даже по керну буровых скважин не только биогермные, но и краевые фации в сылвинско-саргинских органогенных постройках саранинского возраста на северном погружении Уфимского вала.

В краевых частях биогермных и рифовых массивов саранинского горизонта сылвинско-саргинской группы органогенных построек наряду с известняками детритовыми и органогенно-обломочными встречаются известняки, почти нацело сложенные раковинами двустворок. Еще дальше по латерали от биогермного ядра иногда встречаются известняки органогенные, криноидные, в которых отчетливо наблюдаются не только отдельные членики стеблей криноидей, но и фрагменты таких стеблей длиной в несколько сантиметров и диаметром пять и более миллиметров. Известняки криноидные сылвинской свиты имеют видимую мощность около 3 м. В саранинское время артинского века они представляли собой заросли морских лилий у подножья рифа.

В сылвинской свите встречаются водоросли, разнообразна фауна беспозвоночных животных: мшанки, брахиоподы, остракоды, одиночные четырехлучевые кораллы, криноидеи, двустворки, мелкие фораминиферы, гастроподы, головоногие моллюски, трилобиты, конодонты. Из мелких фузулинид встречены единичные шубертеллы.

В строении сылвинской свиты принимают участие не только органогенные, органогенно-обломочные и органогенно-детритовые известняки. Широкое распространение имеют самые разнообразные структуры известняков, извест-

няков доломитизированных и вторичных доломитов (известняков нацело доломитизированных): детритовые, зернистые, сгустковые, другие структуры. Текстуры слоистости, обычно массивные и массивнослоистые в ядре органогенных построек, сменяются ближе к вершине постройки и ее периферийной части на текстуры от крупно- до тонкослоистых. Краевые части биогермных массивов часто окремненные, что в значительной мере обеспечило их препарирование из вмещающего их геологического разреза в виде выделяющихся в рельефе останцев или арок (Камайские Зубцы).

Мощность сылвинской свиты в районе заказника «Предуралье» (учебно-научной базы Пермского университета), где студенты имеют возможность выполнять работы по фациальному анализу разреза в полевых условиях – до 66 м, а по скважинам в Юрюзано-Сылвинской впадине – до 300 м.

По данным описания фаций саранинского горизонта кунгурского яруса нижнего (приуральского) отдела пермской системы и выполненного фациального анализа ниже приводится описание фациальных и палеогеографических обстановок.

В саранинское время кунгурского века раннепермской эпохи фациальные обстановки на территории заказника «Предуралья» и в окрестностях изменились под влиянием смены режима продолжающегося тектонического опускания. Изменение скорости опускания привело к уменьшению глубины примерно до 40 м. Это способствовало улучшению освещенности дна и относительному увеличению численности бентосных агглютинирующих водорослей. На отдельных участках дна образуются очень пологие иловые водорослевые холмы, впоследствии образующие нижнесаранинские биостромы.

В это время на территории Предуралья, в его окрестностях и вдоль всей протяженной границы Восточно-Европейской платформы с *Предуральской краевой линейной депрессией* сложились своеобразные «рифогенные» фациальные обстановки, в которых продолжает формироваться Большой Предуральский Барьерный Риф, соответствующий в геологическом разрезе сылвинско-саргинским органогенным постройкам. Сейчас они обнажаются в долине Сылвы высокими отвесными утесами (Камень Ермак, Камень Коронка, Камайские Зубцы и др.) или небольшими куполообразными выходами (обнажение Гамова Горка около действующего карьера Гамов Лог и другие выходы сылвинской свиты вдоль железной дороги на Кунгур).

На наиболее приподнятых участках дна с лучшей освещенностью формируется своеобразный и устойчивый мшанково-водорослевый (полипорово-тубифитесовый) биоценоз. Мшанки и водоросли обрастают друг друга и образуют каркас биогермного ядра рифа. Скорость нарастания массивного органогенного каркаса превышает скорость накопления слоистых осадков между куполообразными вершинами. Это приводит к образованию расчлененного, холмистого рельефа морского дна. Некоторые вершины рифов достигали или почти достигали уровня моря во время отлива, где в зоне прибоя формировался *гребень рифа*. На склонах рифогенных подводных холмов селятся морские лилии, мшанки, двустворки, мелкие замковые брахиоподы. Последние создают брахиоподовые банки в краевых частях подводных склонов, в пониженных

участках *рифового плато*, заполняют трещины и открытые пустоты в теле рифа у подножья склона. У подножья склонов бывают особенно многочисленные морские лилии, которые образуют высокие заросли, диаметры основания стеблей у которых достигали одного сантиметра и более.

Главная роль в рифообразовании принадлежит крупнопетлистым сетчатым мшанкам рода *Polypora* и, особенно, зеленым трубчатым водорослям рода *Tubiphytes*. Водоросли активно растут в условиях светового комфорта. Они образуют с мшанками устойчивое сообщество. Состав саранинского рифогенного сообщества мшанок зависит как от эволюционных факторов, так и от влияния факторов экологической сукцессии. Экологические факторы, оказывающие влияние на состав саранинского сообщества мшанок, формируют в биогермной фации органогенных построек такой видовой состав, который хорошо распознается не только в обнажениях, но и по многочисленным данным структурно-поискового бурения почти на всей территории, расположенной южнее Косьвинско-Чусовской седловины.

По-видимому, эта закономерность имеет общий характер, так как мшанково-тубифитесовое сообщество было описано из нижней перми тетической области в Южных Альпах, т.е. из удаленной от Предуралья области образования рифогенных осадков.

Благодаря взаимному обрастанию водоросли и мшанки образуют каркас рифового ядра, который противостоит разрушительному действию волн. Для более глубоководных участков, где накапливаются осадки биогермного комплекса, характерно распространение пластообразных строматолитовых водорослевых матов, которые способны расти в относительно худших условиях освещенности. В относительно углубленных между вершинами рифов впадинах накапливается мелкозернистый карбонатный слабо глинистый осадок, образующий слои. Состав бентоса существенно беднее, чем на освещенной склоновой и, в особенности, сводовой части рифа. В течение саранинского времени формирования шуртанских осадков существует в основном сообщество мшанок, остракод, мелких фораминифер, брахиопод, гастропод. Благодаря менее комфортному световому режиму фациальных обстановок, здесь не получил развития бентос трубчатых зеленых водорослей. Комплекс мшанок тоже менее многочисленный. Наиболее характерными общими видами мшанок для биогермной сylvинской фации и слоистой шуртанской фации являются виды, определенные автором не только по обнажениям, но и по кернам буровых скважин: *Polyporella repens* (Trizna), *Exfenestella mariae* (Trizna), которые обнаруживают тенденцию увеличения экологической валентности видов в конце артинского века.

Скорость увеличения мощности слоистых межрифовых (шуртанских) слоев отстает от скорости нарастания мшанково-водорослевого каркаса верхней и склоновой части рифа. Благодаря этому глубина моря остается дифференцированной в течение всего саранинского времени. Наиболее мелководная зона расположена над вершинами рифогенных холмов, глубина погружения которых различна и изменяется под воздействием приливов и отливов.

В конце саранинского времени кунгурского века состав сообщества организмов, населяющих наиболее мелководную часть кровли органогенных построек, изменился, вероятно, благодаря некоторому увеличению глубины моря. Это привело к тому, что мшанково-тубифитесовое сообщество организмов прекратило свое существование. В составе бентоса принимают участие остракоды, мелкопетлистые сетчатые мшанки, мелкие замковые брахиоподы, а также криноидеи и двустворки, населявшие склоны рифа.

Сыльвинский рифогенный комплекс в позднесаранинское время существует как рифы, выделяющиеся приподнятыми в рельефе дна верхней сублиторали куполами, грядами и впадинами между ними.

### **Методические замечания**

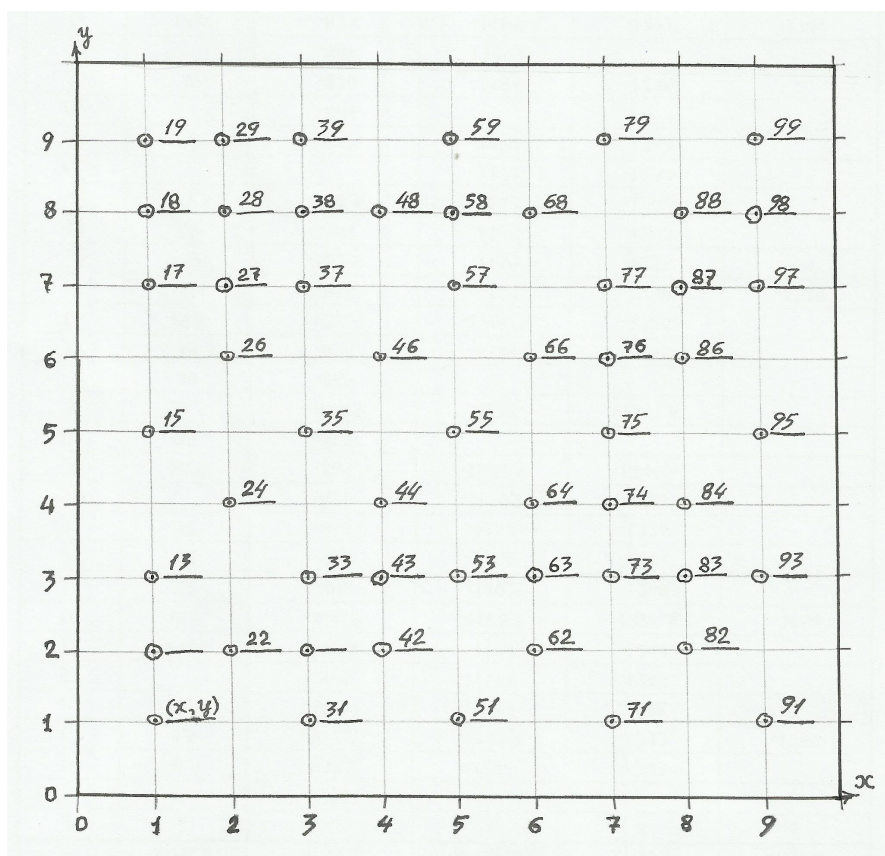
В приведенном тексте нужно обратить внимание на то, что описанию палеогеографических и фациальных обстановок геологического прошлого на основе фациального анализа пород предшествует описание геологического разреза. Основой фациального анализа является литологическое, палеонтологическое, тафономическое и стратиграфическое послойное описание геологического разреза. Важно проследить состав и строение пород не только в вертикальном разрезе, но и по площади.

## Лабораторная и самостоятельная работа №3

### Вариант 1. Построение и анализ карт

- 1) формулировка геологического задания и выбор названия карты (карт),
- 2) выбор определений понятия «фация» («фаций») как инструментов геологического исследования,
- 3) карта фактического материала по литологии и фациям и выбор метода построения карты фаций,
- 4) карта мощностей фаменского яруса верхнего отдела девонской системы на территории Мининской площади,
- 5) карта литологических типов разреза на территории Мининской площади,
- 6) карта распространения фаций фаменского яруса верхнего девона на территории Мининской площади,
- 7) палеогеографическая карта территории Мининской площади структурно-поискового бурения в фаменский век поздней эпохи девонского периода,
- 8) составление текста объяснительной записки (цель и задачи работы, описание методик построения каждой из карт),
- 9) описание и анализ построенных карт, общие выводы, рекомендации о направлении поисково-разведочных работ на нефть и газ.

**СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ БУРОВЫХ СКВАЖИН**, в которых доказаны стратиграфические границы фаменского яруса, определена мощность стратона и описана литология фаменского яруса верхнего отдела девонской системы в разрезе каждой скважины площади структурного бурения, М 1 50 000.



**Таблица фактического материала  
для составления карты литологических типов разреза,  
карты фаций и палеогеографической карты**

№ п/п	№ скв	Мощность	Литология	Номер типа разреза
1	11	65	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами	5
2	31	80	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами	5
3	51	85	Известняк светло-серый, органогенно-детритовый, участками брекчиевидный за счёт включений обломков известняка массивного, водорослевого с крустификационными корочками кальцита	6
4	71	75	Известняк серый, органогенно-детритовый, слоистый, с замковыми брахиоподами и кораллами	8
5	91	65	Известняк серый, органогенно-детритовый, слоистый, с замковыми брахиоподами и кораллами	8
6	22	65	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами	5
7	42	82	Известняк серый, органогенно-детритовый, слоистый, с замковыми брахиоподами и кораллами	8
8	62	95	Известняк светло-серый, органогенно-детритовый, участками брекчиевидный за счёт включений обломков известняка массивного, водорослевого с крустификационными корочками кальцита	6
9	82	75	Известняк серый, органогенно-детритовый, слоистый, с замковыми брахиоподами и кораллами	8
10	13	55	Известняк серый, органогенный, с замковыми брахиоподами и кораллами, слоистый	4
11	33	72	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с клименидами	5
12	43	80	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами	5
13	53	53	Известняк светло-серый, органогенно-детритовый, участками брекчиевидный за счёт включений обломков известняка массивного, водорослевого с крустификационными корочками кальцита	6
14	63	105	Известняк массивный, пятнистый, с крустификационными корочками кальцита, преимущественно водорослевый, с замковыми брахиоподами, рифогенный	7
15	73	105	Известняк массивный, пятнистый, с крустификационными корочками кальцита, преимущественно водорослевый, с замковыми брахиоподами, рифогенный	7
16	83	90	Известняк светло-серый, органогенно-детритовый, участками брекчиевидный за счёт включений обломков известняка массивного, водорослевого с крустификационными корочками кальцита	6
17	93	75	Известняк серый, органогенно-детритовый, слоистый, с замковыми брахиоподами и кораллами	8

18	24	55	Известняк серый, органогенный, с замковыми брахиоподами и кораллами, слоистый	4
19	44	75	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами	5
20	64	90	Известняк серый, органогенный, с замковыми брахиоподами и кораллами, слоистый	4
21	74	105	Известняк массивный, пятнистый, с крустификационными корочками кальцита, преимущественно водорослевый, с замковыми брахиоподами, рифогенный	7
22	84	90	Известняк светло-серый, органогенно-детритовый, участками брекчиевидный за счёт включений обломков известняка массивного, водорослевого с крустификационными корочками кальцита	6
23	15	40	Известняк-ракушняк, белый, с желтоватым оттенком, нечётко горизонтально слоистый, с многочисленными двустворками, редкими гастроподами	3
24	35	55	Известняк серый, органогенный, с замковыми брахиоподами и кораллами, слоистый.	4
25	55	75	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами	5
26	75	90	Известняк светло-серый, органогенно-детритовый, участками брекчиевидный за счёт включений обломков известняка массивного, водорослевого с крустификационными корочками кальцита	6
27	95	86	Известняк светло-серый, органогенно-детритовый, участками брекчиевидный за счёт включений обломков известняка массивного, водорослевого с крустификационными корочками кальцита	6
28	26	40	Известняк-ракушняк, белый, с желтоватым оттенком, нечётко горизонтально слоистый, с многочисленными двустворками, редкими гастроподами	3
29	46	55	Известняк серый, органогенный, с замковыми брахиоподами и кораллами, слоистый	4
30	66	75	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами	5
31	76	80	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами	5
32	86	86	Известняк светло-серый, органогенно-детритовый, участками брекчиевидный за счёт включений обломков известняка массивного, водорослевого с крустификационными корочками кальцита	6
33	17	10	Алевролит темно-серый, с многочисленными ходами пескожилых червей (с ходами илоедов)	2
34	27	20	Алевролит темно-серый, с многочисленными ходами пескожилых червей (с ходами илоедов)	2
35	37	30	Известняк-ракушняк, белый, с желтоватым оттенком, нечётко горизонтально слоистый, с многочисленными двустворками, редкими гастроподами	3
36	57	52	Известняк серый, органогенный, с замковыми брахиоподами и кораллами, слоистый	4

37	77	72	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами	5
38	87	80	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами	5
39	97	85	Известняк светло-серый, органогенно-детритовый, участками брекчиевидный за счёт включений обломков известняка массивного, водорослевого с крустификационными корочками кальцита	6
40	18	0	Область отсутствия горных пород фаменского яруса верхнего отдела девонской системы	1
41	28	0	Область отсутствия горных пород фаменского яруса верхнего отдела девонской системы	1
42	38	10	Алеврит темно-серый, с многочисленными ходами пескожилых червей (с ходами илоедов)	2
43	48	20	Алеврит темно-серый, с многочисленными ходами пескожилых червей (с ходами илоедов)	2
44	58	40	Известняк-ракушняк, белый, с желтоватым оттенком, нечётко горизонтально слоистый, с многочисленными двусторонними, редкими гастроподами	3
45	68	55	Известняк серый, органогенный, с замковыми брахиоподами и кораллами, слоистый	4
46	88	75	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами.	5
47	98	80	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами	5
48	19, 59	0	Область отсутствия горных пород фаменского яруса верхнего отдела девонской системы	1
49	29, 39	0	Область отсутствия горных пород фаменского яруса верхнего отдела девонской системы	1
50	79	65	Известняк серый, органогенный, с замковыми брахиоподами и кораллами, слоистый	4
51	99	75	Известняк чёрный, битуминозный, тентакулитовый, слоистый, с редкими клименидами	5

По каждой карте нужно построить два варианта палеогеографических профилей, ориентируясь на материалы о фациальном и палеотектоническом анализе, которые представлены на страницах настоящего издания.

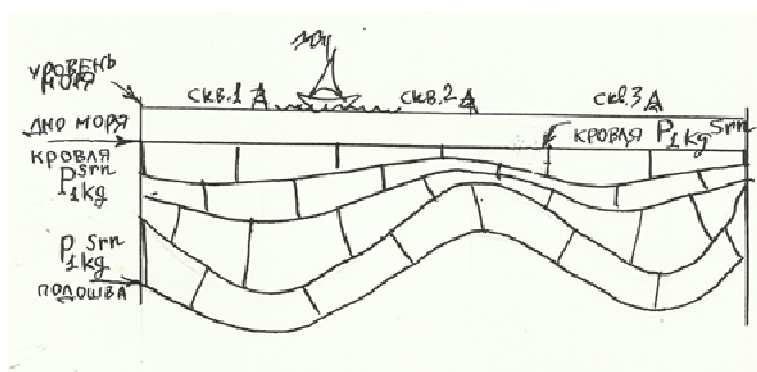


Рис. 7. Первый вариант построения профиля

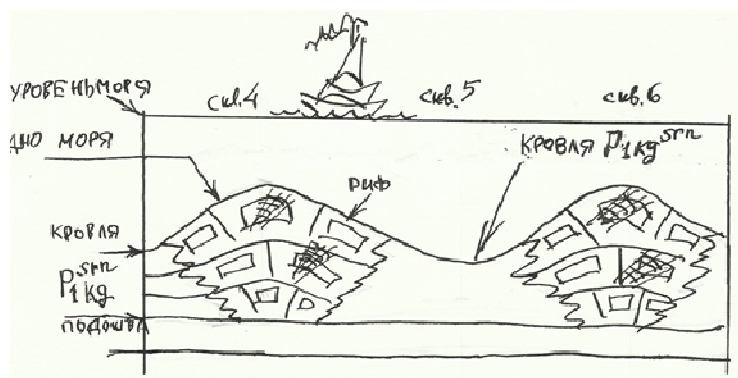
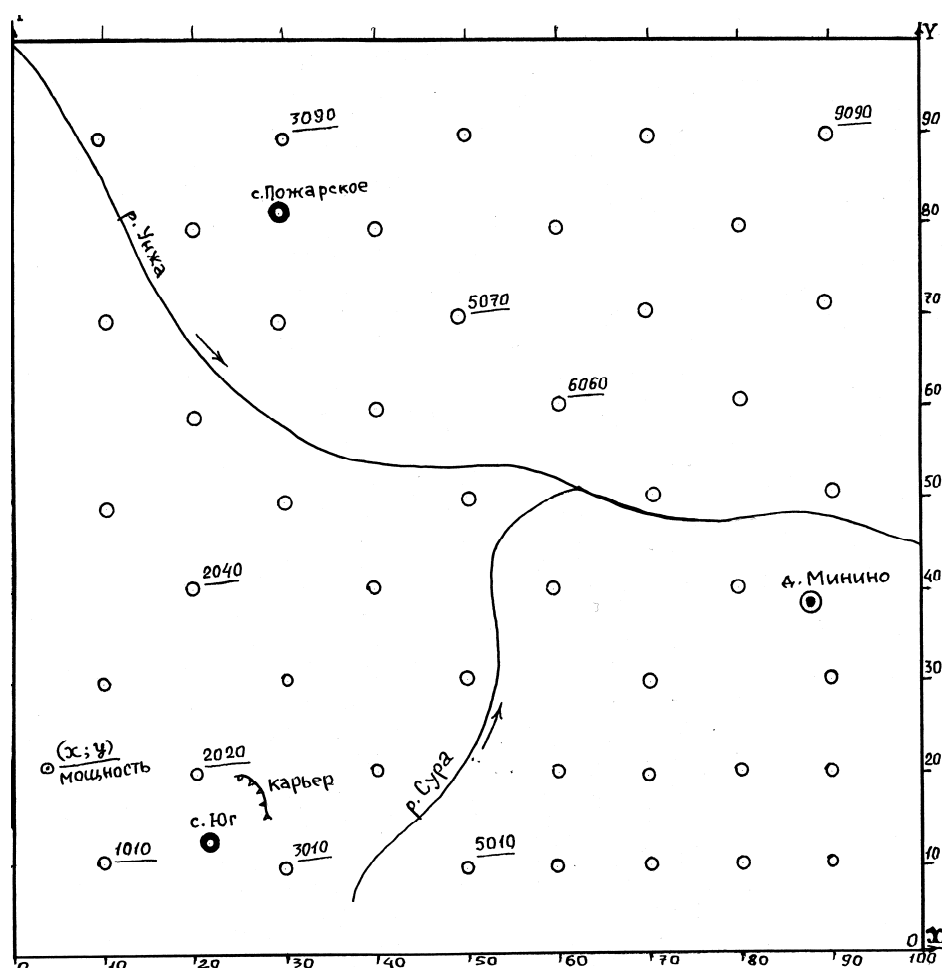


Рис. 8. Второй вариант построения профиля

Какой из профилей точнее показывает строение подошвы кунгурского яруса нижнего (приуральского) отдела пермской системы в конце кунгурского века раннепермской эпохи?

### Вариант 2 Построение и анализ карт. М 1 :100 0000



**Примечание.** Номер каждой буровой скважины складывается из координат (х; у). Например, если прямоугольные координаты скважины ( $x = 30$  ;  $y = 10$ ), то номер скважины 3010. Такой номер имеет скважина, расположенная на восток-юго-восток от села Юг и на запад от истоков реки Сура.

**Таблица мощности фаменского яруса верхнего отдела  
девонской системы в буровых скважинах на территории  
Мининской площади структурно-поискового бурения**

№№ скважин	Мощность, м	№№ скважин	Мощность, м
1010	40	6060	30
1030	10	6080	20
1050	0	7010	70
1070	0	7030	60
1090	0	7050	60
2020	40	7070	30
2040	15	7090	20
2060	0	8020	100
2080	10	7020	60
3010	50	8040	60
3030	30	8060	60
3050	15	8080	30
3070	20	9010	40
3090	0	9020	40
4020	40	9050	60
4040	30	9070	60
4060	30	9090	25
4080	0	9020	40
5010	60	6010	60
5030	35	7010	70
5050	30	(3040)	мощность?
5070	20	(7020)	мощность?
8030	100	(8050)	мощность?
5090	0	(7080)	тип разреза?
6020	60	(8030)	тип разреза?
6040	35	(8030)	фация?

**Примечание.** В скобках указаны номера проектных и пробуренных скважин. Требуется определить:

- 1) литологический тип разреза,
- 2) фациальную обстановку накопления первичного осадка в фаменский век позднедевонской эпохи в этих скважинах,
- 3) ожидаемую мощность фаменского яруса.

**Макроописание керна скважин  
на территории Мининской площади**

<b>№ скважин</b>	<b>Мощность, м</b>	<b>№ скважин</b>	<b>Мощность, м</b>
1010	известняк оолитовый	6060	песчаник т-серый, алевроитистый с многочисленными ходами пескожилых червей «илоедов»
1030	песчаник серый, мелкозернистый, с детритом папоротников	6080	песчаник с отпечатками листьев растений
1050	отложения отсутствуют	7010	известняк слоистый с замковыми брахиоподами
1070	отложения отсутствуют	7030	известняк черный, тентакулитовый, с климениидами, битуминозный
1090	отложения отсутствуют	7050	известняк черный, тентакулитовый, с климениидами, битуминозный
2020	известняк оолитовый	7070	песчаник т-серый, алевроитистый с многочисленными ходами пескожилых кольчатых червей
2040	алевролит с прослоями угля с папоротниками	7090	песчаник с отпечатками листьев, с углефицированным детритом растений
2060	горные породы фаменского яруса в разрезе скважины отсутствуют	8020	известняк массивный, пятнистый, органогенный, мшанководорослевый, с биогермной структурой
2080	конгломерат с базальным цементом из песчаника, с окатанными костями амфибий	7020	известняк темно-серый, мелкодетритовый
3010	известняк оолитовый	8040	известняк слоистый с замковыми брахиоподами
3030	алевролит с прослоями угля с папоротниками	8060	известняк черный, тентакулитовый, с климениидами, битуминозный
3050	песчаник с отпечатками листьев, с углефицированным детритом растений	8080	песчаник т-серый, алевроитистый с многочисленными ходами пескожилых кольчатых червей
3070	песчаник с редкими гальками и включениями костей амфибий и листьев папоротников	9010	известняк слоистый с колониями табулят
3090	горные породы фаменского яруса в разрезе скважины отсутствуют	9020	известняк слоистый с замковыми брахиоподами
4020	доломит оолитовый	9050	известняк слоистый с колониями кораллов и гониатитами
4040	алевролит с тонкими прослоями угля	9070	известняк черный, тентакулитовый, с климениидами, битуминозный

4060	песчаник т-серый, алевролитистый с многочисленными ходами пескожилых кольчатых червей	9090	песчаник т-серый, алевролитистый с многочисленными ходами пескожилых кольчатых червей
4080	отложения отсутствуют	9030	известняк слоистый с замковыми брахиоподами
5010	известняк черный, тентакулитовый, с климениидами, битуминозный	6010	известняк слоистый с колониями кораллов и климениидами
5030	известняк серый, оолитовый, доломитизированный	7010	известняк слоистый с колониями кораллов и редкими тентакулитами
5050	песчаник т-серый, алевролитистый с многочисленными ходами пескожилых кольчатых червей	(3040)	мощность?
5070	песчаник с отпечатками листьев, с углефицированным детритом растений	(7020)	мощность?
8030	доломит пелитоморфный с реликтовой органогенной структурой	(8050)	мощность?
5090	отложения отсутствуют	(7080)	тип разреза?
6020	известняк черный, тентакулитовый, с климениидами, битуминозный	(8030)	тип разреза?
6040	известняк оолитовый	(8030)	фация?

### **Построение карты литофаций при высокой плотности скважин на площади структурного бурения**

При построении карт литологических типов разреза (литофаций) можно рассматривать разные по сложности вертикальные разрезы картируемого стратона. Литофация – это разновозрастное геологическое тело осадочных горных пород, отличающееся составом и (или) строением от соседних разновозрастных латерально-изохронных отложений.

В реальном вертикальном разрезе стратона могут быть встречены один, два, три и более разновидностей осадочных горных пород. Плотность точек наблюдения на площади также может изменяться от минимальной (одна скважина на изучаемой площади) до наибольшей плотности, при которой в масштабе карты точки наблюдения почти касаются друг друга. При высокой плотности расположения точек буровых скважин на карте и при выделении трёх типов осадочных горных пород в вертикальном разрезе стратона обычно используется «литологический треугольник», разделённый на цветные секторы. Однако способы его начертания и использования иногда приводят к ошибкам, так как изображение треугольника не сопровождается информацией о маркировке вершин треугольника, направлениях шкал на сторонах треугольника и направлениях проекций координат точек во внутреннее поле треугольника:

1) существует 24 различных комбинации записи координат положения точки внутри треугольника, когда имена вершин и направления шкал на сторонах треугольника не заданы;

2) существует четыре комбинации для координат положения точки внутри треугольника, если дано положение вершины А в треугольнике задано, задано направление возрастания значений пометок на шкале А, а оставшиеся две вершины В и С не закреплены однозначным положением;

3) существует две комбинации для координат положения точки внутри треугольника, если положение вершины А в треугольнике задано, задано направление возрастания значений пометок на шкале А, а оставшиеся две вершины В и С закреплены однозначным положением.

Таким образом, поскольку все перечисленные варианты встречаются при использовании литологического треугольника, то в этих случаях взаимно однозначного соответствия между заданными координатами точки внутри треугольника и её положения во внутреннем поле равностороннего треугольника не существует.

Для того, чтобы такое взаимно однозначное соответствие координат точки и места точки, соответствующее заданным треугольным координатам, всегда соблюдалось, необходимо выполнить дополнительные условия (рис.9).

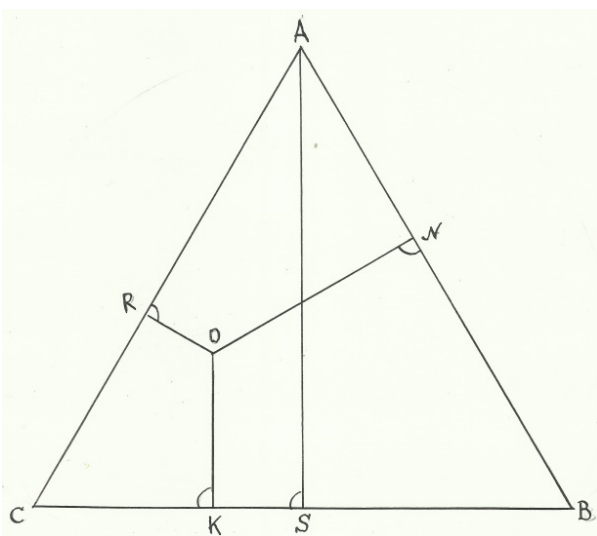


Рис. 9. В равностороннем треугольнике ABC высота AS равна сумме высот на стороны треугольника из произвольной точки O внутри треугольника:

$$AS = OK + OR + ON = 100\%$$

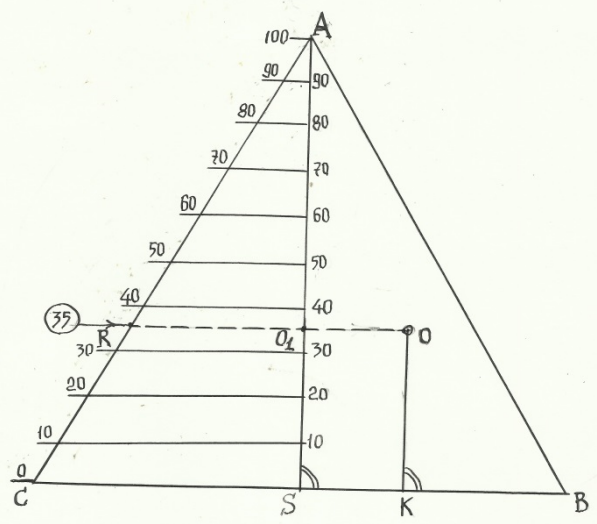


Рис. 10. Серия параллельных прямых делит высоту AS и сторону AC на отрезки с образованием двух 100%-ных шкал с делениями по 10% на AS и AC. Справедливы отношения:

$$OK/AS = O_1S/AS = RC/AC = 35\%/100\%$$

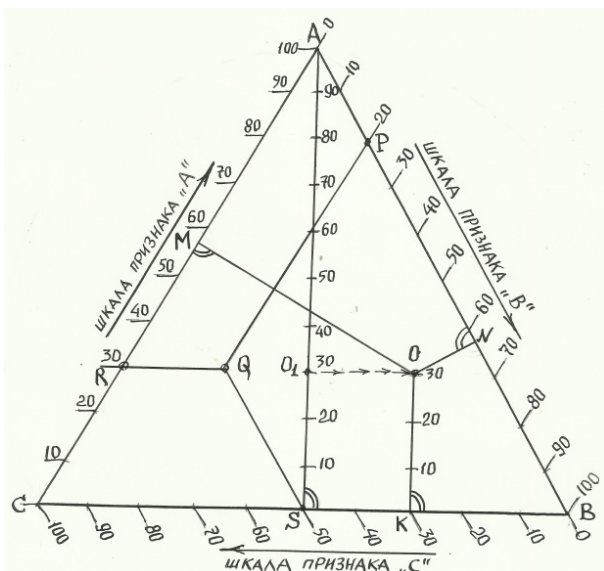


Рис. 11. На сторонах треугольника и его высотах сформированы шкалы, которые соответствуют друг другу. Справедливы отношения:

$$OK/AS = RC/AC$$

Пометки на сторонах треугольника указывают направления проекции точек, например RQ, PQ и SQ

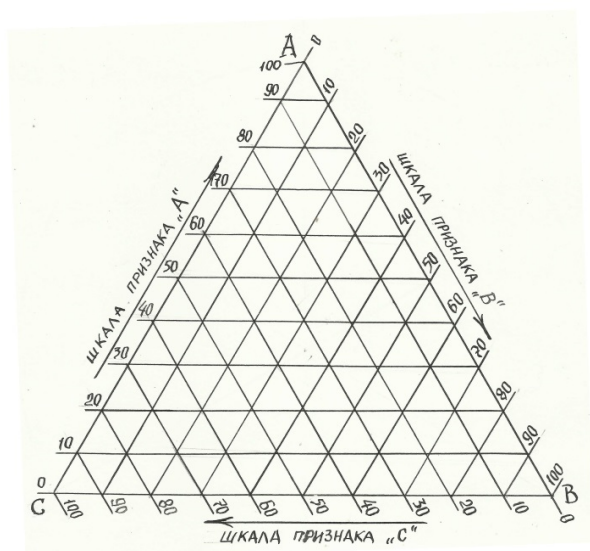


Рис. 12. Треугольник Гиббса

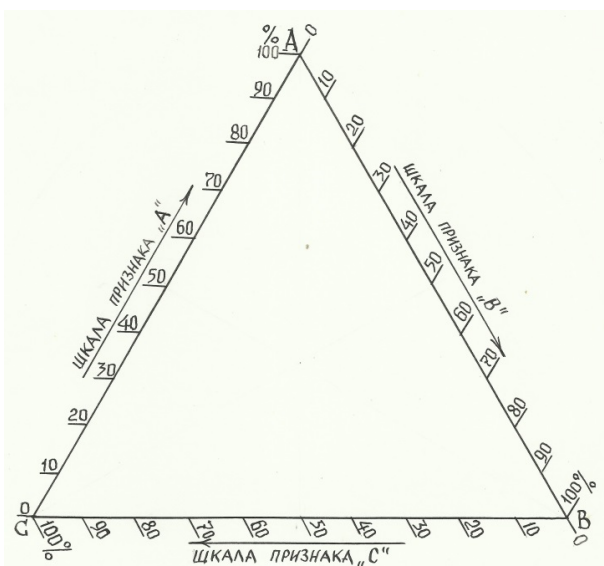


Рис. 13. Номографическая основа стандартного литологического треугольника с направлениями шкал на сторонах треугольника и направленными пометками на сторонах треугольника

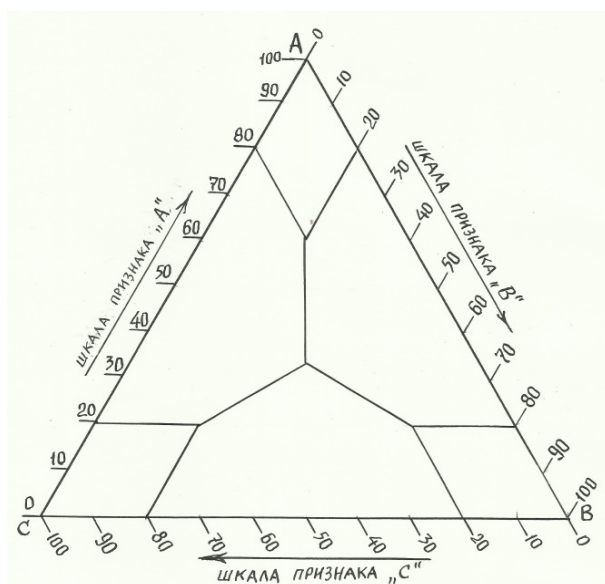


Рис. 14. Один из вариантов разбиения литологического треугольника для составления карты литологических типов разреза: А – известняк, В – доломит, С – ангидрит, АВ – известняково-доломитовый тип разреза, ВС – доломитово-ангидритовый тип разреза, АС – известняково-ангидритовый тип разреза

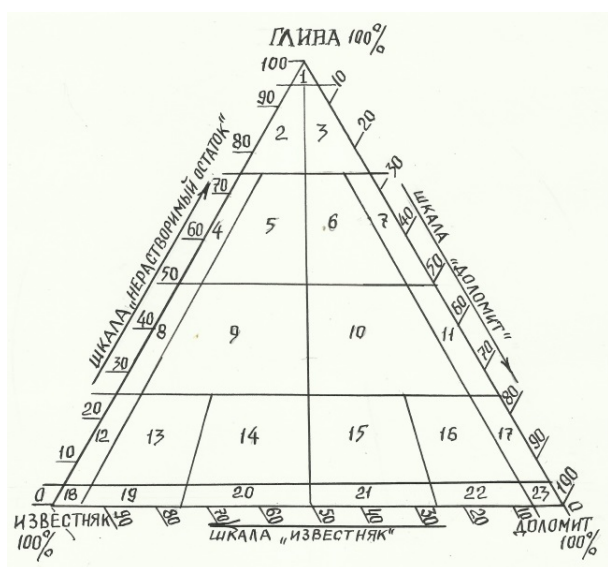


Рис. 15. Классификация и глинисто-карбонатных пород (по Вишнякову, 1933, с изменениями автора) на номографической основе стандартного литологического треугольника

В макете стандартного равностороннего «литологического треугольника» используются теорема о высотах, лемма о параллельных прямых и пропорции треугольника Гиббса-Розебома. Если перечисленные условия не выполняются, то большинство построений на основе таких треугольников будут ошибочными, случайными, трудно воспроизводимыми.

«Литологический треугольник», сходный по геометрии с треугольником Гиббса-Розебома, построим для составления литолого-фациальной карты (карты литологических типов разреза). Этот треугольник целесообразно применять для построения фациальных карт в том случае, если плотность точек наблюдения на карте велика и характеристику вертикального разреза стратона в скважине целесообразно наносить на карту цветными точками, присуждаемыми каждой скважине в соответствии с характеристикой вертикально разреза по сумме трёх литологических разностей. Если литологических разностей больше трёх, то выполняется генерализация и сокращение многочисленных литологи-

ческих признаков до трёх. Эта процедура соответствует условиям теоремы о высотах в равностороннем треугольнике (рис. 9):

$$OR + ON + OK = AS$$

Сумма трёх высот ( $OR + ON + OK$ ) равна 100%, что соответствует высоте  $AS$ , опущенной из вершины треугольника на противоположную сторону.

Это условие делает постановку задачи и её решение определённым, взаимно однозначным.

Построим «литологический треугольник». Если высоту  $AS$  представить в виде шкалы с общей длиной 100%, то, разделив её на десять частей, получим шкалу с делениями 10%, которую (в соответствии с леммой о параллельных прямых линиях, можно спроектировать от высоты  $AS$  на сторону  $AC$  треугольника.

Повторим эту процедуру для каждой из сторон. Получим три шкалы:  $AB$ ,  $BC$ ,  $CA$ , каждая из которых имеет «пометки» (термин номографии) на 100% шкале через 10% от 0% до 100%. При этом всегда выполняется равенство

$$100\% = AS = OK + ON + OM$$

Результаты построения шкал на сторонах равностороннего треугольника с учётом направления проектирования точек показаны на рис. 4 и 5. Направление проектирования указано пометками в виде короткого отрезка на сторонах треугольника. Ставить вместо направляющих отрезков точки на шкалах сторон треугольника не рекомендуется, так как пометка на шкале в виде точки предполагает два направления проектирования, а не одно. Принцип взаимно однозначного соответствия положения точек во внутреннем поле треугольника и треугольных координат точек в этом случае утрачивается.

На рис. 14 приведён пример стандартного шаблона треугольника, предназначенного для построения карты литологических типов разреза. На рис. 15 представлено решение задачи классификации карбонатных и карбонатно-глинистых пород по С.Г. Вишнякову с изменениями автора. В каждом из описанных случаев использована стандартная схема номографической основы треугольника.

При построении литологического треугольника обязательно выполнение следующих требований: 1) стороны треугольника равны, 2) пометки градуированных шкал указывают направление проектирования точек во внутреннее поле треугольника, 3) на каждой стороне треугольника указано направление увеличения признака на шкале и указано название признаков, соответствующих каждой из шкал, построенных на сторонах треугольника.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Фации осадочных горных пород: определение понятия фация, Анализ различных направлений трактовки понятия фация. Основные направления в определении понятия фация.

2. Признаки рифогенных фаций: текстура, структура, особенности роста прижизненного состава биоценоза. Классификация органогенных построек. Сходство и различие «биогермных массивов» и «рифовых массивов» (=«ископаемых рифов»).

3. Фациальные признаки горных пород (литологические, биономические, учет общегеологических данных).

4. Континентальные фации. Область сноса и область аккумуляции. Главные черты осадконакопления на суше. Генетические типы континентальных осадочных образования и их классификация. Соотношение понятий генетический тип осадка и фация.

5. Методика построения фациальной и палеогеографической карты. Названия карт.

6. Сравните морские фации и фации солоноватоводных лагун на основе литологических и биономических признаков.

7. Эволюция континентальных фаций в течение времени формирования земной коры. Особенности современных континентальных фаций. Современные континентальные фации Пермского Приуралья.

8. Литоральные, сублиторальные, верхнениритовые и нижнениритовые современные и ископаемые фации, их биономическая, литологическая, физико-географическая и «общегеологическая» характеристики.

9. Особенности рифогенных фаций. Ископаемые и современные органо-генные постройки. Классификация органогенных построек.

10. Сравните фациальные признаки (вещественный состав, органические остатки, структуры и текстуры) горных пород фаций солоноватоводных лагун и морских фаций.

11. Сравните фациальные признаки (вещественный состав, органические остатки, структуры и текстуры) горных пород фаций солоноватоводных лагун и морских фаций.

12. Литологические и биономические признаки рифогенных фаций. Текстуры, структуры, особенности биоценозов и ориктоценозов рифогенных фаций. Биогермообразователи. Биогермные структуры и текстуры. Рифостроители и рифолюбивые организмы современных морей. Рифостроители и рифолюбивые организмы геологического прошлого.

13. Методика и результаты построения карты литологических типов разреза.

14. Методика и результаты построения карты фаций и палеогеографической карты.

15. Рифогенные толщи, рифовые комплексы и рифовые массивы. Биоритмы. Особенности палеонтологического изучения рифогенных пород.

16. Рифогенные толщи, рифовые комплексы и рифовые массивы. Особенности литологического изучения рифогенных пород. Примеры описания и до-

казательства рифогенной природы фациальных типов горных пород, их фациальный анализ.

17. Соотношение мощности органогенных построек с мощностями подстилающих (более древних), синхроничных (одновозрастных) и перекрывающих (более молодых по отношению к рифогенным) горных пород. Стратиграфические границы первого рода и латеральные стратиграфические границы второго рода.

18. Учет рифогенных фаций при палеотектоническом анализе и поисках ловушек нефти и газа. Рифогенные фации и полезные ископаемые.

19. Фации солоноводных лагун. Влияние климата на вещественный состав горных пород. Фациальные признаки солоноводных лагун, их распространение. Закономерности изменения вещественного состава осадков солоноводных лагун при изменениях солености. Полезные ископаемые. Верхнекамское месторождение солей.

20. Фации и тектоника. Связь фациальных изменений с колебательными движениями земной коры. Циклическое строение осадочных толщ. Связь фациальных изменений с тектоническими структурами и тектоническими движениями земной коры на платформах.

21. Правило Головкинского-Вальтера о связи распространения фаций в вертикальном разрезе и на площади. Исключения из правила. Фациальные ряды одновозрастных фаций.

22. Основной фациальный закон. Соотношение стратиграфических границ изохронных стратиграфических подразделений и литологически однородных фациальных тел. Следствия из основного фациального закона. Особенности понимания термина слой.

23. Фациальный анализ – основной метод генетического изучения осадочных толщ. Общие принципы и составные части фациального анализа. Стратиграфическая привязка наблюдений. Литологический анализ. Биомический анализ. Учет геологических условий процесса формирования фаций. Учет особенностей геологического строения. Системная методология генетического фациального анализа.

24. Фации краевых предгорных депрессий (прогибов). Предуральский прогиб и распространение фаций на трех различных палеогеографических стадиях его формирования. Влияние климата на фациальный состав на примере пермской угленосной формации Воркутинской впадины и эвапоритовой формации Соликамской и Сылвинской впадин.

25. Палеогеография. Палеогеографическая карта. Соотношение и особенности содержания палеогеографических и географических карт. Особенности понимания границ фациальных зон на палеогеографических картах для геологического периода, эпохи, века, времени образования стратиграфического горизонта.

26. Три составные части методики фациального генетического анализа фаций и их роль в определении условий образования осадка по горной породе (литологический анализ, биомический анализ, анализ и учет общих геологических данных). Примеры.

27. Основные черты различия между морскими, лагунными и континентальными фациями. Фациальные признаки горных пород.

28. Органогенные постройки как разновидность морских фаций. Классификация органогенных построек. Признаки рифогенных фаций.

29. Методика построения карты литологических типов разрезов, фациальной карты и палеогеографической карты при существенной плотности буровых скважин на листе карты. Литологические треугольники.

#### *Библиографический список*

Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 608 с.

Ботвинкина Л. Н. Фации и генетический анализ различных отложений / Литологические исследования в Казахстане. Алма-ата: Наука, 1977. С. 20–27 (Тр. ИГН АН КазССР. Т. 36).

Вассоевич Н. Б. Эволюция представлений о геологических фациях // Литологический сборник. Л; М.: Гостоптехиздат, 1948. Т. 1. С. 13–44.

Воронин Ю. А., Еганов Э. А. Фации и формации. Парагенезис (уточнение и развитие основных понятий в геологии). Новосибирск: Наука, 1972, 120 с.

Головкинский Н. А. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. 1868 // Материалы для геологии России. 1869. Т. I. С. 237–415.

Головкинский Н. А. О послетретичных образованиях по Волге в её среднем течении. Казань, 1865. 75 с.

Гринсмит Дж. Петрология осадочных пород. М.: Мир, 1981. 253 с.

Гроссгейм В. А. Бескровная О. В. и др. Методы палеогеографических реконструкций. Л.: Недра, 1984. 271 с.

Давыдова Т. Н., Гольдштейн Ц. Л. О понятиях «фациальный анализ» и «фация» // Бюл. МОИП. Отд. Геол. 1965. № 5. С. 131–136.

Дюфур М. С. Методологические и теоретические основы фациального и формационного анализов. Л.: Изд-во ЛГУ, 1981. 160 с.

Жемчужников Ю. А., Яблоков В. С., Боголюбова Л. И. и др. Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна. М.: Изд-во АН СССР, 1960. Ч. 1. 332 с., Ч. 2. 347 с. – (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 15).

Королук И. К., Михайлова М. В., Равикович А. И., Краснов Е. В., Кузнецов В. Г., Хатьянов Ф. И. Ископаемые органогенные постройки, рифы, методы их изучения и нефтегазоносность. М.: Наука, 1975. 236 с.

Крашенинников Г. Ф. Фации, генетические типы и формации // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1962. №8, С. 3–13.

Крашенинников Г. Ф. Учение о фациях. М.: Высшая школа, 1973.

Крашенинников Г. Ф. Учение о фациях. М.: Высшая школа, 1971. 367 с.

Крашенинников Г. Ф., Волкова А. Н., Иванова Н. В. Учение о фациях с основами литологии. М.: Изд-во МГУ, 1988. 214 с.

Македонов А. В. О типизации и систематике осадочных пород и фаций // Эволюция осадочного процесса на континентах и океанах: Тез. докл. Новосибирск, 1981. С. 136–137.

Маркевич В. П. Понятие «фация». М.: Изд-во АН СССР, 1957. 89 с.

Меннер В. В. Биостратиграфические основы сопоставления морских, лагунных и континентальных свит. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 375 с. (Труды Геологического института АН СССР. Вып. 65).

Михайлова Н. А. Методика составления крупномасштабных литолого-фациальных и палеогеографических карт. М.: Наука, 1973. 54 с.

Мурдмаа И. О. Океанские фации // Океанология. Геология океана. Осадкообразование и магнетизм. М.: Наука, 1979. С. 269–306.

Наливкин Д. В. Учение о фациях. М.-Л.: ГОНТИ. 1932. 208 с.

Наливкин Д. В. Учение о фациях. М.-Л.: ГОНТИ. 1933. 283 с.

Наливкин Д. В. Учение о фациях. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 1. 534 с.

Наливкин Д. В. Учение о фациях. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1956. Т. 2. 393 с.

Немков Г. И., Муратов М. В., Гречишникова И. А. и др. Историческая геология. М.: Недра, 1974. 319 с.

Немцович В. М. Геологические формации. Л.: Недра, 1974.

Ожгибесов В. П. Фации: новая система терминов в классическом подходе решения стратиграфических и палеогеографических задач / Перм. ун-т. Пермь, 2001. 9 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.10.01 № 2248-В 2001.

Павлов А. П. Генетические типы материковых образований ледниковой и послеледниковой эпохи // Изв. Геол. комитета. 1888. Т. 7. № 9. С. 243–262.

Павлов А. П. Дополнения редактора к книге Э. Ога «Геология». М.; Л.: ГОНТИ. 1938. С. 127–128.

Петтиджон Ф. Дж. Осадочные породы. М.: Недра, 1981. 752 с.

Попов В. И., Макарова С. Д., Станкевич Ю. В. и др. Руководство по определению осадочных фациальных комплексов и методика фациально-палеогеографического картирования. Л.: Гостоптехиздат, 1950.

Преображенский Б. В. Современные рифы. М.: Наука, 1986. 245 с.

Романовский С. И. Николай Алексеевич Головкинский. 1834–1897. Л.: Наука, 1979. 192 с.

Современные и ископаемые рифы. Термины и определения: Справочник / И. Т. Журавлева, В. Н. Космынин, В. Г. Кузнецов и др. М.: Недра, 1990. 184 с.

Стратиграфический кодекс. Изд. 2-е, доп. Утв. пленумом МСК 31.01.1991. СПб: МСК – ВСЕГЕИ, 1992. 120 с.

Фролов В. Т. Опыт выделения и систематики генетических типов морских отложений // Вестник МГУ. Серия Геология. 1968. № 6.

Херасков Н. П. Тектоника и формации. М.: Наука, 1967.

Шанцер Е. В. Очерки учений о генетических типах континентальных образований. М.: Наука, 1966. 239 с.

Шванов В. Н. Структурно-вещественный анализ осадочных формаций. СПб.: Недра, 1992. 230 с.

Янин Б. Т. Основы тафономии. М.: Изд-во МГУ, 1983. 184 с.