

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Витебский государственный  
университет имени П.М. Машерова»  
Кафедра географии

# **ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ. ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Часть 1. Методы исследований литосферы**

***Практикум***

*Рекомендовано  
Учебно-методическим объединением  
высших учебных заведений Республики Беларусь  
по естественнонаучному образованию  
в качестве пособия  
для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальности 1-31 02 01 «География»*

*Витебск  
УО «ВГУ им. П.М. Машерова»  
2012*

УДК 551.8(075.8)

ББК 26.323я73

П14

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 7 от 22.12.2011 г.

Авторы-составители: доцент кафедры географии УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат геолого-минералогических наук **А.Н. Галкин**; доцент кафедры географии УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат геолого-минералогических наук **И.А. Красовская**; доцент кафедры геологии и разведки полезных ископаемых УО «ГГУ им. Ф. Скорины», кандидат географических наук **А.И. Павловский**

Рецензенты:

кафедра физической географии мира и образовательных технологий  
Белорусского государственного университета;  
доцент кафедры физической географии мира и образовательных  
технологий Белорусского государственного университета,  
кандидат географических наук *А.Н. Матушко*;  
доцент кафедры общего землеведения и гидрометеорологии  
Белорусского государственного университета,  
кандидат географических наук *Д.Л. Иванов*

**П14 Палеогеография. Введение в методы палеогеографических исследований : практикум / авт.-сост. : А.Н. Галкин, И.А. Красовская, А.И. Павловский. – Витебск : УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012. – Ч. 1: Методы исследований литосферы. – 57 с.**

ISBN 978-985-517-355-8.

Практикум представляет собой первую часть руководства по выполнению практических заданий, предусмотренных типовой учебной программой курса «Палеогеография» для высших учебных заведений Республики Беларусь по специальности 1-31 02 01 «География» (по направлениям). Данное издание состоит из двух разделов. Первый – знакомит студентов с методами определения возраста геосистем, фациального анализа и восстановления древних тектонических движений. Во втором разделе в краткой форме приводятся сведения о палеогеографических картах и разрезах, их назначении и принципах построения.

УДК 551.8(075.8)

ББК 26.323я73

ISBN 978-985-517-355-8

© УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....   | 4  |
| <b>РАЗДЕЛ 1. ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ</b> .....  | 5  |
| 1.1. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....  | 5  |
| <i>Практическая работа № 1. Определение относительного возраста этапов развития литосферы биостратиграфическими методами</i> .....  | 6  |
| 1.2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ ЛИТОСФЕРЫ .....  | 8  |
| 1.2.1. Метод фациального анализа .....  | 8  |
| 1.2.2. Типы фаций .....   | 10 |
| 1.2.2.1. <i>Морские фации</i> .....   | 10 |
| 1.2.2.2. <i>Переходные фации</i> .....  | 20 |
| 1.2.2.3. <i>Континентальные фации</i> .....   | 21 |
| <i>Практическая работа № 2. Метод фациального анализа</i> ..  | 24 |
| 1.2.3. Методы реконструкции тектонических движений прошлого .....   | 28 |
| 1.2.3.1. <i>Анализ геологического разреза</i> .....   | 28 |
| <i>Практическая работа № 3. Реконструкция палеогеографических обстановок на основе изучения древних тектонических движений методом анализа геологического разреза</i> ..... | 29 |
| 1.2.3.2. <i>Анализ мощностей</i> .....  | 33 |
| <i>Практическая работа № 4. Восстановление древних тектонических движений методом анализа мощностей</i> .....   | 39 |
| 1.2.3.3. <i>Анализ перерывов и несогласий</i> .....   | 40 |
| <b>РАЗДЕЛ 2. ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ И РАЗРЕЗЫ</b> .....  | 42 |
| 2.1. ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ .....  | 42 |
| 2.2. ПАЛЕОФАЦИАЛЬНЫЕ ПРОФИЛЬНЫЕ РАЗРЕЗЫ .....   | 44 |
| <i>Практическая работа № 5. Палеогеографические карты и профильные разрезы, их построение</i> .....   | 44 |
| <b>СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....   | 47 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....   | 48 |

## ВВЕДЕНИЕ

Палеогеография – одна из крупных синтезирующих наук о Земле, изучающая с помощью специальных методов географическую оболочку Земли в ее историческом развитии.

Географическая оболочка, ее геосферы (атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера) и природно-территориальные комплексы (океаны и материки, физико-географические страны, зоны, секторы, области и т.д., вплоть до фаций ландшафтов) развиваются непрерывно на протяжении всей истории планеты. Их современное состояние, изучаемое целым комплексом наук о Земле, не более чем статичный момент этого процесса, подобный одному кадру невообразимо длинной киноленты. Современное состояние природы Земли, причины и направленность происходящих изменений, невозможно понять, не зная их прошлых состояний. Изучение истории географической оболочки позволяет глубже познать механизмы взаимодействия компонентов природной среды. Подобно тому как знание истории человеческого общества открывает путь к пониманию причин и смысла, происходящих в нем процессов, знание прошлого природы Земли является неотъемлемой частью естественнонаучного образования.

Учебный курс «Палеогеография» ставит перед собой цель познакомить студентов с процессами становления и развития географической оболочки, а также закономерностями, присущими этим процессам. Эта цель может быть достигнута путем изучения основных принципов и методов палеогеографических исследований, а также различных факторов изменений природных условий прошлого Земли.

При изучении курса предполагается выполнение ряда практических работ, направленных, главным образом, на реконструкции и интерпретации палеоландшафтных, палеоклиматических и палеобиоценологических обстановок.

Предлагаемый практикум представляет собой первую (или вводную) часть руководства по выполнению практических заданий, предусмотренных типовой учебной программой курса «Палеогеография» для высших учебных заведений Республики Беларусь по специальности 1-31 02 01 «География». Его содержание направлено на знакомство с основными методами палеогеографических реконструкций и интерпретаций, палеогеографическими картами и разрезами, их назначением и принципами построения.

Учебное издание составлено опытными преподавателями кафедры географии УО «ВГУ им. П.М. Машерова» и кафедры геологии и разведки полезных ископаемых УО «ГГУ им. Ф. Скорины». Приведенные в нем сведения отвечают современному состоянию наук о Земле.

Практикум написан ясным и четким языком, содержит необходимые теоретические сведения с рисунками и справочные данные в удобной табличной форме, облегчающие восприятие материала и его применение на практике.

## РАЗДЕЛ 1. ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ

### 1.1. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ГЕОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Реконструкция состава и структуры географической оболочки Земли невозможна и даже бессмысленна без точной привязки изучаемого объекта к геохронологической шкале. Выявление закономерностей развития географической оболочки и ее отдельных участков тоже невозможно без геохронологии. Это обусловлено тем, что геохронология дает возможность судить о временной последовательности палеогеографических событий, происходивших в прошлом, путем установления хронологических взаимоотношений между накопившимися слоями горных пород, в которых эти события оказались запечатленными.

Палеогеографические исследования опираются на несколько теоретических положений или принципов. Одним из важнейших среди них является принцип последовательности напластования горных пород, сформулированный в 1669 г. Н. Стенсеном (Н. Стеноном): «При ненарушенном залегании каждый нижележащий слой древнее покрывающего слоя». Этот принцип позволяет установить простые временные отношения типа «раньше–позже» между слоями, толщами.

Другим важным критерием палеогеографических корреляций является принцип, сформулированный Н.А. Головкинским (1868) и, независимо от него, немецким геологом И. Вальтером (1869). Согласно этому принципу, в непрерывном разрезе осадочных толщ друг над другом отлагаются осадки, которые могут образоваться рядом на поверхности суши или на дне бассейна седиментации. Поэтому при трансгрессии или регрессии моря смена осадков по вертикали соответствует их горизонтальной зональности. Таким образом, в каждой осадочной толще уверенно можно считать разновозрастными лишь те осадки, которые простирались параллельно береговой линии древнего бассейна (Истор. геология, 1986). С последним принципом тесно связано положение, высказанное швейцарским геологом А. Грессли (1838), о фациальной изменчивости разновозрастных отложений.

Биостратиграфическое расчленение и корреляция палеогеографических событий основаны на принципе В. Смита. Согласно этому принципу разновозрастные осадки содержат одни и те же или близкие остатки ископаемых организмов. С этим принципом в тесной связи находится и другой, его дополняющий: ископаемые фауны и флоры следуют друг за другом в определенном порядке.

При палеогеографических исследованиях весьма важно учитывать неполноту стратиграфической и палеонтологической летописей. В геологических напластованиях запечатлена только часть палеогеографической истории. Продолжительные ее отрезки соответствуют перерывам в осадконакоплении.

Выделение и корреляцию этапов развития литосферы производят на основе критериев, обусловленных минералого-петрографическими особенностями геологических слоев, их взаимоотношениями и условиями накопления, или же составом остатков животных и растительных организмов, заключенных в породах. В соответствии с этим принято выделять методы, основанные на изучении вещественного состава слоев и их взаимоотношений, — геолого-стратиграфические методы, исследования и сравнении физических свойств горных пород — геофизические методы и основанные на палеонтологической характеристике пород — биостратиграфические или палеонтологические методы (табл. 1). Данные методы позволяют определить относительный возраст этапов формирования литосферы (одни моложе, другие древнее) и коррелировать разновозрастные этапы (Истор. геология, 1986).

Особое место занимают радиогеохронологические методы, позволяющие оценить изотопный или радиометрический возраст пород в единицах астрономического времени (табл. 1).

### **Практическая работа № 1**

(Работа выполняется в пределах 4 академических часов)

**Тема: Определение относительного возраста этапов развития литосферы биостратиграфическими методами.**

**Цель:** овладение навыками метода руководящих ископаемых.

**Задание 1.** (Выполнение задания рассчитано на 3 академических часа). Пользуясь Кратким определителем ископаемых беспозвоночных (Бондаренко, Михайлова, 1984) и учебником «Палеонтология», часть 2 (Михайлова, Бондаренко, 1997):

1. Определить предложенный преподавателем набор окаменелостей беспозвоночных.
2. Разложить определенные окаменелости в колонку по возрасту, наиболее древние должны быть внизу.
3. После проверки определений преподавателем в хронологической последовательности зарисовать окаменелости, записать их характерные признаки в тетрадь для лабораторных занятий.

Таблица 1

### Основные методы определения возраста этапов развития литосферы

| Название методов  | На чем основаны   | Положительные стороны   | Ограничения  |
|---|---|---|--|
| 1   | 2   | 3   | 4  |
| <b>Относительная геохронология</b>  |   |   |  |
| Геологические (литологический, структурный и др. методы)  | На определении последовательности залегания слоев и их взаимоотношений  | Применяются непосредственно в полевых условиях, позволяют расчленять разрезы на отдельные слои, пачки и горизонты, проводить их сопоставление | Используются в пределах единой палеогеосистемы осадочного бассейна   |
| Ритмостратиграфические  | На изучении ритмичности пород в разрезе, отражающей историю развития геосистем  | Применяются для расчленения флишевых, угле- и соленосных толщ, ленточных глин   |  |
| Геофизические   | На сравнении пород по физическим свойствам  | Позволяют расчленять разрезы скважин без отбора керна   |  |
| Биостратиграфические (метод руководящих ископаемых, органических комплексов; эволюционный, палеоэкологический и др. методы) | На сравнении пород по содержащимся в них органическим остаткам  | Основные методы. Позволяют детально выделять этапы развития палеогеосистем  | Трудно использовать при изучении «немых толщ»  |
| <b>Абсолютная геохронология</b>   |   |   |  |
| Урано-ториево-свинцовый   | Методы основаны на изучении радиоактивного распада химических элементов, скорость которого постоянна и не зависит ни от каких условий. Суть методов – в измерении количества дочернего изотопа, образовавшегося при радиоактивном распаде материнского изотопа. Так как скорость распада известна, то по соотношению количества материнского и дочернего изотопов можно определить возраст минерала | Используются для определения возраста изверженных и метаморфических пород   | 1) относительно невысокая точность (3–5%), что не позволяет разработать детальную абсолютную геохронологию;<br>2) искажение результатов из-за метаморфизма пород;<br>3) высокая стоимость;<br>4) отсутствие во многих горных породах радиоактивных элементов |
| Калий-аргоновый   |   | Применяется для установления возраста магматических и осадочных пород   |  |
| Радиоуглеродный   |   | Позволяет определять возраст четвертичных отложений   |  |
| Рубидиево-стронциевый   |   | Используется для установления возраста докембрийских и палеозойских магматических и метаморфических пород                                     |  |
| Самарий-неодимовый  |   | Применяется для определения возраста глубокометаморфизованных раннедокембрийских пород  |  |

**Задание 2.** (Выполнение задания рассчитано на 1 академический час). Используя Малый атлас руководящих ископаемых (Бодылевский, 1990):

1. Определить возраст известняков, в которых обнаружены остатки *Choristites mosquensis* Fischer.

2. Определить возраст мергелей, вмещающих в себя остатки *Inoceramus crippsi* Mantell.

3. В пластах известняка найдены кораллы *Calceola sandalina* Lamarck, определить возраст вмещающих отложений.

4. В доломитовой толще обнаружены остатки головоногого моллюска *Clymenia laevigata* Münster, определить возраст доломитов.

5. Определить возраст глинистых сланцев, согласно залегающих на известняках с *Conchidium vogulicus* Verneuil и согласно перекрывающихся песчаниками с редкими *Manticoceras intumescens* Beyrich.

6. Определить возраст песчаников, лишенных органических остатков. Известно, что они согласно залегают на глинах с *Actinocamax primus* Arkhangelsky и без перерыва переходят в известняки с пеллециподами *Inoceramus involutus* Sowerby.

7. В известняках встречены *Phacops fecundus* Barrande, *Conchidium vogulicus* Verneuil. Какого возраста этот известняк?

8. К какому возрасту следует отнести отложения, содержащие следующий комплекс органических остатков: *Hippurites* sp., *Echinocorys ovatus* Leske, *Belemnitella americana* Arkhangelsky.

9. Определить возраст мергелей, в которых найдены *Mastra subcaspia* Andrussow хорошей сохранности и редкие окатанные экземпляры *Arcicardium cf. acardo* Decays.

## 1.2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ ЛИТОСФЕРЫ

### 1.2.1. Метод фациального анализа

Тесная связь окружающей среды и всех образующихся осадочных горных пород (или уже образовавшихся) отражается в понятии **фация**, под которой понимается часть слоя со всеми характерными литологическими и палеонтологическими признаками, обособляющими эту часть слоя от соседних. Подобные признаки и их изменения следует называть фациальными.

Фаии отражают место формирования пород (суша, море), глубину бассейна аккумуляции (шельф, ложе океана, внутриконтинентальная впадина), климатические, геохимические, геотектонические условия и т.д. Следовательно, основой палеогеографических



реконструкций является **фациальный анализ**. Академик К.К. Марков считал фации «ячейками палеогеографической памяти».

Фациальный анализ складывается из двух достаточно равнозначных частей: биофациального и литофациального анализов (табл. 2).

Таблица 2

### Схема проведения фациального анализа

|   |                   |   |                  |              |               |                 |
|---|-------------------|---|------------------|--------------|---------------|-----------------|
| <b>I. Биофациальный анализ</b> (определение условий среды на основе изучения органических остатков и следов жизнедеятельности организмов)   |                   | <b>II. Литофациальный анализ</b> (определение условий среды по составу и текстурно-структурным особенностям пород)  |                  |              |               |                 |
| Определяется характер захоронения организмов ( <i>ориктоценоз</i> или <i>ископаемый биоценоз</i> ). С этой целью анализируются степень сохранности органических остатков, их сортировка, расположение, место обитания и образ жизни |                   | Изучаются цвет, состав, зернистость, плотность, вторичные изменения, слоистость пород; текстуры поверхностей напластования, структурные особенности пород и др. |                  |              |               |                 |
| <b>III.</b> С учетом данных биофациального и литофациального анализов определяются условия формирования отложений   |                   |   |                  |              |               |                 |
| Температура вод   | Степень солености | Гидродинамика   | Глубина бассейна | Освещенность | Газовый режим | Характер грунта |
| <b>III.</b> На этом этапе проводится <b>анализ общегеологических данных</b> (площадь распространения отложений, мощность, взаимоотношения с подстилающими и перекрывающими отложениями, изменения по простиранию и т.д.)            |                   |   |                  |              |               |                 |
| <b>IV.</b> <b>Реконструируется палеогеографическая обстановка изучаемой палеогеосистемы</b>   |                   |   |                  |              |               |                 |

**Биофациальный анализ** заключается в определении условий среды при помощи изучения органических остатков и результатов жизнедеятельности организмов.

Для проведения такого исследования необходимо иметь представление об условиях жизни растений и животных, об основных факторах, определяющих их распространение и развитие (рис. 1, табл. 3). Существует целая наука – экология, занимающаяся изучением взаимоотношения организмов и окружающей их среды как органической, так и неорганической. Соответственно, палеоэкология выясняет связи когда-то существовавших организмов со средой, которая их окружала.

Основной средой накопления осадков является вода. Поэтому при решении самых общих вопросов биофациального анализа нужно знать условия, определяющие расселение организмов в водной

среде: глубину, соленость, свет, температуру, газовый режим, движение воды, характер грунта и т.д.

**Литофациальный анализ** дает определение условий среды по составу и структурно-текстурным особенностям горных пород. Например, литологический состав отражает место формирования пород, глубину бассейна аккумуляции, степень удаленности источников сноса и характер слагающих их пород, геохимическую, климатическую обстановку и органический мир в бассейне осадконакопления.

Гранулометрический состав отражает степень удаленности источника, состав слагающих его пород, направление и интенсивность движения транспортирующих частиц воздушных или водных потоков.

Цвет указывает на климатические и химические условия образования пород.

Текстура, т.е. совокупность признаков строения породы, определяется ориентировкой и относительным расположением ее составных частей, что, в свою очередь, обусловлено механическими или биохимическими факторами.

Аутигенные минералы, т.е. минералы, новообразованные в седиментационных бассейнах за счет протекающих в донных растворах химических реакций, отражают их геохимическую обстановку.

## 1.2.2. Типы фаций

**1.2.2.1. Морские фации.** В морских бассейнах осадки располагаются в прямой зависимости от рельефа ложа, от удаленности береговой линии и источника сноса, характера слагающих его пород, транспортирующих агентов (водных и воздушных потоков, гравитационного фактора), климатических условий и т.п. Однако определяющим фактором является рельеф морского дна. Поэтому, прежде чем приступить к знакомству с морскими фациями, рассмотрим схему рельефа морских (океанических) бассейнов.

К основным морфологическим элементам рельефа морского дна относятся: береговая зона, материковая отмель (шельф), материковый склон, ложе океана и глубоководные впадины (рис. 2).

Соответственно по условиям, благоприятствующим обитанию в морях органического мира, и в зависимости от толщи водных масс выделяются неритовая, батинальная, абиссальная и ультраабиссальная области (Короновский и др., 2008).

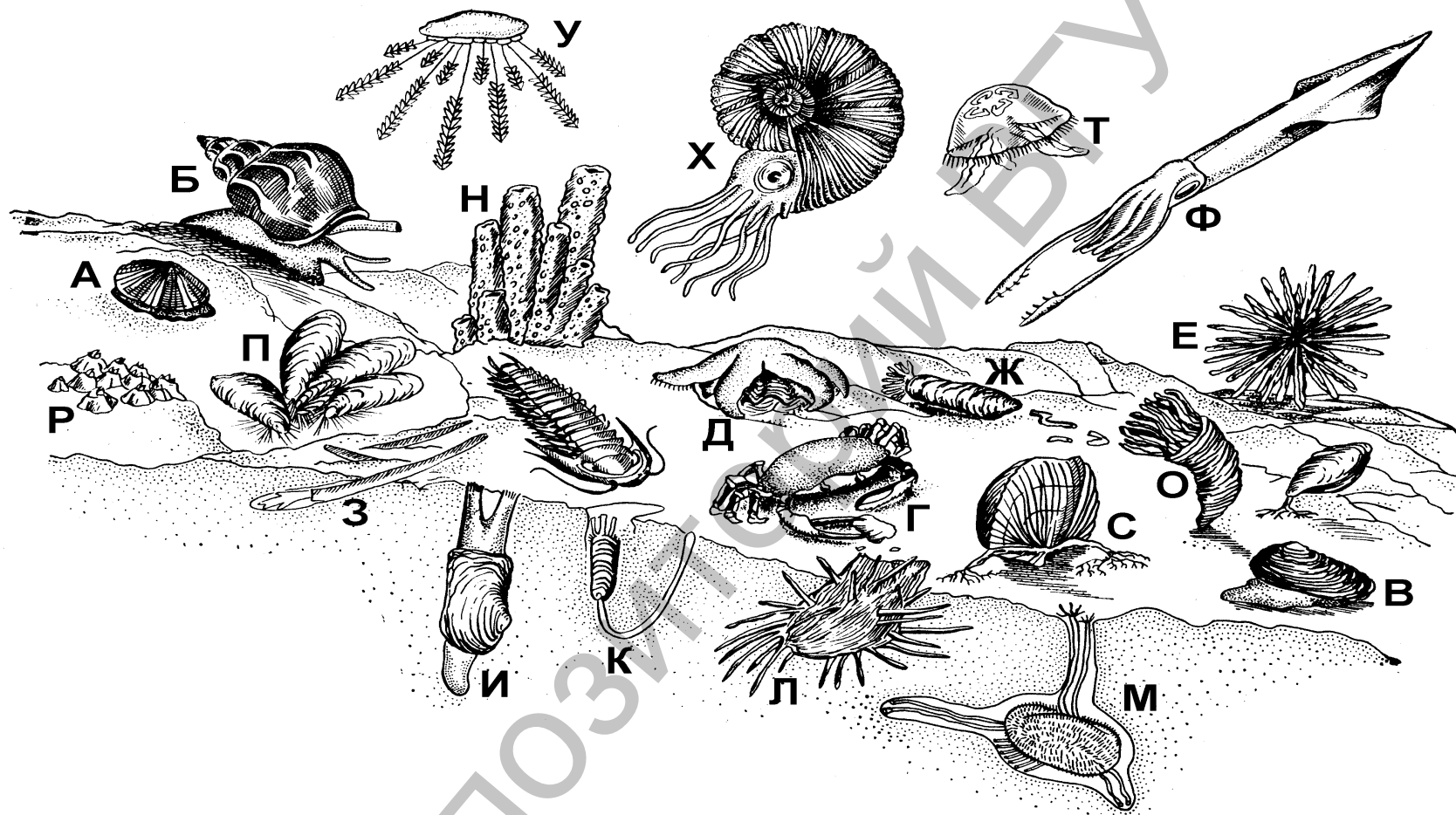


Рис. 1. Схема образа жизни морских беспозвоночных (по Михайловой, Бондаренко, 1997).

Условные обозначения: А–Ж – подвижный ползающий бентос, представленный моллюсками – гастроподами (А, Б) и двустворками (В), членистоногими (Г), иглокожими – морскими звездами (Д), морскими ежами (Е) и голотуриями (Ж); З–Л – подвижный зарывающийся бентос, представленный моллюсками – скафоподами (З) и двустворками (И), брахиоподами (К), иглокожими – морскими ежами (Л); М – неподвижный свободно лежащий бентос, полупогруженный в осадок, представленный брахиоподами; Н–С – неподвижный прикрепленный бентос, представленный губками (Н), кораллами (О), моллюсками – двустворками (П – прикрепление с помощью биссусных нитей), членистоногими (Р – прикрепление цементацией), брахиоподами (С – прикрепление ножкой); Т–У – планктон, представленный медузами (Т) и граптолитами (У); Ф–Х – нектон, представленный головоногими моллюсками – кальмарами и аммонитами.

## Сведения об образе жизни отдельных групп флоры и фауны

| Название                             | Образ жизни   | Распространение   | Соленость              | Температура среды  |
|--------------------------------------|---|---|------------------------|--|
| 1                                    | 2   | 3   | 4                      | 5  |
| Цианобионты (сине-зеленые организмы) | Бентос и планктон   | Мелководье морей (до 60 м) и пресные водоемы  | Эвригаллинные          | Широкий диапазон (от $-1,8$ до $+80^{\circ}\text{C}$ ); эвритермные            |
| Диатомеи                             | Бентос и планктон   | Моря от литорали до абиссали, пресные водоемы. Диатомовые илы в морях обычно накапливаются на глубинах от 1 до 5–7 км и ниже                                    | Стено- и эвригаллинные | Широкий диапазон (от 0 до $+70^{\circ}\text{C}$ ); эвритермные                 |
| Фораминиферы                         | Бентос и планктон   | Моря от литорали до абиссали, пресные водоемы. Бентосные характерны для шельфа, захоронение планктонных происходит до «критической границы» карбонатонакопления |                        | Теплые воды  |
| Радиолярии                           | Планктон  | Радиоляревые илы преимущественно накапливаются на глубинах более 4 км   | Стеногаллинные         | Теплые, реже – холодные воды   |
| Археоциаты                           | Прикрепленный или свободнолежащий бентос                                      | Мелководье морей (20–50 м, редко 100 м)   |                        | Теплые моря  |
| Кораллы                              |   | В морях до 3000 м и более; широко: 180–550 м, колониальные кораллы – на глубинах до 60 м  |                        | Основная масса колониальных кораллов обитает при $+18,5 - +36^{\circ}\text{C}$ |
| Гастроподы                           | Подвижный бентос, реже – планктон, присасывающиеся, сверлящие, наземные формы | Моря (мелководье, редко – абиссаль), лагуны, пресные водоемы, суша  | Эвригаллинные          | Во всех климатических поясах   |
| Двустворки                           | Бентос  | Моря (мелководье, редко опускаются на большие глубины) и пресноводные водоемы   |                        |  |
| Аммоноидеи                           | Нектон, реже – бентос   | Палеозойские – мелкий шельф, триасовые освоили и более глубокие части моря, в юре и мелу распространились до батии  | Стеногаллинные         |  |
| Белемниты                            | Нектон  | В открытых морях  |                        |  |
| Трилобиты                            | Подвижный бентос  | Мелкое море   |                        | Теплые воды  |
| Эвриптериды                          | Нектон  | Пресные и солоноватые водоемы   | Эвригаллинные          |  |
| Остракоды                            | Бентос, планктон  | Лагуны, пресноводные водоемы, моря до 200 м   |                        | Широкий диапазон   |

| 1           | 2  | 3  | 4              | 5  |
|-------------|--|--|----------------|--|
| Мшанки      | Колониальный, прикрепляющийся бентос                       | Пресные водоемы, моря от приливно-отливной зоны до 8 тыс. м (наиболее широко до 500 м) | Эвригаллинные  | Широкий диапазон (от -2 до +29°C); эвритермные |
| Брахиоподы  | Прикрепленный (реже – свободнолежащий) бентос              | Моря до 5800 м, чаще – мелководье  | Стеногаллинные | Теплые моря                                    |
| Морские ежи | Подвижный бентос   | Моря от литорали до абиссали (в основном на мелководье)                                |                | Разные широты (в основном теплые моря)         |
| Криноидеи   | Бентос прикрепленный, ползающий, планктон и псевдопланктон | В палеозое – неглубокое море, с мезозоя освоили большие глубины абиссали               | Нормальная     |  |

Таблица 4

## Литофациальный анализ

| Особенности пород                   |                         |   | Условия образования  |   |
|-------------------------------------|-------------------------|---|--|---|
| 1                                   |                         |   | 2  |   |
| Цвет                                | Белый (светло-серый)    | Цвет многих минералов осадочных пород: кальцита, доломита, гипса, ангидрита, каолинита и др. (сохраняется в случае отсутствия примесей) | Типичен для морских отложений, за исключением каолинита – продукта глубокого выветривания первичных минералов в обстановке влажного тропического климата |   |
|                                     | Черный и серый          | Обусловлен присутствием в породе органического вещества (углистого, битуминозного) и сопутствующих ему сульфидов железа и меди          | Типичен для отложений, сформировавшихся в гумидном климате   |   |
|                                     | Зеленый                 | Указывает на возможное присутствие глауконита, соединений закисного железа, меди  |  |   |
|                                     | Красный, бурый и желтый | Тонко рассеянные окислы железа  | Образуются при выветривании минералов с высоким содержанием железа, в окислительной обстановке аридного климата  |   |
| Слоистость                          | Отсутствие              | Осадконакопление происходило в стабильных условиях  |  |   |
|                                     | Наличие                 | Отложение в среде с нестабильными условиями   | Параллельная слоистость  | Формирование осадка в спокойной среде           |
|                                     | Косая слоистость        |   | Образуется при движении воды или ветра   |   |
| Текстуры поверхностей напластования | Знаки ряби              | Симметричная рябь   | Рябь имеет острые гребни и округлые впадины  | Моря (глубина до 20–40 м), реже – крупные озера |
|                                     |                         | Несимметричная рябь   | Водная (рябь высокая, короткая)  | Реки гумидных областей                          |
|                                     |                         |   | Ветровая (рябь низкая и длинная)   | Аридные области                                 |

|   | 1  | 2  |                     |                                |
|---|--|--|---------------------|--------------------------------|
| Текстуры<br>поверхностей<br>напластования | Трещины высыхания  | На суше и в отливной зоне моря при сухом, жарком (чаще – в пустынях), реже – умеренном климате   |                     |                                |
|   | Глиптоморфозы по кристаллам каменной соли  | На суше по берегам соленых озер, пересыхающих лагун в сухом и жарком климате; характерны для пустынных образований   |                     |                                |
|   | Следы жизнедеятельности организмов   | На суше, в приливно-отливной зоне, на морском дне на разных глубинах   |                     |                                |
| Размер обломков                           | Крупные обломки располагаются ближе к источнику сноса, чем дальше от него, тем меньше будут размеры обломков                                 |  |                     |                                |
| Расположение обломков                     | Позволяет определить направление движения воды; в русле реки гальки разворачиваются по течению, в зоне приобья – параллельно береговой линии |  |                     |                                |
| Степень окатанности обломков              | Плохо окатанная галька   | Конусы выноса временных потоков, верховья рек, делювий   |                     |                                |
|   | Хорошо окатанная галька  | Морское побережье  |                     |                                |
|   | Песок с полуокатанными зернами   | Речные долины  |                     |                                |
|   | Окатанные и полуокатанные зерна песка  | Морское побережье, пустыни   |                     |                                |
| Характер поверхности обломков по роду     | Гладкая поверхность  | Подвижная водная среда   |                     |                                |
|   | Борозды, шрамы, царапины   | Деятельность ледников  |                     |                                |
|   | «Пустынный загар», шагреновая поверхность  | Пустыни  |                     |                                |
| Минералы                                  | Устойчивые минералы  | Остаются в породе при длительном переносе или долгом выветривании осадка   |                     |                                |
|   | Пирит, марказит  | Морские водоемы в застойных водах без доступа кислорода: если отсутствует фауна – сероводородное заражение бассейна, бентосные организмы – восстановительная среда, болота |                     |                                |
|   | Гематит  | В окислительной среде  |                     |                                |
|   | Шамозит  | Глубина образования 10–70 м в морях  |                     |                                |
|   | Гетит, лимонит   | Образуются в условиях полного доступа кислорода и влаги  |                     |                                |
|   | Сидерит  | В мелководных лагунах и морских заливах или на значительных глубинах, но всегда в застойных водах при недостатке кислорода, иногда в болотах                               |                     |                                |
|   | Гипс   | В лагунах, реже – озерах аридных областей  |                     |                                |
|   | Каменная и калийная соли   | В замкнутых морях, в лагунах при интенсивном испарении воды (аридный климат)   |                     |                                |
|   | Фосфорит   | Шельф на гл. до 150 м в областях гумидного и аридного климата  | Пластовые фосфориты | Закрытый шельф                 |
|   |  |  | Конкреции           | Открытый шельф, заливы, лагуны |
| Глауконит                                 | За пределами литорали до глубин 300–500 м в океанах и 100–200 м в эпиконтинентальных морях   |  |                     |                                |

**Неритовая** область простирается от поверхности до глубин около 200 м и охватывает часть морского дна, в которую проникает солнечный свет, достаточный для жизнедеятельности растительных организмов; характеризуется постоянными более или менее сильными движениями воды и изменчивой температурой. Это наиболее богатая жизнью часть моря. Здесь обитают организмы, живущие в морской среде и отличающиеся исключительным разнообразием.

Область подразделяется на 3 зоны: **супралитораль**, расположенную выше уровня максимального прилива и эпизодически заплескиваемую морским прибоем, **литораль**, осушаемую во время отливов, и **сублитораль**, постоянно находящуюся под уровнем воды (рис. 2).

**Батиальная** область соответствует материковому склону. Она подразделяется на две зоны – **эпибатияль** и **батияль**. Первая охватывает глубины от 200 до 500 м и располагается на внешней части шельфа (рис. 2). В ней встречаются многие сублиторальные виды, которые опускаются на глубину до 500 м, а также некоторые глубоководные формы, поднимающиеся из батияли. Для батияли характерны гемипелагические илы – смешанные тонкие терригенные и пелагические осадки – и обедненный состав донной фауны при полном отсутствии остатков растений. Собственно батиальная зона располагается на глубинах от 500 до 1700 м (по некоторым оценкам – до 3000 м). Ее ширина определяется шириной материкового склона.

Батияль представляет собой зону, где осадки перемещаются вдоль материкового склона в виде оползней и разносятся мутьевыми потоками. Температура морской воды и ее соленость отличаются постоянством. Органический мир беден. Преобладают пелагические формы.

**Абиссальная** область располагается на глубине более 1700 м и охватывает подножие континентального склона и ложе океана (рис. 2). В ней отсутствует свет, движения воды, преобладают низкие постоянные температуры и высокие давления, органический мир довольно беден. У животных отсутствует зрение. Преобладают пелагические нектонные и планктонные организмы, обитающие в верхних слоях воды. В зоне материкового подножия развиты терригенные осадки, а на океаническом ложе – пелагические илы разного состава.

**Ультраабиссаль** – область, приуроченная к глубоководным желобам. Органический мир развит исключительно слабо.

В зависимости от глубины образования морские фации подразделяются на прибрежные, мелководные, умеренно глубоководные и глубоководные.

**Прибрежные фации** возникают в зоне прилива и отлива (литорали) и могут быть разнообразны по составу. У скалистого берега формируются грубообломочные отложения – глыбы, щебень, дресва,

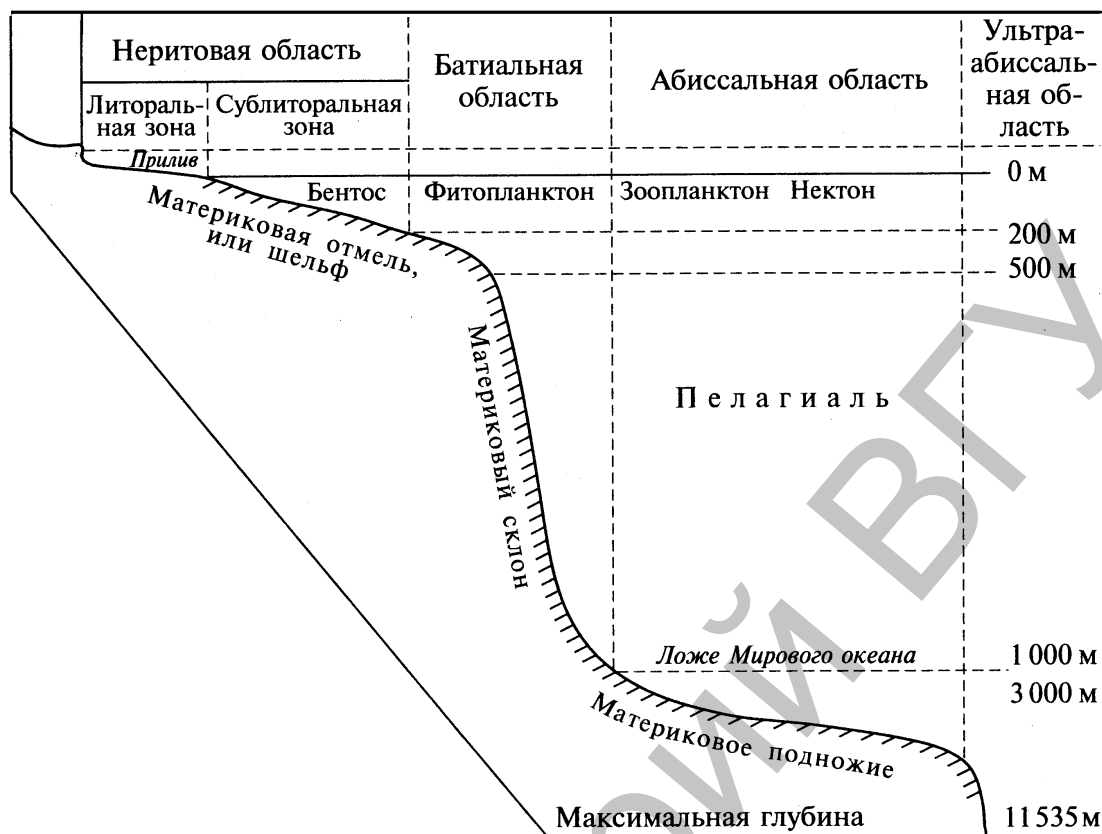


Рис. 2. Морфологические элементы рельефа дна Мирового океана (по Славину, Ясаманову, 1982).

которые постепенно окатываются, превращаясь в валунник, галечник и гравийник. Цементация обломков приводит к появлению осадочных брекчий и конгломератов. У пологого берега накапливаются грубозернистые пески, гравий из хорошо окатанного и сортированного материала со знаками ряби. Знаки ряби у самого берега асимметричные с закругленной вершиной и более крутым склоном, направленным в сторону накатывания волн, т.е. береговой линии. Глубже волновая рябь становится более симметричной с острыми вершинками. В осадках встречаются остатки водорослей в виде целых или разорванных нитей, стволы деревьев и битый ракушечник. Иногда мельчайшие обломки раковин образуют характерную породу – детрит. Так постепенно формируются детритовые пески. При скреплении их цементом из глины или известняка образуется детритовый известняк.

При низменном глинистом берегу будут накапливаться глинистые илы с трещинами высыхания, следами капель дождя, отпечатками лап животных на свободной поверхности осадка.

**Мелководные фацции** накапливаются в пределах sublittoral от линии отлива до глубины 70–100 м и характеризуются признаками, указывающими на подвижность воды: косой слоистостью, хорошей



сортировкой, обилием и разнообразием органических остатков, сочетанием обломочных и биогенных пород с отложениями коллоидно-химического происхождения.

Среди обломочных пород широким распространением пользуются пески и песчаники, чаще – кварцевые, реже – полевошпатовые, магнетитовые, гранатовые. Пески имеют волнообразную слоистость, при которой образуются симметричные склоны валиков. Характерно распределение осадков – ближе к берегу накапливаются хорошо сортированные крупные пески, дальше от берега – мелкозернистые пески, затем алевриты (алевролиты).

На мелководье формируются как обломочные, так и биогенные осадки – различные известняки, мел и др. Весьма характерно развитие биогенных известняков из бентосных зарывающихся форм двустворчатых моллюсков, брахиопод. Окраска пород и раковин светло-серая, свидетельствующая об окислительной среде. Образование коралловых и археоциатовых известняков указывает на глубину моря 20–50 м и тропический климат. Распространены губковые известняки, а также известняки из остатков фораминифер – фузулиновые, швагериновые, нуммулитовые, указывающие на глубину 50–100 м. На этой же глубине формируются известняки из остатков раковин двустворчатых моллюсков, а также брахиоподовые известняки с размерами раковин 2–3 см.

Наиболее глубоководными из биогенных известняков являются водорослевые, образующиеся на глубине 100–110 м, мшанковые – от 90 до 200 м и криноидные – в средней части шельфа.

Белый писчий мел, состоящий в основном из остатков золотистых водорослей и глобигериновых фораминифер, накапливается на разных глубинах. Если в нем имеется примесь обломочного материала, массивные раковины мелководной фауны (иноцерамусов, эхинокорисов и др.) и мощность его измеряется десятками метров, то писчий мел является, несомненно, мелководным образованием. Писчий мел без примеси обломочного материала, не содержащий остатков мелководной фауны и имеющий небольшую мощность, очевидно, является более глубоководным.

Хемогенные осадки менее распространены в этой фации и представлены оолитовыми известняками, имеющими бобовую текстуру и формирующимися в аридном климате побережий. При тропическом влажном климате в эту зону из коры выветривания сносятся продукты химического выветривания, и происходит переотложение бокситов, бурых железняков и марганцевых гидроксидных руд с образованием у них оолитовой (бобовой) текстуры. Такая текстура указывает на осаждение гидроксидов из коллоидных растворов вокруг мельчайших зародышей.

Глауконит и фосфорит накапливаются в виде примеси в песках и алевритах, характерных для глубин 100–500 м. Глауконит окрашивает

песок в зеленоватый цвет, фосфорит – в темно-серый цвет. Их накопление свидетельствует об обогащении вод двухвалентным железом и фосфором на глубинах 200–500 м и формировании слабо восстановительной среды. Чаще фосфорит образует мелкие конкреции размером 1–5 см диаметром.

**Умеренно глубоководные фации** образуются на глубинах от 70–100 до 500 м, т.е. в нижней части шельфа и наверху континентального склона в условиях слабой подвижности и освещенности вод. Жизнь здесь значительно беднее. Эту область населяют илоеды, трупоеды и хищники. Донная фауна представлена мшанками, морскими лилиями и ежами, кремниевыми губками, некоторыми двустворками, гастроподами и одиночными кораллами. Скелетные образования у этих организмов нежные, тонкие, хрупкие. Для этой зоны характерно большое однообразие и постоянство условий, и потому отложения здесь также довольно однообразны.

Из терригенных осадков здесь преобладают алевроитовые осадки с примесью глины и известняка, из которых впоследствии образуются известковые алевролиты и мергели, характеризующиеся тонкой горизонтальной слоистостью. Это происходит за счет медленного осаждения наиболее тонкого материала, выносимого из более мелководных зон, а также глинистых минералов, возникающих в море в результате химических превращений.

Органогенные отложения встречаются редко. Они образуются за счет планктонных организмов: диатомей, радиолярий, планктонных фораминифер, птеропод, а также за счет игolocек кремневых губок. Диатомеи, накапливаясь, образуют диатомовые илы, которые затем превращаются в диатомит и трепел, а игolocки кремневых губок – «губковые» илы. Среди ископаемых фаций аналогом «губковых» илов является спонголит, состоящий более чем на 50% из кремневых спикул. Раковинки фораминифер и птеропод дают начало карбонатным илам.

Отложения хемогенного происхождения здесь представлены пластовыми фосфоритами (до глубины 200 м), а также кремнистыми (в областях подводного вулканизма) и карбонатными породами.

**Глубоководные фации.** Эта категория морских отложений объединяет породы, накапливающиеся в пределах континентального склона (батиальные фации) и океанического ложа (абиссальные фации), т.е. на глубинах более 500 м.

Характерными чертами глубоководных фаций являются полное отсутствие следов мелководности, почти полное отсутствие бентоса, массивная текстура пород, представленных преимущественно хемогенным глинистым, органогенным, планктонным и вулканогенным материалом.

Линию раздела между батинальными и абиссальными фациями можно провести условно на глубинах 4–6 км, соответствующих границе критического карбонатакопления, ниже которой карбонатные осадки отсутствуют в связи с растворением известковых раковин планктона и сохраняются лишь кремнистые раковины, образующие скопления диатомитов и радиоляритов.

Известняки батинальной зоны встречаются до глубины 3000 м. Они состоят из раковин планктона, определяющего их название: фораминиферовые, глобигериновые и т.д.

Глины синей и красной окраски встречаются на глубинах до 5000 м и состоят из сносимого с побережья и не подвергнувшегося коагуляции глинистого материала с примесью раковин пелагических организмов (до 30%). Глины, накопившиеся в условиях восстановительной обстановки, содержат пирит, обладают сероводородным запахом и темной окраской. Красную окраску приобретают глины, образованные из железного материала, принесенного с материков крупными реками.

Диатомит – кремнистая рыхлая или сцементированная пористая порода белого или желтоватого цвета, сложенная более чем на 50% из панцирей диатомей – планктонных водорослей, содержащих до 70% кремнезема. Они образуются на глубинах от 1 до 5–7 км и ниже. В отличие от известняковых толщ, приуроченных к тепловодным бассейнам, в современных водоемах диатомовые водоросли распространены вблизи 60° параллели. Диатомиты наиболее характерны для отложений кайнозоя.

Радиолярит – подобный диатомиту кремнистый органогенный осадок, состоящий более чем на 50% из кремнистых раковин радиолярий. В современных бассейнах эта порода встречается на глубинах более 4 км (до 8 км и ниже) у побережий континентов.

Красная океаническая глина выполняет наиболее глубокие (более 3,5 км) и удаленные от побережья котловины Тихого океана и состоит из глинистого материала, принесенного с континентов пылевыми бурями и в коллоидных растворах. Содержит обломки вулканической пемзы, метеоритные частицы никелистого железа и бронзита, слуховые косточки китов и зубы рыб, покрытые налетом марганца. В их составе содержится кремнезема до 54%, железа до 10%, марганца до 3%, органического углерода менее 0,5%.

В этих глинах содержатся богатые (промышленные) скопления железомарганцевых конкреций – аутигенных минеральных стяжений гидроокислов железа и марганца шаровидной, лепешковидной и гроздевидной формы с ядром из обломочных пород, зубов рыб и т.п.

Красные глины являются наиболее глубоководным осадком абиссальных областей и образуются всегда ниже границы критического карбонатакопления.

**1.2.2.2. Переходные фации.** Эти фации формируются на границе между сушей и морем. В переходную зону входят лагуны, заливы, а также прибрежные аккумулятивные равнины с дельтами, эстуариями, лиманами, озерами и болотами. В соответствии с этим среди фаций переходного типа выделяют: лагунные фации, фации дельт и эстуариев, фации приморских озер и болот. Особенности фаций определяются климатом, наличием впадающих рек, степенью изоляции от моря. Общей чертой этих фаций являются мелководность и изменяющаяся соленость. Во влажном климате и при поступлении речной воды эти бассейны становятся слабосолеными; в засушливом климате развивается засоление. Кроме того, соленость может меняться от сезона к сезону. Это определяет своеобразные литологические и палеонтологические особенности.

**Лагунные фации.** В пределах лагун всегда наблюдается опреснение или осолонение. Опреснение происходит в условиях влажного климата или в условиях, когда реки приносят большую массу воды из гумидной зоны. Опреснение идет с поверхности, т.к. пресная вода легче соленой, перемешивания ее не происходит. Поэтому в водоемах, где глубины превышают 20–50 м, могут создаваться условия для сероводородного заражения.

Сероводород при отсутствии кислорода выделяют трупы животных, опустившиеся на дно. Наличие сероводорода в опресненных водоемах отрицательно влияет на развитие органического мира и определяет своеобразие осадконакопления. В опресненных водоемах формируются песчано-глинистые и карбонатные отложения, образуются сернистое железо, кремнезем. Органический мир представлен эвригалинными формами (водоросли, мшанки, беззамковые брахиоподы, двустворчатые моллюски, гастроподы, ракообразные), отличается меньшими размерами, упрощением замка (у двустворок) и скульптуры, малым количеством видов, но зато, если отсутствовало сероводородное заражение, часто наблюдается огромное количество особей.

Осолонение происходит в аридных условиях за счет испарения поверхностных вод. В результате в верхней части водоема концентрация солей увеличивается. Дефицит воды восстанавливается за счет притока в лагуну вод из морского бассейна.

По мере увеличения солености водоема происходит выпадение хемогенных осадков в следующем порядке: карбонаты кальция → карбонаты магния → сульфаты → хлориды натрия и калия. Это приводит к накоплению эвапоритовых отложений – гипса, ангидрита, мирабилита, галита, сильвина, карналлита и др.

Органический мир проходит следующую эволюцию: вначале вымирают стеногалинные формы, быстро возрастает количество особей эвригалинных форм, но вскоре весь органический мир погибает, и отложения солей уже не содержат ископаемых организмов.

Для фаций осолоненных бассейнов характерны пестроцветность и красноцветность осадков.

*Фации дельт и эстуариев* обладают признаками морских и континентальных отложений, представлены, главным образом, песками и алеврито-глинистыми породами. В дельтах они постоянно перемежаются и переходят друг в друга по простиранию. Залегание их часто линзовидное.

Большая или меньшая крупнозернистость дельтовых отложений зависит от скорости течения реки в устьевой части. При больших скоростях течений преобладает песчаный материал, при малых – глинистый.

Слоистость их весьма разнообразна и меняется от параллельной до различных видов косой на разных участках дельты.

Накопления дельт имеют, однако, очень большие мощности, измеряемые сотнями метров, а иногда и километрами.

Дельтовые отложения бедны органическими остатками. Последние состоят из немногочисленных представителей фауны, характерной для пресноводных и опресненных бассейнов (двустворчатые и брюхоногие моллюски). Иногда можно встретить остатки наземных животных и растений, принесенных с суши.

Отложения эстуарий сложены исключительно глинами. Мощности осадков эстуарий незначительны. В них обычно встречается солонатоводная фауна, представляющая обедненную фауну прилежащих частей моря.

*Фации приморских озер* представлены в основном маломощными глинистыми, реже – алевритистыми породами, залегающими линзами. Слоистость горизонтальная. Известна эвригалинная фауна (двустворчатые моллюски, ракообразные и др.), фрагменты наземных растений.

*Фации приморских болот* обычно представлены горизонтами паралических углей и торфяников. Фауна практически не встречается.

**1.2.2.3. Континентальные фации.** Континентальные фации весьма разнообразны и изменчивы, как по простиранию, так и в вертикальном разрезе. Они связаны с поверхностью суши, однако не везде на ней осуществляется осадконакопление. Континентальные фации возникают в озерно-болотных котловинах, в долинах рек, в пустынных областях, в межгорных и предгорных впадинах, в полосе развития ледников и во многих других обстановках. Важнейшими агентами в процессе их возникновения и накопления являются воздух и вода, отчасти – лед.

Среди осадков этой группы фаций обычно преобладают обломочные, иногда грубообломочные.

Образование континентальных фаций в условиях окислительной среды способствует широкому распространению различных окисных

соединений, особенно окисного железа. Последнее очень часто обуславливает красную окраску континентальных осадков, а в определенных условиях дает большие скопления промышленного значения. Очень часто континентальные отложения характеризуются отсутствием органических остатков, но если последние встречаются, то всегда принадлежат пресноводным или наземным формам – будь то фауна или флора. Фации, как правило, именуется по условиям их образования. Приведем характеристику некоторых из них.

**Фации коры выветривания (элювиальные).** Под корой выветривания понимается верхняя часть земной коры, подвергшаяся физико-химическим и биологическим преобразованиям в континентальных условиях. Это понятие объединяет как поверхностный, сохранившийся на месте образования обломочный слой – элювий, так и приповерхностную толщу пород, претерпевших изменения под действием проникающих с поверхности агентов – щелочей, кислорода и т.п.

Основной отличительной особенностью коры выветривания является тесная связь с материнскими породами, в которые она переходит с глубиной. Если она является результатом физического выветривания, ее состав полностью соответствует составу материнских пород. В условиях же активного химического выветривания возникают образования, состоящие из минералов, характерных для зоны выветривания и устойчивых в этой зоне – кварца, каолинита, окисных соединений железа, алюминия и др. Слоистость и органические остатки в отложениях коры выветривания отсутствуют.

К элювиальным фациям относятся горизонты ископаемых и современных почв.

**Речные (аллювиальные) фации** подразделяются на три группы: русловые, пойменные, старичные. Русловая – представлена песчано-галечным материалом. Снизу–вверх по разрезу размеры обломков уменьшаются. Слоистость косая. Пойменная – сложена тонкозернистым осадком с косой и косо-волнистой слоистостью. В старичной группе преобладают илистые пески, глинистые породы с оползневыми текстурами. Для речных фаций характерно присутствие остатков пресноводной флоры и фауны и растительного детрита (обрывки растений), ориентация длинной оси частиц обломочных пород по течению реки, вытянутое линзовидное залегание пород.

**Фации озер и болот.** Из обломочных отложений в озерах накапливается главным образом алеврито-глинистый материал. Галечники, конгломераты и гравий встречаются редко и только в береговой полосе. Песчаные отложения также не имеют широкого распространения. Этот обломочный материал довольно хорошо обработан и отсортирован и характеризуется чаще всего тонкой горизонтальной слоистостью. Распределяется он в озерных впадинах так же, как и в

морских бассейнах, и чем крупнее озеро, тем больше эти отложения напоминают морские. Эти отложения содержат остатки однообразной фауны двустворок, гастропод и остракод, а также многочисленные растительные остатки.

Кроме обломочного материала, в озерах накапливаются и отложения химического и органического происхождения, характер которых обусловлен особенностями климата. В областях с более или менее влажным климатом накапливаются железные руды, а в областях с сухим климатом – кальцит, доломит, гипс, галит, сода и др.

Осадки органогенного происхождения представлены торфом, сапропелем, известняками-ракушечниками, «озерным мелом» (скопление раковин гастропод, двустворок и известковых харовых водорослей), а также диатомовым илом.

В болотах накапливаются главным образом торф, в значительно меньшем количестве глины и иногда встречаются выделения кальция, сидерита, вивианита и др.

Ископаемые фации озерного типа встречаются часто. Они представлены различными обломочными породами, углями лимнического типа (угли, образовавшиеся в озерах и болотах на континентах), солями, гипсом, ангидритом, железными рудами и другими отложениями.

**Ледниковые фации.** К ним относятся собственно ледниковые (моренные) отложения, отложения ледниковых вод (флювиогляциальные) и отложения, накапливающиеся в приледниковых озерах.

Моренные отложения характеризуются накоплением совершенно несортированного материала. Здесь перемешаны все разновидности терригенных осадков – от камней до глин. Петрографический состав морены весьма разнообразен. Обломки камней слабо или почти совсем не окатаны. Слоистость в морене отсутствует совершенно. Эти отложения достигают больших мощностей и содержат переотложенные макро- и микроорганические остатки разного геологического времени.

Флювиогляциальные отложения сложены галькой, гравием и песчано-глинистыми разностями. Этот материал, за исключением крупных обломков и гальки, почти не окатан и плохо отсортирован. Для него характерна косая слоистость потоков и слоистость типа знаков ряби. Органические остатки редки.

Отложения приледниковых озер обычно представлены горизонтально слоистыми ленточными глинами, в которых слойки, сложенные более грубым материалом и соответствующие бурному таянию ледников летом, чередуются с глинистыми слойками, отлагающимися зимой, когда обломочный материал в озеро не приносится. Органические остатки встречаются очень редко.

**Фации пустынь.** В областях пустынь преимущественным распространением пользуются пески (эоловые пески) и крупные обломки камней (каменистые пустыни); глины встречаются сравнительно редко. Значительно большее развитие глины имеют в области полупустынь.

Пустынные образования обычно занимают громадные площади, но не достигают значительных мощностей. В основном для них характерна яркая, пестрая окраска, т.к. в условиях жаркого сухого климата поднимающиеся вверх по капиллярам грунтовые воды легко испаряются, а растворенные в них соли, окислы железа, выпадая из раствора, обволакивают песчинки железистой корочкой. Кроме этого, эоловые пески имеют отличительную особенность – они содержат мало выветренные зерна легко разрушающихся минералов, поскольку в пустынных областях химическое выветривание происходит слабо. Материал, слагающий эти пески, очень хорошо отсортирован и окатан. Для этих песков характерны косая слоистость и эоловая рябь. Очень редко встречаются скопления костей наземных животных.

## Практическая работа № 2

(Работа выполняется в пределах 4 академических часов)

### **Тема: Метод фациального анализа.**

**Цель:** изучение литологических признаков и палеонтологических особенностей фаций, реконструкция палеогеографических обстановок методом фациального анализа.

**Задание 1.** (Выполнение задания рассчитано на 2 академических часа). По данным образцам определить фации и описать условия их образования:

- 1) коралловый известняк;
- 2) песчаник косослоистый, красной окраски;
- 3) известняк с остатками морских лилий и мшанок;
- 4) конгломерат из хорошо окатанной гальки с карбонатным цементом;
- 5) алевроит с косоволнистой слоистостью;
- 6) мел песчанистый с обломками раковин *Inoceramus*;
- 7) известняк с раковинами *Productus*;
- 8) конгломерат из гальки фосфорита;
- 9) известняк с раковинами брюхоногого моллюска *Planorbis*;
- 10) торф;
- 11) каменная соль (галит);
- 12) нуммулитовый (фораминиферовый) известняк;



- 13) глинистый, углистый сланец с отпечатками папоротников;
- 14) грубозернистый песчаник с раковинным детритом;
- 15) диатомит;
- 16) сапропелит;
- 17) конгломерат из гравия и гальки с песчано-глинистым цементом;
- 18) известняк, проточенный сверлящими моллюсками *Pholas*;
- 19) белый кварцевый песчаник;
- 20) красная песчанистая глина с прослойками гипса;
- 21) фузулиновый (фораминиферовый) известняк;
- 22) доломит с остатками коралловых полипов;
- 23) туфосланец с ядрами мелких двустворок;
- 24) песчаник глауконитовый;
- 25) каолиновая глина.

**Задание 2.** (Выполнение задания рассчитано на 2 академических часа). По предложенным преподавателем образцам горных пород и содержащимся в них органическим остаткам восстановить физико-географическую обстановку и условия осадконакопления.

При выполнении этого задания необходимо руководствоваться следующим. Внимательно рассмотрите полученный образец и, прежде всего, выясните, есть ли в нем органические остатки. Если органические остатки присутствуют, необходимо провести **биофациальный анализ**.

1. Вначале следует определить характер захоронения (ископаемый биоценоз или танатоценоз). Установите, какие органические остатки имеются; перечислите и укажите преобладающие. Если органические остатки не удастся определить, кратко их охарактеризуйте.

Конкретно охарактеризуйте сохранность всех имеющихся групп органических остатков. Например, целые раковины с обеими створками и сохранившимися на них шипами, разрозненные створки брахиопод, окатанные обломки игл морских ежей, растительный детрит и т.п. Что преобладает? Как повлияли на сохранность вторичные процессы?

Перечислите размеры всех органических остатков, указав преобладающие. Сортировку рассмотрите как в целом для всего комплекса окаменелостей, так и отдельно для каждой группы.

Укажите положение в плоскости напластования и перпендикулярно к ней всех окаменелостей отдельно и взаиморасположение встречаемых форм.

Вспомните условия, определяющие расселение организмов в воде. Проверьте, могли ли организмы, остатки которых вы определили, существовать вместе. Выясните, где они обитали (в воде или на суше). Какие это формы (эвригалинные или стеногалинные)? Могли ли они жить в одном бассейне? Попытайтесь определить соленость бассейна.

Какой образ жизни они вели (нектон, планктон, бентос)? На какой глубине могли жить и в какой среде (малоподвижной, сильного движения воды и т.п.)? На каком грунте обитали? Какие признаки об этом говорят? Находятся остатки на месте обитания или перенесены? Где могло образоваться такое захоронение? Можно ли по этим органическим остаткам судить о древнем климате?

После того как охарактеризованы все органические остатки и получена вся возможная информация об условиях жизни организмов и их захоронении, переходите к **литофациальному анализу**.

2. Охарактеризуйте горную породу, указав: 1) цвет, 2) состав (однородный, неоднородный, примеси), 3) зернистость, 4) слоистость, 5) характер поверхностей напластования, 6) плотность (тяжелая, легкая), 7) пластичность, 8) хрупкость, 9) вторичные изменения (окремнение, выщелачивание, доломитизация, ожелезнение и т.п.).

Для обломочных пород определите размер, состав, сортировку, ориентировку, степень окатанности, форму, поверхность обломков. Укажите пределы вариаций, особенности преобладающих обломков. Дайте характеристику цемента, а также соотношения цементирующей массы и обломочного материала.

Какие из наблюдавшихся вами особенностей позволяют судить об условиях образования отложений?

3. Сопоставьте результаты биофациального и литофациального анализов. Какие предположения о фациях можно сделать по данному образцу?

**Оформление** анализа каждого образца включает:

- название породы и ее детальную характеристику (все литологические и палеонтологические данные, т.е. только фактический материал);
- схематическую зарисовку образца и, если нужно, его частей;
- анализ фактического материала и обоснование предположений о возможных условиях образования данной породы;
- вывод о фациях.

Ниже приводятся примеры описания образцов.

### **Образец 1.**

**Описание.** Желтовато-серый органогенный известняк, состоящий из створок брахиопод и участков стеблей морских лилий (брахиоподово-криноидный известняк). На поверхности напластования выпуклостью вверх расположены разрозненные створки брахиопод. Это спинные створки *Spirifer* и равномерно-выпуклые и тонкоробристые створ-

ки другой брахиоподы. Размеры створок примерно одинаковые, колеблются в пределах 20–25 мм. Створки не сгружены, лежат поодиночке, редко налегают одна на другую. Сохранность створок неплохая: они не обломаны по краям (в виде обломков присутствуют редкие экземпляры), скульптура хорошо различима, не потеряна. Остатки криноидей представлены разрозненными члениками стеблей. Они примерно одного размера, преобладают с диаметром 5–6 мм. Центральный канал имеет различную форму: сечения в виде звездочек и круглые различного диаметра. Известняк тонкозернистый, плотный тонко- и правильно слоистый. Слоистость горизонтальная (параллельная), мощность слоев 1–2 см.

*Анализ.* Разрозненность створок замковых брахиопод и участков стеблей морских лилий указывает на танатоценоз, представители которого существовали в одном палеобиоценозе и не переотложены из палеобиоценозов другого времени, что подтверждается сортировкой (одинаковые размеры створок, одинаковые размеры члеников стеблей) и ориентировкой (створки занимают устойчивое расположение выпуклостью вверх). Морские лилии и брахиоподы (стеногалинные морские организмы) указывают на море нормальной солености. Сортировка и ориентировка – на движение воды. Следовательно, захоронение происходило на участке морского дна со слабым подводным течением (окислительный режим). Для определения глубины данных недостаточно. Вероятно мелководье.

*Вывод.* Фация морского дна со слабым подводным течением.

### **Образец 2.**

*Описание.* Темно-серый, почти черный мелкозернистый песчаник, тонко-параллельно-слоистый. На поверхностях напластования лежат обугленные листочки папоротников хорошей сохранности. Чередующиеся слои состоят из темно-серых и серых песчаников. Поверхности напластования ровные.

*Анализ.* Горизонтальная слоистость указывает на выпадение осадка в спокойной водной среде. Хорошая сохранность листочков, ровные поверхности напластования, обугленность листочков свидетельствуют о застойной восстановительной обстановке. На поверхностях напластования не видны следы жизнедеятельности. Вероятно, донная жизнь отсутствовала. Осадки отлагались в застойной части водного бассейна.

*Вывод.* Возможные фации: застойные участки на дне озер, заливов. Окончательное решение можно сделать после выяснения площади распространения и изучения соседних по простиранию, подстилающих и перекрывающих фаций.

### 1.2.3. Методы реконструкции тектонических движений прошлого

Изучение древних тектонических движений имеет большое палеогеографическое значение, т.к. характер и интенсивность тектонических движений определяют в каждый данный момент геологического времени многие особенности географической оболочки и ее отдельных участков – распределение моря и суши, крупные черты рельефа, а через них и особенности климатов, пути миграции флоры и фауны и т.д. Методы реконструкции древних тектонических движений разнообразны. Среди них выделяются: анализ стратиграфического разреза, анализ мощностей, анализ перерывов и несогласий, структурный анализ, палеомагнитный, формационный анализы. Они позволяют восстановить вертикальные движения. Для реконструкции горизонтальных движений важнейшими являются структурный, палеомагнитный и анализ мощностей. Познакомимся с некоторыми из них.

**1.2.3.1. Анализ геологического разреза.** Он позволяет проследить тектонические движения небольшого участка земной коры в течение длительного времени. Исходным материалом для анализа движений является геологический разрез или колонка (рис. 3), который необходимо исследовать с позиций изменения обстановки накопления пород в их стратиграфической последовательности. Изучая вещественный состав, структурные и текстурные особенности пород, заключенные в них окаменелости, удастся выделить типы отложений, которые накапливались на различных гипсометрических уровнях относительно уреза воды морского бассейна, и соответственно охарактеризовать обстановку.

Результаты изучения разреза изображают в виде графика – *палеогеографической кривой* (рис. 3). Для ее построения на оси абсцисс откладывают время в произвольном масштабе (либо в виде отрезков равной длины, либо с учетом периодов, веков в абсолютных цифрах), не забывая о том, что время течет непрерывно. На оси ординат выше нулевой точки располагают зоны низменной суши (т.е. участки, где идет накопление континентальных осадков – до 200 м) и высокой суши (области размыва – свыше 200 м); ниже нуля – биономические зоны моря: литораль, сублитораль, эпибатталь и/или батталь (рис. 3). Затем установленное для каждого отрезка времени положение поверхности осадконакопления или размыва фиксируют точкой на графике. Кривая, соединяющая эти точки, и будет палеогеографической кривой.

Отрицательные тектонические движения в условиях стабильного выноса обломочного материала в бассейн приводят к углублению его дна и смене вверх по разрезу мелководных отложений более глубоководными, и, наоборот, положительные тектонические движения приводят к обмелению бассейна и смене по разрезу глубоководных отложений

мелководными, наземными и далее – размывом ранее накопившихся отложений. Отрицательные тектонические движения способствуют развитию морских трансгрессий, а положительные вызывают регрессии.

Установить истинную картину вертикальных движений земной коры в заданной точке позволяет **палеотектоническая кривая** (рис. 3). Для ее построения в конце каждого выбранного интервала времени от палеогеографической кривой, т.е. поверхности осадконакопления, следует отложить вертикально вниз в принятом масштабе мощность (в метрах) отложений, накопившихся за этот отрезок времени. В конце нового интервала времени от палеогеографической кривой вертикально вниз следует отложить мощность как ранее, так и вновь накопившихся осадков, т.к. при непрерывном погружении мощность увеличивается. Если мощности отложений незначительны, то палеотектоническая и палеогеографическая кривые будут почти параллельны.

### Практическая работа № 3

(Работа выполняется в пределах 4 академических часов)

**Тема: Реконструкция палеогеографических обстановок на основе изучения древних тектонических движений методом анализа геологического разреза.**

**Цель:** изучение методики анализа геологического разреза, овладение навыками построения и анализа палеогеографических и палеотектонических кривых.

**Задание 1.** (Выполнение задания рассчитано на 2 академических часа). По геологическим колонкам (рис. 4) построить палеогеографические кривые и охарактеризовать соответствующие палеогеографические обстановки.

а)

| Система | Отдел  | Ярус         | Мощность, м | Характеристика пород  |
|---------|--------|--------------|-------------|---|
| Юрская  | Нижний | Тоарский     | 100         | Известняки серые массивные с многочисленными раковинами аммонитов, пелеципод                              |
|         |        | Длинсбахский | 60          | Песчаники красноцветные мелкозернистые косослоистые с отпечатками листьев наземных растений               |
|         |        | Геттингский  | 150         | Глинистые сланцы темно-серые микрослоистые с аммонитами, слоистость параллельная; редкие включения пирита |

б)



Рис. 3. Исходная геологическая колонка (а) и палеогеографическая и палеотектоническая кривые (б) к ней.

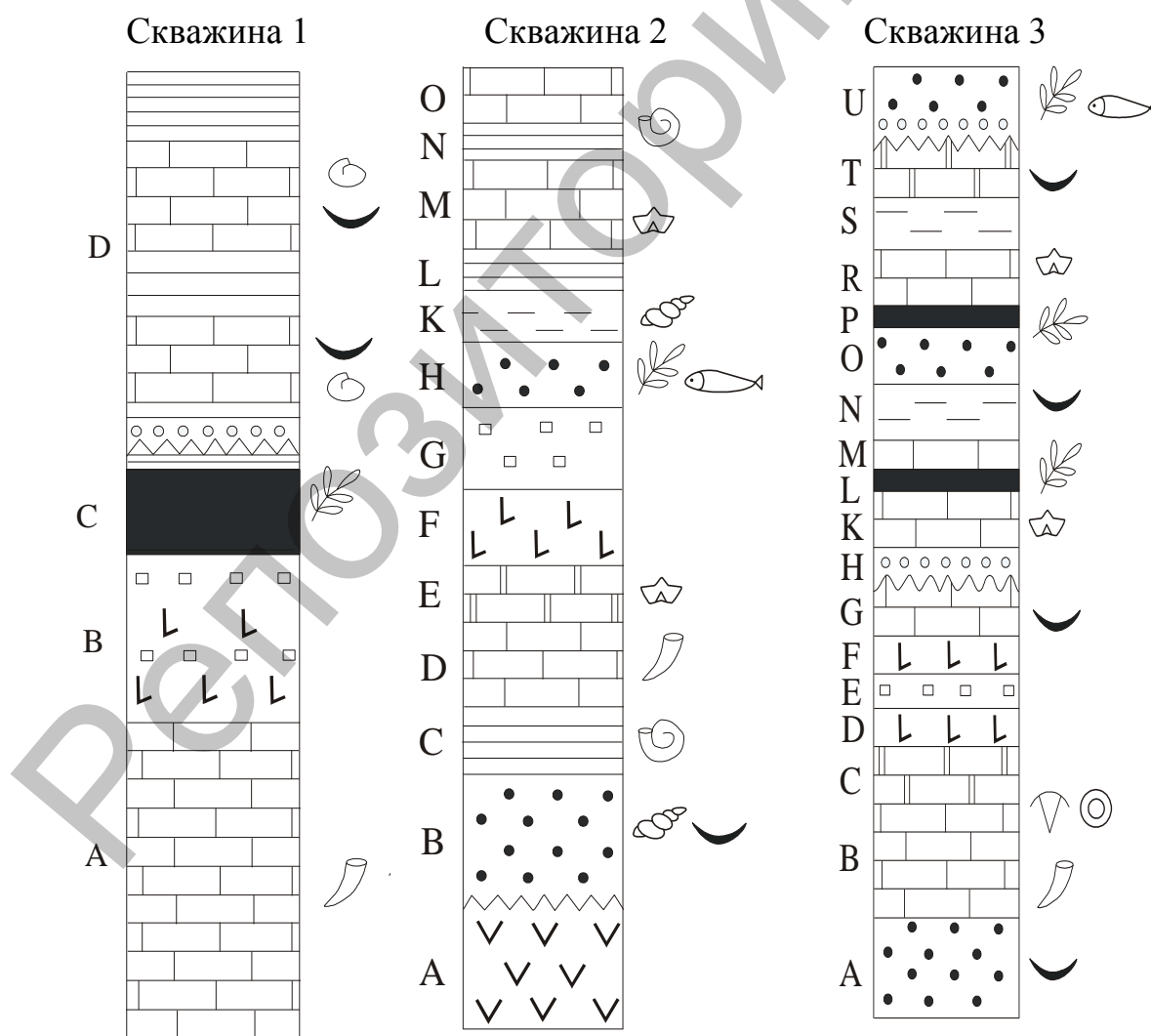


Рис. 4. Геологические колонки (условные обозначения см. в прил. А).

**Задание 2.** (Выполнение задания рассчитано на 2 академических часа). Изучив описание геологического разреза (прил. Б), согласно предложенному варианту:

1. Составить геологическую колонку по образцу рисунка 3а и условным обозначениям (прил. А), выбрав при этом масштаб таким образом, чтобы колонка разместилась на стандартном листе бумаги.

При составлении колонки обратить внимание на порядок перечисления пород, слагающих каждый слой. Если породы просто перечислены (песчаники, аргиллиты, мергели), то следует иметь в виду, что песчаники преобладают и залегают в основании разреза.

2. Изучить каждый слой, входящий в геологическую колонку, характер перехода от одного слоя к другому и увязать с геохронологической шкалой.

3. Построить палеогеографическую кривую с целью восстановления последовательных во времени положений земной поверхности относительно уровня Мирового океана.

4. Построить палеотектоническую кривую с целью восстановления характера тектонических движений.

5. Кратко описать палеогеографические условия данного участка земной коры. При описании необходимо породы, составляющие разрез, перевести в первичный осадок (табл. 5).

Таблица 5

**Осадки водных бассейнов и соответствующие им горные породы**

| Обломочные породы                                 |                                    |
|---|------------------------------------|
| <i>Исходный материал</i>                          | <i>Порода</i>                      |
| Валуны  | Конгломераты валунные              |
| Галька  | Конгломераты галечные              |
| Гравий  | Гравелиты                          |
| Песок (псаммит)                                   | Песчаник (псаммолит)               |
| Алеврит   | Алевролит                          |
| Глина (пелит)                                     | Аргиллит (пелитолит)               |
| Породы химического и биохимического происхождения |                                    |
| Известковый осадок                                | Известняки                         |
| Известково-глинистый осадок                       | Мергели                            |
| Хлоридный осадок                                  | Галоиды (калийная и каменная соль) |
| Сульфатный осадок                                 | Сульфаты (гипсы, ангидриты)        |

В таблице 6 показан алгоритм анализа геологической колонки, палеогеографической и палеотектонической кривых, применительно к рисунку 3.

Таблица 6

**Алгоритм анализа геологической колонки**

| Этап  | Подэтап   | Исходные данные   | Анализ   |  |
|---|---|---|--|--|
| 1   | 2   | 3   | 4  |  |
| Реконструкция палеогеографических условий и построение палеогеографической кривой | Изучить каждый слой отдельно, определить глубину образования пород (провести фациальный анализ)             | Глинистые сланцы темно-серые мелкослоистые с аммонитами; слоистость параллельная; редкие включения пирита | Отложения образовались в нижней части шельфа, на что указывают остатки nektonной фауны и характер слоистости |  |
|   |   | Песчаники красноцветные мелкозернистые косослоистые с отпечатками листьев наземных растений               | Цвет пород, состав, наземная растительность – все говорит о континентальном происхождении осадков            |  |
|   |   | Известняки серые массивные с многочисленными раковинами аммонитов, пеллеципод                             | Отложения морские, типичные для неглубокого моря   |  |
|   | Исследовать характер контактов между слоями   | Переход между плинсбахским и тоарским ярусами постепенный   | Осадконакопление происходило в едином бассейне с постепенно изменяющимися условиями                          |  |
|   |   | Между геттангским и плинсбахским ярусами отсутствуют отложения синемюрского яруса                         | Перерыв в осадконакоплении, подъем суши  |  |
|   | На оси абсцисс отложить время, помня, что оно течет непрерывно  | Откладываем слева направо века, начиная с более древнего  | Геттангский, синемюрский, плинсбахский и тоарский  |  |
|   | На оси ординат последовательно расположить биомические зоны суши и моря                                     | Высокая суша  | Область размыва  |  |
|   |   | Низкая суша   | Континентальные отложения  |  |
|   |   | Литораль, сублитораль, батталь  | Морские отложения  |  |
|   | Для каждого геологического отрезка времени установить соответствие территории определенной биомической зоне | Отложения геттангского яруса  | Сублитораль  |  |
|   |   | Отложения синемюрского яруса отсутствуют  | Высокая суша – область размыва   |  |
|   |   | Отложения плинсбахского яруса   | Низкая суша  |  |
|   |   | Отложения тоарского яруса   | Сублитораль  |  |
|   | По точкам вне масштаба строят палеогеографическую кривую  |   |  |  |



| 1   | 2   | 3                | 4  |
|---|---|------------------|--|
| Восстановление характера тектонических движений | Построение палеотектонической кривой. Для этого в конце каждого интервала времени от палеогеографической кривой отложить вниз в принятом масштабе (в метрах) мощность отложений, накопившихся за этот отрезок времени. В конце следующего интервала от палеогеографической кривой вертикально вниз следует отложить суммарную мощность ранее и вновь накопившихся осадков. По точкам построить палеотектоническую кривую в выбранном масштабе | Геттангский век  | Вниз от палеогеографической кривой откладываем мощность, равную 150 м                  |
|   |   | Синемюрский век  | Отложения отсутствуют, мощность равна 0 м, следовательно, снова откладываем вниз 150 м |
|   |   | Плинсбахский век | Мощность равна 60 м, суммарная мощность 60 м + 150 м = 210 м                           |
|   |   | Тоарский век     | Откладываем 310 м (210 м + 100 м)  |

**1.2.3.2. Анализ мощностей.** Сущность этого метода состоит в том, что мощность накопленных и фиксированных в разрезе осадков изменяется в зависимости от направленности тектонических движений в момент их образования. Действительно, прогибающиеся участки, определенной территории будут компенсироваться осадками и, следовательно, обладать более мощными и более полными разрезами осадочных толщ, чем участки, отстающие в погружении или приподнимающиеся.

Для анализа мощностей используется один из принципов палеогеографии: каждый слой в момент своего формирования представляет собой горизонтально залегающее тело. Следовательно, если верхний кровельный слой определенного пласта (толщи, яруса и т.п.), невзирая на характер его современного залегания, вернуть в первоначальное горизонтальное положение, то его мощность отразит степень прогиба отдельных участков данной территории. В то же время поведение подошвы, т.е. некогда горизонтально залегающей кровли подстилающего пласта, отразит изменение структуры последнего за изучаемый отрезок времени.

Анализ проводится путем построения серии палеотектонических профильных разрезов и карт равных мощностей, отражающих последовательность развития структуры изучаемой геосистемы.

**Палеотектонические профили** строятся в определенном направлении через изученные разрезы в подобранном горизонтальном и вертикальном масштабах. Современный рельеф не учитывается. Горизонтальная нулевая линия принимается за кровлю горизонта (яруса и т.д.), относительно которого изучается во времени палеотектониче-

ская обстановка территории. В точках, соответствующих местоположениям изученных разрезов, по вертикали в масштабе откладываются мощности данного горизонта. Штрихи, соответствующие подошве горизонта, соединяются плавной кривой линией (если мощности не выдержаны). Если мощность сокращается до нуля, то подошвенная линия доводится до кровельной, но не пересекает ее и выше нулевой линии не проводится. Поведение подошвенной кривой позволяет судить о характере преобладающего тектонического движения территории в течение накопления данного горизонта.

Профильные разрезы строятся снизу вверх от более древнего времени к более позднему. Нарращивание при последующих построениях более молодых проанализированных горизонтов позволяет проследить характер эволюции во времени.

В качестве примера, на рис. 6 приведена серия палеотектонических профильных разрезов, построенных на основе схемы корреляции (рис. 5) и отражающих тектоническое развитие северной части Горного Крыма в раннемеловую эпоху. Отсутствие верхнеюрских отложений и несогласное налегание пород берриасского яруса на таврическую серию свидетельствует о том, что данная территория в течение, по крайней мере, поздней юры испытывала подъем и воздымалась над уровнем моря. С наступлением берриасского века (1) начинается погружение ее юго-западной окраины, море трансгрессирует (рис. 6), и в его ложе накапливается толща прибрежных валунно-галечных отложений мощностью от 40 (Куйбышево) до 25 м (Высокое).

В валанжинском веке (2) продолжается погружение этой же области (рис. 6), где накапливается толща известковых осадков мощностью от 60 м (Куйбышево) до 30 м (Высокое). Северо-восточная часть поднятия в это время сохраняет приподнятое над уровнем моря положение, и на его поверхности по-прежнему обнажены породы таврической серии.

В готеривском веке (3) характер тектонического движения изменяется: в погружение вовлекается и северо-восточная часть территории. При этом центральная часть (Высокое) отстает в погружении, в результате чего образуется антиклинальный перегиб (рис. 6), зафиксированный сокращением мощности яруса от 100 м в районе Куйбышево до 60 м в районе Высокое и 70 м в районе Верхоречье. Таким образом, амплитуда антиклинального перегиба по подошве готеривских отложений в пределах профиля составляет 10 м.

В барремском (4) и аптском (5) веках продолжается интенсивное погружение лишь на северо-восточном участке профиля (рис. 6). В юго-западной части в течение этого времени на дневной поверхности

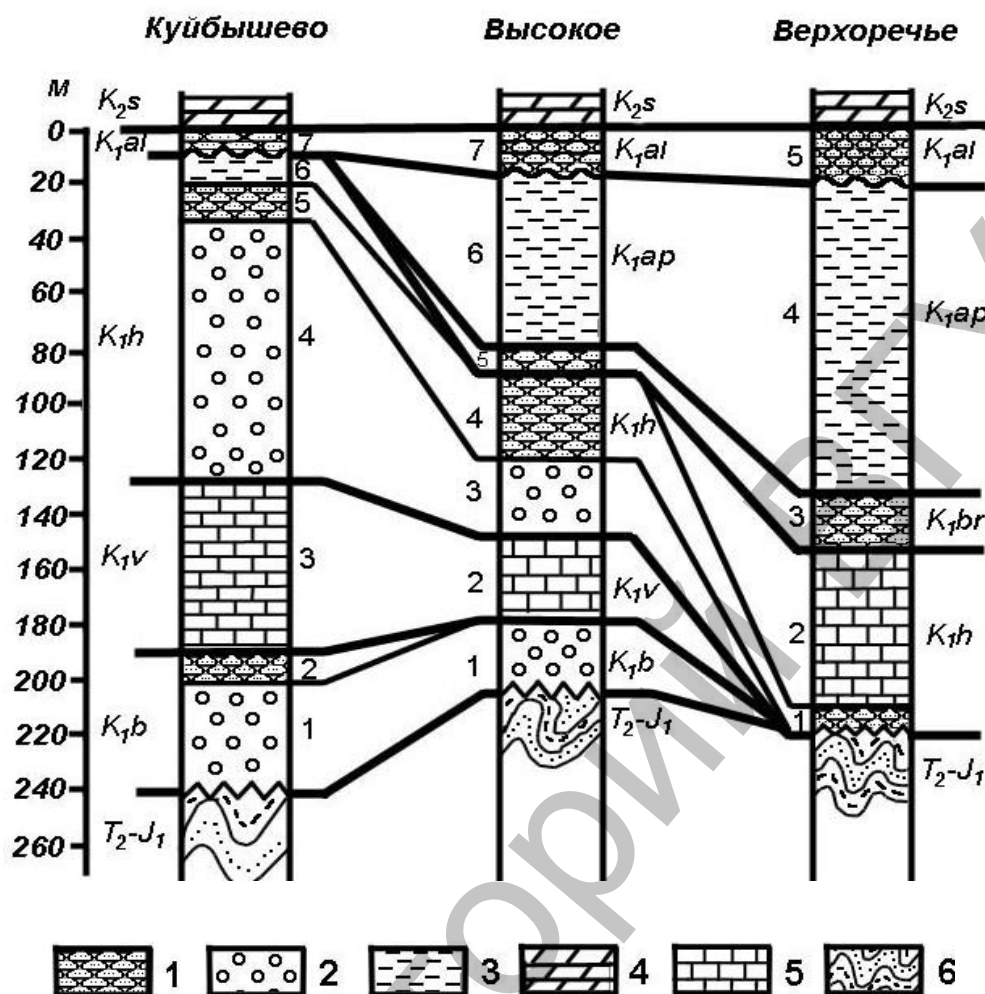


Рис. 5. Схема корреляции отложений нижнего мела северо-западного склона Качинского поднятия Горного Крыма.

1 – песчаники; 2 – конгломераты; 3 – глины; 4 – мергели; 5 – известняки; 6 – флишевая толща.

обнажены породы готеривского яруса. В результате этих движений свод антиклинального перегиба смещается к юго-западу, а его амплитуда по подошве готеривского яруса превышает 200 м.

О характере тектонических движений данной территории в альбском веке можно судить по схеме корреляции (рис. 5): в это время вся изучаемая территория погружается и скрывается под уровнем моря. При этом северо-восточное крыло поднятия опускается более интенсивно (на 20 м), чем юго-западное (4 м). В состоянии нисходящего движения территория переходит в верхнемеловую эпоху.

Таким образом, основным итогом геологического развития рассматриваемой территории в раннемеловую эпоху явилось ее неравномерное и неодновременное по простиранию погружение, в результате которого на поверхность таврических толщ, слагающих крупное

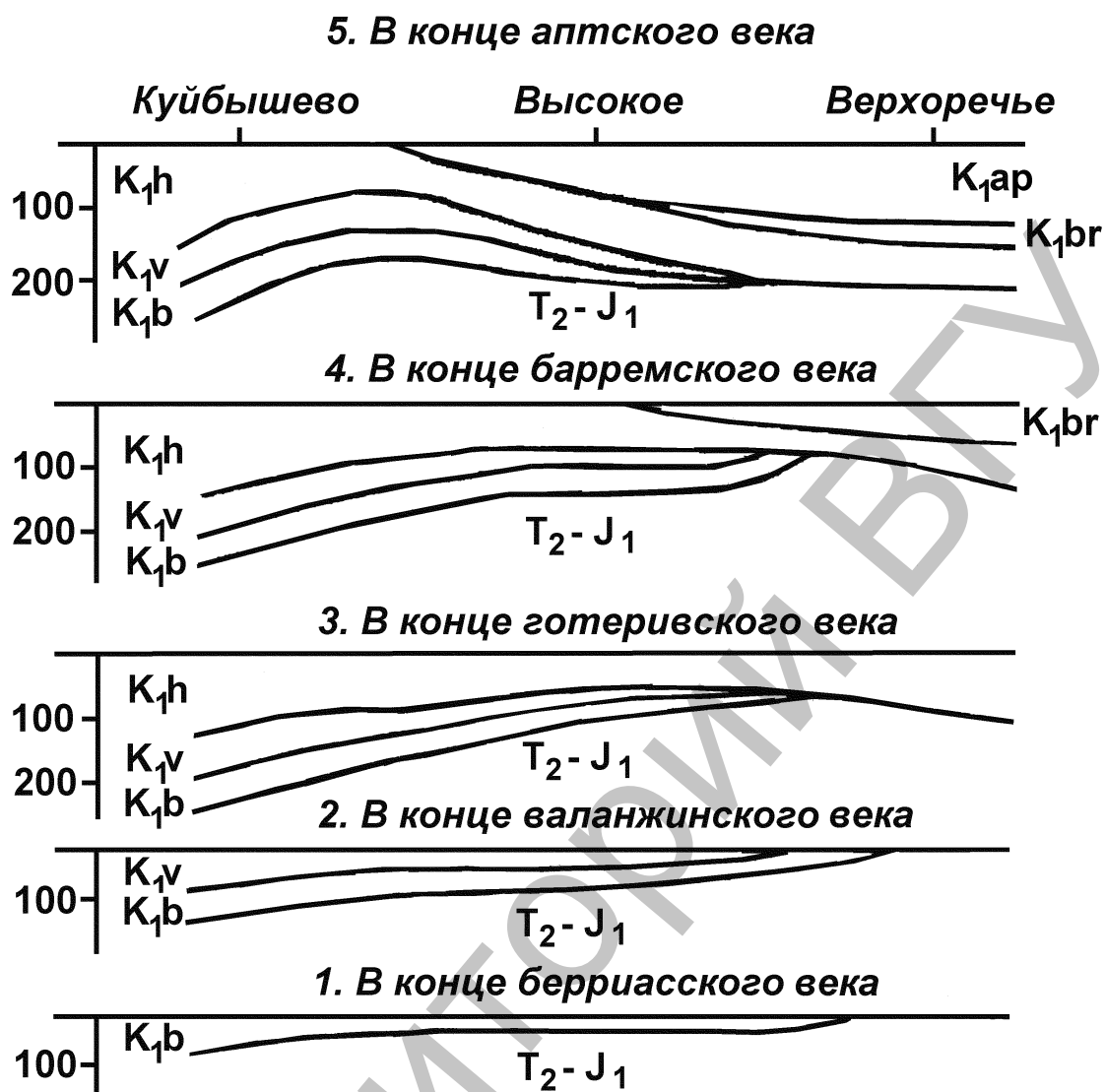


Рис. 6. Серия палеотектонических профилей, показывающих развитие северо-западной окраины Качинского поднятия Горного Крыма в раннемеловую эпоху (по данным рис. 5).

древнее поднятие, несогласно налегли разновозрастные породы нижнего мела, образующие антиклинальный перегиб амплитудой (по подошве готеривского яруса) более 200 м.

Серии палеотектонических профильных разрезов дают довольно наглядную картину изменения структуры конкретной территории по определенному профилю в рассматриваемый отрезок времени. Однако этот вид исследования обладает и существенным недостатком – он не позволяет представить структуру и характер ее изменения в площадном плане, т.е. в пределах всей рассматриваемой территории геосистемы. Этот недостаток легко устраняется при построении *карт равных мощностей*, на которых в изопахитах (линиях равных мощностей) отражаются мощности одновозрастных отложений.

На полученной карте по увеличению и сокращению мощностей довольно четко выделяются развивающиеся в период осадконакопления соответственно отрицательные и положительные структурные элементы.

Серия таких карт, построенных для различных отрезков времени, позволяет проследить характер движения земной коры в каждый из них и изменения структуры определенного горизонта в ходе геологической эволюции.

На рис. 7 приведены карты изопахит, характеризующие развитие территории в сеноманском, туронском и коньякском веках раннемеловой эпохи. Изопахиты показывают, что в сеноманском веке (I) происходило равномерное погружение территории, причем более интенсивно опускалась ее западная окраина, и в результате развивалась моноклираль. В туронском веке (II) более интенсивно погружаются северная и южная окраины территории. Центральная часть отстает в погружении, вследствие чего по данным отложениям развивается структура геоантиклинального типа. В коньякском веке (III) продолжается погружение всей территории, но особенно интенсивно опускается участок между точками 1 и 5, где развивается седловина, отделяющая структурный нос от ее основания. В результате по подошве коньякских отложений образуется самостоятельная антиклинальная структура простирания амплитудой около 80 м со сводом между точками 1 и 2 (рис. 7).

Ну а какие изменения претерпела к концу коньякского века моноклиральная структура подошвы сеноманского яруса (I)? Для решения этого вопроса строится карта суммарных мощностей трех изученных ярусов, изображенная на карте (III) пунктирными линиями. Очевидно, структура подошвы сеноманского яруса изменялась в прямой зависимости от характера тектонических движений и синхронно с изменением структуры вышележащих толщ. В результате и по данному горизонту образовалась аналогичная антиклинальная структура, но менее крупных размеров. Следовательно, по картам с изопахитами можно судить не только о распределении участков относительных прогибов и поднятий, но и проследить характер изменения определенного горизонта во времени.

Следует отметить, что анализ мощностей необходимо совмещать с анализом фациальной обстановки осадконакопления, поскольку он применим только для определенных условий осадконакопления, когда скорость прогибания ложа компенсируется скоростью накопления на нем осадков. В этом случае состав отложений по вертикали сохраняется постоянным для всего анализируемого стратиграфического подразделения. Полная компенсация прогибания скоростью накопления осадков характерна для угленосных толщ, образованных осадками

приморских заболоченных равнин, а также для толщ рифогенных известняков, которые накапливаются в строго определенных интервалах глубины дна морского бассейна. В других случаях положение поверхности осадконакопления может изменяться.

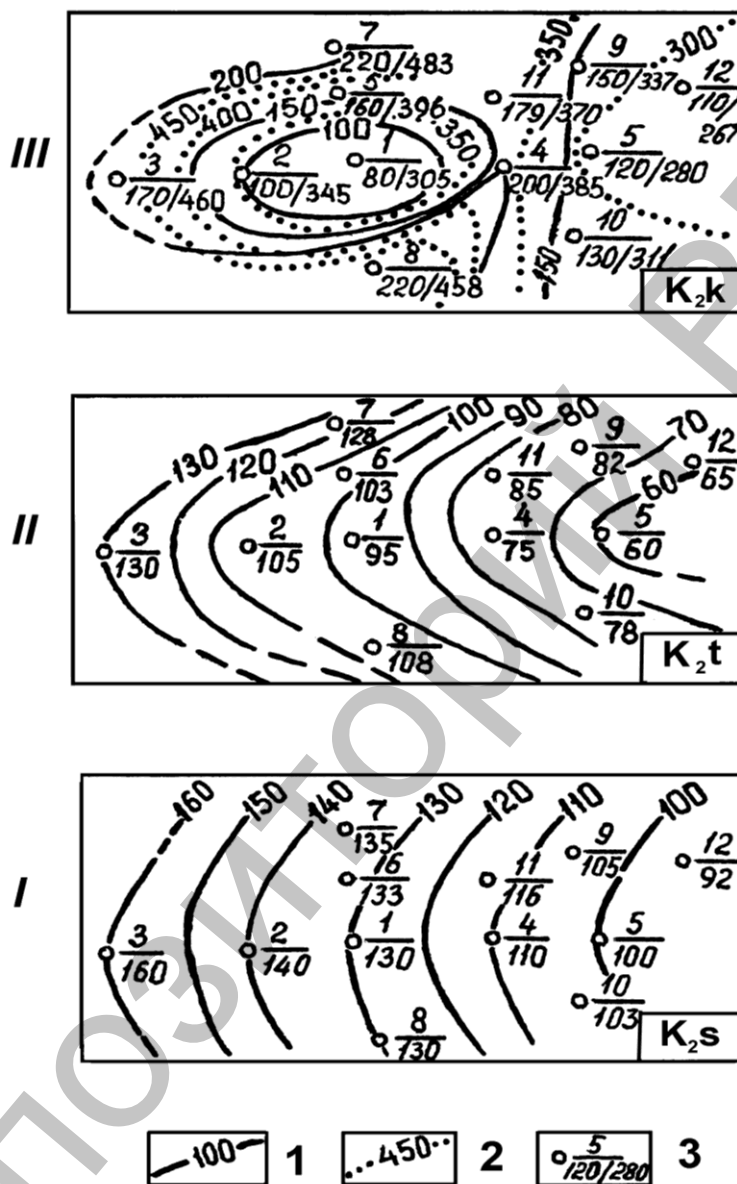


Рис. 7. Серия карт изопахит, показывающая последовательность структурного развития площади геосистемы: I – структура геосистемы в сенонманском веке; II – структура геосистемы в туронском веке; III – структура геосистемы в коньякском веке.

1 – изопахиты толщ; 2 – суммарные изопахиты толщ, показывающие строение сеномана к концу коньякского века; 3 – скважины: в числителе – номер, в знаменателе – мощность толщ (толщ) в метрах

В глубоководных водоемах зоны максимальных мощностей приурочены к подножиям континентальных склонов, в то время как в наи-

более погруженных частях бассейнов накапливаются маломощные глубоководные илы. Поэтому карты мощностей необходимо анализировать совместно с литолого-палеогеографическими картами, что позволит избежать ошибок при установлении участков относительных прогибов и поднятий.

#### Практическая работа № 4

(Работа выполняется в пределах 4 академических часов)

**Тема:** Восстановление древних тектонических движений методом анализа мощностей.

**Цель:** изучение методики анализа мощностей, овладение навыками построения и анализа палеотектонических профилей и карт равных мощностей.

**Задание 1.** (Выполнение задания рассчитано на 2 академических часа). По данным таблицы 7 восстановить геотектонические условия развития территории путем построения серии палеотектонических профилей к концу сенманского, туронского, коньякского, сантонского, кампанского и маастрихтского веков. Принять масштаб 1:2000, расстояние между разрезами 100 м.

Таблица 7

#### Результаты геологического изучения обнажений

| Возраст          | гора Белая |                   |          |           | родник Голубой |                   |          |           | гора Крутая |                   |          |           |
|------------------|------------|-------------------|----------|-----------|----------------|-------------------|----------|-----------|-------------|-------------------|----------|-----------|
|                  | № слоев    | Глубина залегания | Мощность | Литология | № слоев        | Глубина залегания | Мощность | Литология | № слоев     | Глубина залегания | Мощность | Литология |
| E                | 8          | 0                 | 5        | песок     | 7              | 0                 | 20       | песок     | 8           | 0                 | 10       | песок     |
| E <sub>3d</sub>  | –          | –                 | –        | –         | –              | –                 | –        | –         | –           | –                 | –        | –         |
| K <sub>2m</sub>  | 7          | 5                 | 25       | глина     | 6              | 20                | 15       | глина     | 7           | 10                | 15       | глина     |
| K <sub>2km</sub> | 6          | 30                | 10       | валуны    | 5              | 35                | 5        | валуны    | 6           | 25                | 15       | валуны    |
| K <sub>2st</sub> | 5          | 40                | 30       | мергель   | –              | –                 | –        | мергель   | 5           | 40                | 20       | мергель   |
| K <sub>2k</sub>  | 4          | 70                | 20       | песчаник  | 4              | 40                | 5        | песчаник  | 4           | 60                | 20       | песчаник  |
| K <sub>2t</sub>  | 3          | 90                | 25       | известняк | 3              | 45                | 15       | известняк | 3           | 80                | 30       | известняк |
| K <sub>2s</sub>  | 2          | 115               | 15       | доломит   | 2              | 60                | 30       | доломит   | 2           | 110               | 20       | доломит   |
| K <sub>1al</sub> | 1          | 130               | 10       | глина     | 1              | 90                | 15       | глина     | 1           | 130               | 10       | глина     |

**Задание 2.** (Выполнение задания рассчитано на 2 академических часа). По данным таблицы 8 построить карты равных мощностей сеноманского и туронского ярусов. Восстановить структуру подошвы сеноманского яруса к концу туронского века. Для построения использовать план расположения скважин на рис. 8.

Таблица 8

**Мощность отложений сеноманского и туронского ярусов  $K_2$**

| Ярусы                  | Мощность, м |        |        |        |        |        |        |
|------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                        | скв. 1      | скв. 2 | скв. 3 | скв. 4 | скв. 5 | скв. 6 | скв. 7 |
| Туронский ( $K_2t$ )   | 200         | 290    | 330    | 270    | 340    | 190    | 251    |
| Сеноманский ( $K_2s$ ) | 123         | 100    | 95     | 115    | 100    | 112    | 99     |

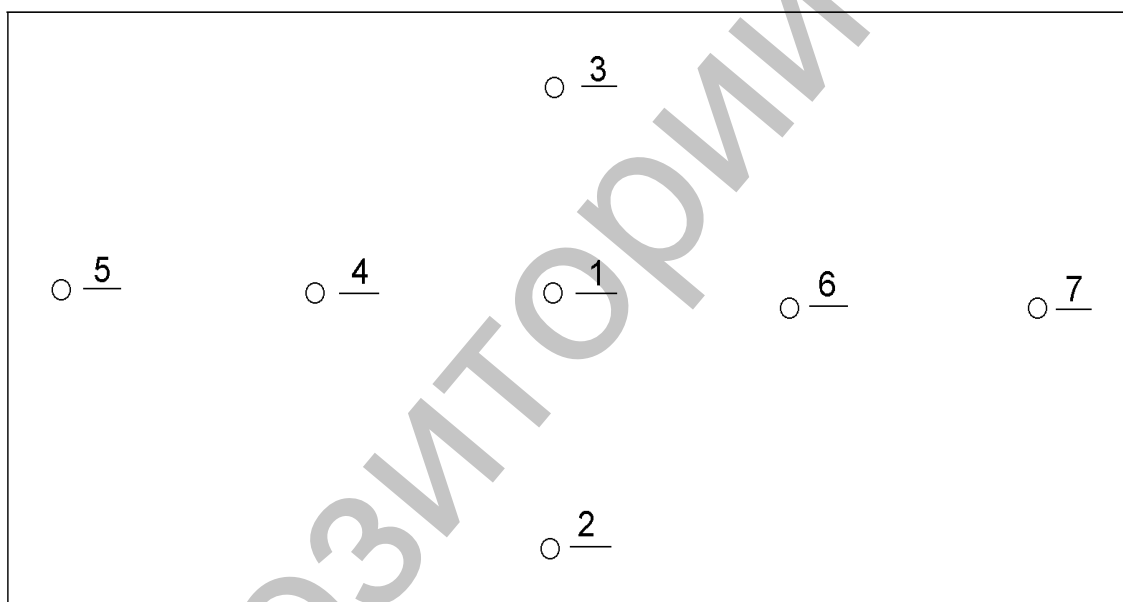


Рис. 8. План расположения скважин.

**1.2.3.3. Анализ перерывов и несогласий.** Положительные тектонические движения в геологическом разрезе выражаются сменой относительно глубоководных отложений мелководными, мелководных – прибрежными и континентальными. В таком случае, если эти движения привели к подъему накопившихся осадков выше уровня моря, начинается их размыв. При последующем погружении новая серия осадков откладывается на размывной поверхности, называемой *поверхностью несогласия*. Эти поверхности фиксируются выпадением из нормальной последовательности тех или иных стратиграфических подразделений, присутствующих там, где положительные движения не проявлялись.



Если отложения выше и ниже поверхности, фиксирующей перерыв в осадконакоплении, залегают с одинаковыми углами наклона (*стратиграфическое несогласие*), можно говорить о медленных положительных движениях на больших площадях. Если же они резко отличаются по углам наклона (*угловое несогласие*), то можно сделать вывод о том, что ранее накопившиеся осадки к моменту нового погружения испытали складкообразование или могли быть нарушены разрывами.

Толщи пород, отделенные от подстилающих и покрывающих толщ поверхностями угловых несогласий, называются *структурными этажами*. Каждый структурный этаж отвечает естественному историко-тектоническому этапу развития территории, который начался трансгрессией и осадконакоплением во время отрицательных движений и завершился подъемом территории и складчатостью. Он характеризуется специфическими формами залегания слоев.

В составе структурных этажей выделяются структурные подэтажи или ярусы – комплексы пород, отделенные от остальной части этажа незначительными угловыми или (и) стратиграфическими несогласиями и характеризующие определенную фазу тектонического цикла.

## РАЗДЕЛ 2. ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ И РАЗРЕЗЫ

### 2.1. Палеогеографические карты

На палеогеографических картах изображают физико-географическую обстановку, существовавшую на определенной территории в течение отдельного этапа геологической истории. Их строят на современной топографической основе, используя все геологические и палеонтологические факты, которые можно нанести на карту. Ввиду малочисленности подобных фактов палеогеографические карты весьма гипотетичны. Кроме того при их составлении наряду с фактическим материалом авторы используют свои предположения и представления. В связи с этим рекомендуется строить подобные карты в масштабе более мелком, чем у исходных геологических карт, и одновременно строго отделять факты от предположений.

Палеогеографические карты составляют в определенной последовательности. Прежде всего, в разрезах естественных обнажений и в скважинах устанавливают и выделяют в границах изучаемой современной геосистемы геохронологическую единицу, отвечающую выбранному для составляемой карты палеогеографическому этапу; определяют площади отсутствия пород заданного возраста. Затем выделяют фации и указывают их литологические и палеонтологические особенности. Результатом этого этапа работы является карта фаций. В дальнейшем, проведя фациальный анализ, от фаций переходят к палеогеографии: воссоздают физико-географическую обстановку прошлого не только в области накопления осадков, но и обязательно в области размыва. Таким образом, палеогеографическими картами являются только те, на которых показаны физико-географические условия, как в области накопления осадков, так и в области размыва. Часто конечный результат палеогеографических исследований составляют совмещенные карты фаций и палеогеографии, называя их обычно литолого-палеогеографическими картами. На них, прежде всего, выделяют области суши и моря.

Реконструкцию древних морей начинают с восстановления береговой линии – ее положения, конфигурации, а если это невозможно, то выделяют переходную зону от суши к морю, в пределах которой в течение рассматриваемого этапа находилась береговая линия. Затем устанавливают глубину палеобассейна и рельеф дна, обычно выделяя геоморфологические элементы (шельф, континентальный склон и т.д.) или биономические зоны (литораль, сублитораль и др.); восстанавливают соленость и среднегодовые температуры воды, газовый режим бассейна и, наконец, характер движения воды (зоны волнения, морские течения, в том числе приливно-отливные, мутьевые потоки и т.д.).

Реконструкция древней суши складывается из установления области размыва и аккумуляции осадков. В характеристику суши входят типы рельефа ее поверхности, положение рек (основные направления их течения и места впадения в палеобассейны), положение озер и болот, направление преобладающих ветров. Если же нет возможности определить характер водных и воздушных течений, то указывают общие направления сноса обломочного материала из зон размыва в зоны аккумуляции.

Анализ особенностей палеобассейнов и древней суши позволяет сделать выводы о климате того времени, наметить положение границ климатических поясов.

Все перечисленные особенности палеогеографии отражаются на картах в виде раскраски или штриховых знаков.

Палеогеографические карты строят на современной топографической основе. Масштаб карты определяется степенью сложности геологического строения территории, степенью ее изученности, степенью насыщенности карты различными знаками. При этом важно соблюдать компоновку карты, т.е. равномерное распределение знаков, чтобы по возможности исключить перегрузку или недогрузку, которые в одинаковой мере затрудняют чтение. Карта должна быть компактной, легко читаемой.

Карты составляются и описываются последовательно от более древних к более молодым геохронологическим этапам.

Пояснительная записка к палеогеографической карте состоит из двух частей. В первой части обосновывается необходимость проведения палеогеографических изысканий, перечисляется авторский коллектив, приводится методика проведения исследований, краткие сведения о современном физико-географическом положении района, его стратиграфии и тектонике. Второй раздел является специальным. В нем последовательно, со ссылкой на конкретную карту, описывается распределение областей моря и суши, районов денудации, состав и возраст слагающих их пород, пути и характер транспортировки разрушаемого материала и зоны его накопления. Выделяются области проявления вулканизма, и указывается состав магм. Оцениваются климатические условия и органический мир, а также факторы, способствующие образованию тех или иных полезных ископаемых: горючих, рудных, строительных материалов и т.д. Описание последующей карты проводится в таком же порядке, но отмечаются изменения физико-географических условий за данный отрезок времени относительно предыдущего.

В пояснительных записках приводятся сведения не только описательного характера, но и те, которые не нашли отражения на картах: обоснование возраста определенных толщ, характер их контакта и фациальной изменчивости, уточнение времени вулканизма, регрессий и трансгрессий и т.п.

## 2.2. Палеофациальные профильные разрезы

Разрезы строят обычно одновременно с палеогеографическими картами. Чаще всего они ориентированы в крест простирания основных палеоструктур и фациальных зон. Методика их построения заключается в следующем. Через точки определенных разрезов в масштабе карты строят палеотектонический профильный разрез, верхняя (нулевая) линия которого соответствует кровле слоя пород заданного возраста, а нижняя – его подошве. В каждой точке в виде небольшой колонки согласно принятым условным обозначениям показывают литологическое строение слоя пород. Сравнивая строение разреза в каждой точке, выделяют в пределах слоя участки с одинаковыми литологическими и палеонтологическими особенностями (фации). Границы между фациями отображают ломаной линией. Для большей наглядности слои окрашивают соответствующими тонами, подчеркивающими их фациальную особенность. Породы, залегающие в основании изучаемой толщи, показывают перекрещивающейся штриховкой.

Палеофациальные разрезы позволяют более наглядно представить в пределах профиля вертикальное и горизонтальное взаимоотношение различных геохронологических комплексов. Кроме того, благодаря анализу изменения фациального состава пород по разрезу можно судить о характере тектонических движений земной коры. Если континентальные и (или) мелководные фации вверх по разрезу сменяются глубоководными, значит происходит трансгрессия – процесс наступления моря на сушу. Обратная смена фаций (от глубоководных к мелководным) соответствует регрессии или отступлению моря, приближению суши. Группа фаций, указывающая на погружение или обмеление бассейна, называется серией – трансгрессивной или регрессивной.

### Практическая работа № 5

(Работа выполняется в пределах 4 академических часов)

**Тема:** Палеогеографические карты и профильные разрезы, их построение.

**Цель:** изучение основ палеогеографического картирования.

**Задание 1.** (Выполнение задания рассчитано на 2 академических часа). По данным, помещенным в таблице 9, и на карте фактического материала (рис. 9), построить палеогеографическую карту и продольный палеофациальный профиль (через скв. 4–22). При построении используйте условные обозначения (рис. 9).

## Мощность и состав сеноманских отложений по данным бурения

| № скв. | № слов-ев | Мощность, м | Описание пород   | № скв. | № слов-ев | Мощность, м | Описание пород                                 |
|--------|-----------|-------------|--|--------|-----------|-------------|--|
| 1      | 1         | 5           | Валунно-галечные отложения с обломками углефицированной древесной растительности                 | 13     | 1         | 8           | Валунно-галечные отложения, аналогичные скв. 1 |
| 2      | –         | 0           | –  | 14     | 1         | 4           | Аналогичные скв. 1                             |
| 3      | –         | 0           | –  | 15     | 1         | 14          | Пески, аналогичные скв. 10                     |
| 4      | –         | 0           | –  | 16     | 1         | 25          | Глины, аналогичные скв. 11                     |
| 5      | 1         | 6           | Аналогичные скв. 1   | 17     | 1         | 13          | Пески, аналогичные скв. 10                     |
| 6      | 1         | 8           | Аналогичные скв. 1   | 18     | 1         | 25          | Глины, аналогичные скв. 11                     |
| 7      | –         | 0           | –  | 19     | 1         | 19          | Пески, аналогичные скв. 10                     |
| 8      | –         | 0           | –  | 20     | 1         | 27          | Глины, аналогичные скв. 11                     |
| 9      | 1         | 7           | Аналогичные скв. 1   | 21     | 1         | 31          | Известняки светло-серые                        |
| 10     | 1         | 15          | Пески серые, среднезернистые, хорошо отсортированные, с фауной и обломками колониальных кораллов | 22     | 1         | 25          | Глины, аналогичные скв. 11                     |
| 11     | 1         | 24          | Глина темно-серая алевритистая с запахом сероводорода и отпечатками водорослей                   | 23     | 1         | 32          | Известняки, аналогичные скв. 21                |
| 12     | 1         | 14          | Аналогичные скв. 10  |        |           |             |  |

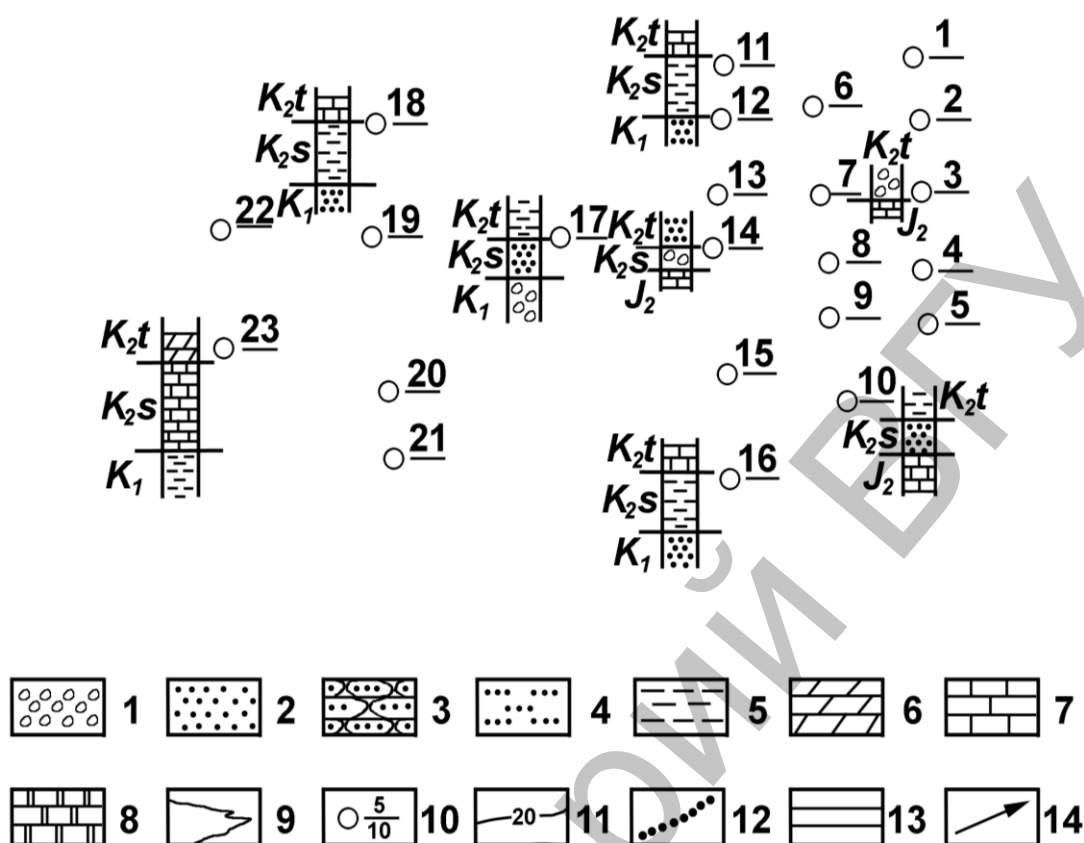


Рис. 9. Карта фактического материала и условные обозначения.

1 – конгломераты; 2 – пески; 3 – песчаники; 4 – алевролиты; 5 – глины; 6 – мергели; 7 – известняки; 8 – доломиты; 9 – зоны выклинивания (на разрезе); 10 – скважины, их номер и мощность пород; 11 – изопахиты; 12 – границы фациальных зон; 13 – области отсутствия отложений; 14 – направление сноса материала с областей денудации.

Кратко опишите палеогеографическую обстановку исследуемой территории в сеноманском веке: распределение областей суши, моря и его зон, климатические условия. Определите характер тектонических движений земной коры по вертикальной смене фаций в разрезе (трансгрессивной или регрессивной сериям). Рекомендуется принять сечение изопахит на карте через 5 м, вертикальный масштаб в профиле 1:2000.

**Задание 2.** (Выполнение задания рассчитано на 2 академических часа). По литолого-фациальным картам (прил. В, Г) опишите палеогеографию территории Беларуси в саргаевское время франского века и задонское время фаменского века девона.

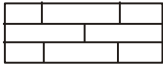
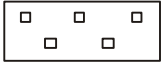
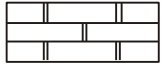




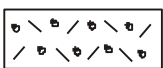
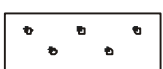

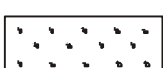

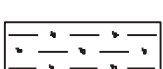

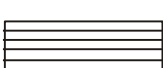

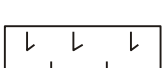

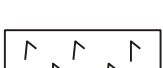
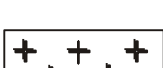
## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакулина, Л.П. Фациальный анализ: метод. указ. для выполн. лаб. работ по курсу «Историческая геология» / Л.П. Бакулина. – Ухта: УГТУ, 2008. – 34 с.
2. Бодылевский, В.И. Малый атлас руководящих ископаемых: справ. пособие / В.И. Бодылевский. – Л.: Недра, 1990. – 263 с.
3. Бондаренко, О.Б. Краткий определитель ископаемых беспозвоночных / О.Б. Бондаренко, И.А. Михайлова; под ред. В.Н. Шиманского. – М.: Недра, 1984. – 536 с.
4. Войлошников, В.Д. Геология. Методы реконструкции прошлого Земли. Геологическая история Земли: учеб. пособие для пед. ин-тов по геогр. спец. / В.Д. Войлошников. – М.: Просвещение, 1979. – 272 с.
5. Вронский, В.А. Основы палеогеографии: учеб. пособие для студ. геогр. спец. вузов / В.А. Вронский, Г.В. Войткевич. – Ростов н/Д; М.: Феникс; Зевс, 1997. – 576 с.
6. Геологический словарь / отв. ред. К.Н. Паффенгольц. – М.: Недра, 1973. – Т. 2. – 456 с.
7. Голубцов, В.К. Фации территории Белоруссии в палеозое и раннем мезозое / В.К. Голубцов, А.С. Махнач. – Минск: Изд-во АН БССР, 1961. – 183 с.
8. Историческая геология: учебник для студ. геол. спец. вузов и фак. / Г.И. Немков, Е.С. Левицкий, И.А. Гречишникова [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1986. – 352 с.
9. Историческая геология с основами палеонтологии: практикум / авт.-сост.: А.Н. Галкин, И.А. Красовская. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2010. – 85 с.
10. Карташев, В.Ф. Методы исторической геологии: учеб. пособие / В.Ф. Карташев, А.А. Недовизин. – Гомель: Изд-во ГГУ, 1980. – 100 с.
11. Короновский, Н.В. Историческая геология: учебник для студ. высш. учеб. завед., обуч. по спец. «Геология» / Н.В. Короновский, В.Е. Хаин, Н.А. Ясаманов. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 458 с.
12. Махнач, А.А. Введение в геологию Беларуси / А.А. Махнач; науч. ред. А.В. Матвеев. – Минск: Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2004. – 198 с.
13. Михайлова, И.А. Палеонтология: учеб. для вузов / И.А. Михайлова, О.Б. Бондаренко. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – Ч. 2. – 496 с.
14. Мотузко, А.Н. Основы палеогеографии: курс лекций / А.Н. Мотузко. – Минск: БГУ, 2003. – 122 с.
15. Практические занятия по исторической геологии / сост. Г.М. Сунгатуллина. – Казань: Казан. гос. ун-т, 2004. – 72 с.
16. Свиточ, А.А. Палеогеография: учебник для студ. высш. учеб. завед. / А.А. Свиточ, О.Г. Сорохтин, С.А. Ушаков; под ред. Г.А. Сафьянова. – М.: Академия, 2004. – 448 с.
17. Славин, В.И. Методы палеогеографических исследований / В.И. Славин, Н.А. Ясаманов. – М.: Недра, 1982. – 255 с.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Условные обозначения к геологическим колонкам

|   |                          |   |                                 |
|---|--------------------------|---|---------------------------------|
|    | Известняки               |    | Каменная соль                   |
|    | Доломиты                 |    | Уголь                           |
|    | Мергели                  |    | Кислые эффузивы                 |
|    | Конгломераты             |    | Туфы кислых эффузивов           |
|    | Гравелиты                |    | Эффузивы среднего состава       |
|    | Песчаники                |    | Туфы эффузивов среднего состава |
|  | Алевриты                 |  | Основные эффузивы               |
|  | Глины, сланцы, аргиллиты |  | Туфы основных эффузивов         |
|  | Гипс                     |  | Габбро и плагиограниты          |
|  | Ангидрит                 |  | Кислые интрузивные породы       |

### Ископаемые остатки фауны и флоры:

|   |            |   |                   |
|---|------------|---|-------------------|
|  | Кораллы    |  | Брахиоподы        |
|  | Гастроподы |  | Криноидеи         |
|  | Двустворки |  | <b>Ихтиофауна</b> |
|  | Аммоноидеи |  | Растения          |
|  | Трилобиты  |   |                   |

### Геологические границы:

|   |                              |   |                        |
|---|------------------------------|---|------------------------|
|  | Стратиграфическое несогласие |  | Структурное несогласие |
|---|------------------------------|---|------------------------|



## Описание геологических разрезов

## Разрез 1

**Слой 1**, D<sub>3</sub>fm. Галечники и грубые песчаники с остатками растений и скоплениями битых раковин моллюсков, с горизонтами глинистых известняков с редкими кораллами и мшанками. Мощность 15 м.

**Слой 2**, C<sub>1</sub>t. Косослоистые песчаники с остатками наземных растений и алевролиты. Мощность 30 м.

**Слой 3**, C<sub>1</sub>v. Известковистые аргиллиты параллельно-слоистые, с прослоями песчаников и известняков с шамотитом и мшанками. Мощность 75 м.

**Слой 4**, C<sub>1</sub>s. Известняки с колониальными кораллами и мшанками. Мощность 60 м.

**Слой 5**, C<sub>2</sub>b. Аргиллиты с редкими сидеритовыми стяжениями; прослой алевролитов и песчаников с остатками растений и двустворчатых моллюсков. Мощность 93 м.

**Слой 6**, C<sub>2</sub>m. Чередующиеся слоистые фораминиферовые (нуммулитовые, швагериновые и фузулиновые) известняки. Мощность 53 м.

**Слой 7**, C<sub>2</sub>k. Аргиллиты, глинистые и доломитизированные известняки с обильной морской фауной. Мощность 40 м.

**Слой 8**, C<sub>2</sub>g. Криноидные известняки, песчаники мелкозернистые, горизонтально слоистые с прикрепляющимися организмами с тонкостенной раковиной. Мощность 110 м.

**Слой 9**, P<sub>1</sub>a. Известняки, песчаники и аргиллиты, горизонтально слоистые; содержат брахиоподы и глауконит. Мощность 50 м.

**Слой 10**, P<sub>1</sub>s. Темно-серые песчаники и алевролиты, часто углистые, с остатками наземных растений. Мощность 10 м.

## Разрез 2

**Слой 1**, D<sub>3</sub>f. Глины горизонтально слоистые, в верхней части разреза песчаные, в нижней – известковистые; фораминиферовые (фузулиновые) и коралловые известняки с редкими мшанками. Мощность 65 м.

**Слой 2**, D<sub>3</sub>fm. Песчаники бурые, обычные и грубозернистые с примесью гальки, с остатками наземных растений; слоистость косяя. Мощность 30 м.

**Слой 3**, C<sub>1</sub>v. Глины известково-слюдистые, плохо сортированные, с глиняными окатышами, с небольшими линзами угля. Мощность 15 м.

**Слой 4**, C<sub>1s</sub>. Песчаники мелкозернистые, горизонтально слоистые с прослоями известняков с брахиоподами и криноидеями. Мощность 40 м.

**Слой 5**, C<sub>2b</sub>. Зеленовато-серые косослоистые алевролиты и песчаники с прослоями аргиллитов, остатки наземных растений и рыб. Мощность 15 м.

**Слой 6**, C<sub>2m</sub>. Чередующиеся глинистые и доломитизированные известняки с морской фауной и зернами глауконита. Мощность 70 м.

**Слой 7**, C<sub>2g</sub>. На размытой поверхности слоя 6 залегают аргиллиты с остатками растений и илоядных животных. На поверхностях напластования пород отмечаются следы ползания и беганья животных, многоугольники усыхания. Мощность 30 м.

**Слой 8**, P<sub>1a</sub>. Галечники и пески хорошо сортированные и хорошо окатанные. Содержат пресноводную и обитающую в солоноватых бассейнах фауну. Мощность 50 м.

**Слой 9**, P<sub>1s</sub>. Бокситы оолитового и бобового сложения, пески мелкозернистые, горизонтально слоистые с редкими прикрепляющимися и зарывающимися организмами с тонкостенной раковиной. Мощность 65 м.

**Слой 10**, P<sub>1ar</sub>. Известняки, аргиллиты и песчаники с шамозитом. Мощность 52 м.

### Разрез 3

**Слой 1**, C<sub>1t</sub>. Сланцы глинистые, аргиллиты с редкими прослоями песчаников мелкозернистых и известняков с фауной брахиопод. Мощность 400 м.

**Слой 2**, C<sub>1v</sub>. Переслаивание песчаников мелкозернистых, алевролитов, сланцев глинистых; встречаются ходы илоедов; слоистость параллельная. Мощность 300 м.

**Слой 3**, C<sub>1s</sub>. Известняки серые органогенные массивные с многочисленными колониальными кораллами, брахиоподами, мшанками, криноидеями. Мощность 150 м.

**Слой 4**, C<sub>2b</sub>. Известняки светло-серые мелкозернистые с гастроподами; редкие прослои и линзы каменной соли, ангидрита. Мощность 100 м.

**Слой 5**, C<sub>2m</sub>. Песчаники зеленовато-серые, алевролиты, прослои и линзы известняков оолитовых с остатками наземных растений, рыб; отчетливо выражена косая слоистость. Мощность 80 м.

**Слой 6**, C<sub>2g</sub>. Сланцы черные битуминозные, аргиллиты с раковинами головоногих моллюсков по плоскостям наслоения. Мощность 90 м.

**Слой 7, C<sub>2</sub>k.** Известняки серые глинистые с многочисленными кораллами, брахиоподами, криноидеями; зерна глауконита. Мощность 75 м.

#### Разрез 4

**Слой 1, C<sub>1</sub>v<sub>1</sub>.** Серые песчаники и аргиллиты с растительным детритом. Мощность 15 м.

**Слой 2, C<sub>1</sub>v<sub>2</sub>.** Гравелиты и конгломераты с песчаным или илистым заполнителем. Гальки плоские, расположены параллельно плоскостям напластования. Содержат хорошо сохранившиеся скелеты и раковины морских организмов. Мощность 25 м.

**Слой 3, C<sub>1</sub>s<sub>1</sub>.** Известняки органогенные массивные с многочисленными колониальными кораллами, брахиоподами, мшанками. Мощность 125 м.

**Слой 4, C<sub>1</sub>s<sub>2</sub>.** Грубые косослоистые песчаники с остатками растений. Мощность 20 м.

**Слой 5, C<sub>2</sub>b<sub>2</sub>.** Известняки с прослоями мергелей, тонкозернистые, пестро окрашенные, характеризуются тонкой слоистостью, фауна отсутствует. Мощность 37 м.

**Слой 6, C<sub>2</sub>m<sub>1</sub>.** Мелкозернистые песчаники и углистые аргиллиты. Мощность 25 м.

**Слой 7, C<sub>2</sub>m<sub>2</sub>.** Аргиллиты с брахиоподами; прослой песчаников косослоистых с растительным детритом. Мощность 24 м.

**Слой 8, C<sub>2</sub>k<sub>1</sub>.** Мшанковые известняки. Мощность 100 м.

**Слой 9, P<sub>1</sub>a<sub>2</sub>.** Грубые песчаники с остатками наземных растений; асимметричные знаки ряби. Мощность 15 м.

#### Разрез 5

**Слой 1, C<sub>2</sub>m.** Кремовые биогенные известняки с остатками кораллов. Мощность 25 м.

**Слой 2, C<sub>2</sub>k.** Желтовато-серые кавернозные известняки с брахиоподами и криноидеями. Мощность 14 м.

**Слой 3, K<sub>2</sub>s<sub>1</sub>.** Конгломераты с прослоями глин, содержащих *Aucellina gryphaeoides* Sow. Мощность 15 м.

**Слой 4, K<sub>2</sub>s<sub>2</sub>.** Зеленовато-серые глауконитовые песчаники, сверху замещающиеся конгломератами и мергелями. Мощность 40 м.

**Слой 5, K<sub>2</sub>t<sub>1</sub>.** Зеленовато-серые известковистые глауконитовые песчаники, с 15 м переходящие в мергели с раковинами *Inoceramus labiatus* Schloth. Мощность 37 м.

**Слой 6, K<sub>2</sub>t<sub>2</sub>.** Белые толстоплитчатые известняки с конкреция-

ми черных кремней и многочисленными раковинами *Inoceramus lamarcki* Park. Мощность 52 м.

**Слой 7**, K<sub>2</sub>k. Серые плитчатые песчанистые мергели, с 21 м переходящие в темно-серые листоватые глины с раковинами *Inoceramus involutus* Sow. Мощность 54 м.

**Слой 8**, K<sub>2</sub>st. Серые и светло-серые опоки. Мощность 34 м.

**Слой 9**, K<sub>2</sub>km. Светло-серые песчанистые мергели с остатками *Belemnitella mucronata* Schloth. Мощность 14 м.

**Слой 10**, E<sub>1</sub>d. Белые кварцевые пески с растительными остатками. Мощность 10 м.

#### Разрез 6

**Слой 1**, J<sub>2</sub>b. Пески и песчаники с растительными остатками и прослоями угля. Мощность 200 м.

**Слой 2**, J<sub>2</sub>bt. Чередование прослоев глин с *Oppelia* sp. и лав основного состава. Мощность 80 м.

**Слой 3**, J<sub>2</sub>k. Темно-серые глины с *Cadoceras milashevichi* Nik. Мощность 120 м.

**Слой 4**, J<sub>3</sub>o-km. Известняки с аптихами (или частью челюстного аппарата) аммонитов. Мощность 60 м.

**Слой 5**, J<sub>3</sub>tt. Известняки с аптихами аммонитов, с 50 м переходящие в гипсы и ангидриты. Мощность 105 м.

**Слой 6**, K<sub>1</sub>br-ар. Лимнические песчано-глинистые отложения с пресноводными гастроподами, вверху (30 м) – прослой гипсов и глин. Мощность 170 м.

**Слой 7**, K<sub>1</sub>al. Глины с линзами гипсов, с 55 м глауконитовые пески. Мощность 135 м.

**Слой 8**, K<sub>2</sub>s. Мергели с иноцерамами и аммонитами. Мощность 60 м.

**Слой 9**, K<sub>2</sub>t-k. Мергели с иноцерамами, с 40 м глауконитовые известняки с конкрециями фосфоритов. Мощность 55 м.

**Слой 10**, K<sub>2</sub>st-km. Известняки с остатками водорослей и двустворчатых моллюсков. Мощность 325 м.

#### Разрез 7

**Слой 1**, D<sub>3</sub>f<sub>1</sub>. Известняки с крупными фораминиферами. Мощность 45 м.

**Слой 2**, D<sub>3</sub>f<sub>2</sub>. Песчаники и аргиллиты серого цвета с редкими отпечатками листьев папоротниковидных растений. Мощность 35 м.

**Слой 3**, C<sub>1</sub>t<sub>1</sub>. Аргиллиты с брахиоподами; прослой песчаников с растительным детритом. Мощность 18 м.

**Слой 4**,  $C_1t_2$ . Аргиллиты темные с линзами конгломератов, содержащих скелеты и раковины морских организмов. Мощность 140 м.

**Слой 5**,  $C_1v_1$ . Известняки коралловые. Мощность 25 м.

**Слой 6**,  $C_1v_2$ . Аргиллиты серые, местами красные, грубые кослоистые песчаники с примесью гальки. Мощность 33 м.

**Слой 7**,  $C_2b_2$ . Песчаники и глинистые известняки с морскими лилиями, брахиоподами и гониатитами. Мощность 60 м.

**Слой 8**,  $C_2m_1$ . Глинистые пески линзовиднослоистые, с прослоями песчаных глин, содержащих линзы угля. Мощность 25 м.

**Слой 9**,  $C_2k_1$ . Песчаники с горизонтами глинистых известняков; слоистость волнистая, отмечаются следы волочения, редкие известковые водоросли. Мощность 40 м.

**Слой 10**,  $P_1a_1$ . Мергели однородные, тонкозернистые и тонкослоистые с тонкими прослоями известняков с остатками рыб, двустворчатых моллюсков, редких насекомых. Мощность 12 м.

#### Разрез 8

**Слой 1**,  $D_3f_1$ . Известняки с прослоями мела, состоящего из обломков известковых оболочек морских планктонных водорослей – кокколитофорид и раковин мелких фораминифер. Мощность 45 м.

**Слой 2**,  $D_3f_2$ . Песчаники и аргиллиты серого цвета с редкими отпечатками листьев папоротниковидных растений. Мощность 25 м.

**Слой 3**,  $C_1v_2$ . Аргиллиты с брахиоподами; прослойки песчаников с растительным детритом. Мощность 40 м.

**Слой 4**,  $C_1s_2$ . Бокситы оолитового и бобового сложения, содержащие небольшие конкреции марганцевых руд. Мощность 40 м.

**Слой 5**,  $C_2b_1$ . Известняки коралловые и мшанковые. Мощность 25 м.

**Слой 6**,  $C_2b_2$ . Серые, местами красные, аргиллиты и грубые кослоистые песчаники с примесью гальки. Мощность 33 м.

**Слой 7**,  $C_2m_1$ . Песчаники с конкрециями фосфоритов, глинистые известняки с брахиоподами и редкими трилобитами. Мощность 30 м.

**Слой 8**,  $C_2m_2$ . Известковые и кремнистые илы и красная глина. Мощность 200 м.

**Слой 9**,  $C_2g_2$ . Песчаники с горизонтами глинистых известняков; слоистость волнистая, следы волочения, редкие известковые водоросли. Мощность 40 м.

**Слой 10**,  $P_2u$ . Тонкие пески углистые, битуминозные, участками с пиритом. Содержат небольшие линзы и конкреции железных руд оолитового строения. Мощность 37 м.

## Разрез 9

**Слой 1**,  $C_{1t}$ . Гравелиты, песчаники, сланцы глинистые ритмично-слоистые; редкие головоногие моллюски, брахиоподы. Мощность 350 м.

**Слой 2**,  $C_{1v}$ . Сланцы глинистые с прослоями песчаников и известняков, присутствуют радиолярии; четко выражена параллельная слоистость. Мощность 230 м.

**Слой 3**,  $C_{1s}$ . Известняки массивные, часто рифогенные с водорослями, кораллами, брахиоподами, криноидеями. Мощность 150 м.

**Слой 4**,  $C_{2b}$ . Известняки с редкими маломощными прослоями каменной соли, гипса; обнаружены остракоды, брахиоподы, криноидеи; слоистость горизонтальная. Мощность 70 м.

**Слой 5**,  $C_{2m}$ . Песчаники кварцевые, линзы плохо окатанной и несортированной гальки; редкие растительные остатки. Мощность 60 м.

**Слой 6**,  $C_{2g}$ . Сланцы темно-серые битуминозные, аргиллиты, мергели; органические остатки представлены редкими гониатитами и брахиоподами; встречаются кристаллы пирита; слоистость горизонтальная. Мощность 90 м.

**Слой 7**,  $C_{2k}$ . Известняки глинистые с пелециподами, брахиоподами, криноидеями; слоистость горизонтальная. Мощность 80 м.

## Разрез 10

**Слой 1**,  $D_3f_2$ . Красноцветные алевролиты и грубые косослоистые песчаники с линзами конгломератов. Мощность 14 м.

**Слой 2**,  $D_3fm_2$ . Аргиллиты и песчаники с норками зарывающихся двустворок; асимметричные знаки ряби. Мощность 35 м.

**Слой 3**,  $C_{1v_1}$ . Косослоистые мелкозернистые песчаники и аргиллиты с линзами каменного угля. Мощность 25 м.

**Слой 4**,  $C_{1v_2}$ . Глины темно-серые, битуминозные, углистые. На поверхностях напластования наблюдаются следы капель дождя, ползания и беганья различных животных, трещины и многоугольные усадки. Мощность 40 м.

**Слой 5**,  $C_{1s_1}$ . Пески кварцевые, хорошо сортированные, клиновиднослоистые. Мощность 20 м.

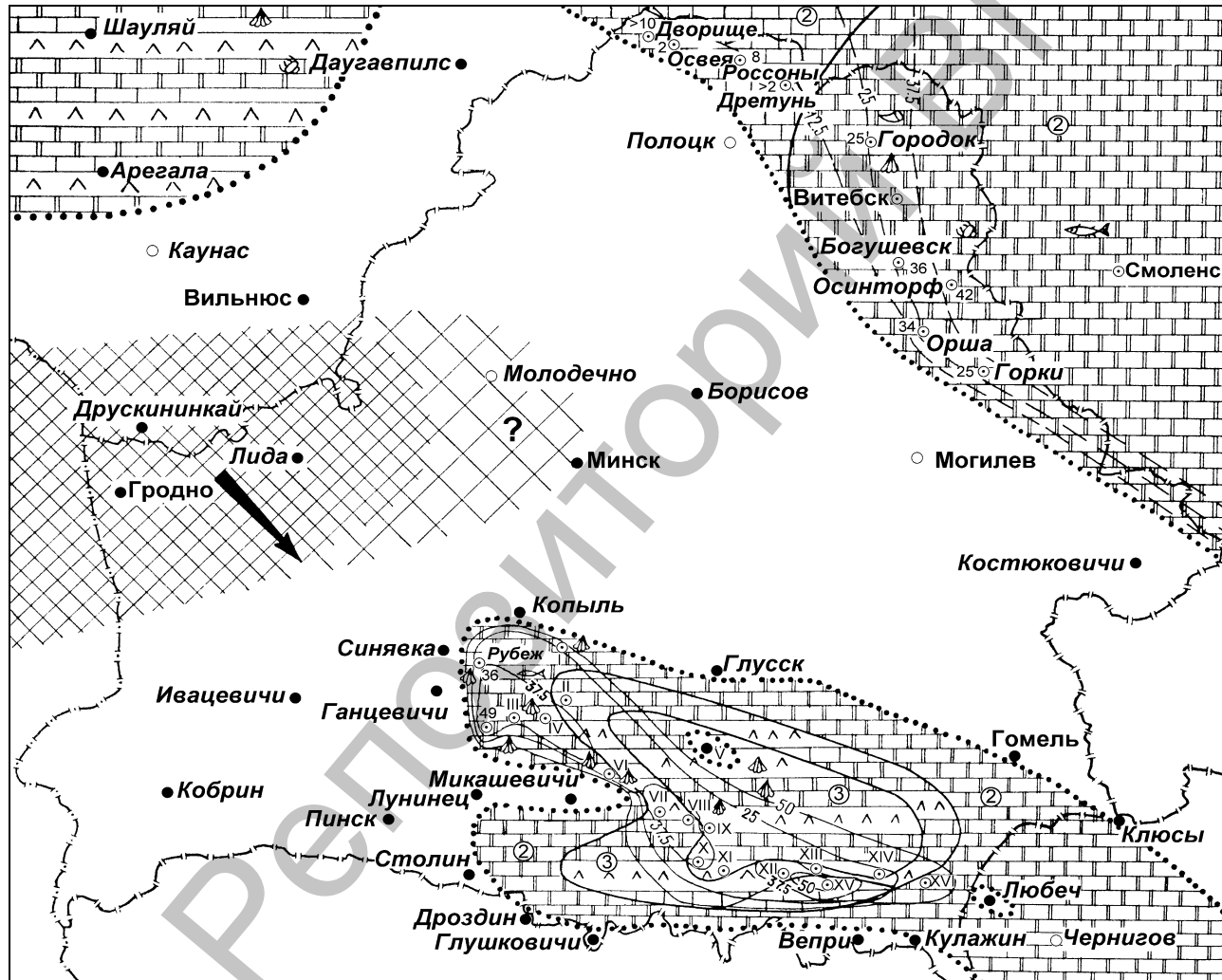
**Слой 6**,  $C_{1s_2}$ . Известняки мшанковые, массивные. Мощность 120 м.

**Слой 7**,  $C_{2b_2}$ . Красноцветные алевролиты и грубые косослоистые песчаники с линзами конгломератов. Мощность 17 м.

**Слой 8**,  $P_{2u_1}$ . Глины с прослоями торфа и линзами угля. Мощность 13 м.

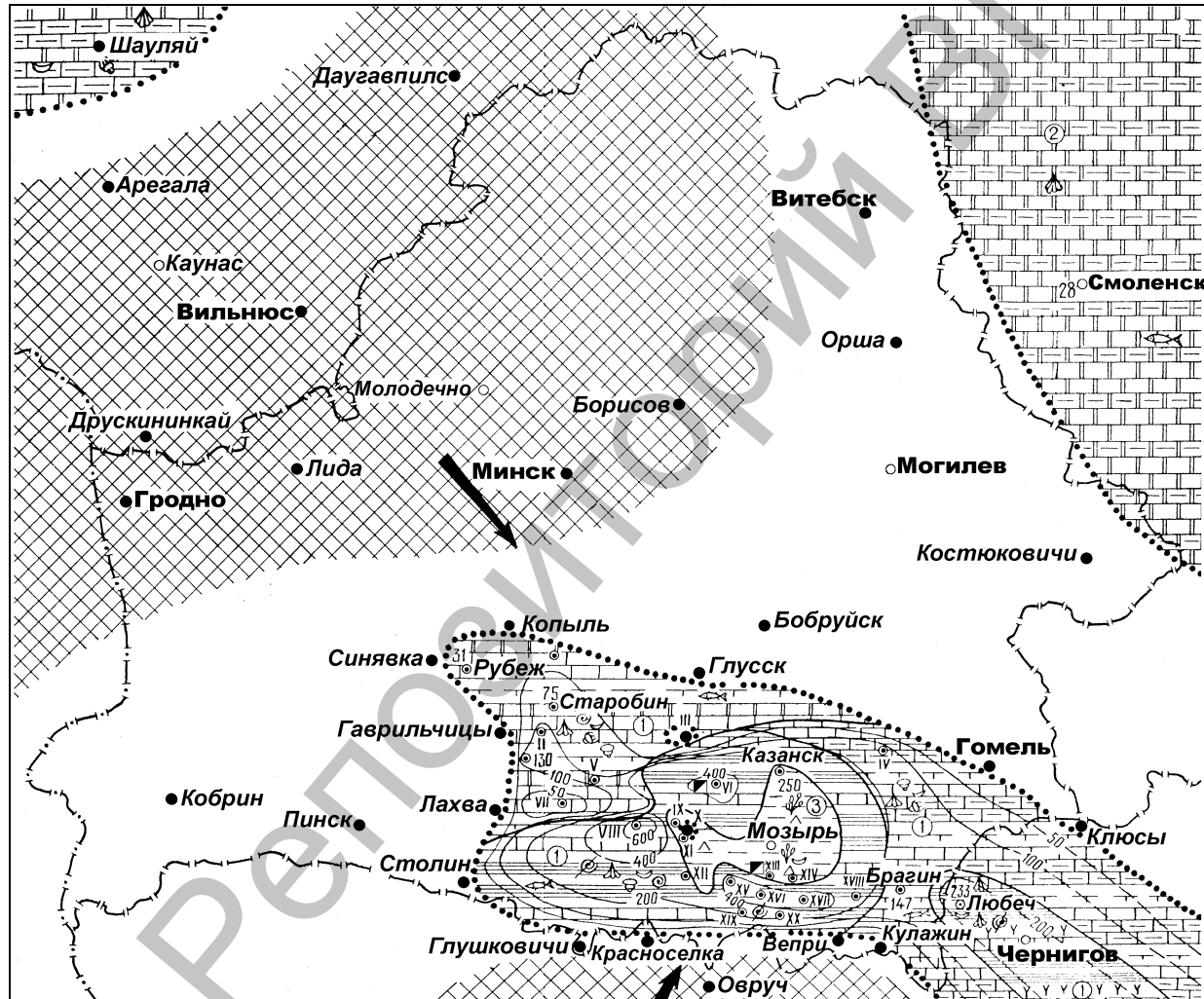
**Слой 9**,  $P_{2u_2}$ . Глины хорошо сортированные, параллельнослоистые, в верхней части разреза – песчаные, в нижней – известковистые. Мощность 30 м.

**ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ КАРТА БЕЛАРУСИ И СМЕЖНЫХ РАЙОНОВ.  
ДЕВОН, ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ, ФРАНКИЙ ЯРУС, САРГАЕВСКИЙ ГОРИЗОНТ**



Условные обозначения см. на стр. 58.

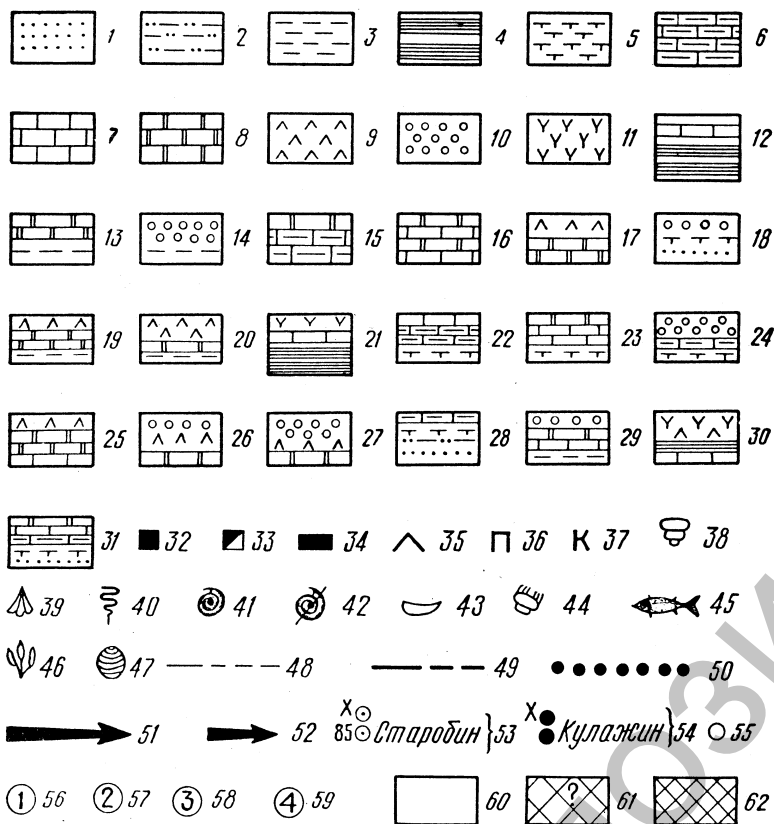
ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ КАРТА БЕЛАРУСИ И СМЕЖНЫХ РАЙОНОВ.  
ДЕВОН, ВЕРХНИЙ ОТДЕЛ, ФАМЕНСКИЙ ЯРУС, ЗАДОНСКИЙ ГОРИЗОНТ



Условные обозначения см. на стр. 58.



## Условные обозначения к прил. В, Г



1 – пески и песчаники мелко- и среднезернистые; 2 – глины песчанистые; 3 – глины; 4 – аргиллиты; 5 – глины карбонатные; 6 – мергели; 7 – известняки; 8 – доломиты; 9 – гипсы и ангидриты; 10 – каменные соли; 11 – эффузивы; 12 – аргиллиты и известняки, чередующиеся между собой примерно в одинаковом количестве; 13 – глины и доломиты, последние значительно преобладают; 14 – глины и соли, последние преобладают почти вдвое; 15 – мергели и доломиты, первые преобладают; 16 – известняки и доломиты, чередующиеся между собой примерно в одинаковом количестве; 17 – доломиты и гипсы, первые преобладают; 18 – пески средне- и мелкозернистые, глины карбонатные и соли, чередующиеся между собой примерно в равном количестве; 19 – глины, доломиты и гипсы с преобладанием доломитов; 20 – глины, доломиты и гипсы с преобладанием последних; 21 – аргиллиты, известняки и эффузивные породы с преобладанием первых; 22 – глины, мергели и известняки с преобладанием мергелей; 23 – глины карбонатные, известняки и доломиты с преобладанием известняков; 24 – глины карбонатные, мергели и соли, последние преобладают; 25 – известняки, доломиты и гипсы с преобладанием доломитов; 26 – доломиты, гипсы и соли, чередующиеся между собой примерно в равном количестве; 27 – доломиты, гипсы и соли, последние преобладают; 28 – пески средне- и мелкозернистые, глины песчанистые, глины карбонатные и мергели, чередующиеся между собой примерно в одинаковом количестве; 29 – глины карбонатные, известняки, доломиты и соли, чередующиеся между собой примерно в равном количестве; 30 – известняки, аргиллиты, гипсы и эффузивные породы, чередующиеся между собой примерно в равном количестве; 31 – пески средне- и мелкозернистые, глины карбонатные, мергели, известняки и доломиты, чередующиеся примерно в равном количестве; 32 – нефть; 33 – битумы; 34 – угли; 35 – включения гипсов и ангидритов; 36 – пирит; 37 – калийные соли; 38 – фораминиферы; 39 – брахиоподы; 40 – черви; 41 – моллюски; 42 – филлоподы; 43 – остракоды; 44 – криноидеи; 45 – рыбы; 46 – наземные растения; 47 – оогонии харовых водорослей; 48 – линии равных мощностей (достоверные и вероятные); 49 – границы распространения литологических комплексов; 50 – границы древних размывов; 51 – главные направления сноса обломочного материала; 52 – второстепенные направления сноса обломочного материала; 53 – буровые скважины, вскрывшие отложения данного возраста; 54 – буровые скважины, в которых отложения данного возраста отсутствуют; 55 – прочие населенные пункты; 56 – мелкая часть шельфа; 57 – чередование условий морского мелководного шельфа и засоленной лагуны, первые значительно преобладают; 58 – чередование условий морского мелководного шельфа и засоленной лагуны; 59 – чередование условий морского мелководного шельфа с наиболее устойчивым режимом лагуны с повышенной соленостью; 60 – области, где отложения данного возраста в настоящее время отсутствуют (размыты); 61 – предполагаемое распространение суши; 62 – суша.

Учебное издание

**ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ.  
ВВЕДЕНИЕ В МЕТОДЫ  
ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.  
ЧАСТЬ 1. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛИТОСФЕРЫ**

Практикум

Авторы-составители:

**ГАЛКИН** Александр Николаевич  
**КРАСОВСКАЯ** Ирина Анатольевна  
**ПАВЛОВСКИЙ** Александр Илларионович

Технический редактор

*Г.В. Разбоева*

Корректор

*Л.В. Моложавая*

Компьютерный дизайн

*Е.В. Малнач*

Подписано в печать

. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 3,37. Уч.-изд. л. 3,14. Тираж.

экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования

«Витебский государственный университет им. П.М. Машерова».

ЛИ № 02330 / 0494385 от 16.03.2009.

Отпечатано на ризографе учреждение образования

«Витебский государственный университет им. П.М. Машерова».

210038, Витебск, Московский проспект, 33.