

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Э.Д. Рябчикова, И.В. Рычкова

**ПРАКТИКУМ
ПО ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ**

*Рекомендовано в качестве учебного пособия
Редакционно-издательским советом
Томского политехнического университета
3-е издание*

Издательство
Томского политехнического университета
2015

УДК 551.7(076.5)
ББК 26.3я7
Р985

Рябчикова Э.Д.

Р985 Практикум по исторической геологии: учебное пособие / Э.Д. Рябчикова, И.В. Рычкова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 94 с.

В практикуме изложены основные темы для проведения практических занятий по исторической геологии: история развития органического мира Земли, фациальный анализ и палеогеография, тектонический анализ, история развития Земли. Также приведены задания по методам историко-геологического анализа. Даны пояснения к выполнению заданий, образец отчета и тесты для самопроверки.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 130101 «Прикладная геология» и 020700 «Геология».

УДК 551.7(076.5)
ББК 26.3я7

Рецензенты

Кандидат геолого-минералогических наук,
начальник научно-образовательного центра «Вода» НИ ТПУ
Ю.Г. Копылова

Кандидат геолого-минералогических наук
заведующий сектором литологии лаборатории седиментологии
ОАО «ТомскНИПИнефть»
М.В. Шалдыбин

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2015
© Рябчикова Э.Д., Рычкова И.В., 2015
© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2015

Содержание

Введение.....	6
Тема 1. История органического мира Земли.....	6
1.1. Теоретический материал к изучению темы.....	6
1.2. Задание по теме «Руководящие формы».....	29
Тема 2. Фациальный анализ и палеогеография.....	33
2.1. Методы фациального анализа.....	33
2.1.1. Общегеологические методы.....	33
2.1.2. Частные методы.....	33
2.2. Классификация фаций.....	37
2.2.1. Морские фации.....	38
2.2.2. Континентальные фации.....	49
2.2.3. Переходные фации.....	54
Тема 3. Тектонический анализ.....	58
3.1. Главные структурные элементы земной коры.....	58
3.2. Теория литосферных плит.....	65
3.3. Задание по геотектонике.....	66
Тема 4. История развития земной коры.....	67
4.1. Геологическая карта и её значение в изучении исторической геологии.....	67
4.2. Геологическая карта России и стран СНГ.....	69
4.3. Задание по теме «История развития земной коры».....	69
Тема 5. Индивидуальные задания по методам историко-геологического задания.....	79
5.1. Стратиграфическая колонка.....	79
5.2. Индивидуальные задания по историко-геологическому анализу.....	79
5.3. Последовательность выполнения работы.....	86
5.4. Пример выполнения задания.....	87
Список рекомендуемой литературы.....	91
Приложение.....	93

Введение

Историческая геология изучает историю геологического развития земной коры и жизни на Земле во времени и пространстве. Временной аспект ограничивается отрезком примерно в 4,5 млрд лет, т.е. со времени появления первых горных пород. Пространственно для изучения доступна лишь верхняя оболочка земного шара – земная кора, поэтому историческая геология фактически выясняет закономерности геологического развития, историю земной коры и жизни на ней. Для восстановления геологической истории земной коры следует решить несколько задач, которые вслед за Л.Л. Халфиным можно обозначить как три стороны историко-геологического анализа.

1. Изучение залегания слоев горных пород, восстановление их хронологической последовательности, определение их относительного возраста. Эту и многие другие задачи решает **стратиграфический анализ**. Он заключается в выяснении пространственно-временных соотношений нормально пластуемых горных пород, в установлении их состава, возраста, характера залегания пластов в разрезе. Кроме того, изучаются взаимоотношения свит по простиранию и корреляция разрезов между собой. О задачах стратиграфии подробнее можно узнать в соответствующем разделе учебника по исторической геологии. При стратиграфических исследованиях большое значение имеют знания по общей геологии, минералогии, литологии, палеонтологии и структурной геологии.

2. Вторая сторона историко-геологического анализа заключается в восстановлении физико-географических условий, существовавших на земной поверхности в прошлые геологические эпохи. Это рельеф, климат, распределение суши и древних морей, солёности и температуры морских бассейнов и др. Этим занимается раздел исторической геологии палеогеография, используя **фациальный анализ**.

3. Воссоздание движений земной коры, их характера, скорости проявления, направленности, а также последовательного развития структуры земной коры входит в задачу **палеотектонического анализа**, используя совокупность методов исторической геотектоники.

На основании решения этих задач историческая геология выявляет закономерности геологического развития Земли, обобщает результаты, полученные многими другими геологическими науками, представляет основу геологического мировоззрения.

Составление практикума основано на многолетнем опыте преподавания исторической геологии, на традициях кафедры общей и исторической геологии ТПУ. Небольшой объём и разработка всего лишь нескольких тем объясняются резко сократившимся количеством часов, отводимых на этот важнейший предмет. Данная работа может быть полезной не только студентам, но и начинающим преподавателям.

Тема 1. История органического мира Земли

1.1 Теоретический материал к изучению темы

Каждому отрезку геологического времени характерен свой комплекс ископаемых организмов. Из них наиболее важны вымершие организмы,

просуществовавшие сравнительно короткий отрезок геологического времени (период, эпоху, век), широко расселившиеся в это время, затем вымершие и больше не встречающиеся в таком виде. Такие организмы в исторической геологии называются **руководящими формами**. Например, археоциаты являются руководящими формами раннекембрийской эпохи; род *Endoceras* – ордовикского периода; *Choristites mosquensis* – московского века среднекаменноугольной эпохи. Ниже приводится краткий обзор истории развития ископаемых организмов по периодам фанерозойского эона и описание наиболее важных из них. Фанерозойский эон охватывает три эры: палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую. В стратиграфии и исторической геологии руководящие окаменелости используются для установления геологического времени и стратиграфической корреляции.

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРА

Палеозойская эра подразделяется на шесть периодов – кембрийский, ордовикский, силурийский, девонский, каменноугольный и пермский. Для каждого из периодов характерны определённые комплексы ископаемых животных и растений, населявших нашу планету в то время.

К е м б р и й с к и й п е р и о д представлен преимущественно археоциатами, трилобитами, хотя в отложениях этой системы обнаружены остатки почти всех типов беспозвоночных. Наземные растения в отложениях кембрийской системы пока не обнаружены. Трилобиты кембрия разнообразны – от самых мелких агностид (*Agnostus* ϵ_3) до самых крупных (*Paradoxides* ϵ_2). Все кембрийские трилобиты имеют хорошо выраженные шипы (рис. 1). Органический мир кембрия богаче, разнообразнее и резко отличается от позднепротерозойского, в частности от вендского.

***Olenellus* H a l l. ϵ_1 .** Панцирь большой (15-20 см) с крупным головным щитом и длинным шипом на заднем конце тела. Цефалон крупный, полукруглый с короткими щёчными шипами. Глабель цилиндрическая, с тремя парами боковых борозд и округлой фронтальной частью, доходящей до узкой краевой каймы. Глазные крышки полулунной формы, почти примыкают к глабели. Туловищный отдел состоит из 14 сегментов с хорошо развитыми плеврами, заканчивающихся шипами. Третий туловищный членик длиннее других. Рахис заканчивается длинным шипом – *тельсоном*.

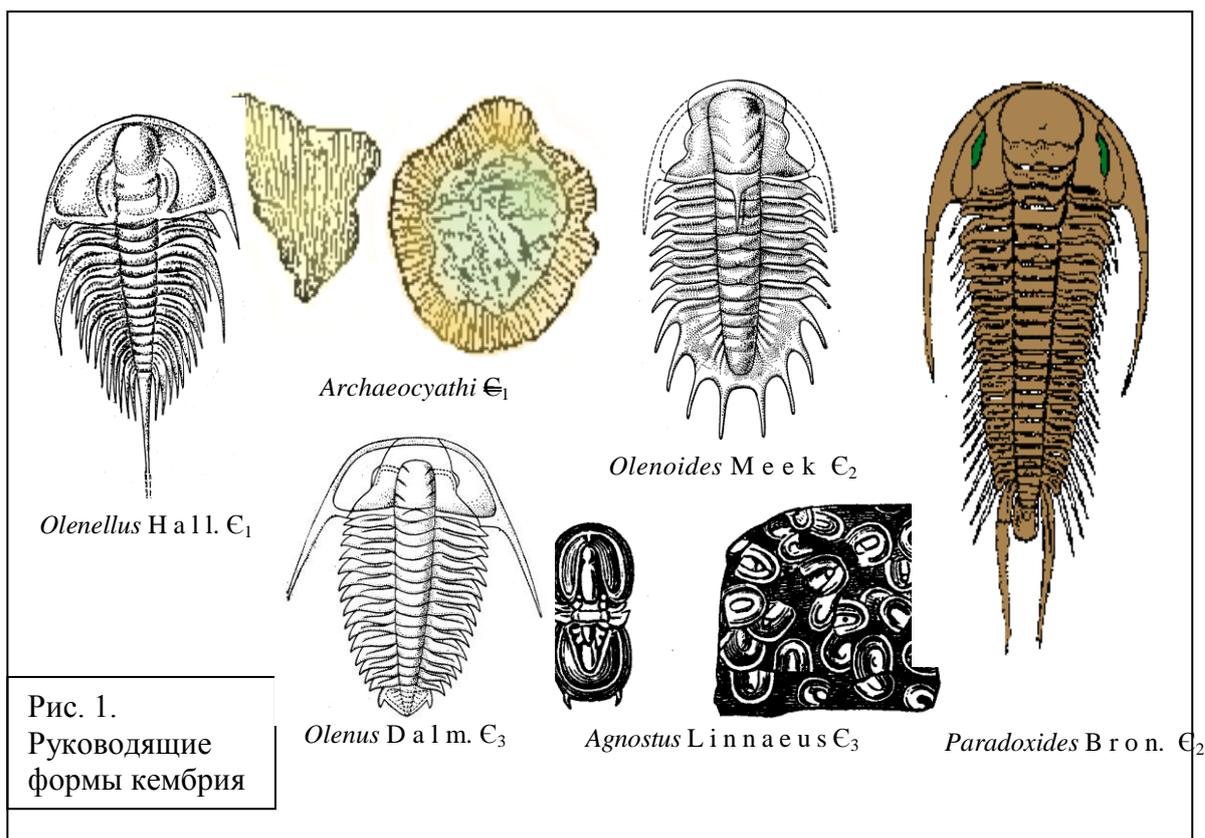
***Paradoxides* B r o n g n i a r t ϵ_2 .** Крупный панцирь с большим головным щитом, маленьким пигидием и длинными щёчными шипами. Торакс состоит из 17-23 сегментов, заканчивающихся по бокам шипами. Глабель широкая, расширена впереди, доходит до краевой каймы. На глабели имеется три-четыре пары глабельных борозд. Затылочное кольцо чёткое. Лицевые швы заднещёчного типа. Глаза с большими глазными крышками занимают почти срединное положение. Хвостовой щит маленький, округлённой формы.

***Olenoides* M e e k ϵ_2 .** Панцирь до 7-9 см с большим головным и хвостовым щитами. Туловищный отдел состоит из 7-8 сегментов. Головной щит имеет полукруглую форму, узкую краевую кайму и небольшие щёчные шипы. Глабель цилиндрической формы, чётко разделяется косыми бороздами на четыре лопасти. Затылочное кольцо имеет длинный срединный шип. Лицевые швы заднещёчные. Осевые части туловищных сегментов несут бугорки, а плевральные доли

заканчиваются шипами. По краям на хвостовом щите имеются тонкие, равновеликие, довольно длинные шипы.

***Agnostus Linnaeus* €₃**. Панцирь маленький, туловищных сегментов два, полуэллиптические цефалон и пigidий равновеликие. Краевая кайма выражена хорошо. На хвостовом щите имеется два оттянутых назад шипа. Рахис субцилиндрической формы, на хвостовом щите – сходный с глабелю рахис, не достигающий до краевой каймы. Глаза и лицевые швы отсутствуют.

***Olenus Dalm.* €₃**. Панцирь небольших размеров, уплощенный. Цефалон относительно крупный, округленно-четырёхугольной формы и вытянут в ширину, его передний край почти прямой. Глабель цилиндрическая, отделенная от узкой краевой каймы предглабеллярным полем, несёт три пары косо расположенных борозд. Лицевые швы заднешёчные со сходящимися впереди передними ветвями. Глаза небольшие, глазные валики подходят к переднему краю глабели под прямым углом. Туловищный отдел состоит из 12-15 сегментов. Хвостовой щит треугольной формы, маленький. Плевры хвостового отдела несут два маленьких шипа.



О р д о в и к с к и й п е р и о д. По сравнению с кембрием в ордовике органический мир гораздо более разнообразен. Это время расцвета трилобитов, приобретших способность сворачиваться (*Asaphus*, *Megalaspis*, *Illaenus*, *Trinucleus* и др.), головоногих моллюсков (эндоцератоидей, ортоцератоидей, наутилоидей), иглокожих из класса цистоидей (*Echinosphaerites*), хализитид, безосных граптолитов (*Tetragraptus*, *Phyllograptus*, *Didymograptus*), брахиопод (ортид *Orthis calligramma*, строфоменид) и др. (рис. 2). Вся жизнь в ордовикском периоде по-прежнему была сосредоточена в морях.

***Tetragraptus serra* Brongniart O_{1a}.** Рабдосома состоит из четырех коротких ветвей длиной 2.5-5.0 см, почти прямых, узких в основании. Хорошо выражена сикула. Ячейки налегают друг на друга более чем на 2/3 длины и наклонены под углом 45°.

***Asaphus expansus* Wahl. O_{1a}.** Панцирь крупный с равновеликими, слабо расчленёнными головным и хвостовым щитами. Сильно выпуклая, гладкая, грушевидной формы глабель, расширяется к переднему краю. Затылочное кольцо ясно выражено. Глаза большие, приближены к глабели, расположены на стебельках. Лицевые швы заднешёчные. Задние ветви лицевых швов сильно отклоняются в стороны, приближаясь к щёчным углам. Рахис и плевральные части туловищного отдела примерно равной ширины. Рахис пигидия сегментирован и чётко отграничен от почти гладких боковых частей.

***Illaenus salairicus* Weber O₃.** Панцирь крупный с гладкими равновеликими головным и хвостовым щитами. Очертания глабели намечены лишь в основании. Глаза маленькие, приближены к наружным краям головного отдела. Затылочное кольцо не выражено. Лицевые швы заднешёчные. Подвижные щёки узкие. Рахис и боковые части торакса имеют равную ширину. В туловищном отделе 10 сегментов. Хвостовой щит полукруглый, практически гладкий, едва намечается короткий рахис. Представители этого рода имели способность свёртываться.

***Trinucleus fimbriatus* Murchison O₂.** Панцирь средних размеров. Головной щит большой, равновелик остальной части панциря, форма его полукруглая с широкой краевой каймой, скульптурированной точечной скульптурой. Щёчные шипы длинные. Глабель чёткая, расширена к переднему краю. На глабели имеется три пары коротких борозд. Боковые части головного отдела обычно вздуты. Туловищный отдел состоит из восьми сегментов. Пигидий короткий, широкий, треугольной формы.

***Obolus apollinis* Eichwald O_{1t}.** Раковина хитиново-обызвествлённая, почти круглая, створки слабовыпуклые, снаружи они покрыты тонкими концентрическими линиями нарастания.

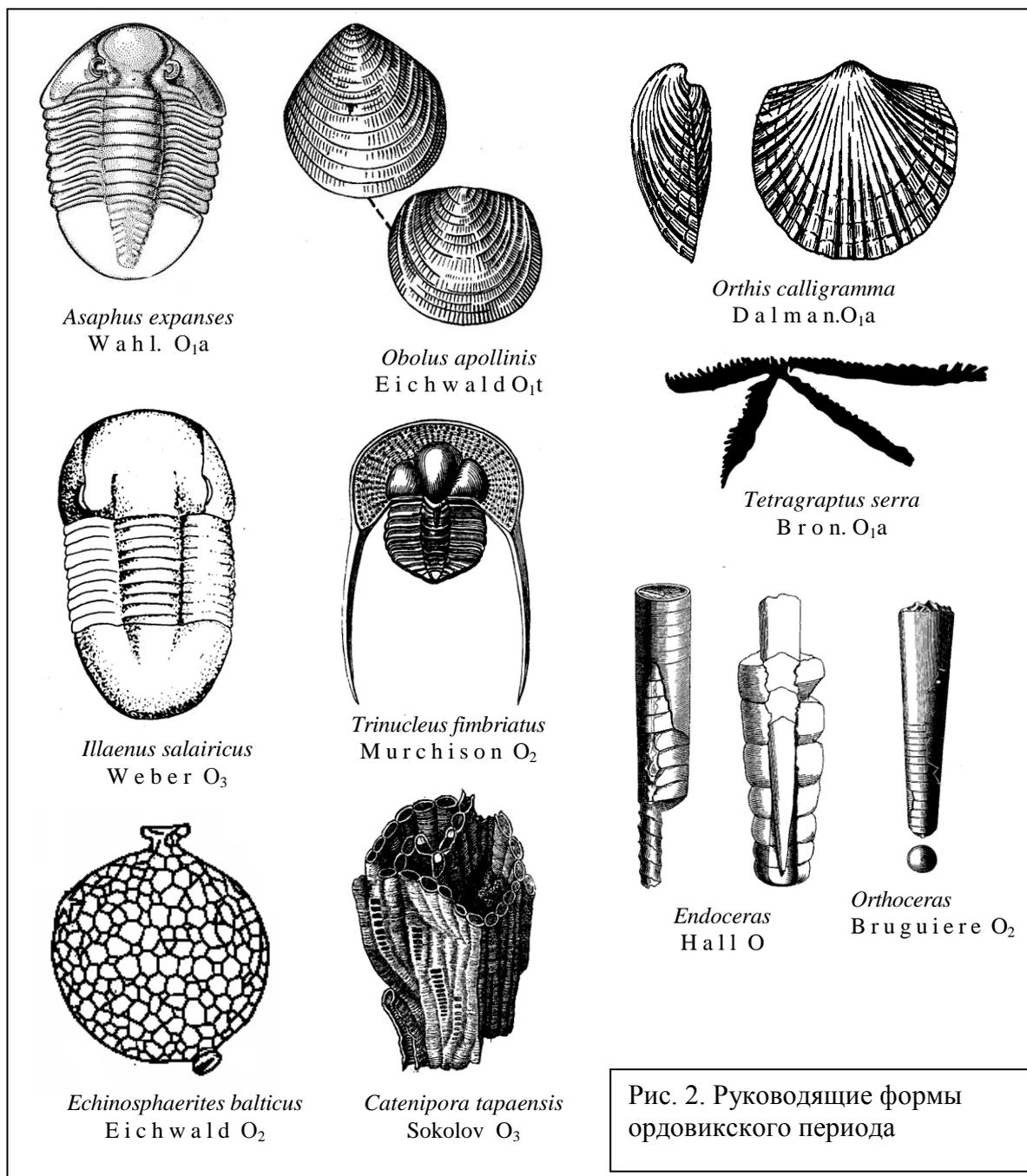
***Orthis calligramma* Dalman. O_{1a}.** Раковина почти круглая плоско-выпуклая. Прямой замочный край короче наибольшей ширины раковины. Простые округлённые радиальные рёбра веерообразно расходятся от макушки.

***Orthoceras Brugiere* O₂.** Раковина прямая, со скульптурой из продольных и поперечных струек, с круглым поперечным сечением. Перегородочная линия прямая, перегородки равномерно вогнуты. Сифон узкий, центральный, сегменты сифона цилиндрические.

***Endoceras* Hall O.** Раковина прямая, гладкая, в поперечном сечении круглая или овальная. Перегородки равномерно вогнутые, перегородочная линия прямая,

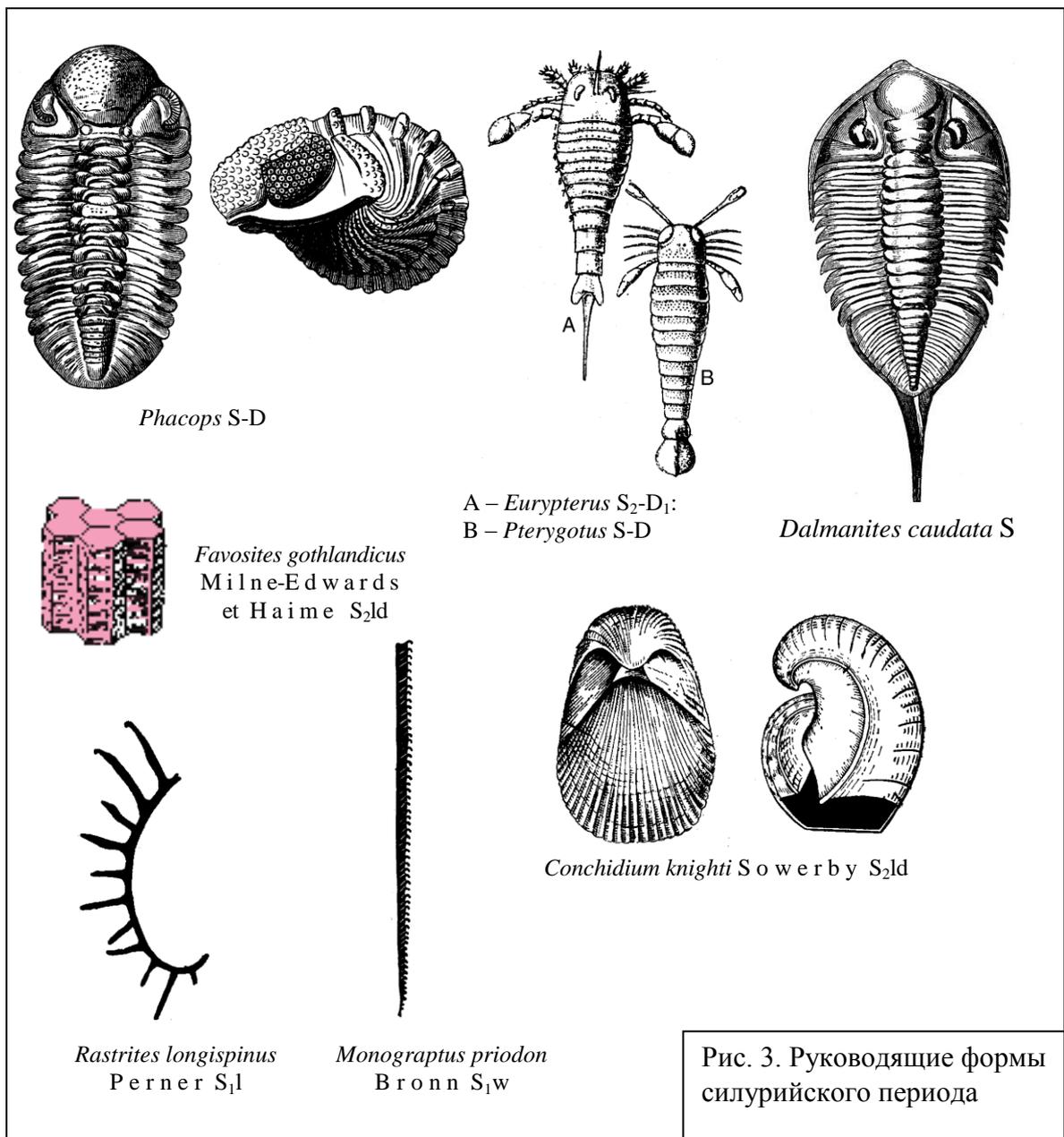
широкий сифон прилегает к брюшной стороне, достигает до 1/3 от диаметра раковины.

***Echinosphaerites balticus* Eichwald O₂**. Чашечка известковая, шарообразная, состоит из многочисленных, беспорядочно расположенных многоугольных табличек. От нижней стороны чашечки отходит стебель различной длины. Таблички тонкие, гладкие. Ротовое отверстие располагается на небольшом возвышении на верхней стороне чашечки. Недалеко от него находится анальная пятиугольная пирамидка.



С и л у р и й с к и й п е р и о д. Для силура характерны виды таких трилобитов как *Phacops*, *Dalmanites*, *Cheirurus*. К концу периода резко сокращается количество представителей этого класса. Достигают расцвета многие табулятоидеи (*Halysites*, *Favosites*), гелиолитоидеи, строматопораты, брахиоподы (*Atrypa*, *Conchidium knighti*). Для стратиграфии силурийской системы особенно важны осеносные граптолиты (*Monograptus*, *Rastrites*, рис. 3).

В силурийском периоде появились первые наземные растения – проптеридофиты (псилофиты, или риниофиты).



***Favosites gothlandicus* Milne - Edwards et Haime S₂ld.** Колонии массивные, полусферической, дисковидной и другой формы. Кораллиты многоугольные, плотно прилегающие друг к другу, в поперечном сечении похожи на пчелиные соты, потому он и называется – сотовый коралл. Внутренние полости кораллитов сообщаются с помощью *соединительных пор* на стенках. Септы отсутствуют. Днища горизонтальные, чёткие.

***Rastrites longispinus* Perner S₁l.** Рабдосома изогнутая, длиной до 7 см. Ячейки расположены на выпуклой стороне и не перекрывают друг друга. Они резко крючкообразно изогнуты в устьевой части, их длина достигает 3-5 мм.

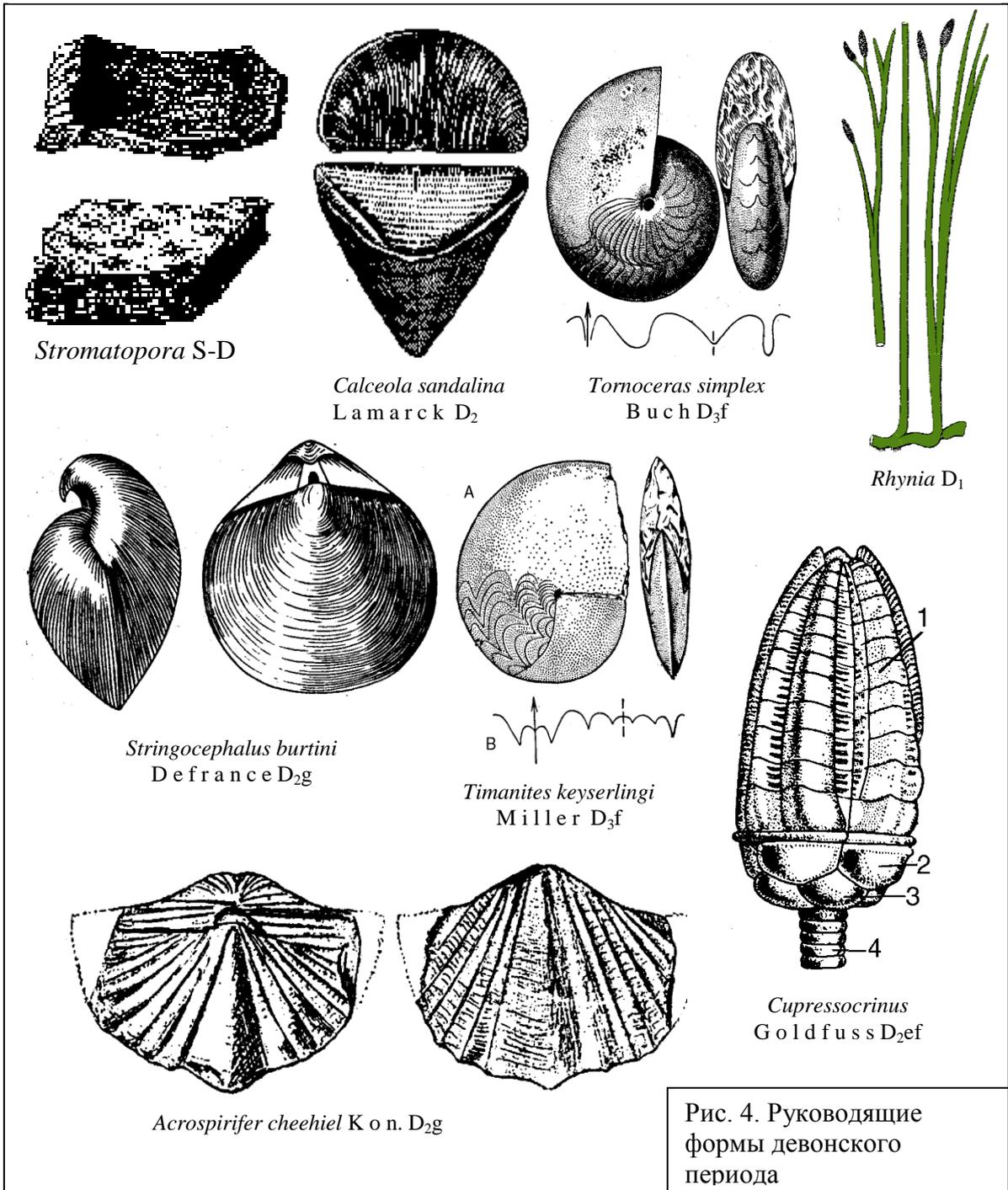
***Monograptus priodon* Bronn S₁w.** Прямые рабдосомы длиной более 10 см и шириной до 3 мм. Ячейки (11-9 на 10 мм) в устьевой части крючкообразно изогнуты. Они налегают друг на друга на 2/3 длины и наклонены к виргуле под углом не более 35°.

***Conchidium knighti* Sowerby S₂ld.** Раковина сильно вздутая, почти одинаковой ширины по всей длине, с высокими и сильно загнутыми макушками. Синус и седло отсутствуют. Скульптура состоит из многочисленных широких рёбер, расширяющихся к лобному краю и равных по ширине промежуткам между ними. Срединная септа брюшной створки длинная, доходит почти до лобного края.

Девонский период. Это начало позднего палеозоя, поэтому в раннедевонскую эпоху ещё сохраняются реликты раннепалеозойского времени (пять видов граптолитов рода *Monograptus*, цистоидеи), по-прежнему много атрипид, пентамерид, теребратулид (*Stringocephalus*, *Uncites*), коралловых полипов (*Triplasma altaicus*, *Calceola sandalina*, *Thamnopora* и др.), широкое распространение получают криноидеи (*Cupressocrinus*, *Poteriocrinus*), гониатиты (*Timanites*, *Tornoceras simplex*, *Clymenia*), спирифериды (*Acrospirifer*, *Euryspirifer*, *Cyrtospirifer*). В конце девонского периода вымерли проптеридофиты, произошло постепенное обновление флоры – появились первые голосеменные растения. На смену проптеридофитам пришла археоптерисовая флора (прапапоротник *Archaeopteris fimbriata*). Девон называют "веком" рыб, т.к. в это время в морях, пресноводных и солоноватоводных бассейнах широкое развитие получили рыбы - надкласс *Pisces*: *Acanthodii*, *Placodermi*, *Chondrichthies*, *Osteichthies*. В позднем девоне от кистепёрых рыб произошли земноводные, а из беспозвоночных на сушу первыми вышли членистоногие. Таким образом, разнообразие форм жизни постоянно увеличивается как в море, так и на континентах (рис. 4).

***Stromatopora dimorphica* V. Khalina D₂ef.** Колонии разнообразной формы. Горизонтальные и вертикальные скелетные элементы неотчётливые, их рисунок напоминает губчатую ткань. Скелетные элементы сильно утолщены. В палеозое были рифостроителями и пороодообразователями, сложенные ими породы называются строматопоровыми известняками.

***Calceola sandalina* Lamarck D₂.** Крышечный коралл, округленно-треугольной формы, напоминающий носок туфельки. Нижняя сторона коралла уплощена, верхняя - дуговидно изогнута. Плоская сторона несёт по верхнему краю небольшие зубчики (зачаточные септы), такие же имеются по прямому краю крышечки. У последней посередине имеется небольшой гребень, по бокам его – струйчатая скульптура.



Zdimir baschkiricus (V e r n e u i l) D₂ ef. Раковина известковая, крупная, равносторчатая, округлая. Макушка брюшной створки сильно оттянута и узко клювовидно загнута. Замочный край не прямой. Скульптура радиально-ребристая, рёбра крупные. В плоскости симметрии имеется септа, по которой раковины часто

раскалываются. В отличие от вида *C. knigthi* (рис. 3) данный вид характеризуется дихотомирующими рёбрами, короткой септой (доходящей до середины раковины).

***Acrospirifer cheehiel* K o n. D₂g.** Раковина сильно вытянута по ширине, хорошо развиты арёя, седло и синус. Замочный край прямой. На боковых частях створок располагаются крупные плоскоокруглённые рёбра от 7 до 9 по каждую сторону седла и синуса. Знаки роста в виде концентрических пластин.

***Stringocephalus burtini* D e f r a n c e D₂g.** Раковина крупная (шириной до 15 см), двояковыпуклая, вздутая, округлённая, гладкая, покрытая лишь концентрическими линиями нарастания. Брюшная створка с высокой и широкой клювовидной макушкой. На арее расположен форамен.

***Cupressocrinus* G o l d f u s s D₂ef.** Скелет морской лилии состоит из чашечки, стебля и пяти массивных неветвящихся рук. Чашечка низкая, полушаровидная с уплощённым основанием. Чашечка от рук отделяется кольцеобразным утолщением. Стебель короткий (5–6 члеников), осевой канал круглый.

***Cyrtospirifer disjunctus* (S o w e r b y) D₃f.** Раковина вытянута в ширину, субтрапециевидная, равностворчатая. Арёя низкая вогнутая, углы арёи оттянуты в длинные ушки. Имеются многочисленные радиальные ребра.

***Tornoceras simplex* B u s c h D₃f.** Раковина с узким пупком, полого округлёнными боками и с поперечным сечением, более высоким, чем широким. Скульптура отсутствует.

***Timanites keyserlingi* M i l l e r D₃f.** Раковина плоская дисковидная с очень узким пупком, приострённым брюшным краем. Лопастная линия состоит из заострённых лопастей и широких закруглённых сёдел.

К а м е н н о у г о л ь н ы й п е р и о д. В морях карбона (так кратко называют каменноугольный период) среди беспозвоночных многочисленны брахиоподы (рис. 5), особенно продуктиды (*Gigantoproductus*, *Productus productus* C₁), спирифериды (*Spirifer tornacensis* C_{1t}, *Choristites mosquensis* C_{2m}), из простейших – фузулиниды (*Fusulina* C₂₋₃); кораллы представлены ругозами (*Lithostrotion*, *Lonsdaleia*, *Caninia*) и табулятоморфами (*Michelinia tenuisepta*, *Syringopora*). Среди моллюсков особенно важны морские гониатиты, а пресноводных – двустворчатые униониды. В карбоне леса завоевали все континенты. В зоне умеренного климата (внетропическое пространство) господствуют кордаиты, птеридоспермиды (*Pecopteris*, *Sphenopteris*, *Neuropteris*, *Gondwanidium*, *Angaropteridium*), появляются первые хвойные, гинкговые. В тропико-экваториальной зоне важны лепидодендроновые, древесные хвощи – каламиты и птеридоспермиды (рис. 5). В конце карбона появляются первые рептилии.

***Fusulina* F i s c h e r C₂₋₃.** Раковина секреторная известковая, многокамерная, спирально-плоскостная, инволютная, обычно сильно вытянутая по оси навивания, веретенновидная, похожа на пшеничное зерно. Стенки раковины пористые, многослойные. Устье единичное, щелевидное. Размеры раковин 2-15 мм, гиганты до 20 мм.

***Lithostrotion irregulare* P h i l l i p s C_{1v-s}.** Колония кустообразная, кораллиты цилиндрические. Септы разной длины, большие - достигают столбика, доходят до стенок. Малые септы в два-три раза короче больших. Столбик чечевицеобразного сечения.

***Michelinia megastoma* P h i l l i p s C₁.** Колонии массивные, кораллиты многоугольные, плотно прилегают друг к другу. Многочисленные мелкие поры пронизывают стенки кораллитов. Днища пузыревидные, часто с шипами.

Caninia cornucopiae Michelin C₁. Двухзонный коралл цилиндрической или конической формы, обычно изогнутый. Эпитека толстая, морщинистая. Септы тонкие, длинные, до центра не доходят, обычно занимают около половины радиуса коралла. Главная септа сильно утолщена и укорочена, расположена в фоссуле. Днища занимают менее половины радиуса, примыкают к пузырьвидным образованиям, которые всегда развиты на периферии.

Syringothyris cuspidata Winchell. C_{1t}. Раковина известковая с высокой треугольной ареей на брюшной створке. Дельтирий открытый, высокий, седло и синус хорошо выражены и не покрыты радиальными рёбрами, как на боковых полях створок.

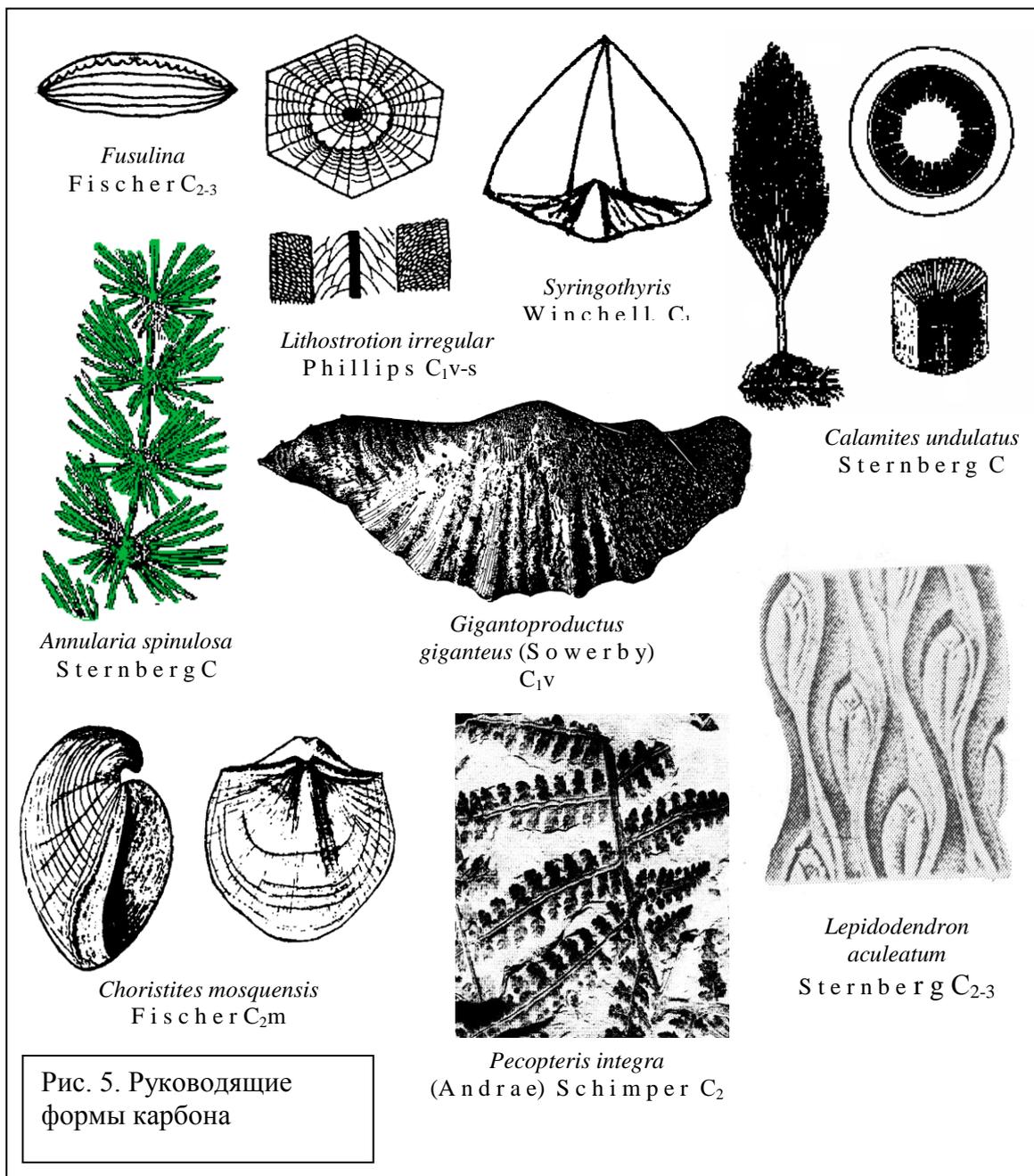


Рис. 5. Руководящие формы карбона

Gigantoproductus giganteus (S o w e r b y) C_{1v}. Крупная, вытянутая в ширину раковина с сильно вздутой (полушаровидной) брюшной створкой, сильно вогнутой спинной и с хорошо развитыми ушками. Скульптура состоит из грубых продольных складок, покрытых тонкими неправильными радиальными рёбрами.

Choristites mosquensis F i s c h e r C_{2m}. Раковина сильно вздутая, вытянутая в длину, субтрапецевидная. Замочный край соответствует наибольшей ширине раковины или несколько короче её. Неширокий пологий синус начинается от макушки в виде узкого желобка. Рёбра плоские и широкие, с узкими промежутками между ними.

Calamites undulatus S t e r n b e r g C. Округлые или слегка сплюснутые сердцевинные отливы или остатки стволов каламитов, часто крупных размеров (50 см в диаметре). Поверхность междуузлий покрыта вертикальными бороздами, которые чередуются, проходя через междуузлия, т.е. меняют направление.

Annularia spinulosa S t e r n b e r g C. Облиственные побеги каламитов и некоторых других хвощевидных растений. Листья линейные или ланцетные, с одной жилкой, располагаются мутовками и в основании могут срастаться в узкое кольцо. Длина листьев 3 - 10 см, ширина до 0,5 см.

Pecopteris integra (A n d r a e) S c h i m p e r C₂. Вайя сложноперистая. Перышки языковидные с ровным, городчатым или рассечённым на лопасти краем, широким основанием (пекоптеридно) прикрепляются к рахису. Жилкование перистое. От хорошо заметной срединной жилки отходят боковые, которые могут неоднократно дихотомически ветвиться.

Lepidodendron aculeatum S t e r n b e r g C₂₋₃. Кора с тесно расположенными по диагонали ромбическими подушками, в центре которых продольный киль. Листовой рубец находится в верхней трети листовой подушки, он несет один рубчик проводящего пучка и еще два рубчика. Наиболее глубокая стадия декорткации (потери коры) описана как род *Knorrria* C, когда не сохраняются листовые подушки и рубцы, остаются лишь рубчики от проводящего пучка.

П е р м с к и й п е р и о д. К концу периода вымирают трилобиты, табулятоидеи, подавляющая часть тетракораллов, продуктиды (*Linoproductus cora* C_{2-P₁}, *Canocrinella cancrini* P_{2kz}, *Richthofenia* P), фузулиниды (*Schwagerina moelleri* P_{1a}). На смену гониатитам приходят цератиты. Вымирают два класса рыб: акантоды и пластинокожие.

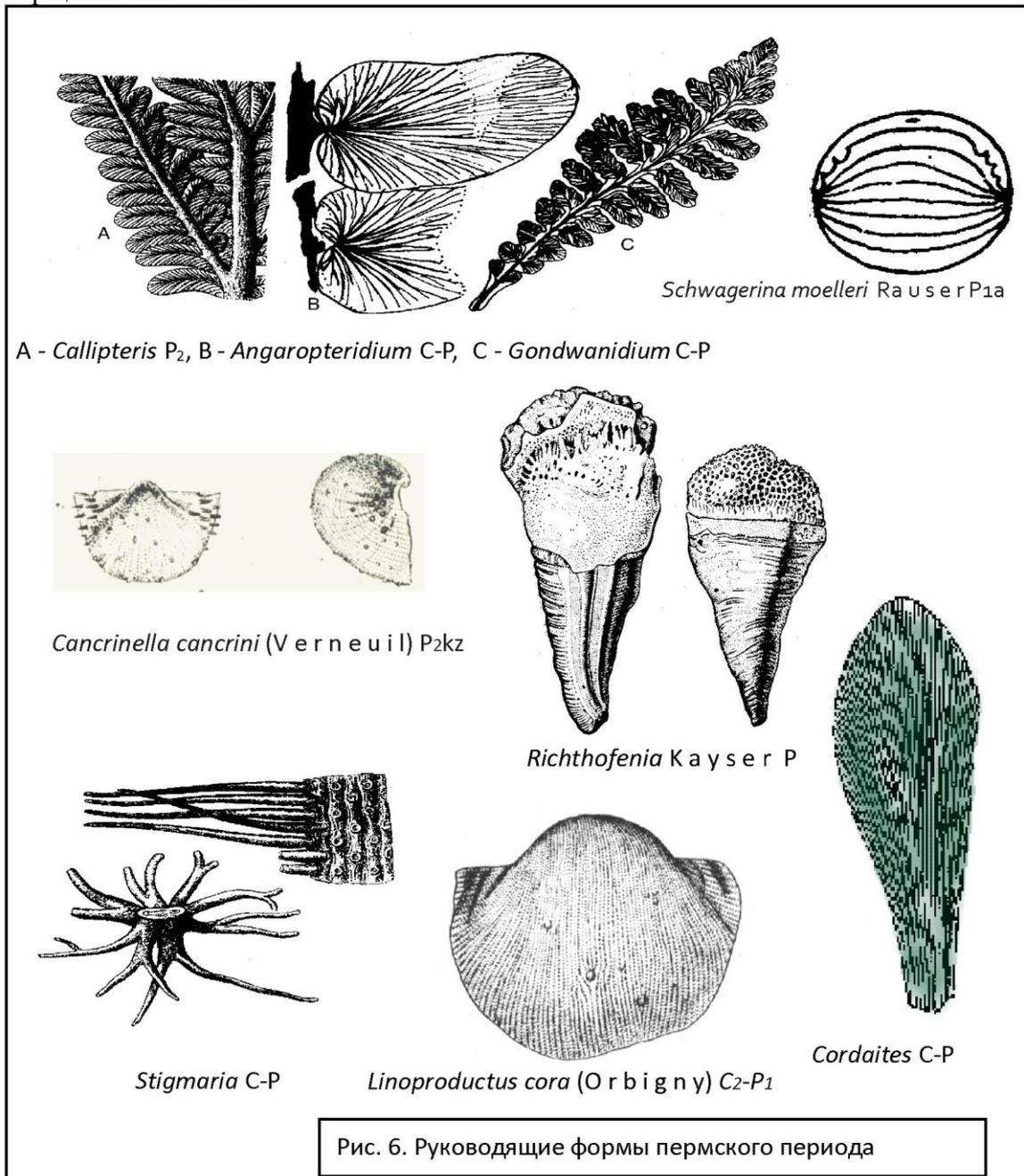
Флора Земли во многом та же, что в карбоне (рис. 6), но появляются цикадофиты, а древесные плауновидные (лепидофиты), каламиты постепенно вымирают, так же как и подавляющая часть птеридоспермид. Среди позвоночных господствуют древние рептилии и приходят в упадок стегоцефалы (древние амфибии). На рубеже перми и триаса произошла одна из самых крупных смен фауны в истории Земли.

Schwagerina moelleri R a u s e r P_{1a}. Крупная, до 6 мм, почти шаровидная раковина. Образует до 8 спиральных оборотов. Начальная камера маленькая. Наружная поверхность раковины покрыта продольными бороздками.

Canocrinella cancrini (V e r n e u i l) P_{2kz}. Небольшая раковина с замочным краем, более коротким, чем наибольшая ее ширина. Брюшная створка вздутая, несколько приплюснута, иногда со слабым синусом в передней части. Скульптура состоит из тонких радиальных ребер, которые местами раздуваются в удлиненные бугорки, продолжающиеся в длинные иглы.

Linoproductus cora (O r b i g n y) C₂-P₁. Раковина округлая или несколько вытянута в ширину, резко неравностворчатая, с выпуклой брюшной и плоской или вогнутой спинной створкой. Замочный край длинный, ушки хорошо развиты. Брюшная створка несет иглы, многочисленные радиальные ребра и концентрические морщины на ушках, постепенно исчезающие к бокам.

Richthofenia K a y s e r P. Раковина высококоническая, с конусообразной брюшной и плоской косо ориентированной спинной створкой, находящейся внутри брюшной. Арея брюшной створки и выпуклый треугольный дельтидий гипертрофированно вытянуты в высоту. Поверхность брюшной створки перекрыта наружным дополнительным облекающим слоем, имеющим равномерно морщинистый облик.



Callipteris Brongniart P. Вайя сложноперистая, перышки прикрепляются к рахису широким основанием (пекоптеридно). Форма их языковидная, края ровные. Жилкование перистое, от срединной жилки густо, параллельно друг другу, отходят боковые жилки, иногда один, два раза дихотомирующие. Характерно, что боковые жилки при основании сегмента отходят не от срединной, а непосредственно от рахиса.

Angaropteridium C–P. Вайя вильчатая или сложноперистая. Сегменты округлые, удлинённо-округлые, широко языковидные, прикрепляются к рахису одной точкой на остром шипе, представляющем вырост на рахисе. В основании сегмента, по обе стороны от точки прикрепления развиваются ушки (разросшиеся боковые части основания сегмента). Жилкование веерное, жилки густые и неоднократно дихотомируют. Сегменты редко встречаются в прикреплённом к рахису виде, вероятно прикрепление было непрочным, сегменты быстро опадали и, как правило, встречаются отдельно.

Gondwanidium C–P. Вайя простоперистая, в очертании ланцетная. Сегменты на разных участках вайи имеют разную форму и величину. Прикрепляются сегменты к рахису широким основанием. В основании вайи сегменты полукруглые с ровным или чуть извилистым краем, жилкование почти веерное, иногда слегка выделяется срединная жилка. Все жилки дихотомируют (раздваиваются). В средней части вайи сегменты длинные, языковидные с городчатыми краями, жилкование перистое, срединная жилка чёткая, боковые – густые, неоднократно дихотомируют и к краям дугообразно отгибаются. На верхушке вайи сегменты уменьшаются в размерах, края их становятся более ровными, центральная жилка становится менее чёткой, боковые – неоднократно дихотомируют.

Sigillaria elongate Brongniart C₂. Кора плауновых, на широких прямых ребрах которой располагаются удлинённо-овальные листовые рубцы. В верхней части рубца виден выход листового следа с центральным точечным рубчиком и двумя линейными боковыми. Крупные деревья с неветвящимися или разделявшимися один-два раза вблизи верхушки стволами. На верхушках располагались пучки листьев, оставлявших листовые рубцы полигональной формы. Для большинства сигиллярий характерна продольная ребристость.

Stigmaria Brongniart C–P Это ризофоры (корнеподобные образования) лепидодендроновых. Переход от ствола к ризофору был постепенным. На более тонких ответвлениях были отростки (аппендиксы, "корешки") до 1 см в диаметре, расположенные спиралевидно.

Cordaites Unger C–P. Листья линейной, ланцетной формы различных размеров (3–25 см и более), кожистые с ровным краем. Жилкование густое, жилки чёткие, слаборасходящиеся, неоднократно дихотомирующие.

Phyllothea Brongniart C–P. Травянистые растения, обычно с плоскими стеблями и ребристыми междуузлиями. Рёбра сквозные у более древних или меняют направление в узлах более молодых растений. Листья короткие или длинные прикрепляются в месте узлов и срастаются на значительную длину (до 2/3 длины листа) в цилиндрическое, коническое или чашевидное влагалище. Свободные части листьев обычно линейные.

МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА

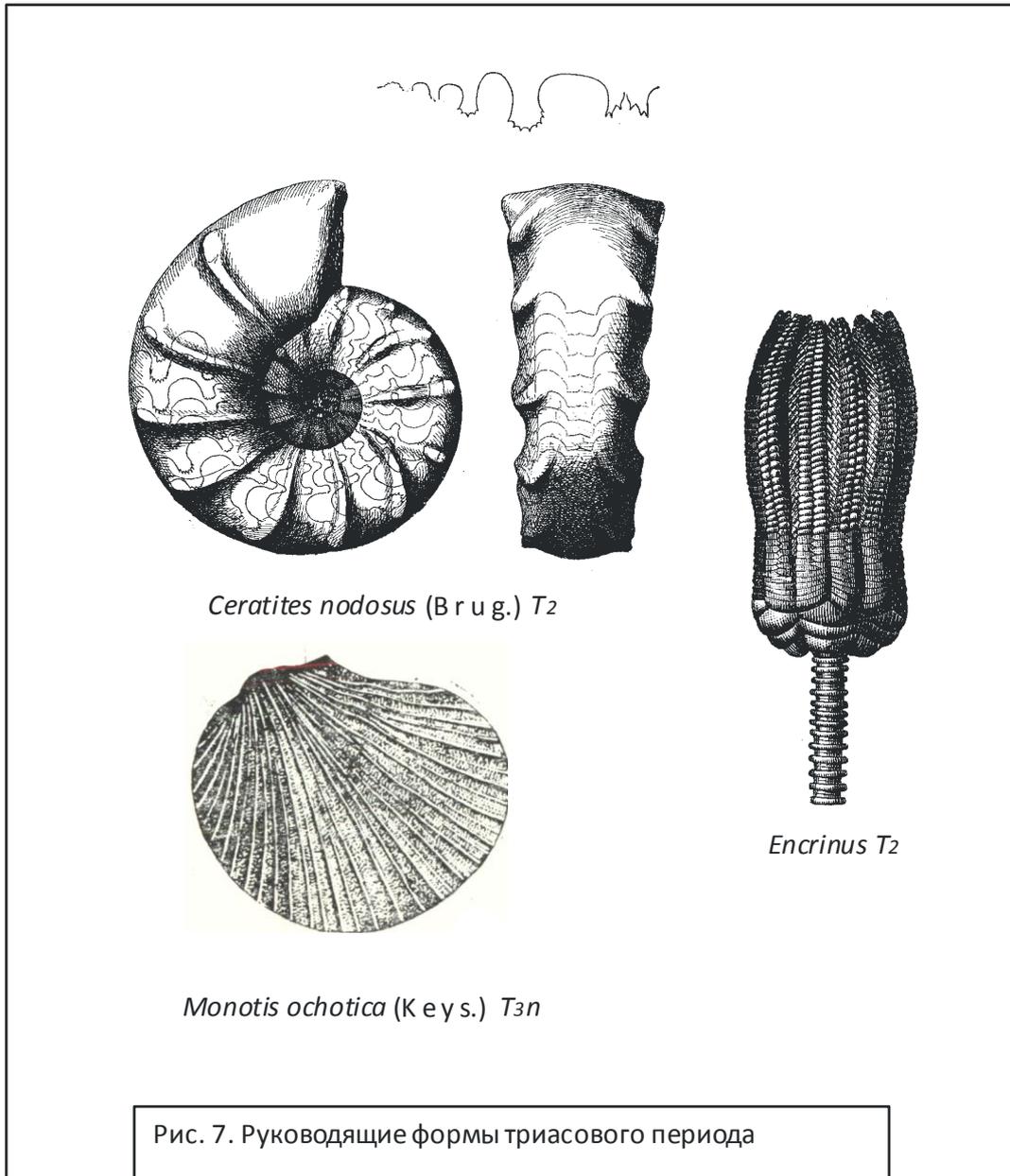
Т р и а с о в ы й п е р и о д. После коренной перестройки структуры земной коры, вызванной проявлением герцинского цикла тектогенеза, изменился ландшафт Земли, климат стал более континентальным, появились огромные пустыни, изменилась солёность морей. Вследствие этих причин произошло резкое вымирание многочисленных таксонов (классы, отряды, рода, виды) как животного, так и растительного мира планеты. Вымерли трилобиты, акантоды, пластинокожие, фузулиниды, табулятоморфы, продуктиды. За исключением реликтовых видов вымерли ортоцератоидеи, спирифериды, ругозы. В растительном мире почти исчезли каламиты, лепидодендроны (за исключением рода *Pleuromeia*), в северном полушарии к началу триаса, а на Гондване к середине периода вымерли кордаиты. В триасе большого разнообразия достигли голосеменные растения. Это гинкговые, цикадовые, беннеттитовые, а с позднего триаса и чекановские. Изменился состав хвойных. Вместо древних появились новые группы – сосновые, араукариевые и кипарисовые.

В морях триаса широкое распространение получили шестилучевые кораллы, цератиты (*Ceratites nodosus* T₂, рис. 7), криноидеи переселились в более глубокие зоны моря (*Encrinus* T₂), появились новые отряды и семейства двустворчатых моллюсков, гастропод, фораминифер, мшанок. Продолжали существовать хрящевые и костистые рыбы. В раннетриасовую эпоху появились ихтиозавры, в среднем триасе – плезиозавры. Возросло количество и разнообразие наземных (сухопутных и пресноводных) рептилий. На смену вымершим пермским зверообразным и котилозаврам пришли новые группы – динозавры и млекопитающие.

***Ceratites nodosus* (B r u g.) T₂.** Раковина с умеренно широким пупком. Поперечное сечение оборотов почти квадратное, с широкой и полого выпуклой наружной стороной. Скульптура состоит из грубых валикообразных поперечных рёбер, начинающихся от пупкового шва и заканчивающихся изогнутыми в сторону устья вздутиями на перегибе от боков раковины к наружной стороне, редко наблюдаются вставные рёбра. Лопастная линия типичная цератитовая: из широких округлых сёдел и более узких зазубренных лопастей.

***Encrinus liliiformis* M i l l. T₂.** Морская лилия с закрытой кроной, десятью крупными руками несущими зигзагообразную бороздку. Чашечка у основания несколько расширяется. Стебель в сечении круглый, состоит из чередующихся колец большего и меньшего диаметра.

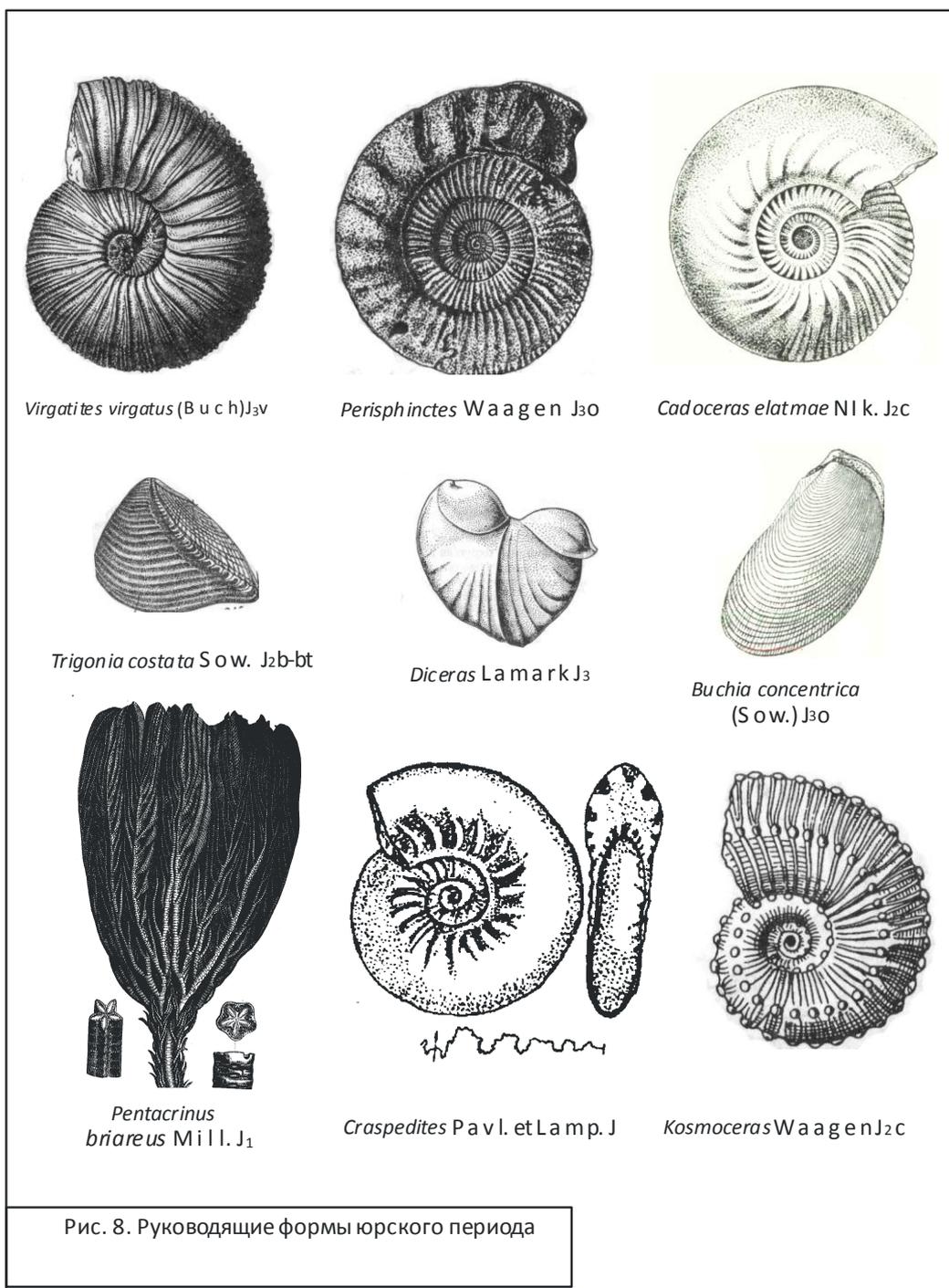
***Monotis ochotica* (K e y s e r l i n g) T_{3n}.** Раковина неравностворчатая, слабо скошенная, с прямым замочным краем. Левая створка выпуклая, с загнутой над замочным краем макушкой, правая створка почти плоская, с небольшой макушкой. На обеих створках хорошо выражено плоское заднее ушко. На правой створке, впереди макушки, имеется, кроме того, небольшое биссусное ушко. Скульптура состоит из грубых радиальных ребер, между которыми с ростом раковины вставляются ребра второго и третьего порядка. Радиальные ребра пересекаются с тонкими концентрическими знаками нарастания.



Ю р с к и й п е р и о д. Органический мир юрского периода несёт в себе самые типичные черты мезозоя. В морях господствуют моллюски – аммониты: *Amaltheus* J₁, *Lytoceras* J₁, *Phylloceras* J₂, *Virgatites* J₃, *Perisphinctes* J₃₀ (рис. 8), многочисленны белемниты, двустворчатые моллюски: *Inoceramus* J-K, *Trigonia* T₃-K₁; *Diceras* J₃. Юрские аммоноидеи, благодаря способности быстро эволюционировать и широкому распространению, являются главнейшей стратиграфической группой, позволившей расчлнить юрскую систему на зоны (40 аммонитовых зон). Большого разнообразия достигли губки, морские лилии, впервые появляются неправильные морские ежи. В растительном мире полного расцвета достигли древесные голосеменные – хвойные, гинкговые, чекановские, цикадовые, беннеттитовые (рис. 9). Вместе с тем, широко распространены папоротники и хвощи. Рептилии представлены огромным количеством разнообразных плавающих, бегающих,

прыгающих и летающих видов. Это гигантские диплодоки, брахиозавры, апатозавры, стегозавры, трицератопсы и др.

***Virgatites virgatus* (B u c h) J_{3v}**. Раковина от полуэволютной до полуинволютной формы, поперечное сечение высокое, овальное с закругленной брюшной стороной и слабовыпуклыми боковыми сторонами. Пупок умеренно широкий. Наружная поверхность скульптурирована чёткими рёбрами с характерным для этого рода односторонним ветвлением. В пучках рёбер насчитывается от трёх до восьми ветвей. Лопастная линия аммонитовая.



***Perisphinctes Waagen* J₃.** Раковина эволютная, пупок очень широкий, мелкий. Поперечное сечение округлое или овальное, высота оборота немного превышает его ширину. Брюшная сторона закругленная, боковые стороны слабовыпуклые. Наружная поверхность с многочисленными чёткими рёбрами, разделяющимися на две или три ветви в верхней половине боковой стороны. Лопастная линия аммонитовая.

Craspedites Paul et Lampr. J. Раковина дисковидная, сжатая с боков, с умеренно узким пупком и с высоким поперечным сечением в виде овала. Перегородочная линия аммонитовая. Скульптура состоит из бугорковидных пупковых рёбер, исчезающих к середине оборота.

***Cadoceras elatmae Nikitin* J₂c.** Вздутая раковина с умеренно широким воронковидным пупком. Поперечное сечение оборотов изменяется с ростом раковины: от круглого до овального. С ростом раковины ребристость ослабевает и на последнем обороте остаются только удлиненные косые бугры на пупковом перегибе.

***Cosmoceras Waagen* J₂c.** Раковина полуэволютная. Поперечное сечение округленно-угловатое из-за наличия бугорков. Брюшная сторона уплощена, боковые – слабовыпуклые. Скульптура представлена ребрами и бугорками.

***Trigonia costata Sowery* J₂b-bt.** Раковина средних и крупных размеров, равностворчатая, неравносторонняя, округленно-субтреугольных очертаний, с макушками, приближенными к переднему краю. Характерно наличие кия, который протягивается от макушки к заднему краю и делит поверхность створки на большее переднее и меньшее заднее поля. Скульптура в виде чётких рёбер, различно ориентированных на переднем и заднем полях. Замочный край дуговидно изогнутый. В правой створке – два широко расставленных зуба, в левой – массивный зуб, расщепленный на две ветви, и два краевых, слабовыступающих зуба.

***Diceras Lamarck* J₃.** Раковина крупная, неравностворчатая, гладкая или с концентрической морщинистостью. Створки сильно выпуклые. Правая створка почти равна или чуть больше левой. Макушки обеих створок оттянуты и рогообразно завиты вперёд. На правой створке имеется один крупный кардинальный зуб и один передний боковой зуб. Наружная связка располагается в узкой борозде.

***Buchia concentrica* (Sowery) J₃o.** Раковина весьма косая, узкая, почти равностворчатая, с почти прямолинейным задним краем. Макушки маленькие. Скульптура состоит из слабых линий нарастания, а также густых и резких радиальных струек.

***Pentacrinus briareus* Mill. J₁.** Стебель довольно длинный, состоит из члеников пятиугольного сечения, обильно снабжен *усиками* – *цирри*. Чашечка маленькая. Руки неоднократно ветвятся, образуя большую крону. Руки на всем протяжении и на всех ветвях обильно снабжены членистыми отростками – *тиннулами*.

***Cladophlebis Brongniart* MZ (J-K).** Вайи сложноперистые. Перышки широким основанием (пекоптеридно) прикрепляются к рахису. Форма перышек языковидная с приострэнной и слегка серповидно загнутой верхушкой, что создаёт несколько серповидный вид сегментам. Края перышек обычно ровные. Жилкование перистое, хорошо выделяется срединная жилка, боковые – от одного до трёх раз дихотомируют. Жилки обычно резкие, четкие (рис. 9).

***Czekanowskia rigida* Heer J-K₁.** Листья дихотомически разветвлённые, с очень узкими и длинными, почти шиловидными лопастями с одной жилкой.

Ширина лопастей около 0,5 мм. Листья сидят пучками, в которых насчитывается более 10 листьев. Род очень характерен для юрских отложений Сибири.

Меловой период. Это последний период мезозойской эры и самый продолжительный период в истории Земли. Органический мир раннего мела схож с таковым позднеюрской эпохи. Среди морских беспозвоночных животных продолжают господствовать головоногие моллюски, и лишь во вторую половину периода сокращается число аммонитов, некоторые приобретают причудливые формы (*Baculites*, *Scaphites*, *Turrilites*). Многочисленны и разнообразны белемниты (*Belemnites* J–K₁, *Belemnitella* K₂, *Actinocamax* K₂), двустворчатые (*Inoceramus* J–K, *Ostrea*, *Gryphaea*, *Exogyra*, *Hippurites* K₂, рис. 10) и брюхоногие моллюски (*Cyprea*, *Fusus*). Широко развиты морские ежи (*Micraster*, *Echinocorys*), фораминиферы и губки (*Ventriculites*, *Coscinopora*, *Stellispongia*).

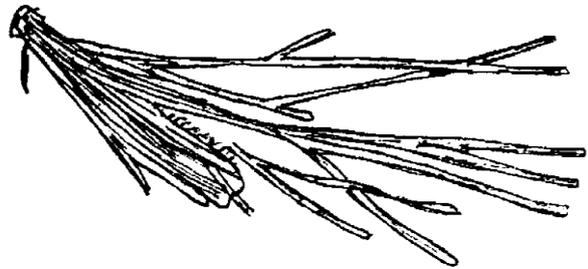
Среди позвоночных животных в меловом периоде продолжают господствовать рептилии. На суше выделяются крупные пресмыкающиеся, такие как *Iguanodon*, передвигавшийся на двух ногах и опиравшийся на мощный хвост, травоядные на четырёх ногах – *Apatosaurus*, *Diplodocus* и хищники – *Tyrannosaurus*, водные рептилии с конечностями, превратившимися в ласты – *Plesiosaurus*, *Ichthyosaurus* и летающие – *Rhamphorhynchus*, *Pterodactylus*. Наиболее значительные изменения произошли в растительном мире. В конце позднеюрской эпохи беннеттитовые дали начало первым покрытосеменным растениям, а в поздне меловую эпоху они уже являются доминирующей группой среди наземных растений. В тесной связи с растениями быстро эволюционируют насекомые.

***Inoceramus crippsi* M a n t e l l K₂cm.** Раковина равностворчатая с макушками, смещёнными к переднему краю. Створки толстые, с сильно развитым призматическим слоем, скульптура состоит из грубых концентрических складок.

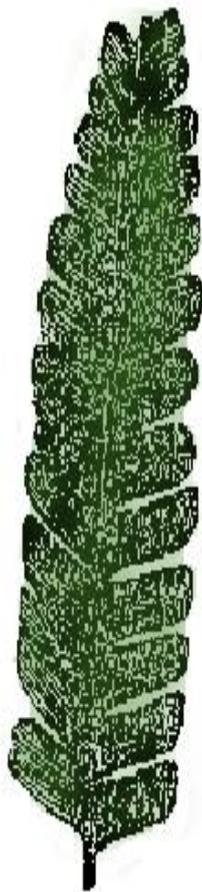
***Baculites* L a m a r c k K₂cm.** Раковина представляет собой прямую трубку овального сечения, в начальной части которой имеются два оборота, завернутые в плоскую спираль. Раковина покрыта на боках многочисленными дугообразными округлёнными рёбрами и тонкими струйками нарастания.

***Hippurites* L a m a r c k K₂.** Раковина конусовидная, неравностворчатая. Правая (нижняя) створка коническая, левая уплощенная и имеет форму крышечки. Размеры раковины разнообразны, наиболее крупные достигают 1 м в высоту. Нижняя створка массивная, толстая с небольшой жилой полостью, в ней размещалось тело животного. Поверхность этой створки складчатая или морщинистая. На нижней стороне верхней створки имеется два массивных конических зуба и один зубовидный вырост для прикрепления заднего мускула. Гиппуритесы обитали в неглубоких тёплых морях, вели прикрепленный образ жизни, прикреплялись макушкой створки, что обусловило коническую форму раковины. Эти организмы нередко образовывали массовые скопления и участвовали в формировании органогенных построек.

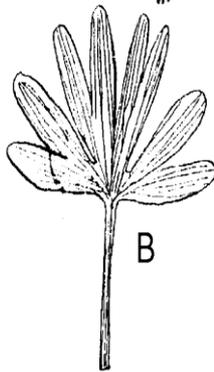
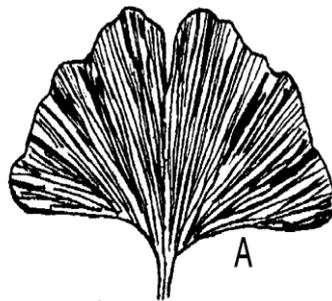
***Belemnitella* O r b i g n i K₂.** Ростр средних размеров цилиндрической или веретеновидной формы, обычно заканчивается шипом. От переднего конца ростра до альвеолы протягивается брюшная (альвеолярная) щель. На поперечном расколе ростра хорошо видны концентрические линии роста и радиальное положение кристаллов кальцита. Фрагмекон конической формы, разделен перегородками на камеры, пронизанные сифоном, который по положению приближен к брюшной стороне. Нектонные стеногалинные виды были широко распространены в сантонском и маастрихском веках позднего мела.



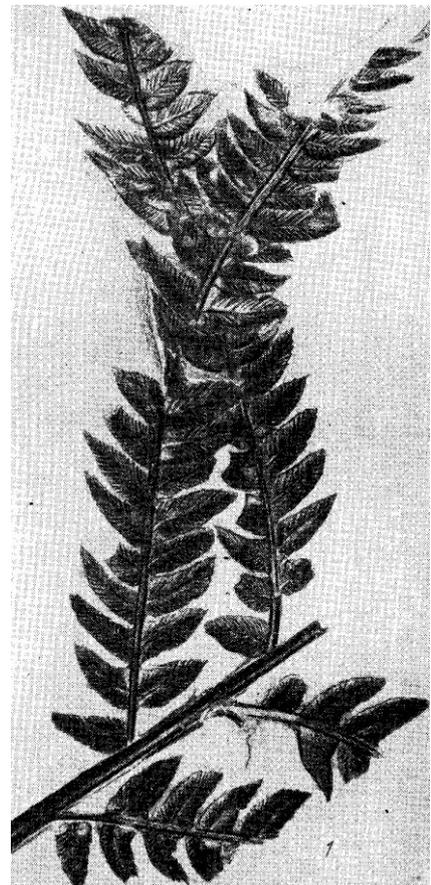
Czekanowskia rigida Heer J-K₁



Nilssonia J-K

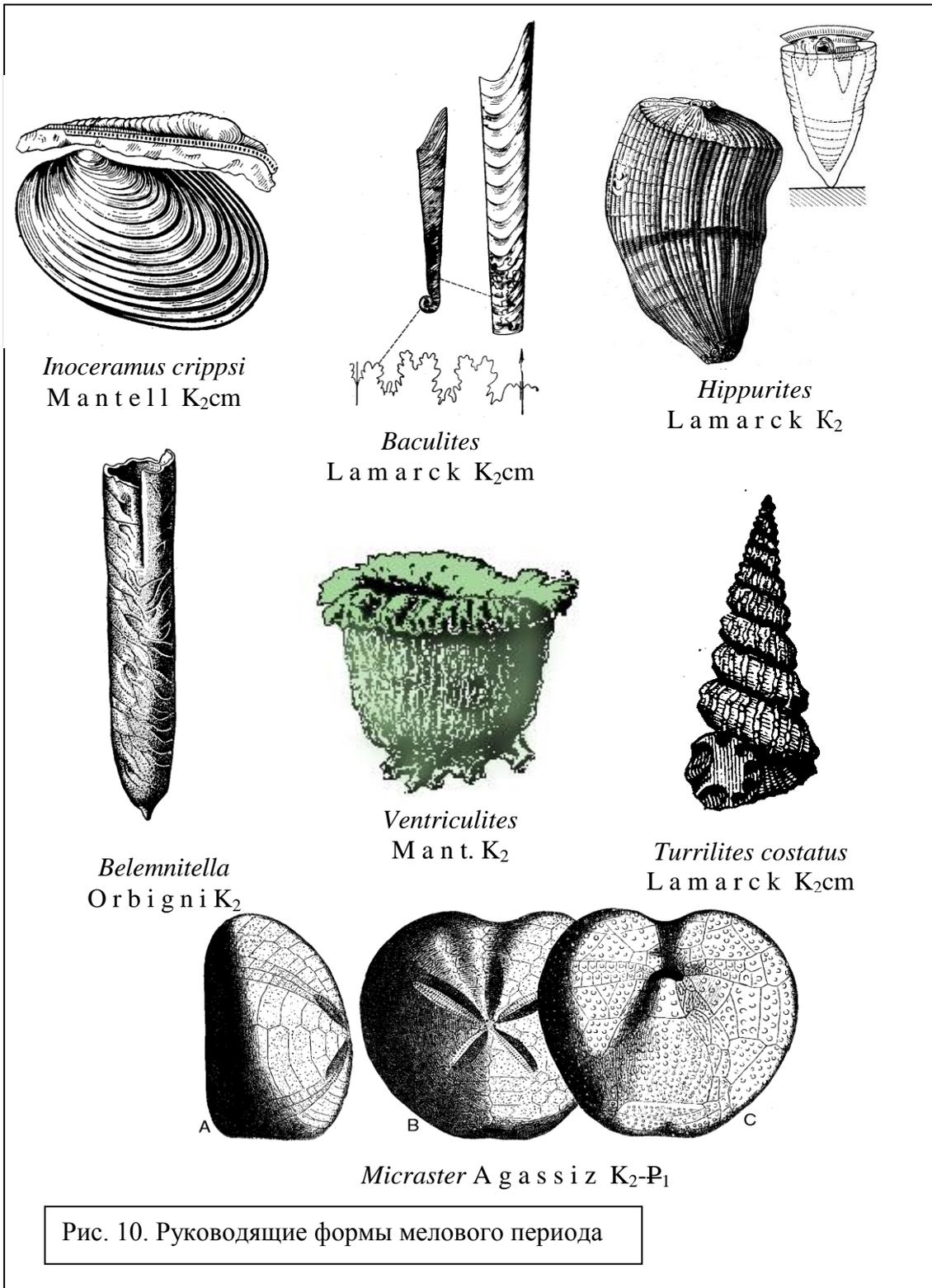


Ginkgo sibirica Heer J-K
A – совр.; B – ископ.



Cladophlebis Bron. J-K

Рис. 9. Флора юрского и мелового периодов



Ventriculites Mant. K₂. Одиночный организм в виде широкого кубка, часто с отогнутыми складчатыми краями. Центральная полость широкая и глубокая. Поверхность губки вертикально-складчатая. Стенки губки пронизаны крупными порами, расположенными правильными вертикальными рядами.

Micraster Agassiz K₂-P₁. Панцирь двусторонне-симметричный, сердцевидной формы, с выемкой на переднем крае. Ротовое отверстие располагается у переднего края уплощённой нижней стороны панциря. Анальное отверстие расположено в верхней части отвесной задней стороны. Амбулякральные поля верхней стороны несколько углублены и имеют петаллоидный (петлевидный) рисунок. Интерамбулякральные (межамбулякральные) поля состоят из двух рядов более крупных пластинок.

Nilssonia orientalis Heer K₁. Длинные ланцетовидные листья (шириной до 3,5 см), их пластинка прикреплена к верхней поверхности стержня, гладкая и цельная, с густым перистым жилкованием (на 1 см приходится до 40 жилок). Жилки простые (неветвящиеся) (рис. 9).

П а л е о г е н о в ы й п е р и о д. Этим периодом начинается «эра новой жизни» – так переводится название кайнозойской эры. На рубеже мезозоя – кайнозоя произошло вымирание многих типично мезозойских морских и сухопутных животных. Полностью исчезли аммониты, белемниты, рудисты, иноцерамы, ихтиозавры, плезиозавры, динозавры и другие группы мезозойских рептилий. Освободившиеся экологические ниши заняли быстро развивающиеся млекопитающие. В морях появились новые рода и семейства двустворчатых и брюхоногих моллюсков, костистых рыб, а также интенсивно развивались фораминиферы, в частности в Тетической области самые крупные из всех фораминифер – нуммулитиды – были столь многочисленны, что образовали толщи известняков десятки метров мощностью. Нуммулитовые известняки использовались при строительстве египетских пирамид (рис. 11).

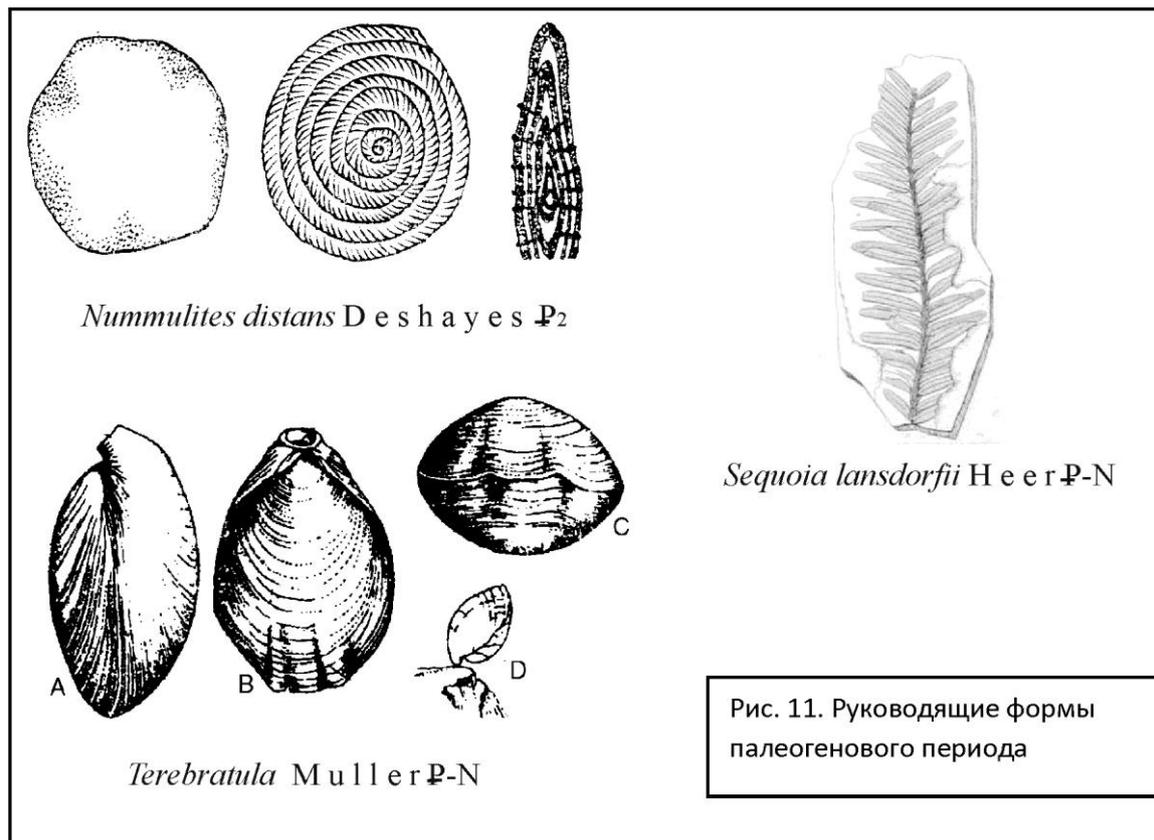
В высоких широтах большую роль играли диатомовые водоросли и радиолярии. Рифовые массивы кайнозоя созданы шестилучевыми кораллами – склерактиниями. Широко распространены в кайнозое мшанки, морские ежи (*Echinocorys*, *Clypeaster*, *Scutella*, цидароиды), но чаще встречаются двустворчатые и брюхоногие моллюски, которые обитали не только в морях, но и в пресноводных и солоноватоводных бассейнах. Среди позвоночных господствующее место заняли млекопитающие и птицы. Одним из самых крупных палеогеновых (олигоценых) млекопитающих был безрогий носорог – индрикотерий – высотой до 5 м. Из крупных хоботных отметим мастодонта и динотерия. Из копытных наиболее многочисленны архаичные непарнокопытные (*Eohippus*, *Mesohippus*), за ними следуют парнокопытные, примитивные грызуны, хищники, насекомоядные и зайцеобразные. В олигоцене существовали примитивные свиньи, верблюды, олени. Наиболее примитивная группа приматов – лемуры, или полуобезьяны, – появились уже в палеоцене. В конце эоцена появились настоящие обезьяны – антропоиды. В водных бассейнах обитали многочисленные рыбы. В морях появились древние киты, сирены, дельфины.

Продолжают господствовать покрытосеменные растения. В лесах тропико-экваториального пояса преобладают пальмы, магнолии, мирты, фикусы, гигантские секвойи, араукарии, кипарисы. В зонах умеренного климата произрастали

широколиственные и мелколиственные деревья – дуб (*Quercus*), бук (*Fagus*), граб (*Carpinus*), каштан, тополь (*Populus*), берёза (*Betula*) и др.

***Terebratula* Muller P-N.** Раковина известковая, крупная, гладкая, пористая, удлинённо-овальная, двояковыпуклая. Макушка брюшной створки клювовидно загнута. Крупный форамен располагается на конце макушки и снизу ограничивается дельтидальными пластинками (рис. 11).

***Nummulites distans* Deshayes P₂.** Раковина секреторная известковая, многокамерная, спирально-плоскостная, монетковидная (сильно сжата по оси навивания), гладкая, размеры обычно крупные, до 3–10 см.



Неогеновый период. Систематический состав фауны и флоры неогена близок к современному, но географическое распределение их было иным. В результате направленного похолодания зоны умеренного и холодного климата расширились, сократились площади тропического и субтропического поясов, появились степи. Впервые в истории развития флоры значительную роль стали играть травянистые растения.

Среди морских беспозвоночных широко распространены двустворчатые (*Cardium*, *Venus*, *Ostrea*, *Pecten*, *Chlamys*, *Mastra*) и брюхоногие (гастроподы) моллюски, рис. 12, родовой состав которых близок к современному (*Turritella*, *Conus*, *Murex*, *Cerithium* и др.). Многочисленны членистоногие, морские ежи, мшанки, фораминиферы. Среди последних наиболее важны вымершие нуммулитиды. Большим разнообразием отличаются млекопитающие. Преобладают хоботные (*Mastodon*, *Platybelodon*, *Stegodon*), хищные (саблезубые тигры *Machairodus*, *Smilodon*) и копытные (*Hipparion*, трёхпалая лошадь). Появились

медведи, гиены, куницы, свиньи, быки, овцы, жирафы, человекообразные обезьяны, а в плиоцене – слоны, гиппопотамы, гиппарионы и настоящие лошади.

Sequoia lamsdorfii Н е е r P–N. Дерево, на веточках которого листья, прикрепленные спирально, располагаются в одной плоскости, двумя рядами. Хвоя линейно-ланцетовидной формы избегает на побег, образуя на нём косые линии.

Ч е т в е р т и ч н ы й п е р и о д. Органический мир периода близок к современному. Характерной особенностью плейстоцена является неоднократная смена ледниковых и межледниковых эпох в высоких широтах, вызывавших значительные изменения климата на всем земном шаре. Растительный мир реагировал на эти изменения обеднением видового состава, перераспределением растительных сообществ и вымиранием некоторых вечнозелёных и широколиственных форм. Эти изменения хорошо устанавливаются при помощи спорово-пыльцевого (палинологического) анализа. В животном мире существенные изменения произошли в составе млекопитающих, особенно хоботных, копытных и грызунов. Подробное описание заняло бы слишком много места, поэтому интересующимся рекомендуем, кроме учебников по исторической геологии, монографии и статьи по геологии четвертичных отложений. В неблагоприятных условиях резкого и частого изменения климата (чередования ледниковых и межледниковых эпох) вымерли многие теплолюбивые животные (южный слон *Archidiskodon meridionalis*, слон Громова – *Archidiskodon gromovi*, носорог Мерка – *Dicerorhinus mercki*, элясмотерий – *Elasmotherium* и др.) и возникли животные, приспособленные к жизни в суровых условиях (мамонт – *Mammuthus primigenius*, шерстистый носорог – *Coelodonta antiquitatis*, пещерный медведь – *Ursus spelaea* и др.). Крупные животные осуществляли широкие миграции с севера на юг во время оледенений и с юга на север – во время эпох потеплений, называемых межледниковьями. Биостратиграфическое расчленение четвертичной системы осуществляется по комплексам крупных млекопитающих и грызунов. Костные остатки последних довольно часто встречаются в подпочвенном слое как современных, так и ископаемых почв во внеледниковых областях.

Одним из важнейших событий четвертичного периода является необычайно быстрая эволюция человека. Предковой группой ископаемых людей считаются **австралопитеки**, все известные находки которых приурочены к территории Великих Африканских разломов – крупной рифтовой системы, состоящей из серии впадин, занятых озёрами и осложнённых поднятиями. Возраст древнейшей находки составляет около 5 миллионов лет. Через ряд промежуточных видов, таких как *Homo habilis*, человек умелый (2,6 миллиона лет назад), *Homo sinantropus*, *Homo pithecanthropus*, относимых к **архантропам** и обнаруженных в Восточной Африке, Китае, Венгрии, Германии, люди современного типа - **неоантропы** (*Homo sapiens* L.) – сменили **палеоантропов** в середине вюрма, т.е. около 35–40 тыс. лет назад во время позднего палеолита. К палеоантропам относятся неандертальцы (35–35 тыс. лет назад). Костные остатки гоминид встречаются редко, поэтому в решении задач стратиграфии четвертичной системы более успешно применяются орудия труда древнего человека и остатки его материальной культуры (археологический метод).

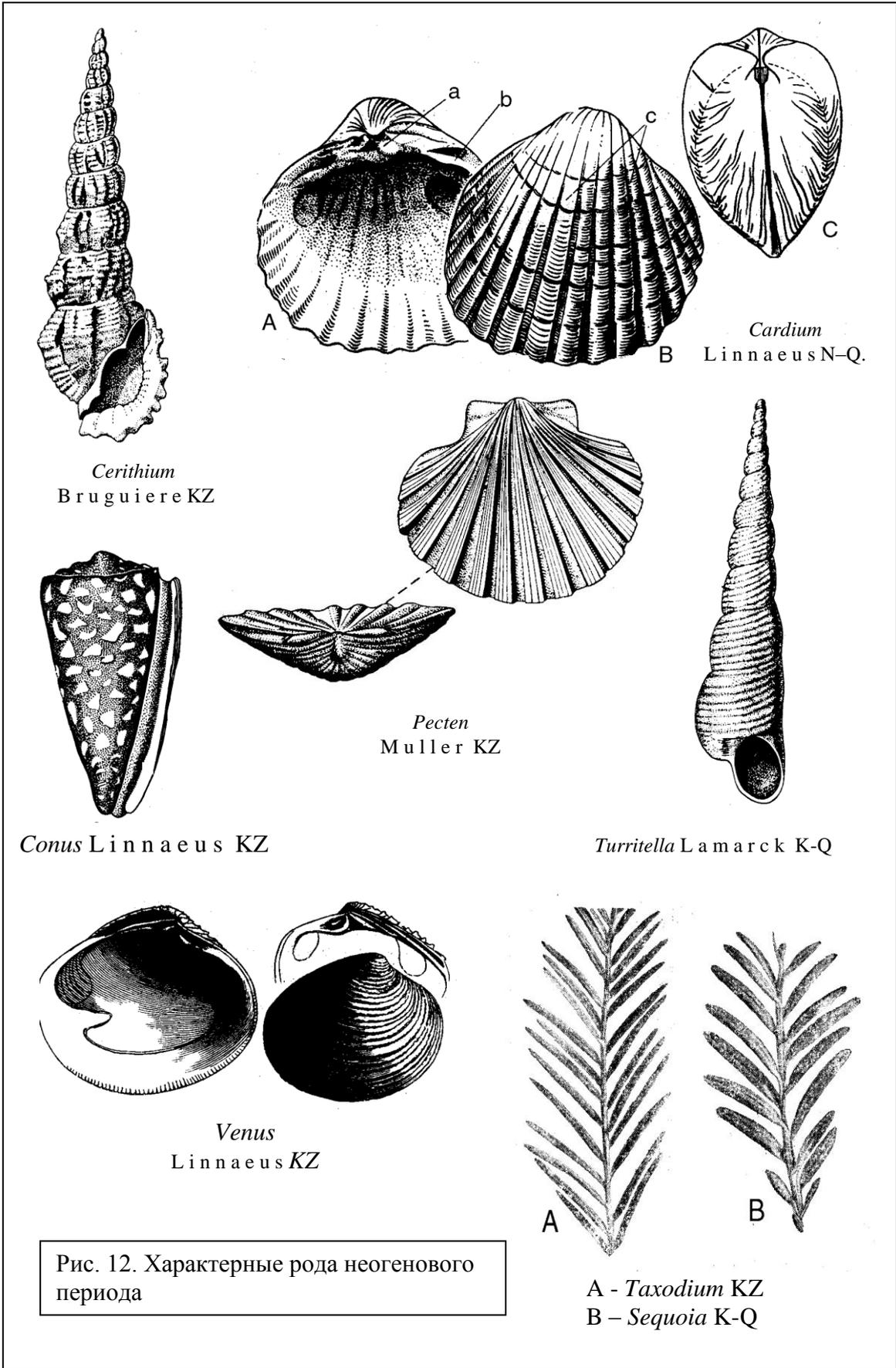


Рис. 12. Характерные рода неогенового периода

1.2. Задание по теме “Руководящие формы фанерозоя”

Выучить важнейшие руководящие формы, приведённые выше. Для облегчения усвоения материала составить список руководящих форм по образцу, представленному ниже (рис. 13). При изучении темы использовать не только учебную литературу, но и специальные коллекции руководящих ископаемых организмов, имеющиеся на кафедре.

Список руководящих форм фанерозоя

Ранний кембрий. Археоциаты (*Ajacicyathus*, *Coscinocyathus*, *Erbocyathus* и др.). Трилобиты: *Olenellus*.

Средний кембрий. *Paradoxides*, *Olenoides*.

Поздний кембрий. *Agnostus*, *Olenus*.

Далее последуют ордовикский, силурийский и все остальные периоды фанерозойского эона. Используя список и специальную коллекцию руководящих форм, выучить каменный материал так, чтобы, во-первых, легко и быстро определять предложенные неподписанные образцы; во-вторых, свободно называть по списку характерных ископаемых по периодам. Можно те же руководящие формы представить на фоне МСШ (Международной стратиграфической шкалы) снизу вверх, так, чтобы каждый таксон (тип, класс, отряд, род или вид) характеризовал соответствующий период, эпоху или век (рис. 13).

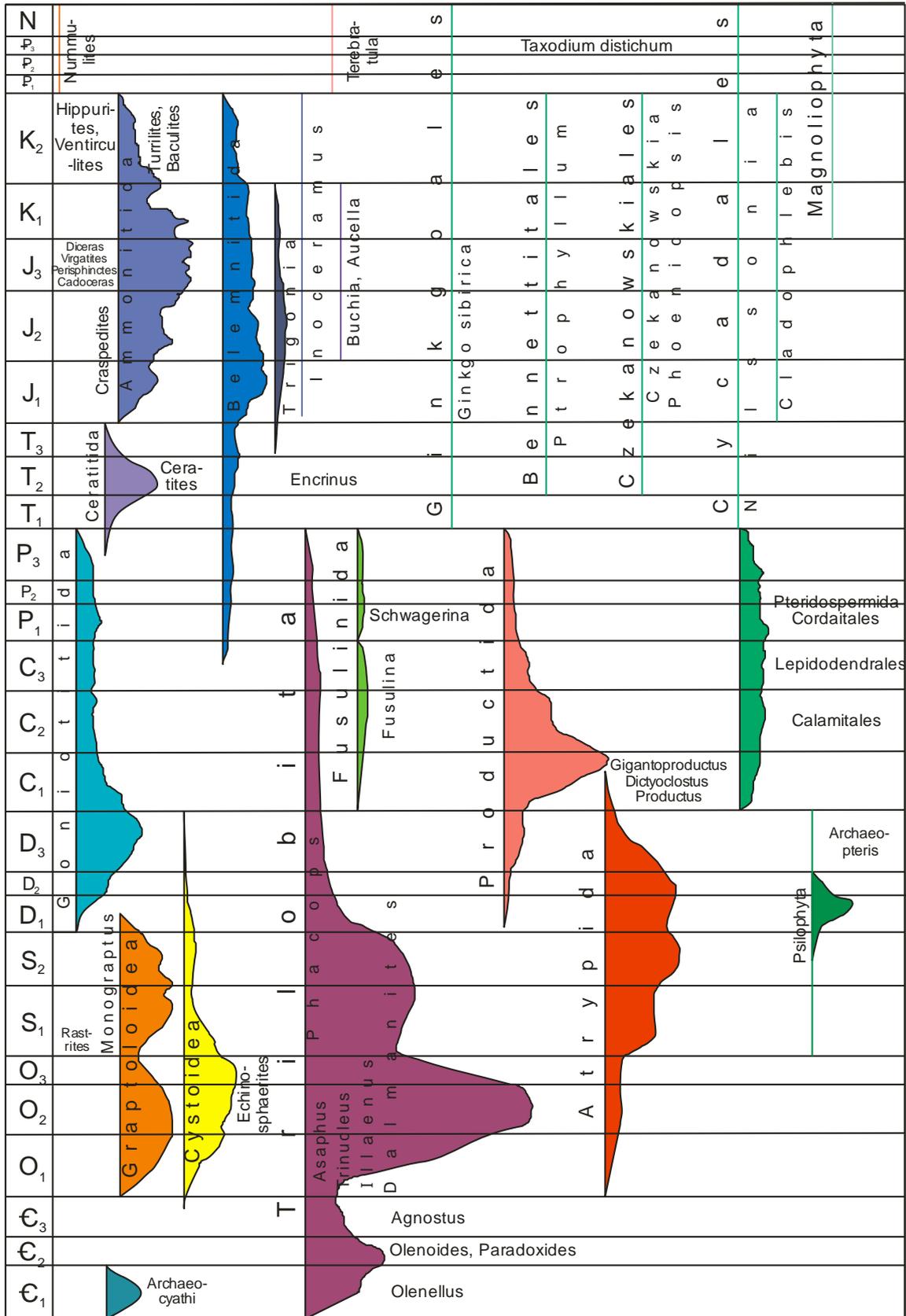
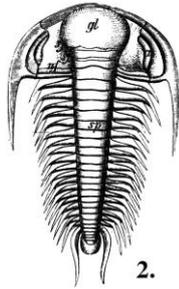


Рис. 13. Руководящие формы фанерозоя

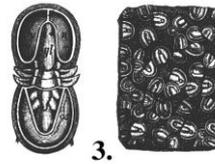
Тест по теме «Руководящие формы»



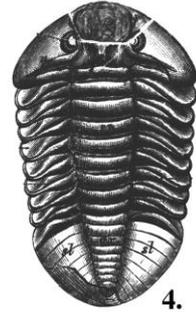
- а. Asaphus O₁₋₂
- б. Olenus C₃
- в. Paradoxides C₂
- г. Olenellus C₁



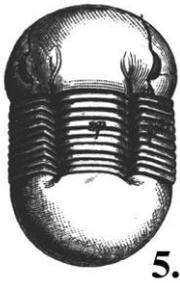
- а. Illaenus O-S₁
- б. Paradoxides C₂
- в. Phacops S-C₁
- г. Philippsia C-P



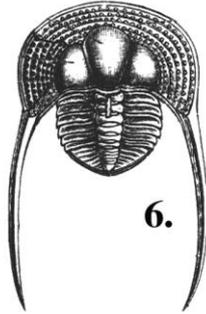
- а. Olenus C₃
- б. Trinucleus O₁₋₂
- в. Agnostus C₃
- г. Asaphus O₁₋₂



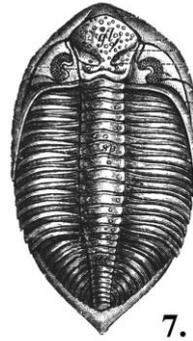
- а. Olenoides C₂
- б. Illaenus O-S₁
- в. Asaphus O₁₋₂
- г. Phacops S-C₁



- а. Olenus C₃
- б. Asaphus O₁₋₂
- в. Illaenus O-S₁
- г. Dalmanites O-D

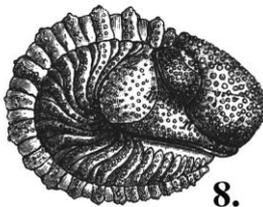


- а. Trinucleus O₁₋₂
- б. Brontheus S-D
- в. Olenellus C₁
- г. Asaphus O₁₋₂
- д. Agnostus C₂₋₃



- а. Asaphus O₁₋₂
- б. Dalmanites O-D
- в. Phacops S-C₁
- г. Illaenus O-S₁

- а. Lepidodendron C-P
- б. Sawdonia D
- в. Rhynia D₁
- г. Cordaites C-P
- д. Czekanowskia J-K



- а. Paradoxides C₂
- б. Illaenus O-S₁
- в. Phacops S-C₁
- г. Olenus C₃
- д. Dalmanites O-D



- а. Stigmaria C-P
- б. Phyllotheca C-P
- в. Calamites C
- г. Annularia C-P
- д. Czekanowskia J-K



Тема 2. Фациальный анализ и палеогеография

Одна из важных задач исторической геологии – *восстановление физико-географических обстановок прошлого* – палеогеографии (древней географии). Метод восстановления называют *фациальным анализом*. Учение о фациях является учением об условиях образования осадков, осадочных горных пород. Это учение играет важнейшую роль для палеонтологии и для геологии в целом, для прогнозирования полезных ископаемых.

С осадочными горными породами связано большое количество месторождений полезных ископаемых, которые образуются в определенных условиях. Например, каменный или бурый уголь связаны с континентальной обстановкой осадконакопления; известняк или глауконитовый песчаник – с морской; соль, нефть, гипс – с лагунными условиями. Поэтому, если знать физико-географические условия образования осадка, то можно прогнозировать полезные ископаемые.

Понятие «фация» впервые упоминает в 1838 году швейцарский ученый А. Грессли. При изучении Юрских гор в Швейцарии он выделил участки одновозрастных пород, отличавшихся от соседних по литологии и ископаемым организмам. Эти разные участки он и назвал фациями. В России в 1869 году понятие фации ввел Н.А. Головкинский.

Фация (*facies* – лицо, облик) – это совокупность физико-географических условий, накопившихся в этих условиях осадков и обитавших в этих условиях организмов (Л.Б. Рухин, 1960).

Фация – это физико-географическая обстановка или единица ландшафта (Д.В. Наливкин).

Фация – это горная порода, сформировавшаяся в определенных физико-географических условиях и выделяемая по совокупности признаков (М.С. Дюфур, 1981 г.).

2.1. Методы фациального анализа

- общегеологический
- частные: литологические и биофациальные

2.1.1. Общегеологический метод

Это метод *актуализма*, когда события на Земле в прошлом проходили примерно так же, как и сейчас. Это сравнительный метод – «Настоящее есть ключ к прошлому». Например, изучая подкласс современных шестилучевых кораллов, мы можем предположить внутреннее строение, образ жизни, место обитания табулят и ругоз в палеозое. Современные пелециподы помогут нам по аналогии представить какими бивалвии были в сходных условиях геологического прошлого. Галечник в разрезе показывает исследователю, что это отложения древнего берега моря или русло реки. Однако метод актуализма нужно применять с осторожностью, так как за миллионы лет в биосфере, атмосфере и гидросфере Земли прошли необратимые явления.

2.1.2. Частные методы

Литологический или *литофациальный* метод использует литологические особенности пород – цвет, минерально-химический состав, структуру, текстуру, форму осадочного тела.

Цвет является показателем условий образования. Красный цвет говорит о присутствии окисных форм железа, образовавшихся в условиях сухого жаркого климата (аридного); черный указывает на наличие закисного железа, которое образовалось в восстановительных условиях; зеленый свидетельствует о наличии глауконита, образовавшегося в морских условиях.

Минералы-индикаторы: фосфорит, глауконит – показатели морской среды; доломиты, соль, гипс – указывают на повышенную соленость воды; сидерит, пирит – сероводородное заражение бассейна; каолинит – влажный тропический климат; монтмориллонит, гидрослюды – аридный климат; карбонатные толщи формируются в тепловодных бассейнах.

Состав и структура горных пород позволяют выяснить характер и скорость осадконакопления, глубину бассейна. Наличие крупнообломочного материала показывает, что осадконакопление проходило ближе к берегу. В процессе переноса материала некоторые минералы разрушаются, растворяются, поэтому наличие устойчивых минералов свидетельствует о длительности переноса, либо о долгом выветривании.

Структурные особенности. Размер обломочного материала свидетельствует об удаленности области питания (более крупные обломки располагаются ближе к источнику сноса), о скорости движения воды (течение Гольфстрим у берегов Флориды, при скорости течения 10 км/ч «выметает» дно, а при скорости 5 км/ч выпадают гальки размером с грецкий орех). Расположение и ориентировка по длинной оси обломочного материала позволяет установить направление и характер движения. В русле реки галька поворачивается по течению, в зоне прибоя – параллельно береговой линии.

Текстурные особенности. Породы бывают массивные или слоистые. Отсутствие слоистости показывает, что осадконакопление происходило в спокойных гидродинамических условиях. *Слоистость* говорит о среде с меняющимся режимом осадконакопления: перекрестная слоистость характерна для мелководья (70-100 м); косая слоистость образуется в условиях руслового потока, или в прибрежно-морских условиях, или при деятельности ветра; тонкая горизонтальная слоистость является показателем умеренно-глубоководных (100-500 м) или озерных условий (спокойное осадконакопление).

К текстурам поверхности напластования относят *механоглифы* (неорганического происхождения) (рис. 14) или *биоглифы* (органического). Наука, занимающаяся следами жизнедеятельности организмов, называется *палеоихнология*. *Знаки волноприбойных движений или ряби* с одинаковыми углами наклона показывают палеообстановку водной среды: осадок образовывался в прибрежно-морской среде, реках, зонах течений.

Несимметричные знаки ряби характерны для эоловой деятельности. Трещины высыхания образуются в наземных условиях при дефиците влаги, жарком, сухом климате. Также встречаются отпечатки капель дождя, следы жизнедеятельности организмов – зарывания, ползания, следы птиц, четвероногих. Нераспознанные следы называются *гieroглифами*.

Биофациальные методы основаны на изучении окаменелостей, их разнообразии, размеров, характере захоронения в породах. Биомический анализ заключается в изучении ориктоценозов и образовании их из палеобиоценозов. Наилучшие условия для захоронения остатков организмов создает водная среда,

поэтому большая часть органических остатков прошлых геологических эпох принадлежит водным организмам.



Рис. 14. Отпечатки капель дождя (слева) (<http://www.bbc.co.uk/russian/science>); следы волноприбойных движений, р. Томь (справа) (фото Рычковой И.В., 1998)

Разнообразие организмов показывает, что осадок отлагался в условиях неглубокого теплого моря, нормальной солености, нормального газового режима. Мелкая фауна – это угнетенная фауна, которая указывает на ненормальную соленость бассейна. Отсутствие донной фауны свидетельствует о сероводородном заражении бассейна.

На расселение организмов в воде влияют многие факторы: соленость, глубина, давление, свет, температура, газовый режим, движение воды, рельеф морского дна.

Соленость играет большую роль в осадконакоплении. Измеряется по количеству граммов соли на 1 литр воды: нормальная соленость – 35‰ (промилле). Ниже этого значения – опреснение бассейна, выше – осолонение. Соленость Мирового океана – 30-35‰, Красного моря – 43‰, Черного – 18-23‰, Каспийского – 17‰, Балтийского – 9‰. Пресноводные озера имеют соленость менее 5‰.

Глубина. С ростом глубины уменьшается освещенность, изменяется газовый режим, температура воды. Определить примерную глубину бассейна можно по бентосным организмам, не перенесенных течением. На небольших глубинах (в пределах сублиторали) обитали археоциаты, кораллы, строматолиты, брахиоподы, образующие банки.

Давление оказывает влияние на содержание газов в воде, особенно на углекислый газ: с увеличением давления его количество повышается, а это способствует повышению растворимости карбонатов. Поэтому свыше 4000 м карбонаты растворяются.

Свет. Проникновение света зависит от прозрачности воды. Наиболее освещены верхние 10 м. Растения поселяются в основном до глубины 80 м. Свет необходим растениям для фотосинтеза. На мелководье верхней части сублиторали наиболее богатый и животный мир. На глубине свыше 200 м царит практически полный мрак.

Температура. В Мировом океане температура воды достигает 35⁰ (тропики), самая низкая – 0-2⁰. В бассейнах существует температурное расслоение, на глубинах – холодные воды, ближе к поверхности – прогретые.

Газовый режим. На осадконакопление в морском бассейне особенно влияет CO_2 , H_2S , O_2 . В Черном море на глубине ниже 200 м отмечается сероводородное заражение. Газовый режим, особенно содержание кислорода, влияет на водное население. Углекислый газ, поступающий во время вулканических извержений, потребляется организмами и расходуется на химические соединения. В высоких концентрациях он ядовит. Сероводород образуется в результате жизнедеятельности бактерий и смертелен для многих водных животных организмов.

Движение воды. Перемешивание воды, обогащение ее кислородом, течения (тайфуны, штормы), волноприбойные движения также оказывают влияние на осадконакопление. Нижняя граница волн везде разная (базис действия волн – иловая линия): в Черном море – 30 м, в океане – до 100 м. Движение воды в прибрежной зоне и на глубине разное. Приливы и отливы прибрежной зоны влияют на обитателей – у них вырабатываются толстые раковины, преобладают прочные, прирастающие формы, уплощенные, стелющиеся. Движение воды усиливает газообмен, создает окислительную среду, в противном случае создается восстановительная обстановка, где развивается сероводородное заражение (порода, образовавшаяся в таких условиях имеет черный цвет).

Рельеф морского дна. Характер грунта морского дна определяет распределение животных. На рыхлом грунте у морских обитателей вырабатываются особые приспособления. У морских лилий появляются «корни», у двустворчатых моллюсков, брахиопод рода *Gigantoproductus* вырастают шипы, а у морских ежей иглы, не позволяющие погружаться в грунт. На твердом грунте животные прирастают с помощью цемента: у морской лилии утолщается основание стебля, скопления брахиопод образуют банки, отдельные раковины, например род *Patella*, присасываются к грунту, другие подвешиваются с помощью биссуса – двустворка рода *Mytilus*.

Основные типы горных пород и условия их образования

Одни и те же осадочные горные породы могут накапливаться в разных фациальных условиях. Но эти породы обладают рядом структурно-текстурных признаков, по которым можно проводить реконструкцию осадконакопления. Размер обломочного материала указан в таблице 1.

Брекчии – осадочные терригенные горные породы, формирующиеся во время обвалов, временных потоков, в зоне приобья, в зоне горных подножий, на склонах рифов в результате разрушения.

Конгломераты и галечники – осадочные терригенные горные породы, образовавшиеся во временных и постоянных водотоках, а также конусах выноса, в зоне приобья и на морских глубинах преимущественно не более 10-15 м.

Пески и песчаники – осадочные терригенные горные породы, образованные в различных условиях. В речных долинах они имеют однородный состав, хорошую сортировку, высокую степень окатанности обломочного материала. Во временных потоках и конусах выноса они характеризуются неоднородным составом, наличием глинистых частиц, плохой сортировкой и окатанностью обломочного материала. Морские и озерные пески хорошо сортированы, хорошо окатаны, частицы кварца имеют округлую форму. Эоловые отложения – хорошо сортированы, с мелкими хорошо окатанными зернами.

Глины и аргиллиты – осадочные терригенные горные породы, образующиеся в зоне выветривания, в морях, в речных долинах и озерах. Озерные и старичные глины часто образуют тонкую ленточную слоистость. Морские глины накапливаются во всех биономических зонах. Литоральные глины отличаются плохой сортировкой, присутствием глинистых окатышей, они формируются в заливах и проливах. Глины сублиторали хорошо сортированы, ясно слоисты.

Известняки – осадочные органогенные, или хемогенные горные породы, карбонатного состава, образующиеся в условиях разной солёности на глубинах моря не глубже 4000 м, редко в озерах.

Мергели – осадочные органогенные, или хемогенные горные породы, карбонатно-глинистого состава, образующиеся в морских условиях и редки среди континентальных фаций озерного происхождения.

Доломиты - осадочные органогенные, или хемогенные горные породы карбонатного состава, образующиеся в лагунах разной солёности. Вторичные доломиты, которые образовались при доломитизации известняков не должны рассматриваться при восстановлении палеогеографической обстановки.

Диатомиты – осадочные органогенные горные породы кремнистого состава, сформированные при накоплении створок диатомовых водорослей.

Подгруппа пород и размер обломков в мм	Рыхлые О.Г.П.		Сцементированные О.Г.П.	
	обломки неокатанные	обломки окатанные	обломки неокатанные	обломки окатанные
Псефиты >200 - >	глыба	валуны	глыбовая брекчия	валунный конгломерат
10 - 200	щебень	галечник	брекчия	конгломерат
1 (2) - 10	дресва	гравий	дресвяник	гравелит
Псаммиты 0,1 - 1 (2)	песок		песчаник	
Алевриты 0,01 - 0,1	алеврит (лёсс)		алевролит	
Пелиты > 0,01	глина		аргиллит	

Табл. 1. Классификация осадочных терригенных горных пород

2.2. Классификация фаций

Все фации делятся на три группы:

- морские
- континентальные
- переходные

2.2.1. Морские фации

Морские фации пользуются наибольшим распространением. По составу морские фации делятся на: *терригенные, органические и хемогенные*. По глубине формирования на: фации *литорали, сублиторали, батии и абиссали*.

Терригенные фации

Пространство накопления терригенных осадков в морях начинается от поверхности моря и распространяется до его дна. Питание морей обломочным материалом происходит за счет трех источников. Прежде всего, это происходит за счет сноса продуктов выветривания с суши, осуществляемое большей частью речным стоком, меньше льдом и ветром. Второй источник принадлежит самому морю, когда происходит размыв берегов и дна. К третьему источнику относятся вулканические извержения, поставляющие лавы, туфы, термальные растворы и газы. Во внутренние моря происходит наибольший сброс терригенного материала. Так в центральных частях Черного моря за последнюю тысячу лет накопилось 20-100 см осадка. За это время в Атлантическом океане накопилось осадков 2-4 см, а в Тихом океане всего 1 мм [16].

В морях происходит дифференциация осадков. Существует идеализированное распределение осадков в природе: ближе к берегу образуются более крупные, дальше – более мелкие, за ними – алевритовые, еще дальше – глинистые отложения. Сортировка осадков ухудшается по мере удаления от берега, в связи с ослаблением с глубиной сортирующей работы волн. Схему соотношения фаций в плане хорошо иллюстрирует - закон Головкинского-Вальтера (рис. 15). Но часто происходят и отклонения от стройной картины распределения осадков. Известно образование глубоководных конгломератов, песчаников и есть мелководные тонкозернистые породы. Мелководные конгломераты, образованные в прибрежной зоне отличаются от глубоководных хорошей окатанностью гальки, ее одинаковыми размерами, а также небольшим количеством цемента. Конгломераты глубоководные содержат слабоокатанную гальку, много цемента, в котором присутствует морская фауна.

Тонкозернистые глинистые осадки обычно характерны для глубоководных областей. Но они встречаются и на небольших глубинах. Мелководными могут быть тонкозернистые образования, если морской бассейн неглубокий, и его окружают выровненные пространства побережий. Так, например, Азовское море с его глубинами до 15 м, представляет собой гигантский отстойник с тонкозернистым осадком.

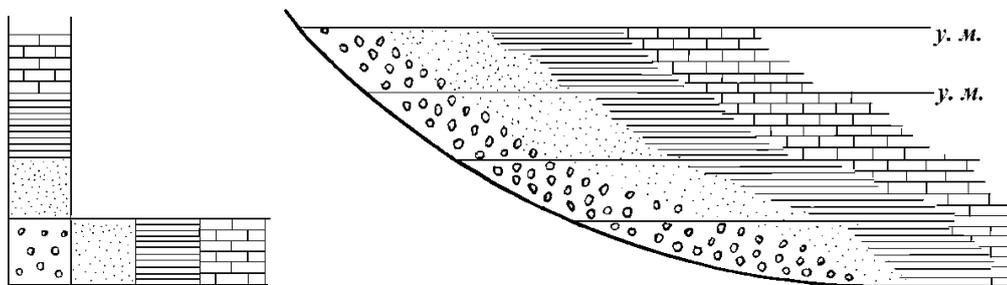


Рис. 15. Соотношение фаций (закон Головкинского-Вальтера) (Парфенова, 1999)

Фашии литорали. Литораль – это прибрежная мелководная часть моря от 0 до 10 м, полоса волноприбойных движений. Терригенные осадки литоральной области очень изменчивы. Здесь присутствуют: песок, который может быстро меняться по крупности, галечник, тонкие илы. Быстрая изменчивость осадка является следствием активного гидродинамического режима осадконакопления. В литорали присутствуют эрозионные и аккумулятивные формы рельефа. К аккумулятивным относятся подводные *валы, гряды*, которые по мере роста превращаются в надводную аккумулятивную форму – *бар*. Бары, отделяя часть моря от берега, образуют *лагуны*. Сложены эти формы рельефа песками разными по крупности и галечниками. Для отложений литорали характерна косая, клиновидная, пологая косая и редко горизонтальная слоистость, поскольку формирование осадка происходит в подвижной среде. К числу наиболее обычных текстур принадлежат волноприбойные знаки, борозды от стекания воды, отпечатки лап птиц, наземных позвоночных, следы ползания червей и моллюсков, остатки норок зарывающихся организмов и т.д. Породы часто бывают густо исверлены камнеточцами, в том числе моллюсками – *литофагами, фолодами* и др.

Характер обломочного материала зависит от крутизны берега. Песчаный материал отлагается там, где берег пологий, грубообломочные отложения скапливаются там, где берег скалистый. Если берег круто обрывается к морю, то образуется вертикальный уступ, или *клиф* и характер обломочного материала будет соответствовать породам, слагающий этот уступ. Среди прибрежно-морских мелководных отложений встречаются линзы брекчий, обломки которых имеют состав вмещающих пород.

На литорали мало глинистых осадков, т.к. они вымываются волнами, но для некоторых морей все же характерны песчано-глинистые илы, например, для дальневосточных и северных морей, или Азовского моря. Это связано с обилием тонкого материала, выносимого впадающими реками.

Для литорали характерны *ватты*. Это плоские пространства морского дна, которые обнажаются во время отлива. Для образования ваттов характерны мягкие илистые грунты, но иногда на них отмечаются разбросанные валуны и галька, вымытые из подстилающих глин. Слоистость ватт выражена сменой песка разной крупности с прослоями раковин и торфянистым детритом.

Полезные ископаемые литорали представлены россыпями, рудными месторождениями алюминия, железа (например, оолитовые железные руды мелового возраста Гарца в Германии). Характерны для литорали бокситы, терригенный и карбонатный материал. С древними баровыми отложениями связаны месторождения нефти [16].

Фашии сублиторали. Сублитораль – это зона моря, распространенная над шельфом на глубине от 10 м до 200 (редко 500). Среди терригенных фаций наиболее распространенными являются мелкозернистые, горизонтально слоистые пески, глины, а галечники встречаются редко. В верхней части сублиторали глины параллельно слоистые песчанистые, в нижней части - известковистые.

Полезные ископаемые сублиторали содержат рудные накопления железа и марганца. Железные руды в основном оолитового, гидрогетит-шамозитового-сидеритового типа. Руды марганца связаны с глинистыми осадками сублиторали. Чистые *флюсовые* известняки являются основным сырьем для производства цемента, а хемогенные известняки используют как строительный камень.

Фашии батиаля. Батиаля – это зона моря от 200 (500) м до 3000 м, распространенная над континентальным склоном. Средний уклон дна 3-5°, но известны и более крутые склоны до 30°. В пределах континентального склона накапливаются преимущественно терригенные осадки. В отложениях присутствует глауконит. Осадконакопление этой части бассейна идет медленнее, чем на шельфе, здесь развиты мутьевые потоки, оползни, турбидиты.

К полезным ископаемым батиаля относят *доманиковый* горизонт Восточно-Европейской платформы верхнего девона. Этот горизонт сложен горючими сланцами буровато-черного цвета, с большим количеством раковин птеропод. Белый писчий мел Восточно-Европейской платформы, рифовые массивы Предуральского краевого массива также являются батиальными отложениями. Для батиаля также характерно накопление фосфорита, глауконита, а также урановых руд [16].

Фашии абиссали. Абиссаль – это самая глубоководная зона моря от 3000 м до 11 000 м, простирающаяся над ложем Мирового океана. Осадконакопление в абиссали идет медленно, из терригенных фаций накапливается красная глубоководная глина, которая образовалась за счет вулканических извержений и космической пыли. С ней связаны железо-марганцевые конкреции. Скорость осадконакопления очень мала (около 1 мм в 1000 лет).

Органогенные фации

Органогенные фации образуются в результате жизнедеятельности организмов. Органогенными называются отложения, состоящие более чем на треть из органических остатков. По составу они могут быть карбонатные, кремнистые, фосфатные. Организмы, слагающие такие породы, ведут прикрепленный, малоподвижный или зарывающийся образ жизни, образуя при жизни заросли (морские лилии), банки (брахиоподы, устрицы, иноцерамы), рифы (кораллы).

Карбонатные отложения более многочисленны и разнообразны. Известняки, образованные в результате отмирания животных, называются: фораминиферовые (фузулиновые и нуммулитовые), археоциатовые, коралловые, серпулитовые, брахиоподовые, гастроподовые, цефалоподовые, губковые, остракодовые, мшанковые, криноидные, строматопоратовые; образованные из растений: водорослевые (писчий мел на 80% состоит из золотистых водорослей кокколитофорид); а также состоящие из продуктов жизнедеятельности цианобионтов: строматолиты, онколиты, катаграфии.

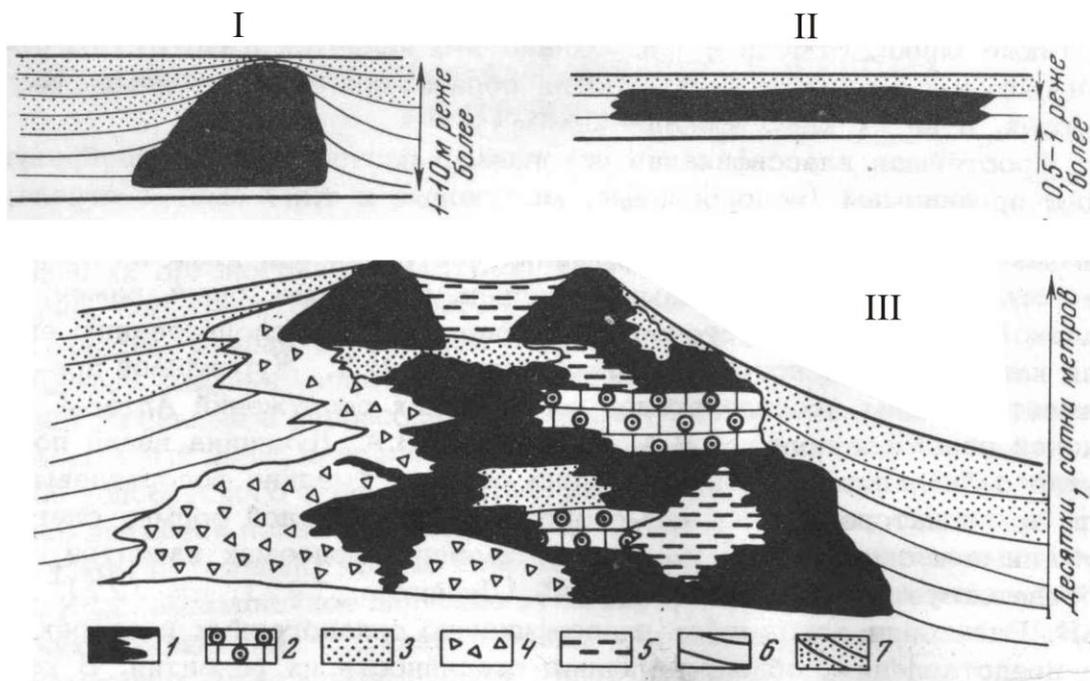
Различают типы карбонатных органогенных построек: *биогермы, биостромы, рифовые массивы*, образование которых связано с организмами, живущими на шельфе.

Биогерм – это простая, небольшая (1-10 м) органогенная постройка изометричной, выпуклой формы. Образуется биогерм вследствие жизнедеятельности прикрепленных и строящих устойчивый скелет организмов на одном и том же месте (рис. 16).

Биостром – это простая пластообразная органогенная постройка. В ископаемом состоянии выглядит как линза известняка.

Рифовый массив – это сложная органогенная постройка, крупных размеров (несколько сотен метров), представляющее собой пространственно обособленное карбонатное тело. Состоит из биогермных частей и сопутствующих ему отложений

(хемогенных, терригенных, органогенных). Рифовые массивы часто бывают ловушками нефти и газа.



Условные обозначения: I - биогерм; II - биостром; III - рифовый массив
 1 - биогермные известняки; 2 - отложения рифового плато; 3 - детритовые известняки; 4 - отложения шлейфов; 5 - отложения лагун; 6 - отложения, одновозрастные с органогенной постройкой; 7 - более молодые отложения.

Рис. 16. Органогенные постройки (Синицын, 1967)

Кремнистые породы сложены скелетами *радиолярий* (радиоляриты), скелетами *диатомовых водорослей* (диатомиты), спикулами *губкок* (спонголиты). Образуются на значительных глубинах, свыше 4000 м. Ископаемые диатомиты характеризуют холодные водоемы (сейчас берега Арктики и Антарктики обогащены диатомовыми илами). Радиоляриевые илы накапливаются в Тихом и Индийском океанах. С ними связано образование яшм. Вспышки образования кремнистых пород связаны с действиями вулканов.

Фосфатные органогенные породы образованы из массового скопления створок беззамковых брахиопод рода *Obolus* (известно месторождение в Прибалтике).

Фауна литорали. Литоральная зона моря богата разнообразными животными. Типичные обитатели литорали: баланусы, мидии, устрицы, мшанки, актинии, гастроподы, губки, иглокожие, черви-пескожилы, бурые, зеленые и багряные водоросли. Большинство организмов имеет раковину, в которую они плотно закрываются во время отлива, либо животные зарываются во влажный грунт, где переживают неблагоприятные условия. Также здесь можно обнаружить морские организмы, случайно попавшие во время прилива (медузы, гребневики, рыбы), или пришедшие полакомиться морскими животными (птицы, насекомые, грызуны). Захваченные приливом часть животных гибнет, оставляя свои скелеты. В литораль заносится речками или ручьями, дождем или ветром остатки наземных растений.

Фашии сублиторали. В сублиторальной зоне моря широко распространены органогенные фашии. Их образование зависит от глубины бассейна. Наиболее отчетливые и яркие свидетельства глубины палеобассейна дают растения – водоросли. Подводные растения, как и наземные, не могут существовать без солнечного света. Для различных лучей спектра глубина эта различна: от 200 до 500 м.

От линии отлива до глубины 27 м обитают преимущественно бурые водоросли (*Laminaria*). Эту зону называют ламинариевой. Подавляющая масса зообентоса, как в прошлые геологические эпохи, так и ныне привязана к верхней половине шельфа (до 100 м). Здесь живут бентосные фораминиферы, пелециподы, гастроподы, кораллы, губки, брахиоподы, морские ежи. У них есть внешние характерные признаки: раковины крупные, толстостенные. Все эти группы животных образуют разнообразные прибрежные биоценозы (коралловые рифы, брахиоподовые или пелециподовые банки, подводные водорослевые луга).

Нижняя часть шельфа (100-200 м) населена менее богато. Главные обитатели – это мшанки, каменистые губки, некоторые брахиоподы. Разнообразие биоценозов убывает, остается биоценоз раковинных банок. Раковины становятся более тонкими и меньше по размерам.

Фашии батиаля. Батияльная часть морского дна мало обитаемая. Проникновение света здесь сведено к нулю. Поскольку органический мир батиаля беден, то органогенных осадков почти нет, очень редко накапливаются органогенные илы. Редкие скелеты организмов (губок, мшанок и иглокожих) тонкие.

В батиаля обитают брахиоподы и мшанки, иногда морские ежи, криноидеи, кремневые губки.

В *абиссали* очень беден органический мир, т.к. условия обитания там неблагоприятные. Из органогенных фаший накапливаются карбонатные илы (за счет планктонных фораминифер и известь выделяющих планктонных водорослей) и кремнистые илы (радиоляриевые и диатомовые).

На абиссальных равнинах встречаются участки дна, связанные с рифтовыми зонами и с подводными гидротермальными выбросами, где образуются «черные курильщики» – это денсали («оазисы жизни»), воды которых богаты многими химическими элементами, максимальная температура вокруг них 370°. Вокруг «курильщиков» поселяются бактерии, черви (серпулиды и погонофораты – вестиментиферы), ракообразные, гастроподы, двустворки, губки, иглокожие. Основой питания всех этих животных являются хемосинтезирующие бактерии. Характерен гигантизм этих организмов (рис. 17).

В абиссали за счет гибели планктонных радиолярий накапливаются радиоляриевые илы.

Глубоководные карбонатные осадки образуются на значительных глубинах, но не более 4000 м. Это *глобигериновые* илы (известны в Индийском и Атлантическом океанах), *птероподовые* илы (образуются в полярных областях).

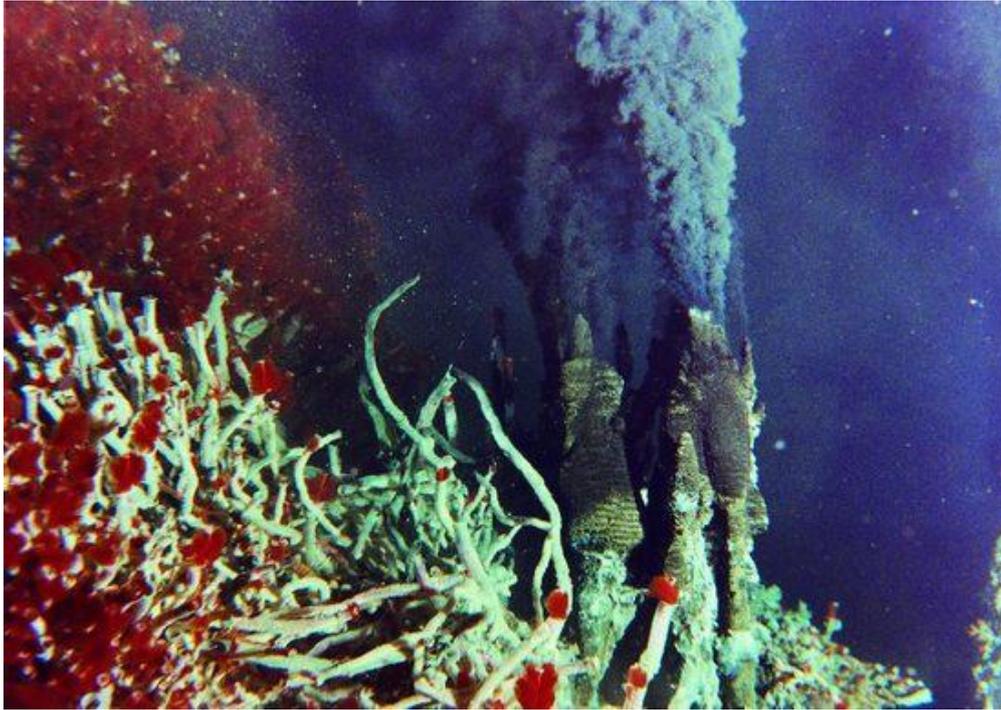


Рис. 17. Черные «курильщики» и вестиментиферы (<http://www.nat-geo.ru>)

Условия обитания некоторых организмов

Цианобионты – микроскопические безъядерные организмы (прокариоты), известкововыделяющие, продуктами жизнедеятельности которых являются строматолиты и онколиты. Указывают на морское мелководье.

Кокколитофориды – микроскопические одноклеточные планктонные морские организмы, относящиеся к золотистым водорослям. Обитатели экваториальных и теплых морей. Современные кокколитофориды живут в чистой воде, богатой кислородом, при температуре от +10 до +26⁰, на небольшой глубине. Ископаемые кокколитофориды известны в мезозойских и кайнозойских отложениях, на 80 % слагают белый писчий мел.

Зеленые водоросли – планктонные водоросли, обитатели морей на глубинах 50-60 м в тропической и субтропической зонах.

Багряные водоросли – обитатели морей нормальной солености на глубине от 0 до 150 м.

Диатомовые водоросли обитают в континентальных и морских водоемах, могут жить в увлажненной почве. Современные формы широко распространены в бореальных и арктических бассейнах. Это организмы планктонные, реже бентосные. Современные диатомовые извлекают из окружающей среды и накапливают кремнезем. После гибели водорослей их панцири дают начало кремневым илам, из которых образуются диатомиты, трепелы, опоки.

Фораминиферы обитают преимущественно в морских водоемах, но встречаются и в озерных и даже болотистых. Морские бентосные формы обитают до глубины 5-10 км. Планктонные (*Globigerina* и др.) населяют пелагиаль.

Бентосные толстостенные палеозойские *фузулиниды* и кайнозойские *нуммулитиды* широко распространены на глубинах от 20 до 40 м в теплых морях (рис. 18).

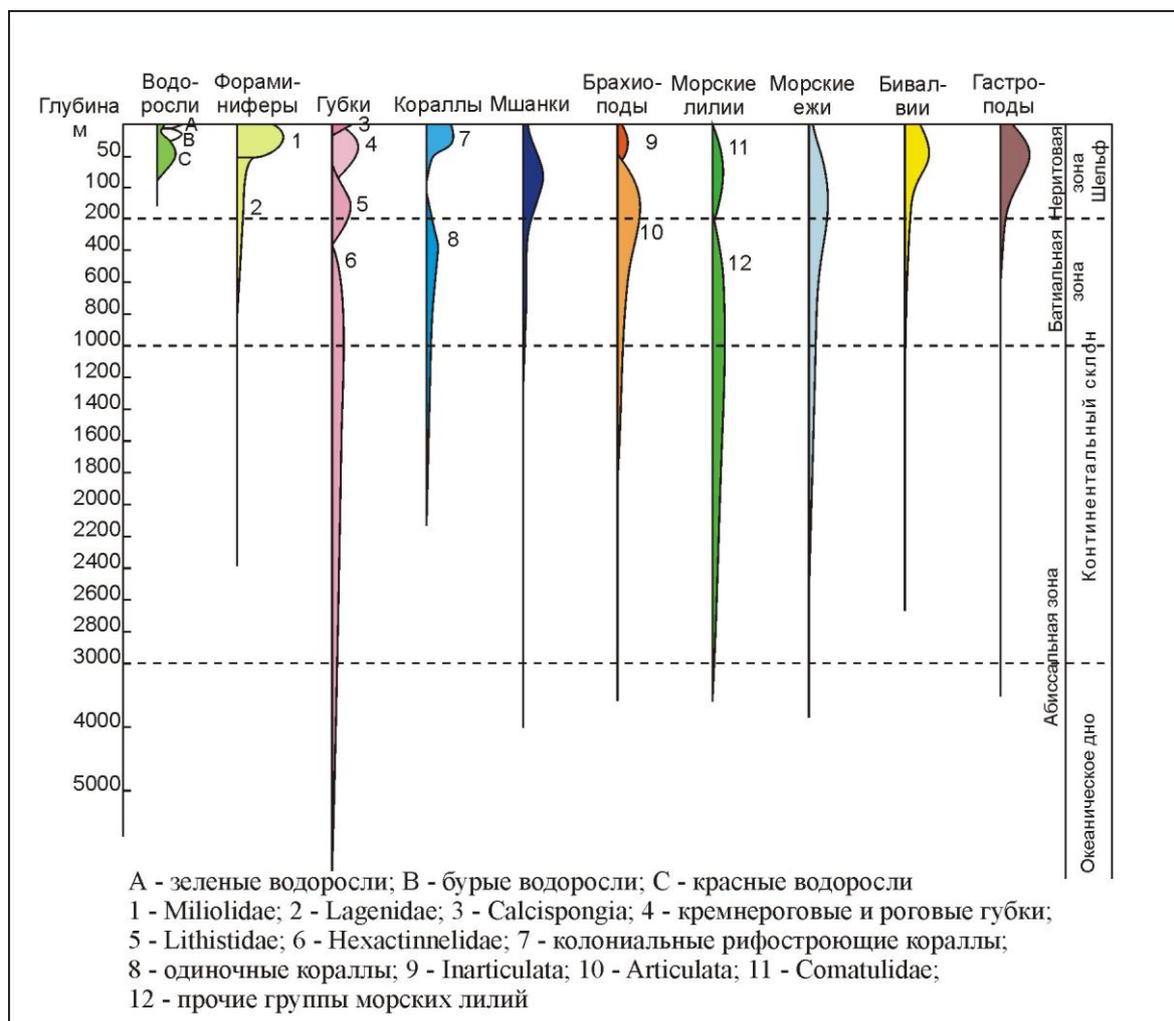


Рис. 18. Распределение по глубинам основных групп бентоса (Страхов, 1948 с изменениями)

Радиолярии являются планктонными организмами, поэтому не имеют значения для определения глубины бассейна. Радиоляриевые илы, сложенные микроскопическими раковинами радиолярий, имеют кремнистый состав скелета, накапливаются на дне океана на глубинах более 4 000 м. Это происходит потому, что на такой глубине карбонатные раковины других организмов растворяются. В теплых водах раковины радиолярий имеют вид колпачка, шлема или плоского колокола, а в холодных раковины приобретают узкий, башенкообразный, или просто эллиптический облик.

Археоциаты были обитателями нормально-соленых, теплых морей. Они вели бентосный образ жизни на карбонатных илистых грунтах при глубине от 20 до 50 м, единичные спускались до 100 м. Это были первые рифостроющие организмы фанерозоя.

Строматопораты – это вымершая группа кишечнополостных с известковым скелетом. Образовывали довольно значительные рифы (биостромы).

Кораллы, принявшие эстафету рифостроения от археоциат, также являются стеногалинными организмами. Наиболее благоприятная глубина обитания от 10 до 50 м, но кораллы, не строящие рифы встречаются и на глубинах до 10 км. Рифостроящие шестилучевые и восьмилучевые кораллы живут, как и палеозойские табуляты и ругозы, в морях с чистой и теплой водой, там где нет привноса терригенного материала. Поэтому Большой Барьерный Риф мог вырасти только у берегов Австралии и нет подобных построек в Атлантике у восточных берегов Южной Америки, куда впадает полноводная Амазонка, или у западных берегов Африки, куда несут свои воды крупные реки, такие как Нигер или Конго.

Трилобиты в морях палеозоя, как и многие представители органического мира того времени, обитали в мелководных участках. Причем занимали они преимущественно верхнюю часть сублиторали. Большинство трилобитов являлись бентосными животными, редко встречались и планктонные формы. Большинство бентосных трилобитов вели ползающий образ жизни на разных субстратах, реже ползучий, но уже в илистом грунте. У зарывающихся глаза были редуцированы, а иногда расположены на стебельках (*Asaphus* O₁₋₂) (рис. 19).



Рис. 19. Трилобит *Asaphus* O₁₋₂; Брахиопода из отп. *Productida* (<http://images.yandex.ru>)

Брахиоподы – морские бентосные животные, преимущественно стеногалинные, однако некоторые известны и в отложениях осолоненных и опресненных бассейнов. Беззамковые брахиоподы выдерживают значительное опреснение и загрязнение воды. Современные представители рода *Lingula* характерны преимущественно для литоральной зоны тепловодных бассейнов, но могут встречаться и на глубинах до 40-100 м. Они ведут зарывающийся образ жизни, обитая в песчаных или глинистых осадках и образуя норки. Замковые брахиоподы ведут бентосный образ жизни. Большинство плеченогих на протяжении всей жизни прикреплялись ножкой к твердому грунту (*Spiriferida*, *Terebratulida*). У других с возрастом ножка атрофировалась, и они тогда лежали на грунте, нередко под тяжестью тела частично погружаясь в него. У таких форм были иглы или шипы, которые не позволяли полностью погрузиться в грунт (*Productida*) (рис. 19). Некоторые брахиоподы прикреплялись ко дну цементацией. Такие организмы жили в основном в зоне активного действия волн тропических морей и имели толстостенную раковину, конвергентно сходные с одиночными кораллами (*Richthofenia*). Пентамериды, некоторые продуктиды, спирифериды образовывали банки на глубинах в несколько метров. Для более глубоководных участков застойных вод характерны тонкостенные гладкие или слабоскладчатые теребратулиды, атириды и некоторые ринхонеллиды.

Иглокожие являются морскими стеногалинными животными, они разнообразны и многочисленны в морях с нормальной соленостью. Редко встречаются в Черном море (8 видов), причем представлены они исключительно мелкими реликтовыми формами; в Балтийском море известен лишь один вид, а в Каспийском море иглокожие отсутствуют, зато в Баренцевом, Карском, Чукотском и Охотском морях составляют основную часть донных животных. Красное море, имеющее соленость 43 г соли на 1 кг воды обильно заселено самыми разнообразными иглокожими.

Иглокожие обитают в морях и океанах всех широт земного шара, на самых разнообразных грунтах и глубинах — от приливо-отливной зоны (*Scutella*) до максимальных глубин океанских впадин. Таких видов, которые могут встречаться на самых различных глубинах, особенно много среди офиур.

Почти все морские ежи живут группами, ведут бентосный подвижный образ жизни. Спатагоиды (куда относятся также и вымершие рода *Micraster* K₂-P₁, *Echinocorys* K₂-P₁), обитают на мягких грунтах и ведут малоподвижный образ жизни. Нередко они поселяются в норках, иногда зарываются в грунт на глубину до 20 см.

Криноидеи ведут прикрепленный, реже планктонный образ жизни. В палеозое морские лилии обитали преимущественно на небольших глубинах прибрежной полосы, часто жили совместно с рифостроящими организмами. В мезозое криноидеи освоили участки моря от зоны прибоя до абиссальных глубин.

Двустворчатые моллюски принадлежат к обитателям различных водоемов: морских, солоноватоводных и пресных. Взрослая стадия жизни двустворчатых моллюсков связана с дном водоема, т.е. это бентосные организмы. Строение раковин двустворок обусловлено в большей мере их образом жизни. Некоторые двустворки обладают ногой, снабженной ползательной подошвой, медленно передвигаются по поверхности грунта (*Glycymeris*, *Lepton*, *Anadara*). Для них характерна округлая, равностворчатая раковина. Некоторые двустворки приспособлены к лежанию на одной створке (*Pecten*, *Pandora*). Многие двустворчатые моллюски обладают способностью к плаванию (*Pectinidae* и *Limidae*). Плавание осуществляется при открывании и закрывании створок. Среди пектенид есть формы, которые превратились в нектон и мало связаны с дном моря.

Другие двустворки, обитая на твердых грунтах среди кораллов и водорослей, забираются в норки или щели и там прикрепляются в течение всей жизни биссусными нитями (*Arca*, *Saxicava*, *Mytilus*, *Pteria*, *Dreissena*) или временно (*Chlamys*, *Lima*). Особым видом крепления двустворок к грунту, развитом в тепловодных бассейнах, является цементация. Такой характер крепления влечет за собой развитие массивной раковины, сильно неравностворчатой, с нижней толстостенной и выпуклой створкой, отличающейся по характеру скульптуры (*Ostrea*, *Spondylus*, *Plicatula*, *Chama*). Многие моллюски, обитатели твердого грунта, приспособились к сверлению твердых пород (древоточцы и камнеточцы: *Pholadidae*, *Teredinidae*, *Petricola*). У большинства сверильщиков ходы 3-5 см, а у некоторых достигают до 10-15 см. На мягких песчаных или илистых грунтах живут многие двустворки, ведущие зарывающийся образ жизни (*Cardium*, *Venus*). Эти формы характеризуются равностворчатой раковиной. Двустворчатые моллюски, обитающие на песчаной литорали или верхней части сублиторали в очень подвижной среде вынуждены все время передвигаться, чтобы их не занесло грунтом. У таких форм развивается удлинненно-овальная раковина, с макушкой,

сдвинутой вперед, с утолщенной передней частью (*Siliqua*, *Rzehakia*). Имеются и такие пеллециподы, которые способны неглубоко прокладывать себе путь внутри грунта (*Nucula*, *Cuspidaria*). Многие зарываются глубоко, до 3-4 м (*Mya*). Наиболее глубоководными являются *Amussium* и *Propeamussium*. Они имеют тонкие, гладкие, почти прозрачные равносторчатые и плоские раковины. К понижению солености очень чувствительны: *Glycymeris*, *Solecurtus*, *Limopsis*, *Spondylus*, *Malletia*, *Amussium* и др. Имеется немало родов, которые переносят понижение солености, но не живут в солоноватоводных бассейнах ниже 26 ‰ (*Leda*, *Thyasira*, *Arca*, *Cardita* и др.).

Рудисты были обитателями теплых морей, жившими на небольших глубинах, в полосе, приуроченной к зоне тропиков и субтропиков. В подавляющем большинстве рудисты были пожизненно прикрепленными животными (*Hippurites*), редкие среди них были неприкрепленные формы, свободно лежавшие на дне моря, о чем свидетельствует отсутствие на них следов прирастания и уплощение передней стороны. Раковины рудистов в прижизненном положении встречаются в отложениях разного литологического состава, что свидетельствует о том, что рудисты не были так чувствительны к условиям среды, как кораллы. Однако изобилие раковин рудистов обычно приурочено к известнякам (рудистовые известняки в барреме Кавказа, сенона Таджикской депрессии, маастрихта Югославии, верхнемеловые Италии, нижнего мела Ю.Франции).

Гастроподы являются единственным классом из типа Моллюсков, которые освоили не только водную, но и наземную среду обитания. Переднежаберные гастроподы являются преимущественно обитателями морей, от литорали до абиссали. Редко эти гастроподы встречаются в пресноводных бассейнах и на суши. Например, *Nerinea* J-K из отряда Мезогастропод вели ползающий образ, обитая в тепловодных бассейнах, преимущественно на рифах или недалеко от них. Представители рода *Natica* P-Q ведут ползающий образ жизни и живут в теплых морях нормальной солености на глубинах до 200 м. Легочные обитают в пресных водоемах и на суше (от снежных вершин до пустынь и пещер), незначительное число вернулось к жизни в морской среде.

Головоногие моллюски исключительно морские стеногалинные животные. Современные головоногие являются стеногалинными, они обитают в морских бассейнах с нормальной соленостью на различных глубинах: от литорали до ультраабиссали. Среди них встречаются пелагические нектонные формы (кальмары), а также бентосно-пелагические (осьминоги). Вероятно, вымершие белемниты также, как и кальмары обитали в открытых морях. Наутилусы встречаются в теплых водах у побережья Индийского и юго-восточной части Тихого океана. Они живут на глубине 60-350 м. Взрослые особи предпочитают тихие, спокойные от волнений и течений воды. Вымершие аммоноидеи, как и современные наутилусы, вели придонный образ жизни, обитали на сравнительно небольшой глубине (мелкий шельф). Особенно благоприятны для них был, видимо, заливы и бухты со спокойной водой и зарослями водорослей. Они жили поблизости от рифов, избегая открытых пространств моря. Цератиты в триасе освоили более глубоководные зоны, а в юре и мелу некоторые группы аммонитов заселили мелкие эпиконтинентальные моря, а некоторые приспособились к жизни в батимальной зоне моря.

Граптолиты были обитателями морей нормальной солености. Среди них выделяют бентосные организмы (подкласс *Stereostolonata*), прикрепленные или стелющиеся по субстрату; планктонные и псевдопланктонные (подкласс

Graptoloidea). Скелеты колоний склеропротеинового состава после гибели организмов захоронялись на разных глубинах в осадках различных фациальных типов. Глинистые сланцы с отпечатками граптолитов называют граптолитовыми сланцами. Илы, давшие начало таким сланцам, скорее всего, сформировались на значительных глубинах моря.

Хемогенные фации

Хемогенные осадки бывают карбонатные, кремнистые, железистые, глауконитовые, фосфоритовые.

К *карбонатам* относятся известняки и доломиты. Известняки и доломиты хемогенного происхождения – неглубоководные образования теплых морей.

Оолиты – это шаровидные или эллипсоидальные образования из углекислой извести, окислов железа и марганца, лептохлоритов, обладающие концентрически-слоистым, иногда радиально-лучистым строением (вокруг центрального ядра), размером от долей мм до 15-25 мм. Оолиты крупнее 2-5 мм называются *пизолитами*. Ядром является какая-нибудь минеральная песчинка или зерно, различные обломки раковин. Оолиты образуются в процессе осадконакопления (во взвешенном состоянии, в воде). Оолитовые накопления представляют собой характерные образования ничтожных глубин и подвижной, волноприбойной среды.

Кальцитовые оолиты состоят из ядра и карбонатной оболочки, имеющей концентрически-слоистое строение. Ядра представляют обломки разнообразных пород. В настоящее время массовое накопление кальцитовых оолитов зарегистрированы в Красном море. Они приурочены к глубинам от 0 до 10 м.

Кремнистые породы на шельфе образуются в результате вулканической деятельности или за счет приноса кремнезема реками.

К *железистым* отложениям относятся оолитовые железняки. *Железистые оолиты* по строению аналогичны кальцитовым оолитам. Ядром является всегда кварцевая песчинка или какое-нибудь другое минеральное зерно. При общности структурных особенностей с другими оолитами, они отличаются более сложным минералогическим составом и слагаются главным образом гематитом или гидрогематитом и шамозитом. Часто вторично по железистым оолитам развивается сидерит. Почти повсеместно они несут следы сверлящих водорослей (*Girvanella*). Это обстоятельство наряду с другими особенностями оолитовых железных руд указывают на их мелководную природу.

Современные железистые оолиты были обнаружены в осадках Северного моря, на глубине 35-40 м. Среди ископаемых оолитов железистые пользуются большим распространением. Известны силурийские оолитовые железные руды Ньюфаундленда, палеозойские и мезозойские руды Франции и др. Накапливаясь местами огромными массами, железистые оолиты формируют железорудные месторождения (например, керченские неогенового возраста).

Бокситовые и марганцевые оолиты обладают такими же особенностями строения. Локализуются они на очень малых глубинах. Fe, Mn, Al₂O₃ образуют коллоидальный раствор в пресных и подкисленных водах. Когда такие воды поступают в морской водоем, то эти соединения коагулируют сразу вблизи берега. Поскольку окислы алюминия наименее устойчивы, а окислы марганца наиболее устойчивы в водных растворах, поэтому бокситовые руды формируются ближе к берегу, тогда как марганцевые характеризуются наибольшим удалением от берега.

Фосфориты образуются за счет химического осаждения фосфата кальция из морской воды в области восходящих глубинных течений, обычно в верхней и средней части шельфа, на глубинах 100-150 м. Осаждение фосфатов не может происходить в зоне фотосинтеза (0-50 м), где фосфор потребляется фитопланктоном, а также глубже 200 м, где высокое содержание CO_2 препятствует образованию условий пресыщения. Локализация фосфорита в средней части шельфа объясняется тем, что минимальные содержания P_2O_5 свойственны самой верхней части воды (0-50 м), затем до глубины 500 м возрастает содержание P_2O_5 . То же самое происходит и с CO_2 . Главным источником этих веществ является разложение отмерших организмов. Фосфорит отлагается в виде желваков.

В современных морях фосфориты образуются в ограниченном числе мест – у южной оконечности Африки, у побережья Калифорнии и Ньюфаундленда, на глубине от 50 до 150 м, в средней части шельфа. Фосфатонакопление можно использовать как один из критериев определения глубины формирования фаций древнего водоема.

Глауконит пользуется широким распространением в современных морях. Глубина его образования преимущественно 200 м, там, где происходит господство глинистых осадков. Глауконит образуется только в морских условиях в окислительной среде.

Сопоставляя батиметрическую локализацию кальцитовых, железистых, марганцевых и бокситовых оолитов, фосфоритов и глауконита можно увидеть, что все они приурочены к неритовой области. От берега до немногих метров располагаются кальцитовые оолиты; за ними на глубинах до 50 м образуются бокситовые, железистые, марганцевые; далее на глубинах до 150 м формируются фосфориты и до 200 м – глауконит.

2.2.2. Континентальные фации

Особенности осадконакопления на континентах: преобладание процессов денудации (разрушения), переноса, невыдержанность по площади, большая пестрота, частая смена по вертикали, не морская фауна и флора.

Два фактора влияют на характер осадконакопления: характер рельефа и климат. Совокупность и разнообразие этих факторов обуславливают большое разнообразие континентальных фаций.

А.П. Павлов (1890) предложил называть континентальные фации генетическим типом. Генетический тип – это совокупность отложений, сформировавшихся под действием одного ведущего геологического фактора и характеризующихся определенным составом, структурно-текстурными особенностями, формой залегания в рельефе. Классификация фаций до сих пор детально не разработана. Ниже приводятся часто встречающиеся в четвертичных и неогеновых отложениях генетические типы.

К фациям водных потоков относят *аллювий, пролювий, делювий*.

Аллювий – генетический тип континентального осадконакопления, образовавшийся под действием постоянно текущей воды в руслах рек.

Среди аллювиальных отложений выделяют: *русловые, пойменные и старичные*. *Русловые* отложения разнообразны, зависят от морфологии русла, среди которых различают: прямые, меандрирующие, блуждающие (переплетенные),

анастомозирующие (разветвленные). Аллювий приурочен к долине реки. Но бывают аллювиальные отложения «блуждающих» русел. Обычно такие русла образуются в областях тектонических опусканий. Основными русловыми фациями являются базальные конгломераты с плохой сортировкой, галечник, песок [2].

Для русловых отложений характерны косая слоистость и «мелкие знаки ряби». Песчаные волны образуются при течении воды в одном направлении, поэтому они обычно асимметричны.

Пойменные отложения образуются при паводке и формируют *прирусловые валы*. В первую очередь осаждаются крупнозернистые осадки. Растительность, богатая на пойме, фильтрует весь материал принесенный паводком. Поэтому пойма является областью интенсивной аккумуляции. Слоистость пойменных отложений тонкая, косая, горизонтальная, волнистая и линзовидная, отмечается присутствие знаков ряби и трещин усыхания. Здесь присутствуют раковины пресноводных моллюсков, кости позвоночных, растительные остатки. Возможно формирование торфа и почвы, железистых латеритов.

Старичные отложения отличаются от пойменных. В старицах развивается очень много организмов (особенно одноклеточных), которые после гибели и разложении в анаэробных условиях образуют *сапрпелевый ил*. При зарастании стариц высшими растениями образуется торф, впоследствии преобразуемый в уголь.

Русловые фации обладают хорошими коллекторскими свойствами для захоронения нефти (особенно реки с блуждающими руслами), также с аллювием связывают россыпные месторождения золота, касситерита и др.

Пролувий – генетический тип континентального осадконакопления, образовавшийся под действием временных водотоков, изливающихся с гор на равнину в условиях жаркого сухого климата, где дожди бывают редко, но очень сильно. Особенно интенсивно идет накопление пролювия при катастрофических потоках, например, при сходах селей в горах. На склонах и у подножий гор образуются конусы выноса (рис. 20). Вследствие быстрого переноса наблюдается грубая сортировка обломочного материала. Наиболее грубообломочный материал отлагается около выхода на равнину (фанконгломераты), а к периферии конуса накапливаются тонкие осадки. Слоистость пролювия грубая линзовидная, встречаются погребенные почвы. Петрографический состав представлен полимиктовым материалом. Органические остатки встречаются редко. Обычно это обломки раковин легочных моллюсков, костей позвоночных, древесины.

Пролувиальные отложения относительно бедны полезными ископаемыми. Иногда присутствуют залежи бутового камня, россыпей, ведется добыча грунтовых вод.



Рис. 20. Конус выноса и пролювиальная равнина, Алтай, Чуйский тракт (Фото Рычковой, 2008 г.)

Делювий – генетический тип континентального осадконакопления, образовавшийся под действием плоскостного смыва дождевыми и тальными водами на склонах гор и залегает на склоне в виде маломощного покрова. На крутых склонах делювий будет состоять из грубообломочных пород, при размыве глинистых материнских пород делювий будет тонкозернистым. Слоистость и сортировка при этом отсутствуют. Делювий иногда сочетается с пролювием. Делювий характерен для отложений четвертичного возраста и редко встречается в более древних.

Элювий – генетический тип континентального осадконакопления, образовавшийся под действием выветривания и оставшийся на месте (кора выветривания). В результате выветривания (физического, химического и биологического) изменяется минеральный состав пород, их структурно-текстурные особенности, как следствие изменившихся условий (рис. 21). Процесс выветривания выступает как процесс разрушения, так и процесс созидания. Для кор выветривания характерны гидрослюды, каолинит, галлуазит, монтмориллонит, гидрохлорит и др. минералы. На строение и состав коры выветривания влияние оказывает состав материнских пород и климат (рис. 22).

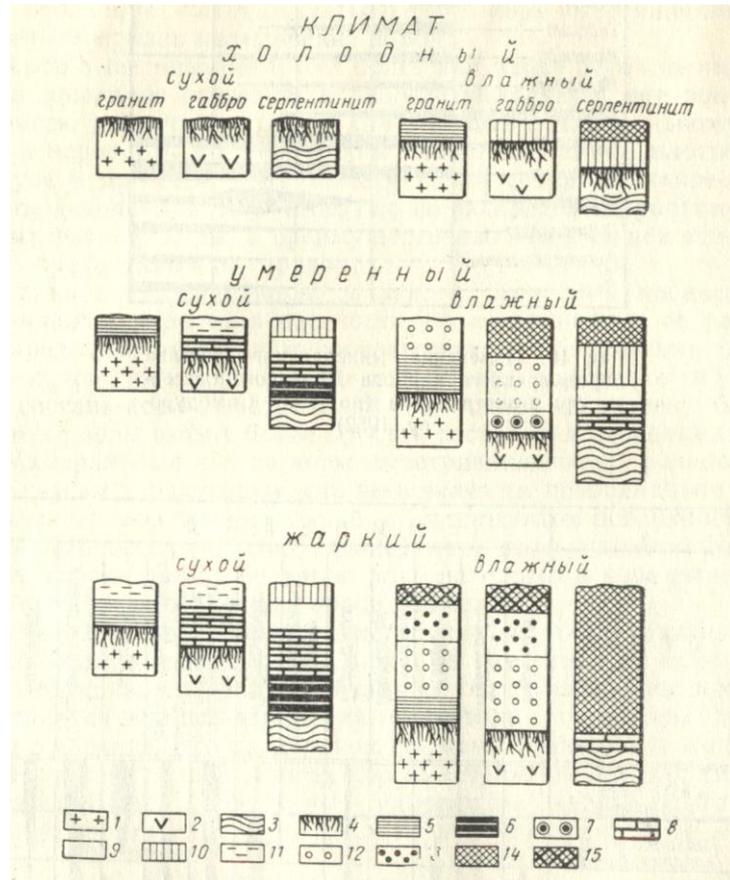


Рис. 21. Кора выветривания К-Р возраста по глинистым сланцам S_{1-2} р. Томь, пос. Аникино, обнажение «Чертовы пальцы» (фото Рычковой, 2006 г.)

Полезные ископаемые, связанные с элювием: россыпные месторождения золота, драгоценных камней, касситерита, циркона и др. Самыми распространенными полезными ископаемыми кор выветривания являются различные глины, которые обладая ценными свойствами, могут использоваться в качестве керамического и огнеупорного сырья. Встречаются минеральные краски, например, охра. С корами выветривания связаны месторождения руд алюминия (бокситы), железа, никеля и др.

Фашии пустынь: золовые пески, лессы – генетический тип континентального осадконакопления, образовавшийся под действием ветра. Области золовых отложений совпадают с районами максимальной аридизации. При активной работе ветра образуются золовые дюны, которые несут золовую рябь. Слоистость косая, крупная.

Фашии ледников: морена – генетический тип континентального осадконакопления, сформировавшийся в результате деятельности ледника. Это слабо сортированный или не сортированный обломочный материал, лишенный слоистости и представляет скопления валунов и глыб в песчано-глинистой массе. Ленточные глины – осадки ледниковых озер, чередование крупнозернистого «летнего» и мелкозернистого «зимнего» слоев глинистого состава, с тонкой горизонтальной слоистостью. Ледниковые отложения бедны полезными ископаемыми, однако ленточные глины могут давать кирпичное и керамзитовое сырье.



1 – гранит; 2 – габбро; 3 – серпентинит.

Зоны профиля выветривания: 4 – дресвянистая; 5 – гидрослюдистая; 6 – магнезитовая; 7- гидрохлоритовая; 8 – карбонатная; 9 – нонтронито-опаловая; 10 – нонтронитовая; 11 – монтмориллонитовая; 12 – каолинитовая; 13 – каолинито-гипсбитовая; 14 – охристая; 15 – бурожелезняковая шляпа

Рис. 22. Зависимость профиля выветривания различных пород от климата (Крашенинников, 1971)

Фашии озерные: лимнические (lutite – пруд, озеро) – генетический тип континентального осадконакопления, образовавшийся в озерах. Это в основном тонкотерригенные породы (алевриты, пелиты), также образуются хемогенные осадки (известняки, бокситы), органогенные (сапропель, торф). Угли, образовавшиеся в условиях континента – это лимнические угли. Примером лимнических углей могут стать угли Кузбасса пермского возраста.

Фашии болотные – генетический тип континентального осадконакопления, образовавшийся в зарастающих озерах, болотах. Типичные представители таких фаций – это торф, железистые соединения.

Все континентальные осадки зависят не только от факторов их образующих, но и от климата. Н.М.Страхов (1962) предложил все континентальные осадки разделить по типам литогенеза в зависимости от климата. Он выделил: *ледовый, аридный и гумидный* тип литогенеза.

2.2.3. Переходные фации

Переходные фации формируются на широких пространствах между сушей и морем. На формирование этих фаций оказывает влияние разные факторы. Это фации: лагун осолоненных и опресненных, прибрежных аккумулятивных равнин, дельт, эстуариев и лиманов.

Лагуна – залив моря, отделенный от него пересыпью или баром. Она более изолирована от моря, чем обычный залив. Обычно лагуны представляют собой мелководные бассейны, без больших волн и течений. В условиях любого климата идет осаждение преимущественно тонкозернистых осадков с тонкой горизонтальной слоистостью, нередко пологоволнистой и линзовидной.

Осадкообразование в лагунах зависит от климата. В гумидном типе климата (теплом и влажном) происходит опреснение, а в аридном (сухом и жарком) – осолонение.

Лагуны равнин гумидного климата опресняются, соответственно меняется фауна и флора. Лагуны часто превращаются в болота, становятся ареной торфонакопления. Из торфа образуется уголь.

В тропических областях лагуны отличаются пышным развитием жизни. Нередко здесь образуются *мангровые* болота, на которых развивается своеобразная мангровая флора с многочисленными воздушными корнями. В самой лагуне поселяется обильная фауна бентосных моллюсков. Примером ископаемого лагунного комплекса может служить угленосная толща кунгурского яруса нижней перми на севере Предуральяского краевого прогиба [16].

В лагунах теплого и влажного климата может иметь место рудообразование (бокситы, железные руды).

В условиях аридного климата лагуны осолоняются, образуется соль. Органический мир в них угнетен и не оказывает влияния на осадконакопление. В таких лагунах могут встречаться мелкие моллюски. Например, залив Кара-Богаз-Гол соединен с Каспием проливом шириной 150 м и длиной 11 км; уровень воды в заливе ниже, чем в Каспии на 4 м. В лагуну не впадает ни одной реки. В условиях жаркого климата испарение в заливе высокое, происходит концентрация солей.

Примером ископаемого лагунного комплекса аридного климата могут служить фаменские гипсоносные отложения Главного девонского поля на Восточно-Европейской платформе. В сходных палеогеографических обстановках образовывались нижнекембрийские гипсосолонные отложения юга Сибирской платформы (Усолъе-Сибирское).

Прибрежные аккумулятивные равнины – находятся близ морских побережий, характеризуются сильной заболоченностью, изобилием растительности (торф, уголь). Отложения здесь накапливаются в условиях гумидного климата. В период наибольшего прогибания территории могут заливаться морем, тогда здесь происходит морское осадконакопление. В разрезе происходит чередование морских и континентальных фаций. Угольный бассейн такого типа называется *параличскими*. Примером ископаемых углей паралического типа могут быть угли Донбасса среднекаменноугольного возраста. Здесь много пластов угля, чередующихся с пластами известняка мощностью до 30-60 см, которые образовались в результате морских ингрессий.

Дельта – это элемент ландшафта морских побережий, где долина прорезана рукавами рек. Здесь много озер, болот. Равнина наклонена в сторону моря. В

дельтах выделяется пять зон: I - нижняя часть речной долины, надводная (субаэральная), II - преддельтовое взморье (авандельта), III -наклонная (свал глубин), IV - глубоководная (рис. 23).

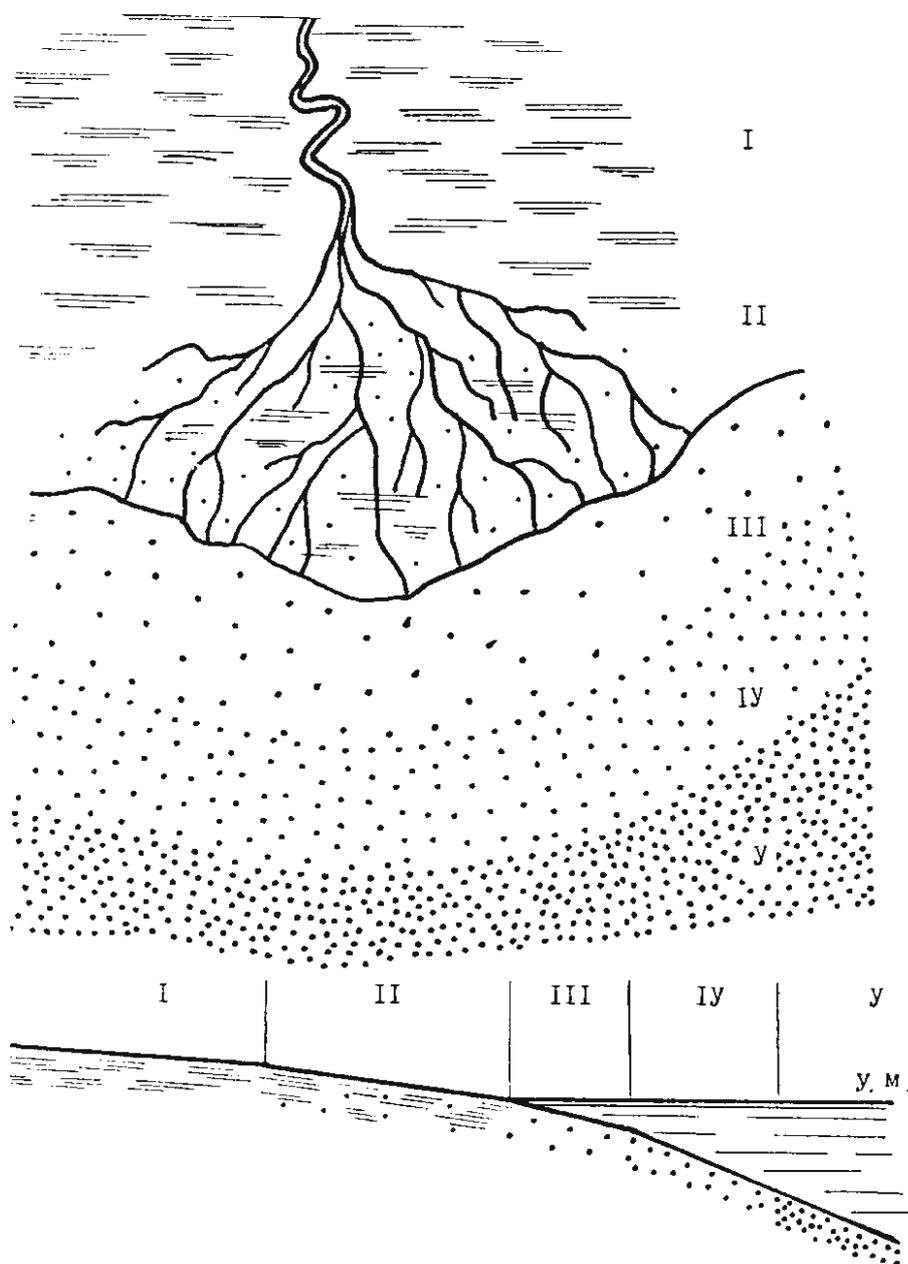


Рис. 23. Схема зональности дельтового комплекса в плане и разрезе (по Крашенинникову Г.Ф., 1971)

I - Нижняя часть речной долины.

II - Надводная (субаэральная) состоит из островов, разделяющих проток, стариц, озер и болот. Осадконакопление идет в континентальных условиях.

III - Преддельтовое взморье (авандельта) расположено сразу за береговой линией, это мелководное, почти плоское пространство. Здесь разгружается основная часть терригенного материала, принесенного рекой. Вода в авандельте почти пресная,

поэтому здесь не поселяется нормально-морская фауна. Слоистость в этой области преимущественно косая, разнонаправленная, волнистая и линзовидная.

IV - Наклонная (свал глубин) зона дельты расположена там, где уменьшается интенсивность осаднения принесенного рекой терригенного материала. Здесь может поселяться нормально-морская фауна. Осадконакопление происходит в относительно спокойных условиях, поэтому слоистость осадков тонкая и горизонтальная.

V - Глубоководная зона расположена в области морской седиментации. С типично морским осадконакоплением здесь могут встречаться продукты речного выноса.

На осадкообразования в дельтах влияет климат. Для дельт характерно заболачивание, образование торфа. Хемогенное осаднение карбоната кальция в дельтах исключается. Характерные примеры современных дельт: дельта рр. Волги, Миссисипи, Лены.

Лиман – расширенное и затопленное морем устье реки. Здесь нет приливно-отливных движений, присутствует дельтовый комплекс. Осадконакопление идет медленно. Характерные примеры современных лиманов: лиманы Таманского полуострова, Днестровский (рис. 24).

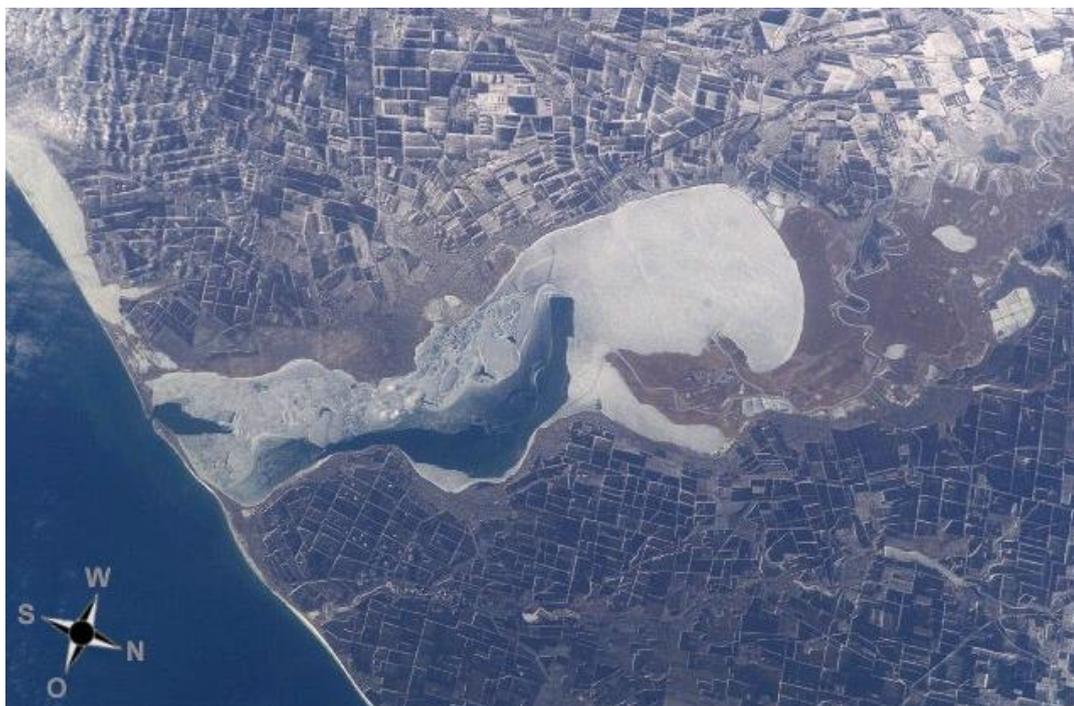


Рис. 24. Днестровский лиман (<http://images.yandex.ru>)

Эстуарии – воронкообразное устье реки, где сказываются волноприбойные движения моря (рис. 25). В эстуариях сокращен комплекс субаэральных отложений. Для эстуария характерны асимметричные гребни с крупной косой слоистостью, также отмечается линзовидная слоистость, следы жизнедеятельности морских организмов и обилие растительного детрита.



Рис. 25. Эстуарий р. Парана (Южная Америка) (<http://commons.wikimedia>)

Переходные группы фаций подробно исследуются геологами-нефтяниками, занимающихся поисками современных аналогов нефтематеринских отложений. Особенно хорошими коллекторскими свойствами обладают отложения дельт, эстуариев.

Среди полезных ископаемых, связанных с переходными фациями наибольшей распространенностью пользуются горючие ископаемые (нефть, уголь, горючие сланцы), а также с лагунной обстановкой связаны рудные месторождения (бокситы, железные руды) и соль.

Итог фациального анализа – построение палеогеографических карт, где наносится география земной поверхности, для конкретного этапа геологической истории. Палеогеографические карты составляют в последовательности:

- в обнажениях и скважинах выделяют определенную стратиграфическую единицу;
- затем выделяют фации с литологическими и палеонтологическими особенностями;
- проводят фациальный анализ и переходят непосредственно к палеогеографии.

Иногда совмещают палеогеографические карты с литологией и называют литолого-палеогеографические карты. На них указывают области суши и моря, мощность пород, сформированных в определенный геологический этап (наносит изопакиты). Проводят анализ мощностей, по которым можно восстановить вертикальные колебательные движения литосферы. Карты важны для прогноза полезных ископаемых, для восстановления эпейрогенических движений.

Тема 3. Тектонический анализ

3.1. Главные структурные элементы земной коры

Основными структурами земной коры континентального типа на современном этапе её развития являются орогенные (складчатые) пояса и платформы. Они сформировались в ходе длительного геологического развития на месте бывших геосинклинальных поясов.

Строение земной коры и история её развития в современной геотектонике объясняются с точки зрения двух основных теорий:

1. Геосинклинальной;
2. Теории литосферных плит.

Геосинклинали (геосинклинальные пояса), по В.Е.Хайну (1973), это «зоны высокой подвижности, значительной расчленённости, повышенной проницаемости земной коры, характеризующиеся на ранних этапах своего развития преобладанием интенсивных погружений и мощным осадконакоплением, а на заключительных – интенсивных поднятий, сопровождаемых складчато-надвиговыми деформациями. В результате возникает земная кора материкового типа».

Крупнейшие структуры геосинклинального строения, имеющие протяженность десятки тысяч километров, развивающиеся до нескольких сот миллионов лет называются **геосинклинальными поясами**. В пределах геосинклинальных поясов выделяют по простиранию соподчинённые им подразделения – **геосинклинальные области**. Самые дробные структуры, входящие в состав геосинклинальной области, называются собственно **геосинклинали** (рис. 26). В развитии геосинклиналей выделяют от двух до четырёх стадий (рис. 27). На заключительной стадии геосинклинальная область претерпевает поднятие, складчатость, внедрение интрузий и происходит **стабилизация** (**консолидация**, или **замыкание**) геосинклинальной области. На месте бывшей отрицательной структуры возникает складчатая, или орогенная, область.

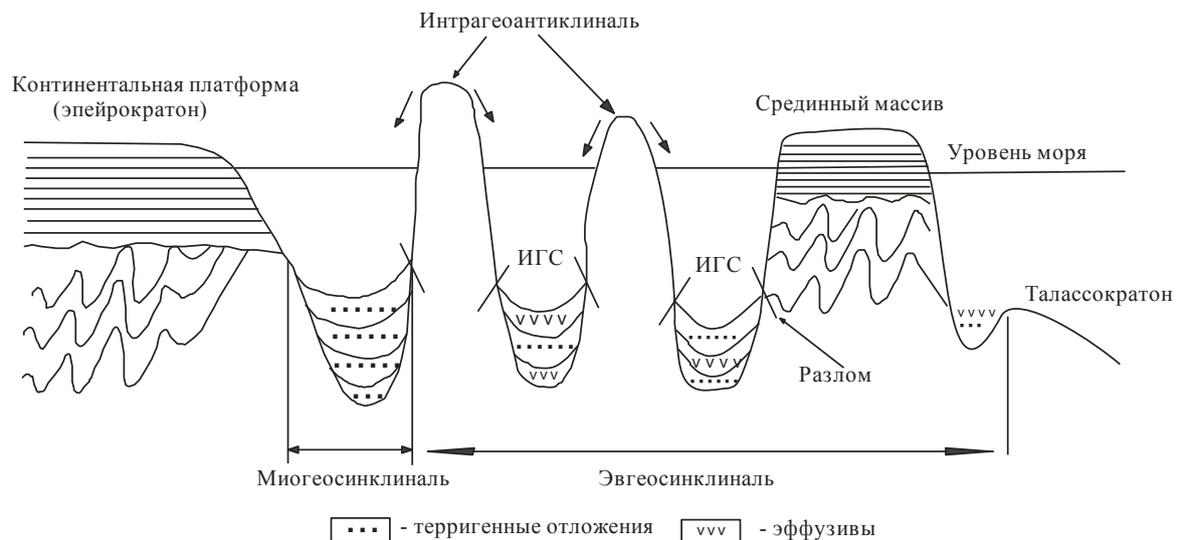


Рис. 26. Строение геосинклинали

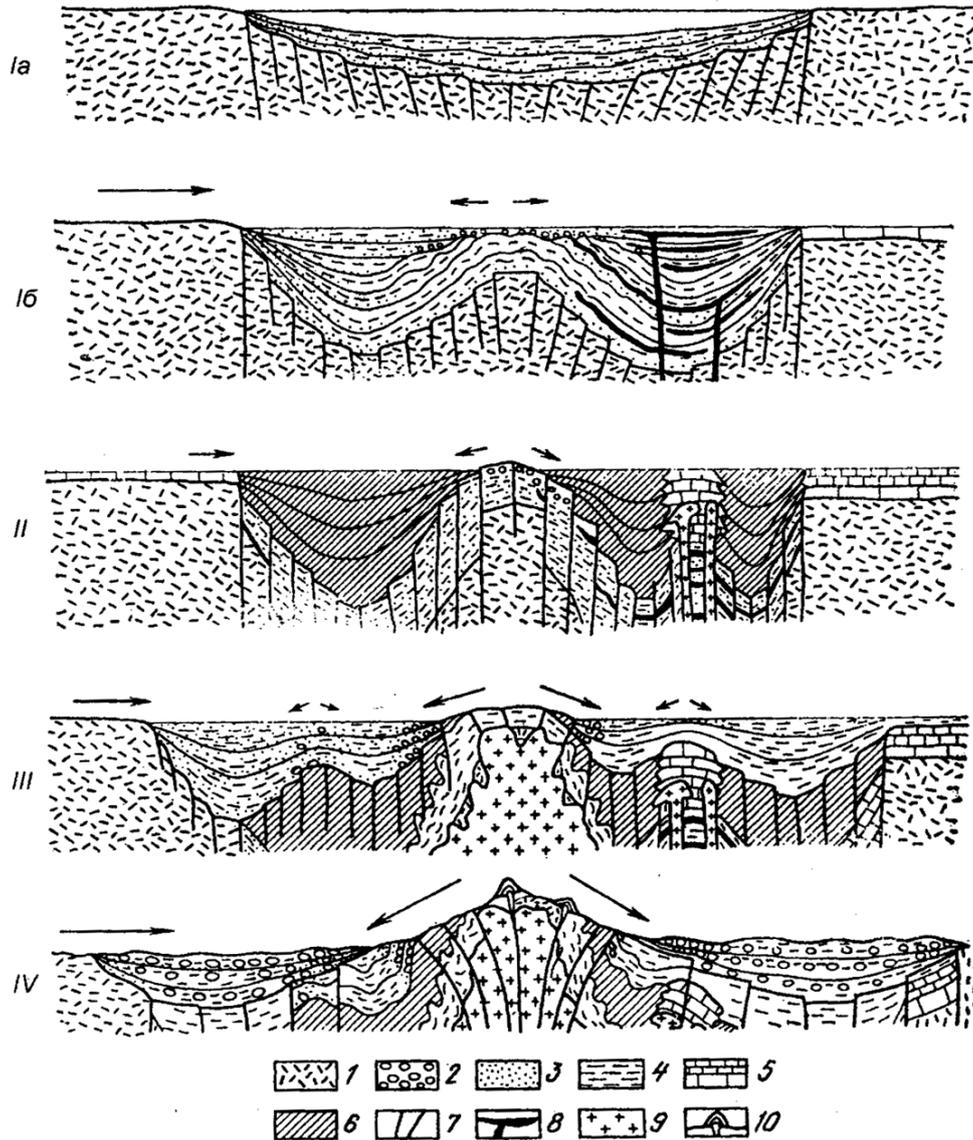


Рис. 27. Схема развития геосинклинальной системы (по В.Е. Хаину, 1973). 1 – фундамент, 2 – конгломераты, 3 – песчаники и алевролиты; 4 – глины; 5 – известняки; 6 – флиш; 7 – разрывные нарушения; 8 – породы спилито-кератофировой формации; 9 – граниты; 10 – вулканогенная порфировая формация. Стрелки показывают направление сноса (Займствовано у В.М. Подобиной, С.А.Родыгина, 2000)

Стадии развития геосинклиналей

Таблица 2

Стадия	Тектонические движения	Формации	
		Миогеосинклинали	Эвгеосинклинали
Раннегеосинклинальная	Растяжение земной коры, прогибание, мощное осадконакопление	Терригенная, сланцево-граувакковая, эффузивная, паралическая угленосная	
Позднегеосинклинальная	Дифференциация на положительные и отрицательные структуры	Флишевая, известняковая	Флишевая, порфиритовая
Раннеорогенная	Общее поднятие, образование краевых и межгорных прогибов	Нижняя молассовая (тонкотерригенная)	
Орогенная (горообразование)	Складчатость, сжатие, наземный вулканизм, внедрение интрузий	Верхняя молассовая (грубообломочная), континентальная, гранитоидная	

Циклы и фазы тектогенеза

В развитии геосинклиналей и всей земной коры большую роль играют **циклы тектогенеза** (геотектонические циклы). Они представляют собой «совокупность геологических явлений в поступательном развитии тектоносферы, характеризующихся закономерной эволюцией подвижной (геосинклинальной) области от заложения геосинклинали до завершения в её пределах складчатых и складчато-глыбовых процессов и связанного с ними горообразования» [8]. Продолжительность этих циклов различна: от нескольких сот миллионов лет в криптозое (докембрии) до 150-100 миллионов лет в фанерозое. Значительный вклад в разработку учения о циклах тектогенеза внёс немецкий тектонист Г. Штиле, который обратил внимание на то, что горообразование (складчатость) на Земле происходило не одновременно. Не вдаваясь в подробности истории науки, отметим, что в настоящее время выделяют следующие основные циклы тектогенеза:

- саамский (в конце раннего архея);
- беломорский (на границе архея – протерозоя);
- карельский (в конце раннего протерозоя);
- байкальский (поздний рифей – ранний кембрий);
- каледонский (средний кембрий – силур);
- герцинский, или варисский (средний девон – пермь);
- тихоокеанский, или киммерийский (поздний триас – ранний мел);
- альпийский (поздний мел – кайнозой).

Результатом проявления циклов тектогенеза является создание новых структур (складчатых сооружений) в пределах геосинклинальных поясов. Возникшим на месте бывших геосинклиналей структурам придаются названия в соответствии с названием создавшего их цикла тектогенеза: саамиды, беломориды, карелиды, байкалиды, каледониды, герциниды (варисциды), мезозоиды (киммериды), альпиды (рис. 28, 29).

Циклы тектогенеза и фазы складчатости в истории Земли

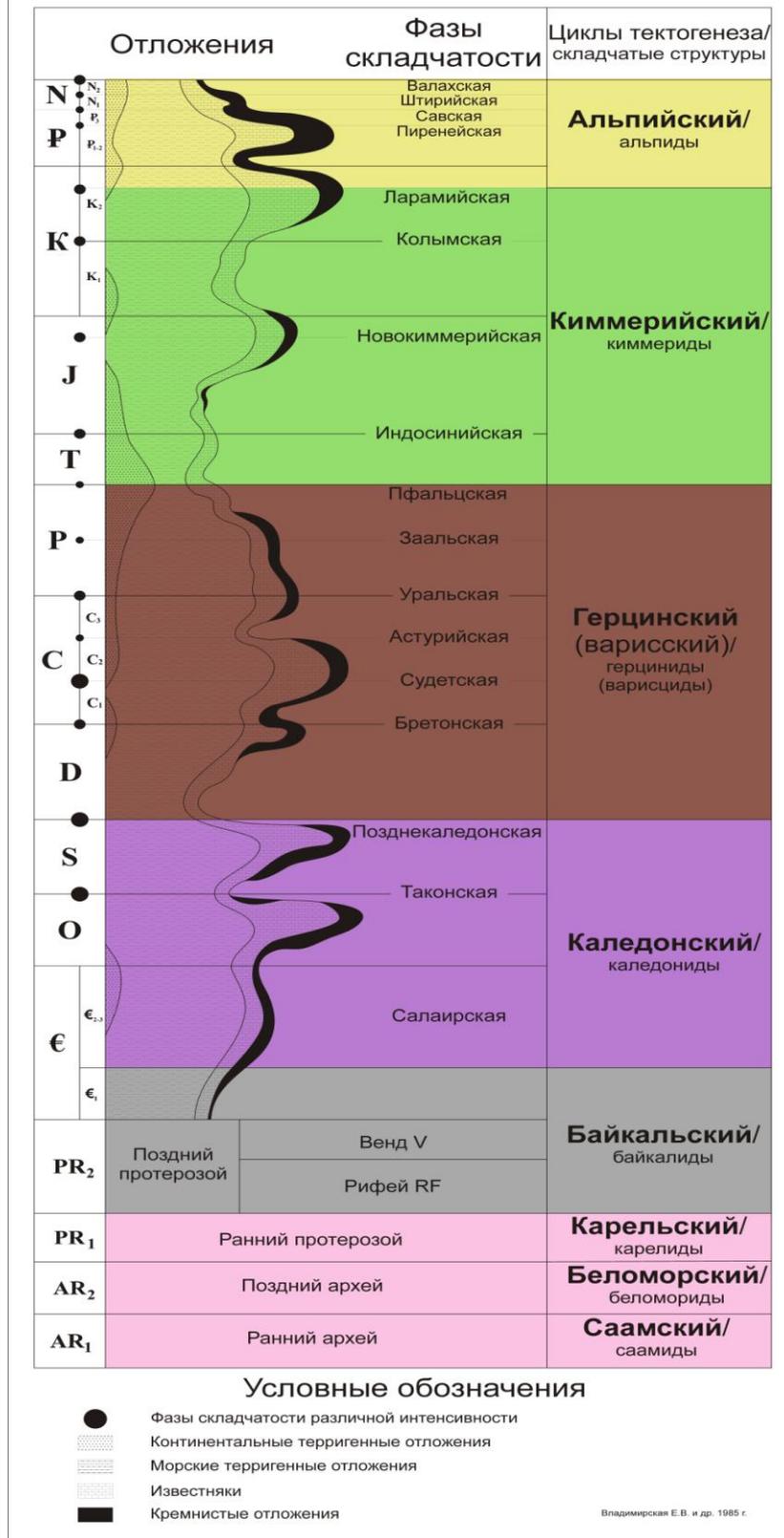


Рис. 28. Циклы и фазы складчатости в истории Земли

ГЛАВНЕЙШИЕ СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕРИКОВ И ОКЕАНОВ

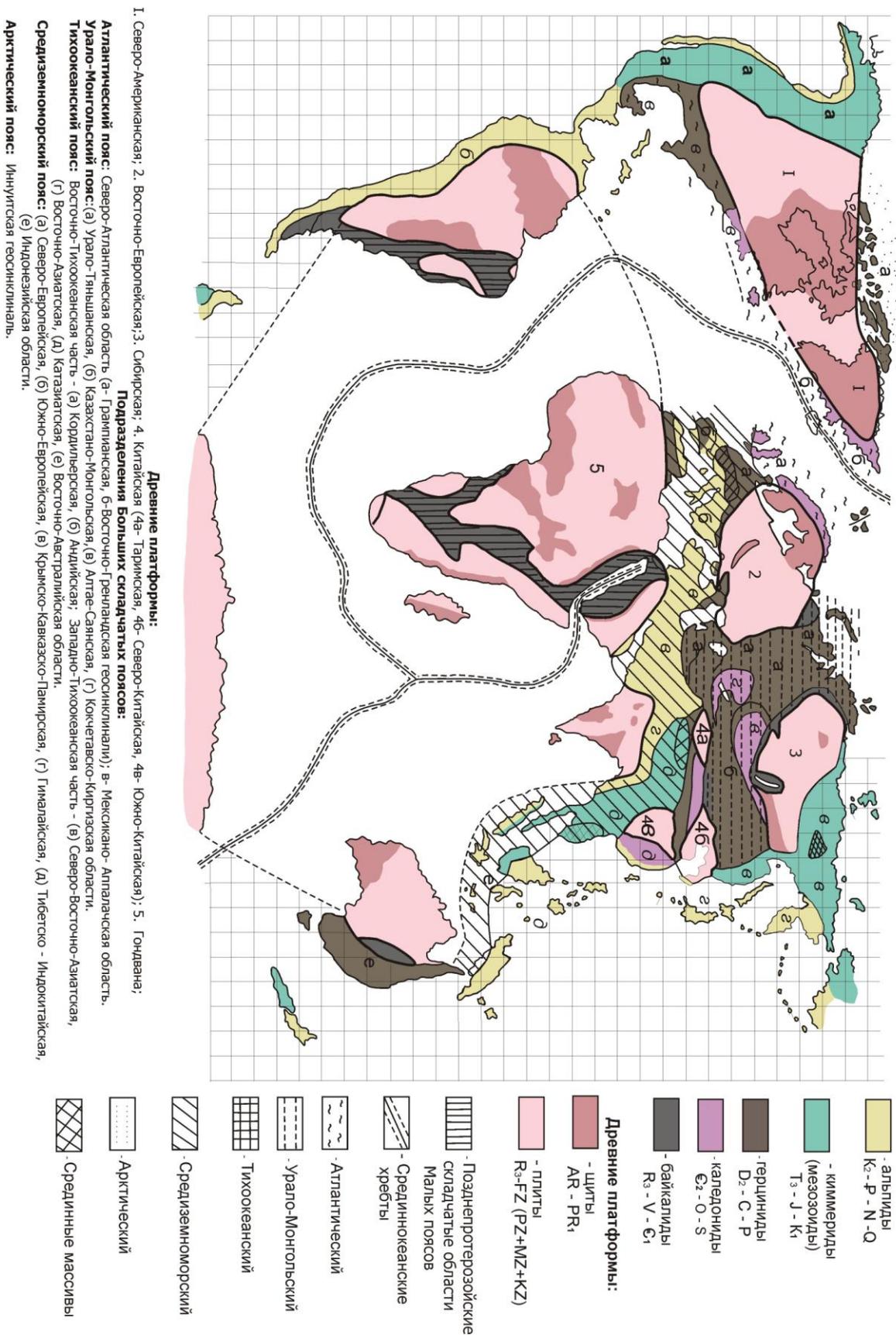


Рис. 29. Главнейшие структурные элементы материков и океанов

Циклы тектогенеза проявляются во всех геосинклинально-складчатых поясах в каждый конкретный геологический момент, но в одних они проявляются в виде прогибания, растяжения земной коры, сопровождавшихся морским осадконакоплением, в других – в виде процессов сжатия, поднятий, складкообразования, внедрения интрузий. Следствием перечисленных процессов является возникновение горных стран и синхронная горообразованию денудация. Этапы активизации тектонической жизни геосинклинальных областей и поясов (поднятия, складчатость и т.д.) называют **фазами складчатости**. Например, в каледонском цикле тектогенеза выделяют **салаирскую** (раннекаледонскую) фазу, проявившуюся в конце среднекембрийской и позднекембрийскую эпох; **таконскую фазу** (конец ордовика – начало силура) и **позднекаледонскую (эрийскую)**, завершившую каледонский цикл тектогенеза в конце силура.

Сложные геосинклинальные пояса возникли на земной коре океанического типа в конце раннего протерозоя между древними платформами. В результате длительного развития (прогибания, накопления огромной мощности вулканогенно-осадочных отложений, поднятий, внедрения интрузий разного состава и завершающей складчатости) геосинклинальный пояс прекращает своё существование (стабилизируется, замыкается, консолидируется) и переходит в новое качество. На месте прежней отрицательной, длительное время развивавшейся структуры (геосинклинального пояса) возникает складчатое сооружение – складчатый, или орогенный пояс (рис. 30). Для орогенных поясов характерны линейные складчатые структуры; огромная мощность отложений (15–25 км), накопившихся в геосинклинальную стадию развития; выдержанность состава и мощности формаций по простиранию, резкая смена их мощности и состава вкрест простирания складчатой области; своеобразные формации (аспидная, флишевая, молассовая); интенсивный эффузивный и интрузивный магматизм; многочисленные разломы и надвиговые деформации. Последние указывают на преобладание процессов сжатия. Для докембрийских складчатых областей характерен региональный метаморфизм.

Платформы характеризуются овальными, изометричными очертаниями, двух- и трёхэтажным строением (фундамент, переходный структурный этаж и осадочно-вулканогенный чехол); своеобразием формаций, в основном осадочных (рис. 31). В состав фундамента древних платформ вошли складчатые структуры, созданные соответствующим циклом тектогенеза (саамиды, беломориды, карелиды).

К концу раннего протерозоя земная кора состояла из следующих древних (эпикарельских) платформ: Восточно-Европейской; Сибирской; Северо-Американской; Китайской и Гондваны, состоявшей из нескольких крупных континентальных массивов. Их разделяли большие, или сложные, геосинклинальные пояса: Атлантический; Урало-Монгольский; Средиземноморский; Арктический; Тихоокеанский.

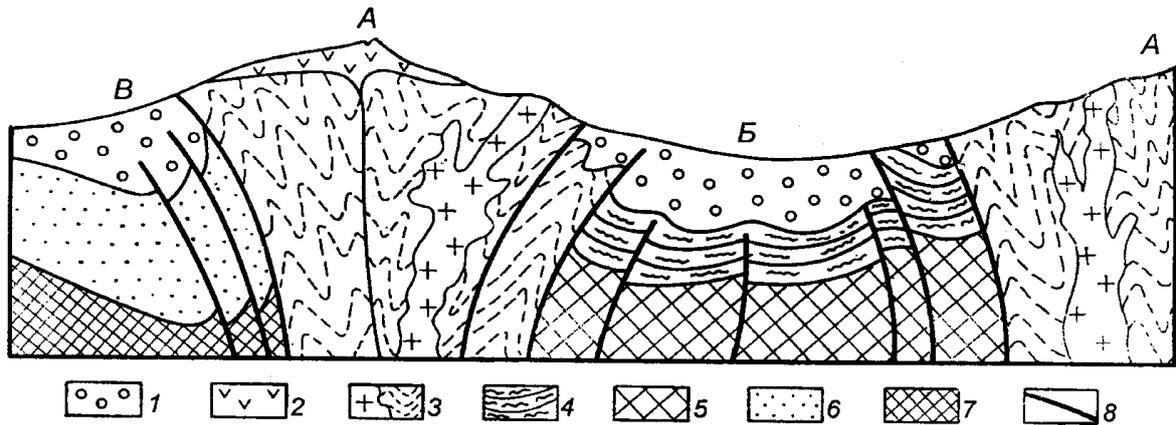


Рис. 30. Структурные элементы орогенной области (заимствовано у Г.И. Немкова и др., 1986)

А – горное поднятие (мегантиклинорий); Б – межгорная впадина; В – краевой прогиб, 1 – молассы; 2 – вулканические покровы; 3 – складчатый геосинклинальный комплекс; 4 – 5 – срединный массив (4 – чехол, 5 – фундамент); 6 – 7 – платформа (6 – чехол, 7 – фундамент); 8 – разломы

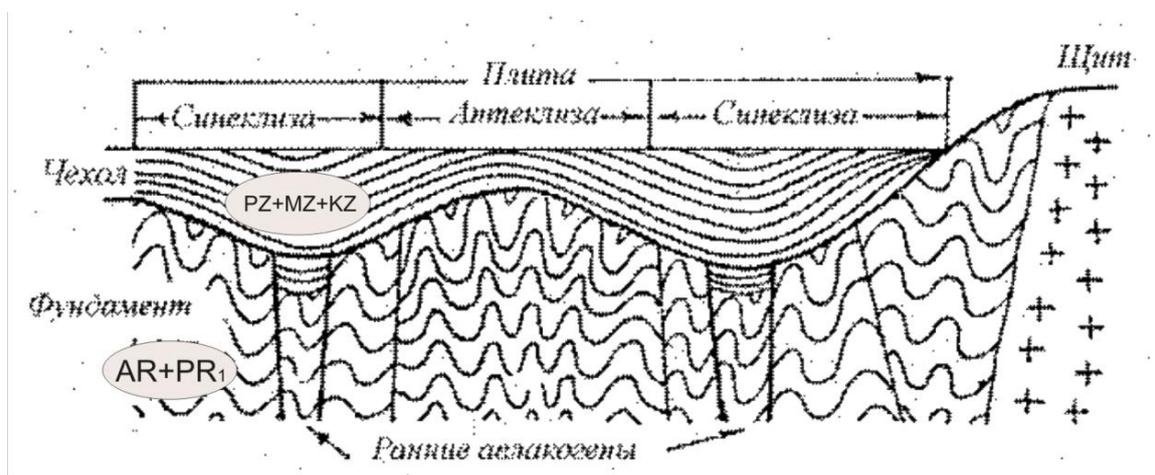


Рис. 31. Строение древних платформ (заимствовано у Л.В. Глухой, 1998)

3.2. Теория литосферных плит

Согласно теории литосферных плит, земная кора состоит из нескольких литосферных плит, которые медленно скользят по вязкой, разуплотненной *астеносфере*. Самыми крупными из них являются: Тихоокеанская, Северо-Американская, Южно-Американская, Евразийская, Африканская, Индийско-Австралийская, Антарктическая (рис. 31).

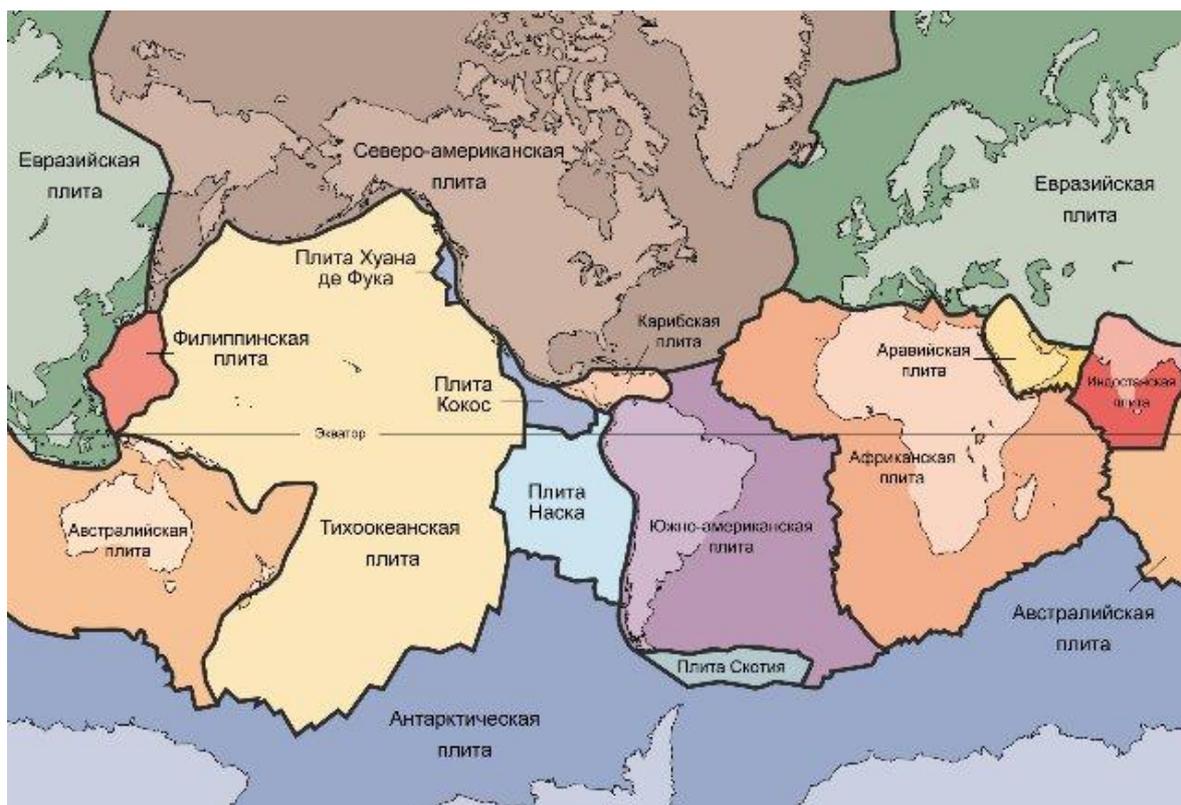


Рис. 31. Литосферные плиты (<http://dic.academic.ru>)

Границами литосферных плит называют зоны *спрединга*, *субдукции*, *обдукции*, *коллизии*.

Спрединг – процесс раздвижения литосферных плит потоком базальтовой магмы, поступающей по глубинным разломам (например: срединно-океанический хребты).

Субдукция – процесс пододвигания океанической плиты под континентальную (например, тихоокеанское побережье Азии).

Обдукция – процесс надвигания фрагмента океанической коры на континентальную, в случае бокового, а не лобового столкновения, когда плиты скользят относительно друг друга (например, Калифорнийское побережье).

Коллизия – столкновение двух континентальных литосферных плит (например, при столкновении Индийской и Азиатской плит выросли высочайшие горы мира Гималаи).

3.3. Задание по геотектонике

Изучив теоретический материал и взяв за основу контурную карту мира, нанесите на бланк цветными карандашами разновозрастные структуры, начиная с самых древних. Для обозначения разновозрастных структур на тектонических картах приняты следующие цвета: для байкалид – серый; каледонид – сиреневый; герцинид – коричневый; мезозоид – зелёный; альпид – жёлтый. В нижней части бланка привести все условные знаки с соответствующей раскраской. Выписать и выучить названия и возраст геологических структур (платформ, геосинклинальных и складчатых поясов и областей). Образцом для выполнения данной работы служат тектонические карты и упрощенные тектонические схемы, на которых показаны области проявления циклов тектогенеза, границы платформ, приведено деление сложных геосинклинальных поясов на геосинклинальные области. Также выучить названия и положение литосферных плит, знать границы.

Итогом изучения раздела «Историческая геотектоника» является проверка знаний при помощи теста или коллоквиума. Для этого требуется знание теоретического материала: циклов тектогенеза (время, место проявления, результат), терминологии, классификации геосинклинальных поясов и главнейших структур платформ (щитов и плит, синеклиз и антеклиз) и т. д.

Тест по разделу «Историческая геотектоника»

1. В мезозое проявился цикл тектогенеза:
а - герцинский; б - каледонский; в - киммерийский (тихоокеанский); г – альпийский.
2. Не является геосинклинальной формация:
а - яшмовая; б - аспидная; в - флишевая; д - трапповая.
3. Синклиорий – это структура...:
а - геосинклинальная; б - переходная; в - платформенная.
4. Геосинклинальную природу в голоцене сохраняет область:
а - Грампианская; б - Саяно-Алтайская; в - Катазиатская; г - Иннуитская.
5. Перечисленные признаки – огромная мощность горных пород, напряженная складчатость, линейный характер структур, наличие многочисленных интрузивных тел – характерны для:
а - интрагеосинклиналей; б - синеклиз; в - складчатых поясов (областей).
6. Астеносфера – это:
а - второе название верхней мантии; б - вязкий пластичный слой в кровле литосферы, по которому происходит перемещение литосферных плит; в - внешняя оболочка земного ядра.
7. Трапповая формация характерна для:
а - срединных массивов; б - синеклиз; в - эвгеосинклиналей; г - мегантиклинориев.
8. Не является палеотектоническим метод:
а - литолого-фациальный; б - палеомагнитный; в - эволюционный; г - формационного анализа.
9. В позднем карбоне был заложен краевой прогиб:
а - Предуральский; б - Предверхоянский; в - Предальпийский; г – Предгималайский.
10. Талассократон – это:
а - древняя континентальная платформа; б - океанская платформа; в – молодая платформа.

Тема 4. История развития земной коры

4.1. Геологическая карта и её значение в изучении исторической геологии

При изучении исторической геологии необходимо иметь хотя бы самые общие представления о геологической карте, которая является важнейшим геологическим документом, отражающим современное состояние науки и совершенно незаменимым инструментом геологических исследований. Геологическая карта представляет собой плоскостное графическое изображение выходов разновозрастных стратиграфических подразделений на дневную поверхность при снятом покрове четвертичных отложений, для которых строится отдельная карта. Разновозрастные комплексы осадочных и вулканогенных пород на геологической карте показаны разными цветами и соответствующими индексами. Ниже приводятся цвета основных стратиграфических подразделений на геологической карте (рис. 32).

Архейская акротема AR	– сиренево-розовый цвет;
протерозойская акротема PR	– розовый;
кембрийская система €	– сине-зелёный (тёмный)
ордовикская система O	– оливковый;
силурийская система S	– серо-зелёный (светлый);
девонская система D	– коричневый;
каменноугольная система C	– серый;
пермская система P	– оранжево-коричневый;
триасовая система T	– фиолетовый;
юрская система J	– синий;
меловая система K	– зелёный;
палеогеновая система P	– оранжево-жёлтый;
неогеновая система N	– жёлтый цвет.

Четвертичная система показывается желтовато-серым цветом в тех случаях, когда мощность её очень велика или неизвестно какого возраста породы её подстилают, а также в слабоизученных районах.

Кроме возраста осадочных пород на карте даётся их происхождение (морские, лагунно-континентальные). Площади развития морских отложений показаны ровным полем окраски, а лагунно-континентальные фации можно отличить по дополнительному крапу поверх цвета соответствующей системы.

Выходы вулканогенных пород показаны цветом соответствующей системы и дополнительными знаками в зависимости от состава (кислые, средние, основные и т.д.). На картах разного масштаба они показаны разными знаками, поэтому прежде чем изучать карту, необходимо ознакомиться с легендой карты, т.е. условными знаками. При изучении курса исторической геологии используются в основном обзорные геологические карты масштаба 1: 5 000 000, 1: 15 000 000.

4.2. Геологическая карта России и стран СНГ

Восточно-Европейская древняя платформа

Тектонические границы: ВЕП граничит на северо-западе с Грампианской геосинклинальной областью, на западе и юге со Средиземноморским геосинклинальным поясом, на востоке с Урало-Монгольским геосинклинальным поясом.

Географические границы (с запада на восток): от окончания Скандинавского полуострова к устью Дуная, по северному побережью Черного моря, по Крымскому перешейку, по северному побережью Азовского моря, исключив Донбасс, к устью р. Кума, по водной поверхности Каспийского моря, к югу Уральских гор, по Предуральскому краевому прогибу (по границе между нижней и верхней пермью – на старых картах пермская система имеет двучленное строение), на юг Тиманского *кряжа* (исключая его) на Балтийский щит.

Щиты: Балтийский, Украинский.

Антеклизы (положительные структуры в пределах платформ): Белорусская (Главное девонское поле), Воронежская, Волго-Уральская.

Синеклизы (отрицательные структуры в пределах платформ): Московская, Прикаспийская, Причерноморская, Прибалтийская (Польско-Литовская).

Сибирская платформа

Тектонические границы: СП граничит на северо-западе и юге с Урало-Монгольским геосинклинальным поясом, на востоке с Верхояно-Чукотской геосинклинальной областью Тихоокеанского геосинклинального пояса.

Географические границы (с запада на восток): на севере – от устья Хатанги, затем по долине р. Енисей, исключив Енисейский *кряж*, по Восточному Саяну, от оз. Байкал на северо-восток, обрамляя складчатое Забайкалье, затем резко на юг, захватив Алданский щит, на северо-востоке по Предверхоанскому краевому прогибу.

Щиты: Анабарский, Алдано-Становой.

Антеклизы: Анабарская, Алданская.

Синеклиза: Тунгусская, Виллюйская.

Сложная структура: Иркутский амфитеатр.

4.3. Задание по теме «История развития земной коры»

Данная работа предполагает изучение истории геологического развития главных структур земной коры (геосинклинальных, складчатых поясов и платформ) и жизни на Земле. При этом используются геологическая карта, учебник и выполненная студентом тектоническая схема. Для усвоения материала по криптозою необходимо:

1. Составить таблицу по криптозою (пример на табл. 3).
2. Нарисовать и выучить разрезы докембрия. Характерными разрезами докембрия являются отложения района оз. Верхнего (Северная Америка), оз. Сегозера (Карелия), Трансвааль (Южная Африка) (рис. 33, 34, 35).

3. Изучить по геологической карте распространение докембрийских отложений в пределах древних платформ, т.е. на щитах, и в осевых частях складчатых сооружений (рис. 32).

Криптозой имеет характерные особенности, такие как:

- огромная продолжительность (около 4 миллиардов лет);
- преобладание метаморфических пород (мигматиты, чарнокиты, джеспилиты, гнейсы);
- исключительно широкое развитие гранитов, что позволяет говорить о сплошной гранитизации пород различного состава в архейском акроне и раннепротерозойском зоне;
- редко встречающиеся органические остатки, за исключением позднего рифея и вендского периода;
- специфика методов стратиграфического расчленения и корреляции докембрийских образований.

Для усвоения материала по фанерозою необходимо:

1. Изучить фактический материал по периодам фанерозоя, составить таблицы важнейших событий соответствующего периода по форме, приведённой в табл. 4.

Сведения, приводимые в таблицах, распределяются по основным разделам: стратиграфия, геохронология, органический мир, тектонические движения (циклы и фазы тектогенеза) и области их проявления, палеогеография платформенных структур: максимум трансгрессии, её направление, типичные формации, полезные ископаемые, характерные для данного периода. Составить 2-3 палеогеографические схемы по эпохам, где показать максимум трансгрессий.

2. Построить стратиграфическую колонку по описанию одной из древних платформ (Восточно-Европейской или Сибирской).

3. Для усвоения материала по геологической и тектонической картам студенты сдают коллоквиум по географии. Список географических названий приведен ниже.

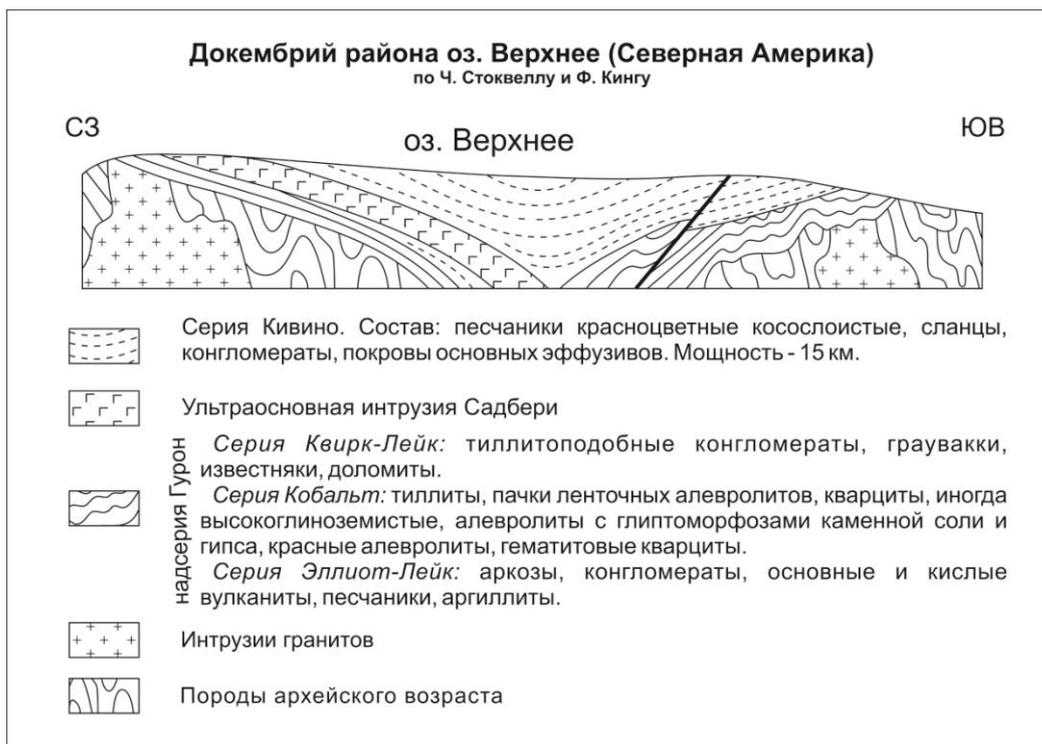


Рис. 33. Геологический разрез докембрия Северо-Американской платформы

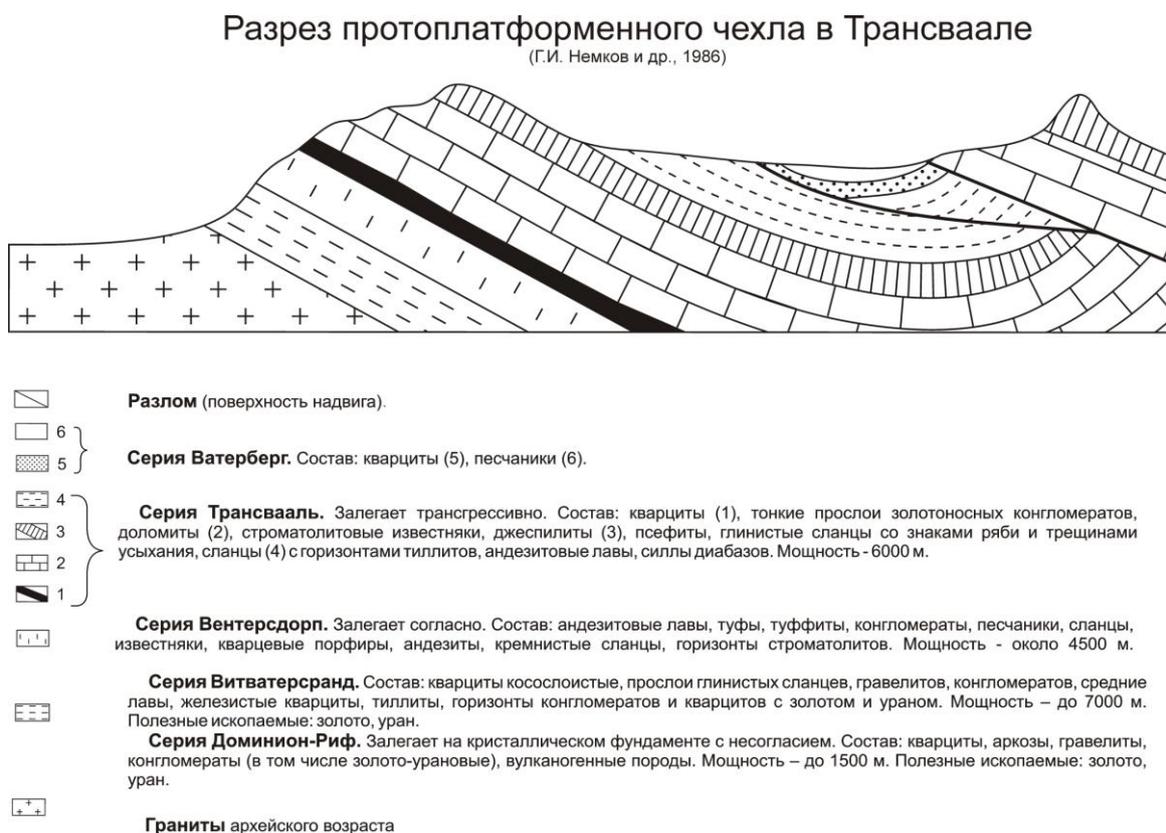
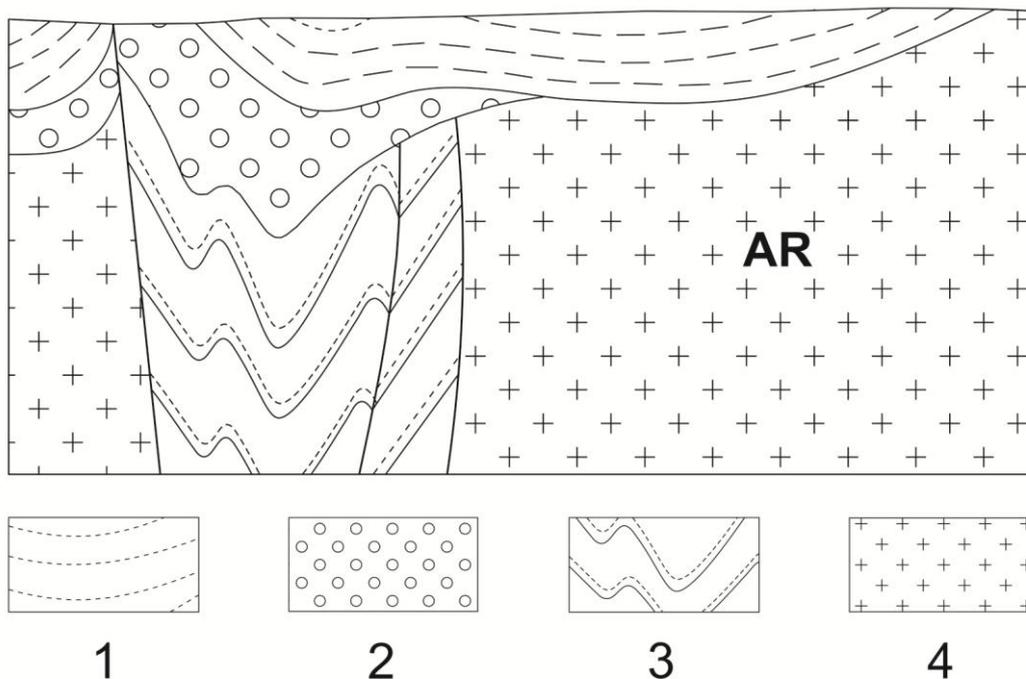


Рис. 34. Разрез протоплатформенного чехла Южно-Африканской платформы в Трансваале

Взаимоотношение толщ архея и протерозоя в районе Сегозера

по М.В. Муратову, 1974



1 - **Верхний ятулий** (нижняя осадочная подсерия: песчаники, аргиллиты, алевролиты, мергели, доломиты со строматолитами и онколитами, шунгиты, джеспилиты, фосфатоносные карбонатные породы; верхняя подсерия: туффи-ты, туфы, туфоконгломераты, ультраосновные и основные эффузивы. Мощность - 2000-4000 м.

2 - **Нижний ятулий** (кварциты конгломераты, аркозовые песчаники, песча-ники, алевролиты, филлиты, доломиты, выше - осадочно-вулканогенная под-серия. Мощность - 1450-1750 м.

3 - **Тунгудско-надвоицкая серия** (полимиктовые и кварцевые конгломе-раты и кварциты, выше - метаморфизованные вулканиты (лавы и пирокласти-ческие породы) основного и кислого состава. Мощность - 800-1500 м.

4 - породы архея.

Рис. 35. Взаимоотношения толщ архея и протерозоя в районе Сегозера, Карелия

ДОКЕМБРИЙ (КРИПТОЗОЙ)														
эпо	зона	эра	система	выделил	шкалы тектогенеза	тектоника	органический мир	атмосфера	гидросфера	оледенения	фазии	ср./годовая	ПИ	
														535 млн л
ПРОТЕРОЗОЙ PR (А.Сэлвик, 1888)	верхний протерозой PR ₂	600 млн л	эратема	система	выделил	шкалы тектогенеза	тектоника	органический мир	атмосфера	гидросфера	оледенения	фазии	ср./годовая	ПИ
АРХЕЙ AR	2,5 млрд л	верхний архей AR ₁	эратема	система	выделил	шкалы тектогенеза	тектоника	органический мир	атмосфера	гидросфера	оледенения	фазии	ср./годовая	ПИ
АРХЕЙ AR	нижний архей AR ₂ катархей 4,5-3,7 млрд л	нижний архей AR ₂ катархей 4,5-3,7 млрд л	эратема	система	выделил	шкалы тектогенеза	тектоника	органический мир	атмосфера	гидросфера	оледенения	фазии	ср./годовая	ПИ

Табл. 3. Основные события докембрия

Тест по докембрию (криптозою)

1. Первая (и единственная) система, выделенная в криптозою:
а – рифейская; б – вендская; в – протерозойская; г – кембрийская.
2. Продолжительность криптозоы:
а – > 4,0 млрд лет; б – 3,6 млрд лет; в – 535 млн. лет; г – $2,5 \pm 0,55$ млрд лет.
3. Архей, протерозой (с 1991г.) это:
а – эры; б – зоны; в – акроны; г – системы.
4. Самые древние известные на Земле породы серии Исуа установлены в:
а – Гренландии; б – на Балтийском щите; в – Австралии; г – Южной Африке.
5. Серия Витватерсранд – это PR₁ платформы:
а – Северо-Американской; б – Бразильской; в – Южно-Африканской; г – Сибирской.
6. Для катархея (>3,5 млрд лет) характерны горные породы:
а – тиллиты; б – джеспилиты; в – чарнокиты; г – мраморы.
7. Фундаменты древних платформ сформировались:
а – $2,5 \pm 0,05$ млрд. л. н.; б – 1350 млн. л. н.; в – 1650 ± 50 млн. л. н.; г – 535 млн. л. н.
8. Формирование древних платформ завершилось в результате цикла тектогенеза:
а – саамского; б – карельского; в – беломорского; г – байкальского.
9. Для атмосферы архея не характерен:
а – CH₄; б – HCl; в – HF; г – O₂.
10. Вендскую систему обосновал и выделил в составе протерозоя советский ученый:
а – Н.С. Шатский; б – Б.С. Соколов; в – В.Е. Хаин; г – В.В. Белоусов.

Тест по фанерозою

1. Стратотипы ярусов кембрийской системы находятся в:
а – Англии; б – Северной Европе; в – Америке; г – СНГ.
2. К триасовой системе не относится ярус:
а – геттангский; б – рэтский; в – индский; г – карнийский.
3. *Cupressocrinus*, *Stringocephalus*, *Thamnopora*, *Zdimir*, *Acrospirifer cheehiel* характерны для:
а – ордовика; б – среднего девона; в – позднего девона; г – перми.
4. Салаирская, таконская, эрийская фазы относятся к циклу тектогенеза:
а – каледонскому; б – герцинскому; в – тихоокеанскому; г – альпийскому.
5. На Восточно-Европейской платформе происходили максимальные трансгрессии в эпоху:
а – раннекембрийскую; б – средне- и позднеордовикскую; в – раннедевонскую; г – позднемеловую.
6. Геократическим эпохам характерны следующие признаки (выбрать правильные ответы):
а – наличие красноцветов; б – солей; в – трещин усыхания; г – фосфоритов; д – медистых сланцев.
7. Предпиренейский, Предкавказский, Предандийский, Предгималайский краевые прогибы заложились в :
а – олигоцене; б – юре; в – мелу; г – квартере.
8. Граптолитовые сланцы характерны для:
а – ордовика – силура; б – позднего девона; в – юрского периода; г – миоцена.
9. Силурийская система на геологической карте обозначается цветом:

а - сине-зелёным; б - коричневым; в - желтым; г - серо-зелёным.

10. Интенсивный вулканизм на Сибирской и Южно-Американской платформах имел место в:

а - позднем кембрии; б - раннем триасе; в - позднем мелу; г - неогене.

Тест по кайнозою

1. К кайнозойской эре не относится:

а - эоцен; б - олигоцен; в - доггер; г - миоцен.

2. Назовите метод, который применяется исключительно при изучении четвертичных отложений:

а - спорово-пыльцевой; б - литолого-минералогический; в - радиоуглеродный; г - палеомагнитный.

3. Самым крупным животным кайнозоя является:

а - *Mammuthus primigenius*; б - *Machairodus*; в - *Jndricotherium*, г - *Hipparion*.

4. Только в четвертичной стратиграфии употребляется стратиграфическое подразделение:

а - зона; б - ярус; в - звено; г - отдел.

5. Средиземное море пересыхало в:

а - палеоцене; б - эоцене; в - олигоцене; г - миоцене.

6. Максимальная трансгрессия в кайнозое произошла в:

а - палеоцене; б - эоцене; в - олигоцене; г - миоцене.

7. В кайнозое проявился цикл тектогенеза:

а - альпийский; б - каледонский; в - тихоокеанский; г - варисский.

8. Максимальная эпоха оледенения называется:

а - рисс; б - миндель; в - гюнц; г - вюрм.

9. Эпиплатформенный орогенез не проявился на платформе:

а - Восточно-Европейской; б - Северо-Американской; в - Африканской.

10. Продолжительность кайнозойской эры:

а - 50 млн. л.; б - 65 млн. л.; в - 85 млн. л.; г - 100 млн. л.

Список географических названий к коллоквиуму по географии

Горы, хребты, плато, нагорья, кряжи:

Алтайские горы (Горный Алтай, Рудный Алтай), Альпы, Арденны, Апеннины, Андалузские (Бетиты), Атлас, Абиссинское нагорье, Аппалачи, Анды, Балканские, Бырранга, Байкало-Патомское нагорье, Восточные Саяны, Верхоянский хребет, Гаты – Западные и Восточные (Индия), Гималайские горы, Грампианские, Декан плато (Индия), Драконовы горы (юг Африки), Динарские Альпы, Енисейский кряж, Жигулевские горы, Западный Саян, Загрос горы, Иранское нагорье, Иберийское нагорье, Кембрийские горы, Карпаты, Кара-Корум, Кунь-Лунь, Кавказ, Кордильеры, Копет-Даг, Кузнецкий Алатау, Капские горы (юг Африки), Памир, Пай-Хой, Понтические горы, Путоран плато, Пиренеи, Рейнские сланцевые горы, Салаирский кряж, Скандинавские горы, Становой хребет, Сихотэ-Алинь хребет, Судеты, Татры, Тибетское нагорье, Тиманский кряж, Тянь-Шань, Уральские горы, Хибинские горы, Черского хребет, Шварцвальд.

Моря Америки: Бофорта, Баффина, Саргассово, Карибское.

Азии: Гренландское, Северное, Норвежское, Балтийское, Белое, Баренцево, Карское, Море Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское, Берингово, Охотское, Японское, Желтое, Восточно-Китайское, Южно-Китайское.

Австралии: Море Сулу, Целебесское, Море Банда, Тиморское, Арафурское, Коралловое, Море Фиджи, Тасманово, Яванское, Андаманское, Ново-Гвинейское.

Африки: Аравийское, Красное, Мертвое.

Европы: Средиземное, Тирренское, Адриатическое, Эгейское, Мраморное, Черное, Азовское, Аральское, Каспийское.

Антарктиды: Уэдделла, Беллинсгаузена, Амундсена, Росса.

Заливы: Гудзонов, Калифорнийский, Бискайский, Мексиканский, Гвинейский, Персидский, Бенгальский, Аденский, Ботнический, Финский, Кара-Богаз-Гол, Большой Австралийский, Святого Лаврентия.

Проливы: Гибралтарский, Босфор, Дарданеллы, Ла-Манш, Скагеррак, Берингов, Лаперуза, Татарский, Дрейка, Мозамбикский.

Полуострова: Аравийский, Апеннинский, Балканский, Иберийский, Индостан, Камчатка, Кольский, Корейский, Корнуэлл, Крымский, Лабрадор, Малая Азия, Скандинавский, Таймыр, Уэльс, Чукотский, Ямал.

Острова: Гренландия, Исландия, Ньюфаундленд, Мадагаскар, Алеутские, Сахалин, Японские (Хонсю, Кюсю, Хоккайдо, Сикоку), Курильские (Итуруп, Кунашир, Шикотан), Калимантан, Филиппины, Цейлон (Шри-Ланка), Суматра, Хайнань, Британские, Готланд, Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Северная Земля, Новая Земля, Новосибирские, Сардиния, Корсика, Сицилия.

Озера Северной Америки: Верхнее, Эри, Гурон, Онтарио, Мичиган, Большое Невольничье.

Африки: Виктория, Танганьика, Ньяса, Рудольфа, Чад.

Евразии: Ладожское, Балатон, Эльтон, Баскунчак, Балхаш, Зайсан, Байкал, Иссык-Куль.

Реки Европы: Дунай, Днепр, Днестр, Дон, Волга (Ока, Кама), Северная Двина (Вычегда, Сухона), Печора, Рейн, Сена, Висла.

Азии: Обь (Иртыш, Тобол, Чулым, Васюган), Енисей (Подкаменная Тунгуска, Нижняя Тунгуска, Ангара), Хатанга, Оленек, Анабара, Лена (Вилуй, Алдан – Мая, Амга), Амур (Зея, Бурея), Колыма, Анадырь, Яна, Индигирка, Хуанхэ, Янцзы, Инд, Ганг, Брахмапутра, Маханади, Меконг, Иравади, Тигр, Евфрат.

Африки: Нил, Нигер, Конго, Оранжевая, Лимпопо.

Америки Южной: Амазонка (Ориноко), Парана, Уругвай, Парагвай.
Северной: Миссисипи (Миссури), Юкон, Саскачеван, Колорадо.

Тема 5. Индивидуальные задания по методам историко-геологического анализа

5.1. Стратиграфическая колонка

Одним из важнейших документов при решении задач стратиграфии является стратиграфическая колонка (рис. 36). Она строится во время полевых исследований и уточняется в камеральный период, в частности возраст отдельных стратонавов (стратиграфических подразделений: серий, свит, пачек, слоев) сразу определить не удаётся, нужны лабораторные определения. При нормальном – ненарушенном залегании пластов самые древние породы залегают в основании разреза. Начиная строить колонку, нужно выбрать масштаб изображения мощности пластов. При выполнении данной работы студенту будет предложена задача, составленная из образцов, с приведённым кратким описанием разреза, мощностью пластов (слоев, свит, ярусов). Студенту следует выполнить описание образцов, с помощью условных знаков изобразить литологический состав слоёв в колонке, определить возраст стратиграфических подразделений (свит, пластов, ярусов и т.п.) и установить характер залегания свит соседних стратиграфически (согласное или несогласное залегание). Возраст слоёв определяется по имеющимся в образцах или приведённых в задании палеонтологическим остаткам.

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Индекс	Мощность, м	Характеристика пород	
Меловая	Нижний	Апт-ский		K _{1a}	13	Пески кварцевые мелкозернистые с отпечатками листьев папоротников	
		Барремский		K _{1br}	29	Песчаники разнозернистые с железистым цементом; редкие раковины аммонитов	
		Берриасский		K _{1b}	13	Пески кварцевые слюдястые с желваками фосфоритов и аммонитами	
Юрская	Верхний	Титонский	Верхний	J ₃ tt ₃	27	Пески мелкозернистые зеленовато-желтые с глауконитом; масса аммонитов, белемнитов и двустворок	
			Средний	J ₃ tt ₂	25	Глина песчанистая глауконитовая с аммонитами и белемнитами; в основании конкреции фосфоритов	
		Оксфордский	Киммериджский		J ₃ o-km	52	Глина почти черная неясно микрослоистая с остатками плохо сохранившихся ростров белемнитов и аммонитов; масса раковин брахиопод и двустворок. Редки включения пирита и конкреции фосфоритов

Рис. 36. Пример стратиграфической колонки (Гречишникова, Левицкий, 1979)

5.2. Индивидуальные задания по методам историко-геологического анализа

Задача № 1

1. В основании разреза залегают органогенные известняки типа образца 1/1 с фауной кораллов *Phillipsastraea limitata*, *Dialythophyllum annulatum* (D₃ fm). Мощность 130 м.
2. Выше залегают породы типа 2/1, в которых встречена фауна брахиопод *Spiriferina octoplicata*. Толща перекрывается отложениями с фауной (обр. 3/1, 4/1, 5/1, 6/1, 7/1). Мощность 500 м.
3. Подстилающие породы перекрываются отложениями, в которых встречены отпечатки флоры *Asterocalamites scrobiculatus* (обр. 8/1). Мощность 1100 м.
4. Перекрываются нижележащие отложения корой выветривания (K₂-P₁). Мощность отложений 150 м (обр. 9/1).
5. Следующая толща 60 м мощности представлена рыхими слабо сцементированными песчаниками (обр. 10/12) с флорой *Liquidambar europaeum*, *Taxodium dubium*.

Задача № 2

1. В основании разреза залегают органогенные известняки, представленные образцами 1/2 и 2/2 с фауной кораллов рода *Halysites* sp., *Syringopora* sp. Мощность отложений более 400 м.
2. Выше по разрезу залегают породы, в которых обильно представлен растительный детрит, отпечатки диафрагм хвощеподобных и папоротников (обр. 3/2, 4/2), пропластки углей мощностью до 1,5 м. Мощность 120 м).
3. Вверх по разрезу их сменяют породы, в которых встречаются ростры белемнитов р. *Hibolites calloviensis* (келловейского возраста) обр. 5/2, а также онихиты – конхиолиновые крючочки белемниитоидей (обр. 6/2). Мощность 250 м).
4. Нижележащие отложения перекрываются толщей пород с остатками аммонитов *Cardioceras densiplicatum* (оксфордский ярус) обр. 7/2. Мощность 120 м.
5. Завершают разрез битуминозные черные аргиллиты с остатками двустворчатых моллюсков *Buchia mosquensis* обр. 8/2 и алевролиты обр. 9/2. Мощность 200 м.

Задача № 3

1. В основании разреза залегают известняки с невландиевой проблематикой (обр. 1/3). Мощность 700 м.
2. На них залегают породы (обр. 2/3). Мощность 230 м.
3. Следующая толща содержит отпечатки трилобитов (обр. 3/3). Мощность 200 м.
4. На размытой поверхности нижележащих пород залегают терригенные породы (обр. 4/3). Мощность толщи 390 м.
5. Нижележащие отложения перекрываются маломощными прослоями (мощ. 25 м) базальных дресвяников (обр. 5/3).
6. На них залегают породы типа обр. 6/3. Мощность 100 м.

7. Выше по разрезу согласно залегают породы с фауной брахиопод (обр. 7/3), криноидей, морских лилий и др. фауной (обр. 8/3). Мощность всей толщи 110 м.
8. Венчается разрез красноцветной толщей пород (обр. 9/3). Мощность 450 м.

Задача № 4

1. В основании разреза залегает верхнепротерозойская толща мощностью 1400 м, представленная обр. 1/4.
2. Выше с резким угловым и стратиграфическим несогласием залегает толща красноцветных осадочных пород, с трещинами высыхания, кристаллами каменной соли (обр. 2/4). На ней лежат известняки и мергели с фауной трилобитов *Megalaspis* sp. (обр. 3/4), которые перекрываются гипсо-соленосными отложениями. Мощность всей толщи 1300 м.
3. Далее идет толща красноцветных терригенно-карбонатных пород с фауной головоногих моллюсков эндоцератоидей *Vaginoceras* sp. (обр. 4/4). Мощность толщи 1900 м.
4. Выше залегают граптолитовые сланцы (обр. 5/4), которые сменяются пестроцветами с прослоями гипса и ангидрита. Мощность толщи 100 м.
5. Перекрываются нижележащие отложения терригенными породами (обр. 6/4) и вулканогенными (обр. 7/4). Мощность толщи 50 м.
6. Завершается разрез угленосными отложениями с отпечатками голосеменных растений *Czekanowskia rigida* (обр. 8/4). Мощность 100 м.

Задача № 5

1. В основании разреза залегают «синие глины» мощностью 50 м. Обр. 1/5.
2. Выше залегают песчаники, в которых встречена фауна трилобитов *Paradoxides* sp. (обр. 2/5). Мощность 75 м.
3. Толща перекрывается отложениями с фауной брахиопод *Obolus apollinis* (обр. 3/5). Мощность 1100 м.
4. Перекрываются нижележащие отложения органогенными известняками с фауной *Favosites gothlandicus* (обр. 4/5). Мощность толщи 200 м.
5. Следующая толща 60 м мощности представлена красноцветами в которых встречены остатки ихтиофауны, остракоды. Все это перекрывается базальными конгломератами на которых залегают известняки с богатой морской фауной, в том числе и головоногих моллюсков *Tornoceras simplex* (обр. 5/5).
6. На них залегают светлые органогенные породы (обр. 6/5) с *Choristites mosquensis* и другой бентосной фауной. Мощность толщи 100 м.
7. Далее залегают терригенные осадки с отпечатками *Lepidodendron aculeatum* и другой флорой (обр. 7/5). Мощность толщи 50 м.
8. Венчается разрез песчано-глинистыми отложениями с прослоями известняков с аммонитами *Virgatites virgatus* и другими моллюсками (обр. 8/5). Мощность толщи 50 м.

Задача № 6

1. На размывтой поверхности докембрийских пород залегает 200 м толща серых известняков с фауной, представленных образцом 1/6.

2. Выше залегают темно-серые известняки с кораллами *Syringopora qorskii*. Мощность 50 м (обр. 2/6).
3. Следующая толща представлена песчаниками с флорой псилофитов (обр. 3/6). Мощность отложений 150 м.
4. Выше располагается угленосная толща (3000 м) с отпечатками флоры кордаитов, птеридоспермид *Callipteris altaica*, *Gondwanidium* sp. Толща состоит из чередующихся аргиллитов, алевролитов и песчаников с разнообразной слоистостью и пластами углей. Обр. 4/6, 5/6.
5. Заканчивается разрез толщей в 50 м мощности, представленной образцом 6/6 с двустворками рода *Ervilia podolica*.

Задача № 7

1. В основании разреза залегает мощная (более 1000 м) сложнодислоцированная толща горных пород, представленных обр. 1/7 и 2/7. Ранний протерозой.
2. Выше с резким угловым несогласием залегает толща мощностью 250 м (обр. 3/7), переслаивающаяся с маломощными пластами известняков, аргиллитов. В последних содержатся отпечатки р. *Rastrites* sp.
3. Следующая толща представлена обр. 5/7, имеет мощность 180 м. В известняках содержится фауна трилобитов *Phacops altaicus*.
4. Выше залегает толща (обр. 6/7) известняков, мергелей, содержащих фауну головоногих моллюсков вида *Clymenia undulata*. Мощность отложений 225 м.
5. Подстилающие породы сменяются конгломератами, на которых залегает толща терригенных пород (обр. 7/7). Возраст толщи устанавливается по фауне *Productus horridus*, содержащейся в прослоях опесчаненного известняка. Суммарная мощность толщи 500 м.
6. Завершается разрез 150-метровой толщей (обр. 8/7), перекрытой терригенными тонкозернистыми породами (200 м) с отпечатками флоры *Nilssonia acuminata*.

Задача № 8

1. В основании разреза залегает мощная 2000 м толща, сильно измененных сложнодислоцированных пород докембрия представленная обр. 1/8.
2. Выше с резким угловым и стратиграфическим несогласием залегают толща археоциатовых известняков (обр. 2/8), мощностью 250 м.
3. На предыдущей толще залегает красноцветный песчаник (обр. 3/8) с прослоями гипса, мощностью 100 м, который перекрывается пестроцветным песчаником с редкой флорой псилофитов 80 м мощности (обр. 4/8).
4. В основании вышележащей толщи залегает маломощный конгломерат (20 м), затем грубозернистый песчаник с туфовым материалом и редкими членками криноидей, мшанок (мощность 100 м) (обр. 6/8), которые перекрываются известняком с брахиоподами *Acrospirifer cheehiel*, табулятами *Thamnopora cervicornis*, трилобитами *Phacops altaicus*, *Bronteus* sp. (обр. 7/8). Мощность – 70 м.

5. Заканчивается разрез угленосной толщей с пластами каменного угля, мощностью 300 м (обр. 8/8, 9/8, 10/8) с флорой кордаитов, папоротников, хвощей и плаунов: *Cordaites illinskiensis*, *Gondwanidium petiolatum*, *Koretrophyllites elegans*.

Задача № 9

1. В основании разреза залегает нижнепротерозойская толща мощностью 500 м, представленная обр. 1/9.
2. Выше с резким угловым и стратиграфическим несогласием залегает толща осадочных пород (обр. 2/9), мощностью 250 м.
3. С базальными конгломератами в основании выше лежит 220 м толща (обр. 3/9), в слоях которой встречены остатки фауны *Stropheodonta uralensis*.
4. Последние вверх по разрезу сменяются толщей, представленной обр. 4/9 (с остатками брахиопод *Stringocephalus burtini*). Мощность толщи 105 м.
5. Толща № 4 перекрывается угленосными породами (обр. 7/9, 8/9) с отпечатками флоры кордаитов, птеридоспермид р. *Neuropteris*, *Pecopteris antriscifolia*, *Callipteris conferta*. Мощность толщи 1200 м.
6. Завершается разрез маломощной пачкой (80 м), представленной обр. 9/9 с отпечатками флоры *Fagus antipovii*.

Задача № 10

1. Разрез начинается толщей темных известняков с фауной археоциат и трилобитов вида *Erbia gigantea* (обр. 1/4). Мощность 200 м.
2. Вверх по разрезу встречена следующая толща пород с пластами солей. Возраст определяется по редким находкам флоры псилофитов (обр. 2/4). Мощность 150 м.
3. Еще выше располагается брахиоподовый известняк с фауной *Cyrtospirifer verneuili* (обр. 3/4). Мощность 100 м.
4. Толща угленосных отложений с фауной пресноводных двустворок, пластами каменного угля, с отпечатками флоры кордаитов и птеридоспермид рода *Sphenopteris* sp. (обр. 4/4). Мощность 500 м.
5. Еще выше располагается ракушняковый известняк с *Haustator kamyschinensis*, *Venericardia volgensis* (обр. 6/4). Мощность 75 м.
6. Заканчивается разрез толщей глинистых сланцев с флорой широколиственных растений вида *Fagus antipovii* (обр. 7/4). Мощность 30 м.

Задача № 11

1. В основании изучаемого разреза залегают породы, представленные образцом 1/5. Возраст толщи определяется по органическим остаткам, имеющимся в данном образце. Мощность толщи 150 м.
2. Вверх по разрезу залегает толща пород, представленная образцом 2/5 с трилобитами *Chondragraulos anomalis* и *Olenoides* sp. Мощность 200 м.
3. Выше располагается базальный конгломерат (50 м), в котором встречается галька с археоциатами и трилобитами, перекрывающийся породами, представленными образцом 3/5 с брахиоподами *Eospirifer tuvaensis*. Мощность 200 м.

4. Ещё выше залегает толща пород, представленная образцом 4/5 с флорой псилофитов, мощностью 100 м.
5. Толща пород, представленная обр. 5/5, 6/5 мощностью 30 м, возраст которой определяется по фауне этого образца.
6. Венчает разрез толща пород, представленная образцом 10/1 с отпечатками кордаитов, мощностью 120 м.

Задача № 12

1. В основании разреза залегают органогенные известняки типа образца 1/12 с фауной кораллов *Phillipsastraea limitata* и др. Мощность 130 м.
2. Выше залегают породы типа 2/12, в которых встречена фауна брахиопод *Spiriferina octoplicata*. Мощность 500 м.
3. Толща перекрывается отложениями с фауной брахиопод *Chonetes* sp. (обр. 3/12), подстилающие породы, в которых встречены отпечатки флоры *Asterocalamites scrobiculatus* (обр. 4/12). Мощность 1100 м.
4. Перекрываются нижележащие отложения корой выветривания (К-Р). Мощность отложений 150 м (обр. 5/12).
5. Следующая толща 60 м мощности представлена рыжими слабосцементированными песчаниками (обр. 6/12) с флорой *Diospyros brachysepala* A.Br., *Taxodium dubium*.

Задача № 13

1. Разрез начинается нижнепротерозойскими гнейсами и мраморами. Мощность более 1000 м.
2. Выше по разрезу залегают известняки с правильными археоциатами, мощностью 100 м. Образец 1/13.
3. Следующая толща представлена базальным конгломератом менее 10 м мощности и 30-ти метровым слоем пизолитов (обр. 2/13).
4. Далее идут брахиоподовые известняки с остатками *Spirifer tentaculum* (обр. 3/13). Мощность 50 м.
5. Выше по разрезу залегают массивные известняки, сложенные преимущественно строматопоратами (обр. 4/13).
6. Подстилающая более древняя толща сменяется угленосными отложениями более 2000 м: песчаников, алевролитов и аргиллитов с остатками флоры папоротников и кордаитов: *Callipteris altaica*, *Neuropteris orientalis*, *Sphenopteris asiatica*, *Noeggeratiopsis iljinskiensis* и др. (обр. 5/13).
7. Заканчивается разрез толщей пород с остатками аммонитов *Craspedites subditus*, *Aulacostephanus eudoxus* и др. (обр. 6/13). Мощность толщи 560 м.

Задача № 14

1. Разрез начинается протерозойскими гнейсами и мраморами. Мощность более 1000 м.
2. Выше по разрезу залегают известняки с правильными археоциатами, мощностью 100 м. Образец 1/14.

3. В основании вышележащей толщи залегает конгломерат мощностью более 20 м (обр. 2/14).
4. Следующая толща представлена породами обр. 3/14. с остатками брахиопод *Mediospirifer martianovi* S., мощность 320 м.
5. Толща пород, мощностью 350 м, представлена образцом 4/14 с фауной брахиопод *Atrypa waterlooensis* W., которые сменяются коралловыми известняками *Endophyllum abditum* (обр. 5/14).
6. На известняках залегают алевролиты и аргиллиты с пропластками угленосных отложений. В образцах отмечаются каламитовые, кордаитовые, папоротники (обр. 8/14). Мощность – 500 м.
7. Завершается разрез песчаниками с многочисленными двустворками р. *Venus* sp. (обр. 10/14). Мощность – 120 м.

Задача № 20

1. В основании разреза залегает толща пород (обр. 1/20), 2/20). Мощность 1000 м.
2. На подстилающих отложениях с конгломератами в основании залегают породы, представленные образцом 3/20, среди которых имеются маломощные линзы и прослои пород, которые следует определить по образцу 4/20. Мощность 300 м.
3. Выше залегает толща пород, представленная обр. 5/20 и 6/20.
В образце 5/20 встречены остатки вида *Spirifer tornacensis*. Мощность 100 м.
4. Песчано-глинистая толща с отпечатками флоры *Nayadites kostomanovi* и *Angaridium submongolicum* (обр. 7/20 и 8/20). Мощность 400 м.
5. Разрез завершается пачкой пород (обр. 9/20), в которых найдены остатки флоры *Credneria spatiosa* и др. Мощность 60 м.

Задача № 21

1. В основании разреза залегает мощная толща (1500 м) метаморфизованных и мраморизованных пород (обр. 1/21, 2/21).
2. Выше лежит конгломерат (10 м), содержащий гальку подстилающих пород, который перекрыт 100-метровой толщей коралловых известняков с *Favosites gotlandicus* (обр. 3/21). Известняки вверх по разрезу сменяются горизонтом пород, представленных обр. 4/21. (Мощность 50 м).
3. Терригенная толща состоит из переслаивающихся песчаников, алевролитов, аргиллитов, с редкими прослоями конгломератов (обр. 5, 6, 7/21). В толще встречены отпечатки растений *Callipteris conferta*, *Cordaites*, *Annularia grandifoli*. (Мощность 2000 м).
4. Ещё выше располагается горизонт оолитовых известняков, перекрываемый пачкой иноцерамовых известняков (обр. 8/21). Мощность 100 м.
5. Наиболее молодыми являются отложения (обр. 9/21), содержащие отпечатки флоры *Fagus antipovii*. Мощность 40 м.

5.3. Последовательность выполнения работы

Отчет может быть составлен на обычных тетрадных двойных листах или на листах формата А4. На титульном листе сверху, отступив от верхнего и боковых частей страницы дать развернутые названия ТПУ и ИПР, ниже справа от осевой линии листа, отступив 2 см, пишем название кафедры общей геологии и землеустройства.

В центре листа более крупным шрифтом - «Отчет», ниже: «по индивидуальному...» (см заголовок 5.2). На оборотной стороне титульного листа не писать. Далее следует содержание отчета.

Введение.

1. Условие задания.
2. Описание образцов.
3. Стратиграфическая колонка.
4. Палеогеографическая кривая.
5. История геологического развития региона.

Заключение.

Список литературы.

Во введении объяснить цель работы, обозначить задачи: изучив теоретические основы стратиграфического, фациально-палеогеографического и палеотектонического анализов, используя соответствующую учебную и научную литературу, проанализировать имеющийся материал и восстановить в геохронологическом порядке основные геологические события: типы тектонических движений (поднятие, прогибание, т.е. эпейрогенические движения, складчатость, денудация, осадконакопление и т.д.).

1. Переписать условие задачи.
2. Описать образцы с помощью справочной и учебной литературы по литологии. Составить возможно более полное описание каждого образца горных пород, включённого в задание. Описание ведётся, начиная с нижележащих более древних толщ по схеме:
 - название горной породы (песчаник, алевролит, аргиллит, конгломерат, брекчия, известняк, мергель и т.п.);
 - цвет (серый, чёрный, белый, вишнёво-красный и т.д.);
 - структура, текстура породы (слоистость, признаки течения, трещины усыхания, размер зёрен песчаника, размер и характер окатанности обломков для брекчии и конгломерата);
 - характер и состав включений;
 - палеонтологические остатки, если они присутствуют.
3. Построить стратиграфическую колонку. Начиная строить колонку, нужно выбрать масштаб изображения мощности пластов. При построении колонки обратить внимание на количество и названия вертикальных граф, на условные обозначения горных пород. Возраст слоёв определяется по имеющимся в образцах палеонтологическим остаткам, или по определителям, используя приведённые в задании названия ископаемых. Уточнить возраст отложений до эпохи или геологического века.

Далее нужно проанализировать колонку с целью выявления характера контактов, т.е. выяснить согласно или несогласно залегают свиты одна на другой. Для этого разделите страничку на две вертикальные части. Слева выпишите из

учебника по исторической геологии типы несогласий (угловое, стратиграфическое, скрытое и т.д.) и признаки, позволяющие выявить их в разрезе (резкая смена фаций в разрезе, наличие базальных конгломератов, коры выветривания и т.д.). Справа приведите доказательства выбора того или иного типа стратиграфических границ в данном конкретном случае.

4. Построить палеогеографическую кривую (см ниже).

5. Краткая история геологического развития региона (см ниже).

В разделе «Заключение» сделайте выводы о принадлежности данного региона к определенному типу структуры (древняя или молодая платформа, складчатая область, межгорный прогиб и т.д.), о климате региона в соответствующие отрезки времени (см последовательность эпох осадконакопления), о возможных или указанных в задании полезных ископаемых. Можно попытаться сделать прогноз по поискам полезных ископаемых, используя результаты фациального анализа, восстановив историю геологического развития изучаемого региона.

Составить список литературы: указать литературу, которую непосредственно использовали в процессе выполнения работы. На использованные первоисточники в тексте дать ссылки.

Представленный отчет должен быть защищен.

5.4. Пример выполнения задания

(по образцам из Лагерного Сада, расположенного в районе г. Томска)

Описание образцов

Образец 1/1. Глинистый сланец серого цвета с остатками брахиопод *Syringothiris cuspidate*, *Spirifer atenuatus*, *Athyris* sp., мшанок *Polypora* sp., *Fenestella vera*, стеблей морских лилий. Встречаются знаки волноприбойных движений.

Образец 2/1. Алевролит темно-серого цвета, с прослоями углистых алевролитов, тонкими пропластками каменного угля. Отмечаются отпечатки хвощовых растений.

Образец 3/1. Долерит зеленовато-серого цвета. Структура скрытокристаллическая, текстура массивная.

Образец 4/1. Каолинит белого, голубовато-серого цвета.

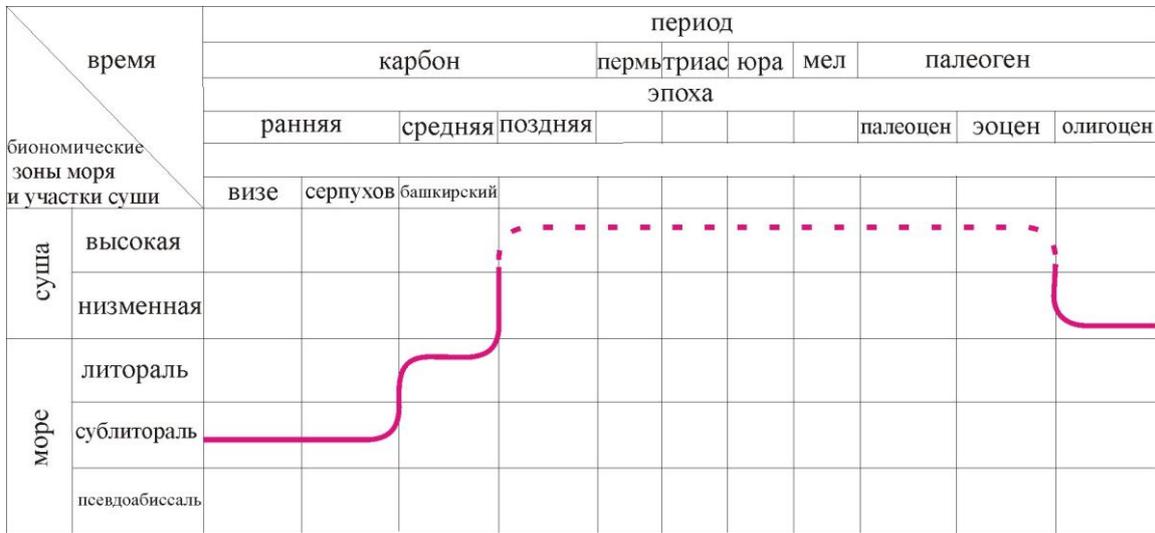
Образец 5/1. Песчаник рыжего цвета, крупно-и среднезернистый, массивный, слабосцементированный. В породе встречаются отпечатки *Liquidambar europaeum*, *Juglans acuminata* (грецкий орех), *Taxodium* sp.

Образец 6/1. Глины желтовато-серые параллельно-слоистые, с прослоями лигнитов, пропластками бурого угля, включениями косослоистого гравийно-галечного материала.

Стратиграфическая колонка

Система		Отдел	Ярус	Индекс	Мощность, м	Характеристика пород
Палеогеновая	Олигоцен			Р ₃	15	Песчаники рыжие с отпечатками широколиственной флоры <i>Liquidambar europaeum</i> A. Br., <i>Juglans acuminata</i> A. Br., голосеменных <i>Taxodium</i> и др. Глины, алевроиты, пески параллельно-слоистые. Глины с прослоями лигнитов, бурого угля, гравийно-галечного материала.
	Палеоцен			К ₂ -Р ₁	20-50	Кора выветривания. Белые, голубовато-серые глиноподобные толщи каолинового состава
Меловая	Верхний					
Каменноугольная	Верхний	Башкирский	С _{1,2} -v-b	200	Глинистые сланцы, содержащие остатки брахиопод <i>Syringothiris cuspidata</i> Mart., <i>Spirifer attenuatus</i> Sow., <i>Athyris</i> , мшанок <i>Polypora</i> , <i>Fenestella vera</i> , стеблей морских лилий. Алевролиты с прослоями углистых алевролитов, тонкими пропластками каменного угля. Толща дислоцирована, прорвана дайками диабазов, жилами кварца.	
	Нижний	Серпуховский				
	Визейский					

Палеогеографическая кривая



История геологического развития участка литосферы

В раннекаменноугольную эпоху в данном регионе располагался участок литосферы, испытывавший длительное, устойчивое прогибание. Вследствие этого в раннем карбоне накопилась мощная толща осадочных отложений. В это время в районе г. Томска существовал мелководный (на это указывают знаки ряби) морской бассейн. В море обитали брахиоподы *Syringothiris cuspidate* M a r t., *Spirifer attenuatus* S o w., *Athyris*, мшанки *Polypora*, *Fenestella vera*, морские лилии указывающие на то, что осадконакопление происходило в неритовой зоне неглубокого моря (50-150 м). Временами морской бассейн сменялся низменной заболоченной сушей (прибрежной аккумулятивной равниной). Об этом свидетельствуют темно-серые алевролиты, глинистые сланцы с тонкими прослойками углистых аргиллитов с отпечатками наземной флоры. Позднее в конце карбона или в перми, эти мощные отложения были дислоцированы, (смяты в складки), прорваны интрузиями. Возникла горная страна.

В мезозое горы были разрушены (денудированы). В пределах пенепленизированного («пенеплен» – «почти равнина») континента с теплым переменным влажным климатом в поздне меловую – палеоценовую эпохи сформировалась кора выветривания – продукт разрушения постилающих горных пород раннекаменноугольного возраста. Элювий представляет собой белые каолиновые глины, используемые для изготовления фаянсовой посуды.

В эоцене данная территория испытывала поднятие, денудацию, часть коры выветривания была разрушена, переотложена и из неё сформировались стекольные пески олигоцена. В олигоцене – миоцене, на протяжении около 40 млн. лет в регионе продолжает существовать континент с климатом значительно более теплым, чем в настоящее время. На это указывает присутствие остатков теплолюбивой широколиственной флоры: *Liquidambar europaeum* A. Br., *Juglans acuminata* A. Br. (грецкий орех), хвойных - болотный кипарис *Taxodium* и другие

растения. Область была сильно увлажненной, местами заболоченной (наличие прослоев лигнитов, бурых углей). По заболоченной равнине протекала большая река, о чём свидетельствует наличие косослоистого аллювия с линзами галечника.

Заключение

Таким образом, история геологического развития данного региона охватывает период времени, начиная с раннего карбона и до четвертичного. В последующем за башкирским временем геологические эпохи связаны с активизацией тектонических движений герцинского тектогенеза, а также с интрузивным магматизмом в триасе. В результате этого накопившиеся ранее осадки были смяты в напряженные складки. В триасе произошло внедрение дайкового комплекса пород. В течение мезозоя происходили гидротермальные процессы, образовывались кварцевые жилы, с которыми связано золотое оруденение района.

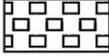
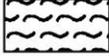
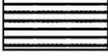
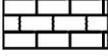
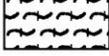
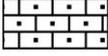
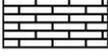
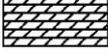
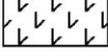
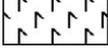
В пределах данного региона в отложениях палеогена возможны бурые угли, из отложений коры выветривания – каолиновые глины, в отложениях различного возраста разнообразны строительные материалы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас руководящих форм ископаемых фауны и флоры Западной Сибири. – М.: Госгеолтехиздат, 1955. Т. 1; Т. 2.
2. Барабошкин Е.Ю. Седиментология кернa. Терригенные коллекторы: пособие по работе с керном. – М. 2011. -157 с.
3. Богоявленская О.В., Федоров М.В. Основы палеонтологии. – М.: Недра, 1990. – 209 с.
4. Бодылевский В.И. Малый атлас руководящих ископаемых. – Л.: Недра, 1984. – 263 с.
5. Бондаренко О.Б., Михайлова И.А. Определитель ископаемых беспозвоночных. – М.: Недра, 1984. – 533 с.
6. Биостратиграфия палеозоя Саяно-Алтайской горной области / под ред. Халфина Л.Л. Том 2. – Новосибирск, 1960. – 760 с.
7. Владимирская Е.В. и др. Историческая геология с основами палеонтологии. – Л.: Недра, 1986. – 405 с.
8. Геологический словарь.– М.: Недра, 1973. – Т. 1. – 486 с; Т. 2. – 456 с.
9. Глухова Л.В. Основы палеоботаники: учеб. пособие. – Красноярск. 2002. – 81 с.
10. Глухова Л.В. Основные структуры земной коры: Учеб. пособие. – ГАЦМиЗ. – Красноярск, 1998. – 72 с.
11. Гречишниковa И.А., Левицкий Е.С. Практические занятия по исторической геологии. – М.: Недра, 1979. – 169 с.
12. Гудымович С.С., Рычкова И.В., Рябчикова Э.Д. Геологическое строение окрестностей г. Томска (территории прохождения геологической практики). – Томск, 2009 г. – 83 с.
13. Давиташвили Л.Ш. Краткий курс палеонтологии. – М.: Гос. научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1958. – 500 с.
14. Данбар К., Роджерс Дж. Основы стратиграфии. – М.: Изд-во ИЛ, 1962, - 363 с.
15. Историческая геология с основами палеонтологии. / Е.В. Владимирская, А. Х. Кагерманов, Н. Я. Спасский и др. Л.: Недра, 1985. – 423 с.
16. Крашенинников Г. Ф. Учение о фациях. – М.: Высшая школа, 1971.– 365 с.
17. Криштофович А.Н. Палеоботаника. – Л.: Гостоптехиздат, 1957. – 450 с.
18. Михайлова И.А., О.Б. Бондаренко. Палеонтология: учеб. пособие. Ч. 1. – Изд-во Московского университета, 1997. – 447 с.
19. Михайлова И.А., О.Б. Бондаренко. Палеонтология: учеб. пособие. Ч. 2. – Изд-во Московского университета, 1997. – 495 с.
20. Михайлова И.А., О.Б. Бондаренко. Палеонтология: учебное пособие. – Изд-во Московского университета, 2006. – 592 с.
21. Палеонтология беспозвоночных / отв. ред. Ю.А. Орлов. – М.: Изд-во Московского университета, 1962. – 467 с.
22. Парфенова М.Д. Историческая геология с основами палеонтологии: учебное пособие. – Томск, 1999. – 523 с.
23. Полевой атлас ордовикской и силурийской фауны Сибирской платформы / под ред. Никифоровой О.И. – М., 1955. – 266 с.

24. Практическая стратиграфия. Разработка стратиграфической базы крупномасштабных геолого-съёмочных работ. – Л.: Недра, 1984. – 320 с.
 25. Решения 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г.
 26. Рябчикова Э.Д., Рычкова И.В. Палеонтология: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 136 с.
 27. Рябчикова Э.Д. Практикум по исторической геологии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 80 с.
 28. Рыка В., Малишевская А. Петрографический словарь. – Пер. с польск. – М.: Недра, 1989. – 590 с.
 29. Сеницын В.М. Введение в палеоклиматологию. – Изд-во Недра, Л., 1967 – с. 45-49.
 30. Стратиграфический словарь мезозойских и кайнозойских отложений Западно-Сибирской низменности. – Л.: Недра, 1978. – 123 с.
 31. Страхов Н.М. Основы исторической геологии: учебное пособие. – Москва, 1948. – 252 с.
 32. Хаин В.Е. Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1997. – 448 с.
- Интернет-источники:
<http://images.yandex.ru/#!/yandsearch?text>

Условные обозначения

	Конгломераты		Каменная соль
	Гравелиты		Кремнистые отложения
	Пески, песчаники		Уголь
	Алевролиты		Горючие сланцы
	Глины, аргиллиты		Туфоалевролиты
	Сланцеватые аргиллиты, глинистые сланцы		Кислые эффузивы
	Известковые глины, аргиллиты		Туфы кислых эффузивов
	Известняки		Эффузивы среднего состава
	Ракушняковые известняки		Кристаллические сланцы
	Песчанистые известняки		Кварциты
	Глинистые известняки		Оолитовые породы
	Мел		Фосфориты
	Мергели		Сидериты
	Доломиты	Геологические границы	
	Гипс		Структурное несогласие
	Ангидрит		Стратиграфическое несогласие

Учебное издание

Рябчикова Элла Давыдовна
Рычкова Ирина Владимировна

ПРАКТИКУМ ПО ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Учебное пособие

Научный редактор
*кандидат геолого-минералогических наук,
доцент М.И. Шамина*
Корректурa
Компьютерная верстка *И.В. Рычкова*
Дизайн обложки

Подписано к печати 00.00.2015. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.
Заказ 000-13. Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru