

*Е.Е. Кузьменко*

*Историческая*  
**ГЕОЛОГИЯ**  
*с палеонтологией*  
*и геологией*  
**СССР**

•

Е. Е. КУЗЬМЕНКО

551.7+56

Историческая  
ГЕОЛОГИЯ  
с палеонтологией  
и геологией  
СССР

566

Допущено  
Министерством высшего и среднего  
специального образования СССР  
в качестве учебника  
для геологоразведочных  
и нефтяных техникумов

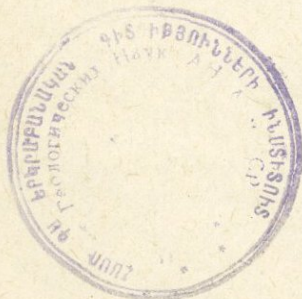


ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»  
Москва 1973

Кузьменко Е. Е. Историческая геология с палеонтологией и геологией СССР. М., «Недра», 1973. 280 с.

В учебнике освещены теоретические положения палеонтологии, рассмотрены основные типы животных и растений. Описаны методы исторической геологии и история развития земной коры. В последнем разделе охарактеризованы основные особенности геологического строения СССР. В данном учебнике, в отличие от других, написанных для специальности «Геология, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» геологоразведочных техникумов, шире освещены вопросы взаимоотношения организмов с окружающей средой и между собой, правила сбора и обработки ископаемых остатков, вопросы фациального анализа и формации, методы установления характера и возраста движений земной коры, основные закономерности тектонического развития Земли и закономерности развития органического мира.

Таблиц 13, иллюстраций 111.



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий учебник написан в соответствии с программой курса «Историческая геология с основами палеонтологии и геологии СССР» для специальности «Геология, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» геологоразведочных техникумов.

В отличие от других учебников, написанных для этого курса, в данном шире освещены вопросы взаимоотношения организмов с окружающей средой и между собой, правила сбора и обработки ископаемых остатков, вопросы фациального анализа, методы установления характера и возраста движений земной коры, описаны основные формации, шире освещены основные закономерности тектонического развития Земли и закономерности развития органического мира Земли.

При составлении учебника автор широко использовал материал, приведенный в объяснительной записке к тектонической карте Евразии («Тектоника Евразии», 1966). Автор использовал также часть материала, имеющегося в учебниках по палеонтологии, исторической геологии и геологии СССР, изданных в СССР за последние 15—20 лет.

В последнем разделе геологическая история, стратиграфия и литология отложений крупных регионов даны в общем плане. Их более подробная геологическая характеристика имеется в разделе «Историческая геология». Автор считает это необходимым потому, что именно из анализа фактического материала вытекают наши заключения о событиях геологического прошлого.

В разделе «Историческая геология» выводы об особенностях каждого этапа геологической истории Земли сделаны главным образом на основании анализа развития областей, расположенных в пределах СССР. О тех областях, которые расположены за пределами СССР, в учебнике даны самые общие сведения, необходимые для понимания общего хода геологического развития земной коры.

Поскольку в этом же учебнике в разделе «Палеонтология» имеются иллюстрации и описание основных групп организмов, таблицы руководящих форм в разделе «Историческая геология» отсутствуют.

Автор выражает признательность всем, кто принимал участие в подготовке учебника к печати, и заранее благодарит всех, кто выскажет критические замечания и пожелания по его улучшению.

Особенно большую признательность автор выражает доктору геолого-минералогических наук В. В. Фениксовой за ценные замечания, сделанные ею при рецензировании рукописи.

## ВВЕДЕНИЕ

### ГЛАВА I

#### ЗАДАЧИ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ И ЕЕ ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПАЛЕОНТОЛОГИЕЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИЕЙ

Современное состояние земной коры, ее состав и строение являются результатом разнообразных геологических процессов, происходивших на Земле в течение нескольких миллиардов лет.

Изучение геологической истории земной коры и истории возникновения и развития жизни на Земле представляет огромный теоретический интерес. Оно имеет и очень большое практическое значение, так как выяснение особенностей развития земной коры и отдельных ее участков позволяет выделить районы, перспективные для поисков тех или иных полезных ископаемых.

Геологическую историю Земли и историю возникновения и развития жизни на Земле изучает историческая геология. Она также выявляет закономерности, управляющие геологическим развитием Земли и развитием жизни на Земле.

Историческая геология, как и другие естественные науки, способствует формированию научного мировоззрения и воспитанию атеистического взгляда, так как она располагает огромным материалом, подтверждающим материальность мира и эволюционный характер его развития.

Единственными документами исторической геологии, в которых «записаны» все события прошлого, являются горные породы и остатки организмов, в них заключенные. Земная кора — это каменная летопись Земли.

Горные породы, слагающие земную кору, образовались не одновременно: одни из них очень древние, другие моложе. Первая задача исторической геологии заключается в определении геохронологической (хронос — время) последовательности образования горных пород. Эту задачу решает стратиграфия (stratum — слой, grapho — пишу).

Горные породы образовывались не только в разное время, но и в разных условиях. Выяснение этих условий — вторая задача исторической геологии. Ее решает фациальный анализ. Важная условия образования древних пород, фациальный анализ помогает восстанавливать события прошлого и древнюю географию Земли. Поэтому он тесно связан с палеогеографией, которая изучает климат, рельеф суши и дна морей, распределение морей и континентов и другие особенности физико-географической обстановки прошлых геологических эпох и изменение этих особенностей во времени.

В жизни Земли и земной коры огромную роль играли и играют тектонические движения. Они приводят к образованию различных структур (складок, разрывов и др.) и горных систем, обуславливают появление и исчезновение морей и т. д. Восстановление истории возникновения и развития тектонических структур и истории тектонических движений является третьей задачей исторической геологии.

Эту задачу решает геотектоника. Она изучает строение земной коры, закономерности возникновения тех или иных тектонических структур, выясняет причины тектонических движений.

С тектоническими процессами очень тесно связаны магматические и метаморфические процессы. Восстановление истории магматических и метаморфических процессов является четвертой задачей исторической геологии.

Кроме стратиграфии, фациального анализа, палеогеографии и геотектоники, историческая геология тесно связана с целым рядом других наук и прежде всего с палеонтологией и региональной геологией.

Палеонтология (palaios — древний, ontos — существо, logos — учение) — наука, изучающая древний органический мир Земли по окаменевшим остаткам организмов — окаменелостям.

В отдаленные времена на Земле существовали примитивные животные и растительность, позднее появлялись все более высокоорганизованные формы. При этом вымершие организмы никогда не появлялись вновь. Поэтому по органическим остаткам можно определить относительный возраст и условия образования тех или иных пород, так как особенности строения организмов тесно связаны со средой обитания.

Региональная геология (regionalis — областной), и в частности геология СССР, изучает геологическое строение и историю развития отдельных участков земной коры. Региональные исследования дают огромный фактический материал, анализ которого позволяет восстанавливать геологическую историю всей Земли. В свою очередь выводы исторической геологии являются теоретической базой региональной геологии, на которую она опирается в своих исследованиях. Кроме того, региональная и историческая геология помогают высчитать время и место образования месторождений полезных ископаемых.

## ГЛАВА 2

### ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПАЛЕОНТОЛОГИИ И ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Палеонтология как самостоятельная наука оформилась в начале 19 века. К этому времени накопилось много работ по описанию окаменевших остатков организмов, которые находили, разрабатывая полезные ископаемые, а также во время строительства каналов, туннелей, железных дорог и т. д.

На первом этапе развития палеонтология была наукой описательной. В естествознании в это время господствовали идеи К. Линнея о неизменяемости видов. Он говорил, что видов животных и растений на Земле столько, сколько их создано творцом.

Эти идеи продержались в науке до появления работ английского ученого Ч. Дарвина. Путешествуя в течение пяти лет в качестве натуралиста на корабле «Бигль», он изучал органический мир материков и океанов. Результатом его наблюдений явился целый ряд очень крупных работ, в том числе и работа «Происхождение видов» (1859 г.). Ч. Дарвин сумел доказать, что органический мир Земли не оставался неизменным, что организмы развивались от более простых, низкоорганизованных, форм ко все более высокоорганизованным и что современные растения и животные появились в результате постепенного изменения и развития древних организмов. Он показал также, что главной причиной этих изменений было изменение условий, в которых жили организмы. Эти идеи эволюционного развития органического мира Зем-

ли некоторые ученые развивали еще до Дарвина. У нас в России их развивал К. Ф. Рулье, во Франции Ж. Сент-Илер, Б. Ламарк и др. Но только после появления работ Ч. Дарвина естествознание, в том числе и палеонтология, получили эволюционное направление. Теперь палеонтологи стремились выявить родственные отношения между организмами и их происхождение. Первым русским ученым, применившим теорию Ч. Дарвина и развивавшим ее, был В. О. Ковалевский. Его считают основоположником эволюционной палеонтологии.

Однако выявление путей эволюционного развития организмов и их происхождения оказалось невозможным без изучения среды обитания организмов и тех приспособлений, которые вырабатываются у них в связи с изменениями этой среды. Так у палеонтологии и у естествознания появляется экологическое\* направление, и палеонтология сближается с литологией и фаціальным анализом, которые тоже изучают среду обитания организмов, но с другой точки зрения — как среду осадкообразования. На этом этапе развития палеонтологическая наука находится в настоящее время.

В своем развитии палеонтология очень тесно связана с развитием науки о пластах горных пород — стратиграфией, которая в свою очередь развивалась в тесной связи с горным делом и другими науками геологического цикла. Таким образом, палеонтология зародилась и развивалась как часть геологии. Это соотношение сохранилось до наших дней.

Историческая геология, как и палеонтология, оформилась в начале 19 века, хотя основы этой науки были заложены значительно раньше трудами многих ученых. В частности, очень многие мысли об историческом развитии земной коры были высказаны еще в 18 веке М. В. Ломоносовым в его работах «О слоях земных», «Слово о рождении металлов от трясения Земли» и др.

М. В. Ломоносов первый утверждал, что на Земле происходят бесконечные превращения и изменения. Он говорил, что слоистые породы образовались путем осаждения из водных бассейнов, на что указывают наличие в этих породах ископаемых моллюсков, литологический состав и наблюдения над современными отложениями. Он также заметил, что в земной коре чередуются слои, содержащие раковины морских животных, и слои с остатками наземных растений, и объяснил это сменой различных периодов жизни Земли, чередованием трансгрессий и регрессий. М. В. Ломоносов первый высказал мысль о геологическом времени и утверждал, что геологическая история Земли имеет очень большую продолжительность, значительно превышающую по масштабам историю развития человеческого общества. Несколько десятилетиями позднее подобные идеи высказывались другими учеными. К числу этих ученых относятся А. Вернер, Д. Геттон, У. Смит, Ж. Кювье, А. Броньяр. Много интересных мыслей высказывали и ученые, жившие еще раньше М. В. Ломоносова (15—17 вв.). К их числу относятся Леонардо да Винчи, Н. Стено и др.

Однако историческая геология оформилась как самостоятельная наука только тогда, когда появился надежный метод определения геохронологической последовательности образования горных пород — палеонтологический метод.

Еще М. В. Ломоносов и другие заметили, что окаменелости, содержащиеся в пластах горных пород, неодинаковы, и для каждого пласта характерен свой комплекс органических остатков. В конце 18 и начале 19 веков (1799—1808 гг.) Ж. Кювье и А. Броньяр расчленили

---

\* Экология (экос — дом, место обитания) — наука, которая изучает связь организмов со средой обитания и приспособление организмов к этой среде.

третичные отложения, а У. Смит по органическим остаткам начал сопоставлять разрезы земной коры, удаленные друг от друга на значительные расстояния. В результате изучения и расчленения отложений разного возраста в течение первых 30—40 лет была создана стратиграфическая шкала земной коры, а геологическая история Земли была разделена на отдельные этапы, составившие геохронологическую шкалу.

На первом этапе развития исторической геологии в науке господствовала теория катастроф Ж. Кювье. Накопленные к тому времени факты противоречили господствующим тогда идеям о неизменяемости видов. Ж. Кювье, стремясь примирить эти противоречия, высказал мысль о том, что причиной этого являлись периодически повторяющиеся катастрофы или, как он говорил, революции, уничтожавшие все живое. В последующее время все создавалось заново.

Ф. Энгельс писал, что теория катастроф была революционна на словах, но реакционна на деле, так как «На место одного акта божественного творения она ставила целый ряд повторных актов творения и делала из чуда-существенный рычаг природы»\*.

Теория катастроф продержалась в науке до появления работы английского геолога Ч. Лайеля «Основные начала геологии» (1833—1835 гг.), в которой он доказал прежде всего, что геологическая история Земли насчитывает несколько миллиардов лет и что все изменения на Земле происходили и происходят под действием одних и тех же сил. Даже такие «слабые» из них, как колебания температуры, дождь, совершали огромные преобразования, так как они действовали непрерывно в течение миллионов и миллиардов лет. Из этого следовал вывод, что для познания прошлого Земли нужно изучать современные процессы, а условия образования древних пород определять, сравнивая их с современными отложениями.

Этот метод познания прошлого Земли через изучение настоящего получил название актуалистического метода, или принципа актуализма (*actualis* — настоящий).

После появления этой работы в развитии исторической геологии начинается второй этап. С этого момента появляется фаціальный анализ, и геологи начинают восстанавливать события прошлого и древнюю географию Земли. Эти исследования получают особенно широкое развитие в 70—80-е годы 19 века.

Первой палеогеографической работой (70-е годы 19 в.) была работа М. Неймайера по палеогеографии юрского периода. Вскоре после нее вышли и другие палеогеографические обобщения для отдельных эпох жизни Земли.

В конце 19 и начале 20 веков становится ясно, что в жизни земной коры главную, ведущую роль играют тектонические движения. В 1894—1919 гг. появились работы А. П. Карпинского по Европейской части России, в которых он, анализируя историко-геологические данные, устанавливает тесную связь палеогеографических изменений с развитием тектонических движений. В 1883—1909 гг. выходит работа венского геолога Э. Зюсса «Лик Земли», в которой обобщены все накопившиеся к этому времени историко-геологические данные и воссоздана геологическая история Земли. С этого времени начинается третий этап в развитии исторической геологии. Геологи начинают изучать тектонические движения, закономерности их развития, выявлять их причины и значение в геологической жизни Земли.

Третий этап развития исторической геологии является также временем крупных теоретических обобщений. Историческая геология из простой летописи событий прошлого превращается в науку, которая ищет и находит общие закономерности геологического развития Земли.

\* Ф. Энгельс. Диалектика природы. ОГИЗ, 1949.

К числу наиболее крупных теоретических обобщений этого этапа относится учение о платформенных и геосинклинальных областях, основоположниками которого являются русский ученый А. П. Карпинский и американские ученые Д. Холл и Д. Дана, учение П. И. Степанова о поясах и эпохах угленакопления, работы И. М. Губкина о закономерностях образования и размещения нефтяных месторождений, С. С. Смирнова о металлогенических поясах и др.

В настоящее время историческая геология находится накануне выяснения причин тектонических движений земной коры, что, несомненно, будет одним из величайших достижений современной науки. Выяснение этих причин станет возможно после осуществления международного проекта «Мохол», цель которого заключается в проникновении в верхнюю мантию Земли. Именно в ней, по современным представлениям, совершаются преобразования, рождающие тектонические движения земной коры.

# ОСНОВЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

## ГЛАВА 3

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

#### ЗАДАЧИ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

Палеонтология изучает древний органический мир Земли по окаменевшим его остаткам — окаменелостям (скелеты и их части, раковины, окаменевшие и обугленные растительные остатки, отпечатки, следы ползания, отпечатки лап животных, ходы червей и др.), сохранившимся в земной коре.

Палеонтология делится на палеозоологию и палеоботанику. Палеозоология изучает древний животный мир. Она делится в свою очередь на палеозоологию беспозвоночных и палеозоологию позвоночных. Палеоботаника изучает древние растения.

Палеонтология очень тесно связана с биологией (неонтологией), которая изучает современный органический мир Земли. Между ними нет резкой грани, так как многие современные организмы появились на Земле давно и нередко встречаются в ископаемом состоянии. Палеонтология и биология вместе решают проблему возникновения и развития жизни на Земле.

Палеонтология очень тесно связана и с науками геологического цикла: с исторической геологией, литологией, учением о фациях. Она помогает определять последовательность образования древних пород и условия их образования. С другой стороны, органический мир Земли развивался в тесной связи с развитием земной коры и Земли в целом и потому выяснение истории развития органического мира невозможно без изучения тех процессов и изменений, которые происходили на Земле в прошлом.

#### ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ И МЕЖДУ СОБОЙ

Животные и растения. Весь органический мир делится на царство животных и царство растений. И те, и другие состоят из клеток (одной или множества). Клетка состоит из оболочки, протоплазмы и ядра. Оболочка отделяет клетку от внешней среды или других клеток. Через нее в протоплазму поступают питательные вещества и выводятся все отходы. Протоплазма имеет сложный состав. Она состоит из воды, минеральных солей и органических соединений. В протоплазме происходят химические реакции — обмен веществ, присущий только живым организмам. Ядро регулирует все процессы, происходящие в клетке.

Животные и растения отличаются друг от друга прежде всего по способу обмена. Растения — автотрофные (автос — сам, трофэ — пища) организмы. Они создают, синтезируют органические вещества из углекислоты и воды с помощью хлорофилла и солнечной энергии.

Животные — гетеротрофные (гетерос — другой) организмы. Они не могут сами строить органические соединения и живут за счет других организмов, поедая растения, других животных, их остатки или следы их жизнедеятельности. Растения и животные отличаются друг от друга и целым рядом других особенностей. Растения, как правило, ведут неподвижный образ жизни, животные почти всегда передвигаются. Строение тела животных и растений также различно. У животных очень часто имеются органы чувств, тогда как у растений их нет.

Однако резкая граница между животными и растениями отсутствует. Есть растения, которые по способу питания являются гетеротрофными (росянка), а некоторые животные (коралловые полипы и др.) ведут неподвижный образ жизни. Как показали работы последних лет, многие растения «чувствуют» музыку, движение воздушных масс, свет. Есть животные — оболочники, тело которых покрыто оболочкой, близкой по составу к растительной клетчатке.

Все это, а также то, что растения и животные состоят из клеток, подтверждает единство органического мира Земли. К. А. Тимирязев писал, что растения и животные это только два рукава одного общего потока жизни.

Органический мир Земли чрезвычайно разнообразен. В настоящее время насчитывается около 1,5 млн. видов животных и растений. Они обитают в самых разнообразных условиях, но определенный вид живет в более или менее определенных условиях. Между организмом и средой, в которой он обитает, существует очень тесная связь, сложившаяся в процессе длительного эволюционного развития каждого вида.

Участок суши или дна водоема, в пределах которого среда обитания более или менее одинакова, называется биотопом, а комплекс организмов, его населяющих — биоценозом (кэнос — общий).

Условия жизни в морях и океанах. моря и океаны очень богаты жизнью и биоценозы их чрезвычайно разнообразны, так как площади этих водоемов велики, условия жизни в них очень разнообразны, и существуют они, особенно океаны, давно.

Характер биоценоза в том или ином месте моря или океана определяется следующими физико-химическими условиями: соленостью, давлением, температурой, природой морского дна, наличием и количеством кислорода и других газов, количеством света и некоторыми другими факторами (волнения среды, течения и др.).

**Соленость.** Нормальной соленостью принято считать соленость океана и открытых морей: 3,5%. В океанах соленость испытывает наименьшие отклонения от нормальной. В морях же процентное содержание солей очень часто отклоняется от нормального значения. моря, имеющие слабую связь с океанами и принимающие большое количество пресных вод, имеют обычно пониженную соленость: солоноватоводные — от 2,5 до 0,5% (Азовское 1,1—1,2%; Черное 1,6—2,2%) и пресноводные — меньше 0,5%.

Различные организмы по-разному относятся к содержанию солей и особенно к изменению концентрации и состава солей. Одни могут жить только в воде, соленость которой остается постоянной. Такие организмы называются стеногалинными (стенос — узкий, галинос — соленый). Другие могут выносить значительные изменения солености. Их называют эвригалинными (эврис — широкий).

**Температура** в верхних зонах моря чрезвычайно разнообразна и непостоянна. Она зависит от того, в каком климатическом поясе располагается та или иная часть бассейна, от смены времен года и дня и ночи. С глубиной резкость колебаний температуры сглаживается, и во всех климатических поясах ниже 1—1,3 км температура одинакова и изменяется очень мало — от минус 1,87 до 2°. Некоторые организмы

не могут жить в условиях резких колебаний температуры. Они называются stenotherмными. Другие, эвритермные, приспособлены к этим изменениям и, как правило, населяют верхние слои воды.

**Солнечные лучи и свет.** Глубина их проникновения зависит от угла падения солнечных лучей на поверхность воды и от чистоты воды. Лучше всего освещена зона до глубины 30—80 м. Здесь живут зеленые и бурые водоросли. Слабее освещена следующая зона — до 200 м. Растений здесь мало. Ниже 200 м освещение практически отсутствует, и растений здесь почти нет.

Животные приспособляются и к слабому освещению, и к полному отсутствию света. В условиях вечного мрака обитают или слепые живот-

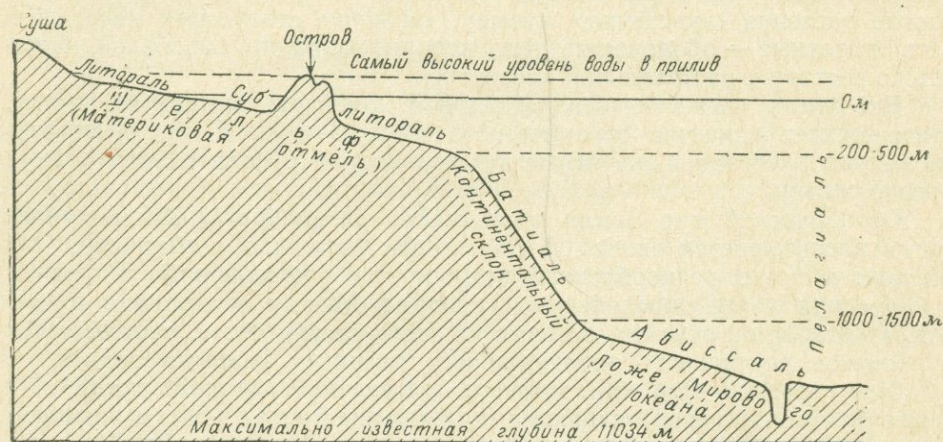


Рис. 1. Биономические зоны (по В. В. Друщину и О. П. Обручевой, 1962)

ные с очень развитыми органами осязания (антенны, щупальца), или животные с огромными глазами, или такие, которые имеют специальные фосфоресцирующие органы.

**Природа морского дна.** На твердом каменистом дне в мелководной зоне моря, где развиваются значительные волнения, живут организмы, прикрепляющиеся, сверлящие или с толстостенной раковиной. На песчаном и илистом дне живут зарывающиеся формы.

Изучение условий обитания и их значения для распределения жизни в море помогает выявлять по ископаемым остаткам особенности древних бассейнов.

Области моря и распределение жизни в современных морях. В морях и океанах выделяют две основные области: бентальную и пелагическую. Бентальная (бентос — глубина) — это донная область. Пелагическая (пелагос — открытое море) — водные массы открытого моря, не связанные с дном.

Бентальная область делится обычно на три зоны: неритовую, батинальную и абиссальную (рис. 1).

Неритовая зона (неритэс — морская ракушка) соответствует шельфу (материковой отмели). Ширина зоны может быть несколько сотен километров, а глубина моря в ней до 200—500 м. В неритовой зоне выделяют литораль — часть дна, которая заливается во время приливов (глубина моря до 20 м) и осушается во время отлива, и сублитораль — остальная часть неритовой зоны, постоянно покрытая водой. Неритовая зона моря наиболее благоприятна для жизни. Здесь живут многочисленные и разнообразные водоросли, иглокожие, моллюски, черви, ракообразные, мшанки и другие организмы.

Батиальная зона (батис — глубокий) соответствует континентальному склону (до 1000—1500 м). Эта зона отличается постоянной температурой, полным отсутствием света и волнений. Растений здесь нет. Животные — хищные или питающиеся илом, богатым органическими веществами, приспособленные жить в темноте. Жизнь здесь бедная и однообразная.

Абиссальная зона (абиссос — бездна) соответствует ложу Мирового океана. Эта зона составляет, по данным Л. А. Зенкевича, 77,1% океанического дна (батиль 15,3%, неритовая область 7,6%). Здесь отсутствуют свет и волнения среды. Температура постоянная, давление очень большое. Растений здесь нет. Животные — хищные или питающиеся умершими организмами, часто слепые. Раковинки организмов тонкие или их совсем нет.

Все организмы, населяющие океаны и моря, в зависимости от того, в какой из областей моря они обитают, делятся на две группы: бентосные и пелагические.

Бентосные организмы живут на дне моря по-разному. Одни из них прикреплены ко дну или просто лежат на дне — сидячий бентос, другие — ползают, плавают у дна, зарываются в ил — блуждающий бентос. Некоторые бентосные высверливают отверстия в скалах или делают их, выделяя кислоту. Сидячий бентос имеет радиальную симметрию тела. Очень часто эти организмы ведут колониальный образ жизни, некоторые из них имеют слабо развитые органы зрения. Блуждающий бентос обычно имеет двустороннюю симметрию тела, развитые органы движения и органы чувств. Эти организмы ведут одиночный образ жизни.

Пелагические организмы по способу передвижения делятся на две группы: планктон (планктон — блуждающее) — пассивно плавающие, парящие и нектон — активно плавающие.

Планктонные организмы не имеют органов движения. Они обычно мелкие, тело их прозрачное, радиальносимметричное, раковинки тонкие. Их переносят течения и ветер. Некоторые из них не способны держаться во взвешенном состоянии и прирастают к плавающим организмам или предметам. Их называют псевдопланктоном (псевдос — ложь).

Нектонные организмы имеют органы передвижения (рыбы и др.). Тело их двустороннесимметричное, чаще всего веретенообразной обтекаемой формы. Скелет, мускулы, органы чувств хорошо развиты.

Распределение жизни на континентах. Условия жизни на континентах более разнообразны, чем в море, поэтому и жизнь здесь более разнообразна. Она есть везде: на суше, в озерах, болотах, реках. Однако палеонтологическая характеристика континентальных отложений очень бедна, так как на континентах преобладают процессы разрушения и сноса, и возможность захоронения организмов и сохранения их в ископаемом состоянии очень мала. Лучше всего сохраняются те организмы, которые населяют водоемы.

Континентальные водоемы чаще всего имеют низкую соленость (0,18%), и каждый из них характеризуется своим режимом. Поэтому эволюция организмов в них обычно происходит по-разному, причем в каждом отдельном водоеме органический мир менее разнообразен, чем в море или на суше.

Пресноводные формы обычно характеризуются мелкими размерами, обилием особей и бедностью видов. Они часто имеют особые приспособления, которые позволяют им переносить периодическое усыхание водоемов, изменение газового режима, значительные колебания температуры и т. д.

## СОХРАНЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ В ИСКОПАЕМОМ СОСТОЯНИИ

Процесс перехода органических остатков в ископаемое состояние, его закономерности и условия сохранения организмов изучает наука тафономия (тафос — могила).

Условия сохранения. Чтобы организм сохранился в ископаемом состоянии, необходимо прежде всего, чтобы он имел скелет, под которым понимают любое минеральное образование (раковинка, кости позвоночных, иголки губок и т. д.). Мягкое тело сохраняется в ископаемом состоянии исключительно редко. Примером такой исключительности являются трупы мамонтов и волосатых носорогов, найденные в ископаемых льдах Сибири, носорогов и птиц — в асфальте и озокерите нефтеносных районов, цветы и насекомые — в янтаре. Вторым важным условием сохранения органических остатков является их быстрое захоронение. Толща осадков затрудняет доступ кислорода, и разрушение замедляется. Это два основных условия. Немаловажную роль играют также процессы диагенеза и метаморфизма, которые могут приводить к растворению раковин (при диагенезе) и перекристаллизации породы (при метаморфизме), в результате чего органические остатки уничтожаются.

После захоронения органические остатки подвергаются преобразованиям, из которых наиболее распространенными процессами являются окаменение и обугливание.

*Окаменение (фоссилизация)* — процесс, при котором минеральные соединения, содержащиеся в растворах, циркулирующих в породе, отлагаются во всех пустотах и порах скелета или даже замещают вещество скелета. Такими минеральными соединениями обычно являются карбонаты, окислы кремнезема, сульфиды (пирит), лимонит, фосфаты. Процессу окаменения обычно подвергаются остатки животных.

*Обугливание* — процесс медленного разложения органического вещества без достаточного количества кислорода с накоплением свободного углерода. Этому процессу очень часто подвергаются растительные остатки. Иногда обугливаются и хитиновые покровы животных.

*Формы сохранности.* В породах сравнительно молодых встречаются мало измененные скелеты или их части. В более древних отложениях скелетные образования уже значительно изменены процессами окаменения и иногда вещество раковины полностью замещено другим минеральным веществом. Нередко в породе встречаются отпечатки раковин, скелетов позвоночных, а иногда даже мягких частей. Иногда случается так, что в уже затвердевшей породе раковина растворяется. Образуется полость, стенки которой повторяют наружное строение раковины. Эта полость затем заполняется осадком, который, затвердевая, образует слепок этой полости. Такие слепки называют внешними ядрами. Если образуется слепок внутренней полости, такую форму называют внутренним ядром. Кроме того, в породах нередко встречаются следы жизни — отпечатки лап животных, следы ползания червей, моллюсков, норы и др.

Комплексы ископаемых органических остатков в горных породах далеко не всегда и не полностью соответствуют биоценозам. Это происходит по разным причинам: во-первых, не все формы биоценоза сохраняются в ископаемом состоянии, во-вторых, течения и волнения могут уносить раковины из того места, где организмы жили, в другие места, в-третьих, на дно моря или водоема могут опускаться скелеты планктонных и нектонных организмов и т. д.

Совокупность органических остатков, содержащихся в породе, называют ориктоценозом (ориктос — ископаемое). Среди ориктоценозов различают танатоценоз и тафоценоз. *Танатоценоз* (танатос — смерть) — это скопление остатков организмов, умерших от какой-

то общей причины (резкое изменение температуры, извержение вулканов и др.). Тафоценоз — это сообщество захоронения, погребения. Тафоценоз составляют и остатки организмов, живших в этом же месте, т. е. остатки биоценоза — палеобиоценоз, и принесенные из других мест, и следы ползания живых организмов, отпечатки их лап и т. д.

Для выяснения условий образования пород и древней географии может быть использована только часть ориктоценоза, соответствующая биоценозу. Выделить эту часть можно по целому ряду признаков: по степени сохранности органических остатков, по характеру их залегания в породе и т. д. Например, окатанные и разбитые раковины, створки которых отделены друг от друга, и нередко даже отсортированы по форме и размеру, указывают на то, что они перенесены на какое-то расстояние, а раковинки сверлящих моллюсков, находящиеся в отверстиях, ими же просверленных, говорят о том, что эти животные жили здесь же.

Неполнота геологической летописи. В ископаемом состоянии сохраняются далеко не все организмы, кроме того, часть сохранившихся недоступна нам, так как они еще лежат в земной коре. И если та или иная форма (группа форм) неизвестна ниже или выше определенного горизонта в разрезе земной коры, это еще не значит, что эти организмы не существовали раньше или позже того времени, когда данный горизонт накапливался. Ч. Дарвин назвал это несовершенством или неполнотой геологической летописи и говорил, что «положительным указаниям палеонтологии можно вполне доверять, тогда как отрицательные указания не имеют цены...».

Современная наука делает геологическую летопись все более полной, так как с каждым годом количество фактического материала становится все больше, а также непрерывно совершенствуются методы исследования. Очень хорошей иллюстрацией к сказанному является появление микропалеонтологии, открывшей огромную, многообразную, ранее почти недоступную нам часть органического мира Земли.

## ОСНОВЫ СИСТЕМАТИКИ

Классификация. Все многообразие органического мира Земли невозможно было бы изучать, если бы организмы не были объединены в определенные группы. Наука, которая занимается систематизацией, распределением животных и растений по группам, получила название систематики. Впервые систематизация современных и ископаемых животных и растений была произведена К. Линнеем. В основу разделения он взял отдельные морфологические признаки. Такое разделение, или классификация, получило название искусственной, так как в этой классификации организмы объединены в группы без учета их родственных отношений и происхождения.

В настоящее время в науке принята естественная, или филогенетическая, классификация\*. В этой классификации организмы объединены в группы по степени их родства и общности происхождения. В одной и той же группе оказываются родственники, имеющие общего предка. И только тогда, когда приходится систематизировать части организмов (например, листья папоротникообразных, споры, пыльцу и др.), а сами организмы остаются неизвестными, пользуются искусственной классификацией.

Таксономические единицы. Самой крупной таксономической единицей классификации (*taxis* — порядок, *nomos* — закон) является тип. Типы делятся на классы, классы на отряды. В ботанике классы делятся на порядки. Отряды (и порядки) делятся на семей-

\* Филъ — род, племя; генезис — происхождение.

ства, семейства на роды, роды на виды. Каждая из этих единиц обозначается латинским названием, причем название типа, класса, отряда, семейства и рода обозначается одним словом, а название вида состоит из двух слов. Первое обозначает род, а второе является собственно видовым названием. Это двойное обозначение вида получило название бинаминальной (двухименной) системы обозначения или правила бинарной (двойной) номенклатуры. К названию вида добавляется также фамилия автора (сокращенно), который описал этот вид впервые. Чтобы все вышеизложенное было ясно, приведем пример: тип Chordata (хордовые), класс Mammalia (млекопитающие), отряд Primates (приматы), семейство Hominidae (человека, людей), род Homo (человек), вид *Homo sapiens* L.\* (человек разумный, мудрый). Иногда выделяют и другие единицы: подтип, надтип, подкласс, надотряд и т. д.

Общая характеристика животного мира. Наиболее простые животные состоят только из одной клетки. Их объединяют в один тип Protozoa, что значит простейшие. Все остальные животные имеют тело, состоящее из многих клеток. Они объединяются под общим названием Metazoa — многоклеточные. Самые примитивные из них — низшие многоклеточные (Parazoa) имеют тело, состоящее из многих клеток, но клетки еще не образуют ясно выраженных тканей и органов. К этой группе многоклеточных относится тип Porifera (губки).

Остальные многоклеточные — настоящие многоклеточные (Eumetazoa) имеют высокодифференцированные ткани\*\* и сложно устроенные органы. Наиболее простые из них имеют две группы тканей: энтодерму (внутренний слой) и эктодерму (наружный слой). Их называют двухслойными, или лучистыми (они имеют радиально-симметричное тело). Эти многоклеточные объединяются в тип Coelenterata (кишечнополостные).

Еще более высокоорганизованные многоклеточные имеют три группы тканей: энтодерму, эктодерму и мезодерму (средний слой). Их называют трехслойными, или двустороннесимметричными. Среди них выделяются менее и более высокоорганизованные. У первых мезодерма сплошная; к ним относится значительная часть червей. У вторых, более высокоорганизованных, мезодерма разделена и образует внутреннюю полость — целом. В ней помещаются внутренние органы. К этой группе многоклеточных относятся типы: Arthropoda (членистоногие), Mollusca (мягкотелые), Bryozoa (мшанки), Brachiopoda (плеченогие), Echinodermata (иглокожие), Hemichordata (полухордовые), Chordata (хордовые) и некоторые другие менее распространенные типы.

#### ГЛАВА 4

### ТИП ПРОСТЕЙШИЕ (PROTOZOA)

Простейшие — это одноклеточные животные. Клетка их выполняет все жизненные функции и устроена значительно сложнее, чем клетки многоклеточных. Она состоит из протоплазмы, ядра (иногда ядер несколько), оболочки (не всегда) — кутикулы, которая выделяется протоплазмой и может отставать от поверхности тела и образовывать раковину. В протоплазме имеются вакуоли. Одни из них представляют пузырьки водянистой жидкости и служат для выделения жидких и газообразных продуктов окисления организма; другие, пищеварительные вакуоли, содержат кислоты и пищеварительные ферменты, с по-

\* L. — сокращение фамилии К. Линнея.

\*\* Ткани — это группы специализированных клеток, выполняющих определенные функции (например, мышечная, нервная и др.).

566

мощью которых пища усваивается организмом. Кроме этих элементов, клетка простейших имеет еще особые внутриклеточные протоплазматические структуры — органоиды, которые выполняют различные функции.

Строение тела простейших очень разнообразно. Одни из них не имеют определенной формы, так как комочек протоплазмы, составляющий клетку, не имеет даже оболочки. Другие имеют оболочку из органического вещества, и потому форма их тела более или менее постоянна. У третьих имеется минеральный скелет различного состава и строения. Эти простейшие могут сохраняться в ископаемом состоянии.

Простейшие очень мелкие организмы. Размеры их от 1 м до 10 см. Чаще всего 0,1—1 мм. Среда их обитания очень разнообразна: они живут в морях, океанах, в различных водоемах на континентах, во влажной почве и подземных водах. Появились простейшие в докембрийское время и живут до сих пор.

Тип простейших делится на несколько классов, из которых наиболее интересным в геологическом отношении является класс саркодовых.

### КЛАСС САРКОДОВЫЕ (SARCODINA)

Саркодовые живут в морях и пресных водоемах, ползая по дну или прикрепляясь к нему, а некоторые из них являются планктонными организмами. Для ползания по дну, захвата пищи, дыхания, обмена у них имеются ложноножки, или псевдоподии (рис. 2). Вследствие этого саркодовые нередко называются корненожками (Rhizopoda).

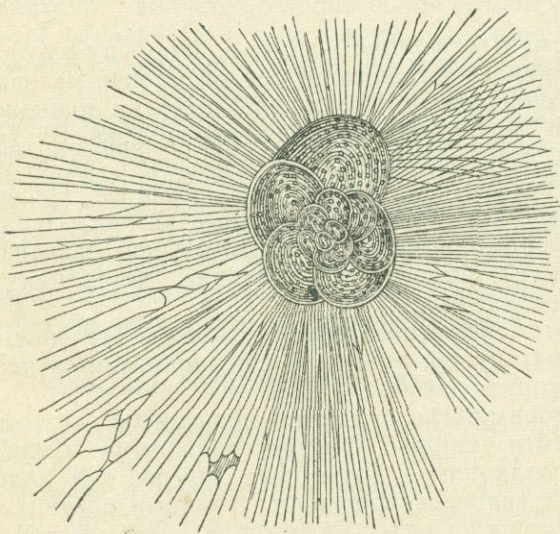


Рис. 2. Современная *Rotalia* с псевдоподиями

Значительная часть саркодовых имеет раковину или внутренний скелет. Из всех саркодовых особенно большое геологическое значение имеют два подкласса: фораминиферы и радиолярии.

### ПОДКЛАСС ФОРАМИНИФЕРА (FORAMINIFERA)

Большинство фораминифер живет в морях с нормальной соленостью и только некоторые живут в пресных водоемах и в морях с повышенной и пониженной соленостью. Это в основном бентосные организмы, оби-



тающие на илистом дне. Остатки их очень часто встречаются в глинах и мергелях морского происхождения, обычно лишенных остатков других донных животных. Очевидно, фораминиферы могут жить в условиях значительно пониженного содержания кислорода, чего другие животные не выносят. Глубина их обитания не превышает 100 м. Современные крупные фораминиферы тропических морей живут до глубины 60 м. Часть фораминифер ведет планктонный образ жизни и образует в современных морях сравнительно глубоководные (до 4000 м) илы.

Большая часть фораминифер имеет раковину, которая построена из вещества, выделенного самим организмом, или из постороннего

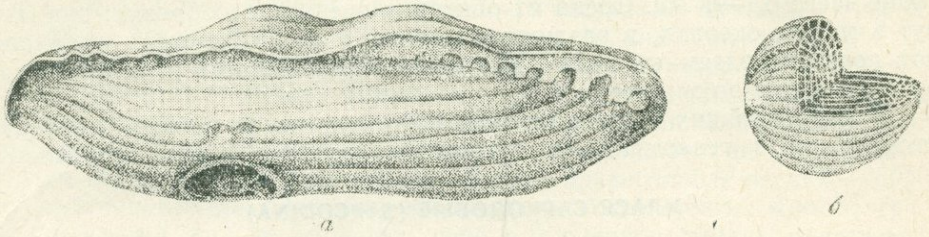


Рис. 3. Представители отряда фузулиниды:

*a* — *Fusulina*; вид со стороны устья (сильно увеличено); *б* — *Schwagerina*

материала. В первом случае она состоит из рогоподобного вещества, похожего на хитин, или из извести. Во втором — из частичек песка, скрепленных хитиноподобным веществом или известью — «песчаная» раковина.

Раковина имеет отверстие — устье, или апертуру, через которое организм общается с внешней средой. Стенки раковины могут быть пористыми или сплошными. Через поры выходят ложноножки. У форм, не имеющих пор, ложноножки выходят через устье. Внутренняя полость раковины очень часто разделена перегородками на ряд камер. Такие фораминиферы называются многокамерными. Перегородки имеют отверстия, посредством которых отдельные камеры сообщаются между собой, за что фораминиферы и получили такое название (форамен — окно, феро — нести). Формы, не имеющие внутренних перегородок, называются однокамерными.

Размножаются фораминиферы бесполом (делением) и половым (слиянием клеток) путем, причем у них наблюдается чередование бесполого и полового поколений.

Подкласс фораминифера делится на отряды, из которых особенно многочисленными и широко распространенными были фузулиниды, нуммулитиды, роталииды и некоторые другие; они дали много руководящих форм и являлись порообразующими организмами.

Отряд фузулиниды (*Fusulinidae*). Это сравнительно крупные донные фораминиферы (рис. 3) со спирально завитой раковиной, очень часто вытянутой по оси завивания; у *швагерин* и некоторых *фузулин* раковина шаровидная. Последний оборот закрывает все предыдущие. Стенка пористая, состоит из одного или нескольких слоев. Внутри раковины имеются многочисленные прямые перегородки и различные дополнительные скелетные образования.

Фузулины и швагерины были широко распространены в карбоне и перми и дали начало известнякам.

Отряд нуммулитиды (*Nummulitidae*). Это крупные донные многокамерные фораминиферы, имеющие дисковидные и шаровидные раковины. Стенка раковины состоит из двух слоев: внутреннего непористого и наружного пористого. Внутри имеется сложная система

перегородок и другие скелетные образования. Перегородки пронизаны каналами.

Представители этого отряда — *нуммулиты* (рис. 4), *орбитоиды* и близкие к ним формы были важными породообразующими и руководящими организмами в поздне меловую эпоху и в палеогене.

Отряд роталиида (*Rotaliida*). Мелкие обычно пелагические планктонные фораминиферы, спирально-коническая или спирально-плоскостная раковина которых состоит из нескольких шаровидных

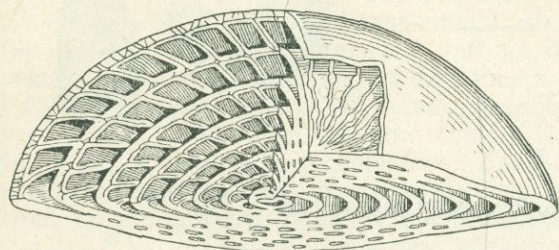


Рис. 4. *Nummulites*

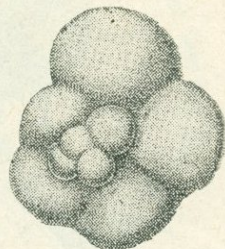


Рис. 5. *Globigerina*

камер. Поверхность раковины покрыта ребрами, бугорками, шипами. Стенка пористая, лучистая или зернистая, нередко состоит из нескольких слоев.

Этот отряд получил широкое развитие в кайнозое. Характерным представителем отряда является *глобигерина* (*Globigerina*) — рис. 5, раковины которых (и близких к ним форм) в настоящее время образуют глобигериновый ил в тропических морях и морях умеренного пояса.

Геологическое значение и распространение фораминифер. В настоящее время насчитывается до 30 000 современных и ископаемых фораминифер. Древнейшие представители их — астроризиды — известны из кембрийских отложений. В геологической истории Земли выделяются отдельные периоды (каменноугольный, пермский, меловой и палеогеновый), когда то или иное семейство или отряд фораминифер были распространены очень широко и в большом количестве. Для этих периодов фораминиферы являются важными руководящими и породообразующими организмами. Некоторые из них живут и сейчас.

#### ПОДКЛАСС РАДИОЛЯРИИ (RADIOLARIA)

Радиолярии (имеют радиальные ложноножки) являются типичными стеногалинными формами. Особенно много их в теплых морях и значительно меньше в умеренных и холодных. Они ведут планктонный образ жизни, но плавают не только на поверхности, а и у дна океана.

Радиолярии — это микроскопические организмы, имеющие чаще всего кремниевую (опаловую) раковинку. И только у небольшой группы радиолярий скелет состоит из сернокислого стронция.

Скорлупка радиолярий имеет или шарообразную форму, или форму шлема, или колокола, или состоит из игл, расходящихся из центра в радиальных направлениях. Раковинка всегда ажурная, решетчатая (рис. 6).

Геологическое значение и распространение радиолярий. Радиолярии очень древние организмы. Их остатки известны уже из протерозойских отложений. В палеозое, мезозое и кайнозое радиолярии принимали участие в образовании яшм, опок, радио-

ляритов. Наиболее широко они были распространены в кайнозое. В современных морях радиоляриевые илы накапливаются на глубинах 4000—8000 м, где известковые скелеты других организмов растворяются.

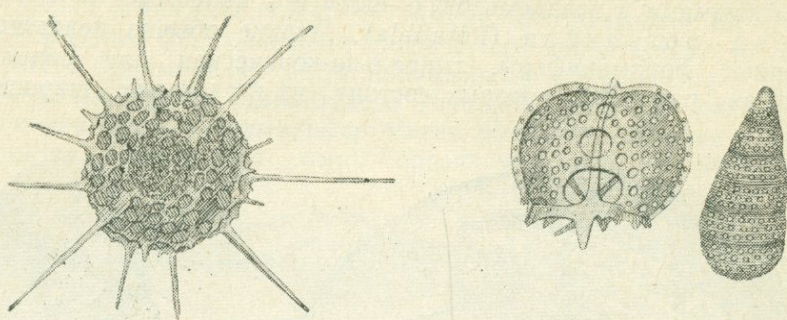


Рис. 6. Раковинки радиолярий

В настоящее время радиолярии используются для определения возраста кремнистых пород, не содержащих других органических остатков.

\* \*  
\*

Строение раковин фораминифер, радиолярий и некоторых других очень мелких организмов, встречающихся в глинах, тонкозернистых песках, в известковых и других породах, можно изучать только под микроскопом. Этим занимается микропалеонтология.

Простейшие, особенно фораминиферы, имеют большое стратиграфическое значение для расчленения нефтеносных отложений, в которых другие органические остатки нередко отсутствуют. Раковины простейших встречаются в этих отложениях в огромном количестве и даже из небольшого кусочка керна можно отмыть очень много микрофауны.

## ГЛАВА 5

### ТИП ПОРИФЕРА (PORIFERA)

Пориферы («пороносцы») — это многоклеточные животные, у которых еще нет ясно выраженных тканей, хотя их клетки выполняют неодинаковые функции.

Из всех представителей типа наибольшее геологическое значение имеют губки.

#### КЛАСС ГУБКИ (SPONGIA)

Губки живут главным образом в теплых морях, иногда в пресной воде, колониями, или ведут одиночный образ жизни. Это всегда бентосные животные, обитающие на разных глубинах, но чаще всего на глубине 150—300 м.

Форма тела у губок разнообразна: мешковидная, древовидная, бокалообразная и др. Внутри (рис. 7) всегда имеется полость, то более простого, то более сложного строения. Тело губки пронизано многочисленными порами, через которые во внутреннюю полость поступает вода, приносящая пищу и кислород. Вместе с продуктами обмена она выходит через устье (одно или несколько). Такое направление дви-

жения воды создается колебанием жгутиков особых жгутико-воротничковых клеток, выстилающих внутреннюю полость губки (у более просто устроенных форм) или стенки особых жгутиковых камер (у более массивных губок). Основную массу тела губок составляет мезогля — студнеобразное вещество, не имеющее определенной структуры. В ней кроме клеток, выполняющих функцию пищеварения и выделения, расположены также клетки, вырабатывающие скелетные образования — иглы (спикулы) или волокна. Эти скелетные образования состоят из водного кремнезема, кальцита или из органического рогового вещества — спонгина.

Спикулы губок (рис. 8) очень разнообразны по форме и величине. Мелкие спикулы располагаются в теле губки свободно. Трехосные и четырехосные крупные спикулы часто соединяются друг с другом, образуя прочный скелет.

Размножаются губки половым и бесполом путем. Бесполое размножение происходит путем почкования. При этом дочерние почки часто остаются на материнской особи. Так образуются колонии.

Класс губки в зависимости от состава и строения скелета делится на шесть отрядов. Из всех отрядов в геологическом отношении отряд трехосных, или шестилучевых, губок.

Отряд трехосные (*Triaxonida*). Их скелет состоит из трехосных (шестилучевых) кремневых спикул. Они или срастаются концами, или располагаются свободно в теле губки. Ниже описаны типичные представители (рис. 9).

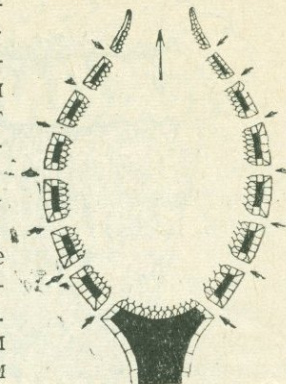


Рис. 7. Схематический вертикальный разрез губки

наиболее интересен

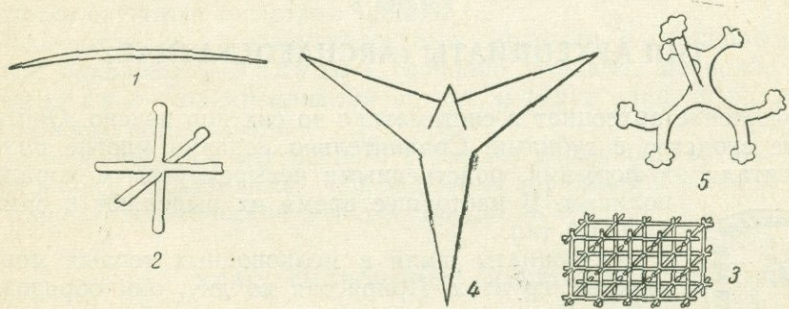


Рис. 8. Спикулы губок:

1 — одноосная; 2 — трехосная; 3 — пространственная решетка, построенная из трехосных спикул; 4 — четырехосная; 5 — с корневидными выростами

Род *вентрикулитес* (*Ventriculites*) имеет бокалообразную или чашеобразную форму тела, обширную центральную полость и «корневые» выросты для прикрепления ко дну. Стенка складчатая, складки вертикальные.

Распространение: мел.

Род *целоптихиум* (*Coeloptychium*). Для него характерна грибовидная форма тела, которое держится на стебле, или ножке и имеет складчатую нижнюю поверхность. На верхней поверхности тела имеются поры.

Распространение: верхний мел.

Геологическое значение и распространение губок. Спикулы губок известны еще из докембрийских отложений. Живут губки до сих пор. В современных теплых морях на небольшой глубине

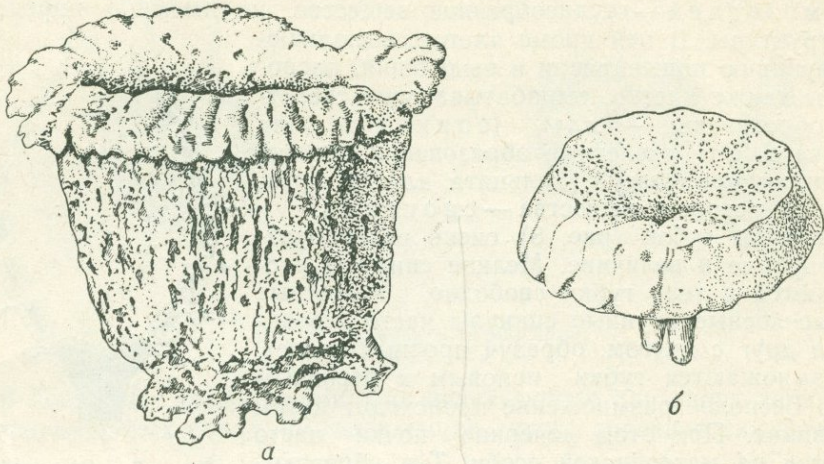


Рис. 9. Губки:  
а — *Ventriculites*; б — *Coeloptychium*

их спикулы образуют «губковый» ил. Они присутствуют также в радиоляриевых и других илах. Из древних отложений известна порода спонголит, состоящая в значительной степени из кремневых спикул губок. Большого руководящего значения губки не имеют.

## ГЛАВА 6

### ТИП АРХЕОЦИАТЫ (АРХАЕОСУАТНАЕ)

Положение археоциат в систематике до сих пор неясно. Они имеют большое сходство с губками. Сравнительно недавно многие палеонтологи считали их формами, родственными четырехлучевым коралловым полипам. В настоящее время их выделяют в самостоятельный тип.

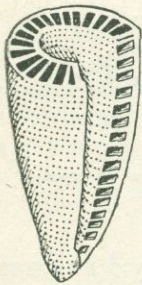


Рис. 10.  
Археоциат

Археоциаты жили в мелководных теплых морях на илистых грунтах. Прирастая ко дну, они образовывали рифы. Среди них известны и колониальные и одиночные формы.

Строение мягкого тела археоциат неизвестно. Скелет известковый, чаще всего бокалообразной формы (рис. 10). Состоит обычно из двух стенок, но известны и археоциаты, у которых скелет имеет только одну стенку. Стенки пористые, поры расположены правильными рядами. Пространство между стенками очень часто разделено вертикальными радиальными пористыми перегородками на камеры, а у некоторых форм имеются и горизонтальные перегородки, или днища. Размеры археоциат от нескольких миллиметров до 40 см в высоту и 25 см в диаметре.

Геологическое значение и распространение. Археоциаты очень древние животные, появившиеся, очевидно, еще в докембрии. В нижнем кембрии они были представлены разнообразными

формами. Это время их расцвета. В средне- и верхнекембрийских отложениях они встречаются уже значительно меньше, а затем вымирают совсем. Последние археоциаты известны из силурийских отложений Урала.

## ГЛАВА 7

### ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ (COELENTERATA)

Кишечнополостные (медузы, коралловые полипы, актинии, гидры) — настоящие многоклеточные. Они живут преимущественно в морях, но есть среди них и пресноводные формы (гидры). Кишечнополостные или прирастают ко дну, или свободно плавают.

Для кишечнополостных характерна радиальная симметрия тела, которое состоит из энтодермы и эктодермы. Между ними расположена мезоглея. Тело их представляет собой двухслойный мешок, который сообщается с внешней средой только одним отверстием, одновременно являющимся и ротовым, и анальным. Оно окружено венчиком щупалец. Внутренняя полость, выстланная энтодермой, является пищеварительной полостью. У многих кишечнополостных эта полость разделена на камеры мягкими радиальными вертикальными перегородками — септaми. Питаются кишечнополостные планктонными микроскопическими организмами. Эти организмы захватываются и отправляются в ротовое отверстие с помощью щупальцев, но предварительно они поражаются стрекательными клетками, которые есть почти у всех кишечнополостных. Стрекательные (крапивные) клетки имеют спирально свернутую нить и ядовитую жидкость. При прикосновении постороннего тела к наружной поверхности животного эта нить с силой выбрасывается и вместе с ядовитой жидкостью поражает мелких животных. Стрекательные клетки служат и средством защиты.

Размножаются кишечнополостные половым и бесполом путем. Половое поколение — медузы — свободно плавают. Бесполое поколение — полипы — прикрепляются ко дну и ведут одиночный или чаще колониальный образ жизни.

По особенностям внутреннего строения кишечнополостные делятся на три класса: гидроидные, сифонидные и коралловые полипы. Из них наибольший геологический интерес представляют коралловые полипы.

### КЛАСС ГИДРОИДНЫЕ (HYDROZOA)

В этот класс объединяются наиболее низкоорганизованные кишечнополостные. Из всех гидроидных в геологическом отношении интересны строматопоры и хететиды. Это вымершие колониальные морские кишечнополостные, строение мягкого тела которых неизвестно. Жили они в открытом море на небольшой глубине, где вместе с кораллами строили рифы.

Подкласс строматопоры (Stromatoporoidea) — колониальные морские животные, имеющие известковый скелет. По форме скелеты строматопор очень разнообразны — ветвистые, шаровидные, цилиндрические, пластинчатые с ровной и бугристой поверхностью.

Хететиды (Chaetetida). Известковый скелет хететид состоит из множества плотно прилегающих друг к другу трубочек (ячеек), которые имеют многоугольное или округленное поперечное сечение диаметром не более 1,2 мм (рис. 11). Их положение в системе животного мира до сих пор неясно. По строению скелета они ближе всего стоят к гидро-

идным, однако некоторые исследователи относят их к классу коралловых полипов.

Геологическое значение и распространение гидроидных. Известковые скелеты строматопор и хететид встречаются довольно часто в палеозойских отложениях. Строматопоры имеют большое стратиграфическое значение для силурийских и девонских отложений. Совместно с коралловыми полипами, брахиоподами и двустворчатыми моллюсками они чаще всего встречаются в известняках.

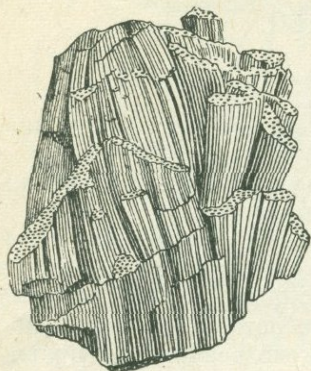


Рис. 11. *Chaetetes*

#### КЛАСС КОРАЛЛОВЫЕ ПОЛИПЫ (ANTHOZOA)

Это наиболее высокоорганизованные кишечнополостные. В настоящее время коралловые полипы живут только в теплых (не ниже  $+18^{\circ}\text{C}$ ) морях с постоянной и нормальной соленостью, в чистой воде, где много света, в зоне прибоя, богатой кислородом, прирастая ко дну и образуя колонии, из которых и состоят коралловые рифы. Некоторые одиночные кораллы живут и на больших глубинах (более 2000 м) и при низких температурах (до  $0^{\circ}$ ).

Мягкое тело коралловых полипов устроено более сложно, чем у других кишечнополостных. Внутренняя полость тела разделена вертикальными радиальными перегородками на камеры. Ротовое отверстие не сразу открывается во внутреннюю полость, а переходит в глотку. Оно окружено венчиком из 8 перистых или большего числа гладких щупалец.

Многие коралловые полипы выделяют известковый скелет — кораллит, имеющий форму трубочки или чашечки.

Размножаются кораллы половым и бесполом путем, но медузоидная стадия и смена поколений у них отсутствует.

Класс Anthozoa по числу и расположению щупалец и перегородок у современных коралловых полипов и строению скелета у вымерших делится на пять подклассов.

Подкласс табулята (*Tabulata*). Это колониальные кораллы. Они имеют хорошо развитые днища (*tabula*) и слабо развитые вертикальные перегородки — септы, которые обычно представлены бугорками и шипами. Лишь иногда эти перегородки доходят до центра и, сплетаясь, образуют ложный столбик.

Род *хализитес* (*Halysites*). Трубочатые кораллиты, имеющие эллиптическое поперечное сечение, соединяются друг с другом своими узкими краями, образуя в поперечном сечении цепочкообразные ряды (рис. 12).

Характерен для силура.

Род *фавозитес* (*Favosites*). Кораллиты призматические, многоугольные в сечении, плотно прилегают друг к другу (рис. 13). Стенки кораллитов пористые. Поры образуют правильные ряды. Были широко представлены в верхнем силуре и девоне.

Жили до перми.

Род *сингипора* (*Syringopora*). Колонии кустистой формы, состоят из кораллитов более или менее цилиндрической формы, сообщающихся поперечными трубочками (рис. 14).

Распространение: ордовик — пермь.

Подкласс четырехлучевые кораллы (*Tetracoralla*), или ругоза (*Rugosa*). Этот подкласс некоторые исследователи считают отрядом и вместе с отрядом шестилучевых кораллов (*Hexacoralla*) объединяют в подкласс зоантарии (*Zoantharia*).

На первом этапе индивидуального развития у четырехлучевых кораллов закладывается шесть перегородок, но в последующее время септы возникают только в четырех секторах. Отсюда их название — четырехлучевые. Из скелетных элементов, кроме септ, у них есть еще днища, пузырчатая ткань, а в осевой части кораллита образуется столбик. На наружной поверхности кораллита у этих кораллов имеются

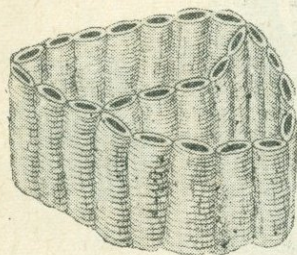


Рис. 12. *Halysites*

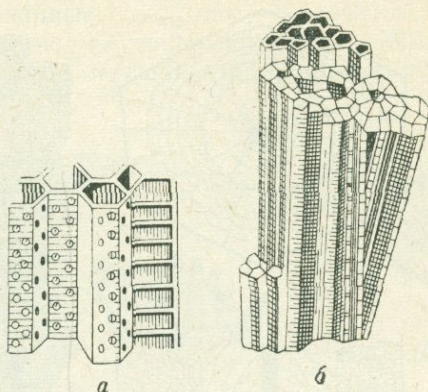


Рис. 13. *Favosites*:

а — продольное сечение; б — общий вид колонии

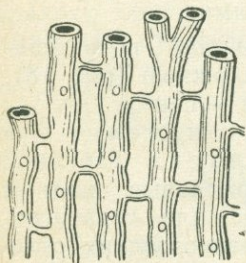


Рис. 14. *Syringopora*

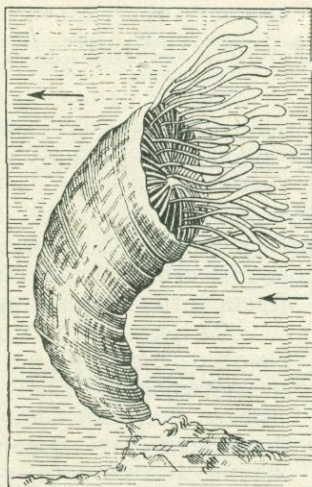


Рис. 15. *Zaphrentis* (реставрация)

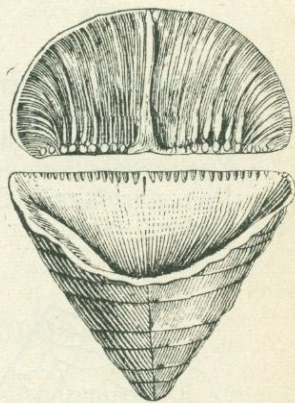


Рис. 16. *Calceola*

вертикальные ребра — морщины (*rugae*), по наличию которых их и называют ругозами. Это «ложные ребра». Настоящие ребра образуются краями вертикальных перегородок, которые выступают с наружной стороны кораллита. У некоторых одиночных кораллов имеется крышечка, которая закрывает чашечку кораллита. Четырехлучевые коралловые полипы — это колониальные и одиночные животные.

Род *зафрентис* (*Zaphrentis*). Одиночный коралл, имеющий форму рога (рис. 15). Многочисленные перегородки имеют перистое расположение. Самые длинные из них доходят до центра. Столбик отсутствует.

Распространение: силур — карбон.

Род *кальцеола* (*Calceola*). Одиночный коралл, имеющий форму передней части тупельки, с массивной толстой крышечкой (рис. 16).

Очевидно, коралл лежал на дне плоской стороной, не прирастая ко дну.

Характерен для девона.

Род *литостроцион* (*Lithostrotion*). Колониальные кораллы. Колонии кустистые или массивные (рис. 17). Поперечное сечение кораллитов у кустистых форм цилиндрическое, у массивных — многоугольное.

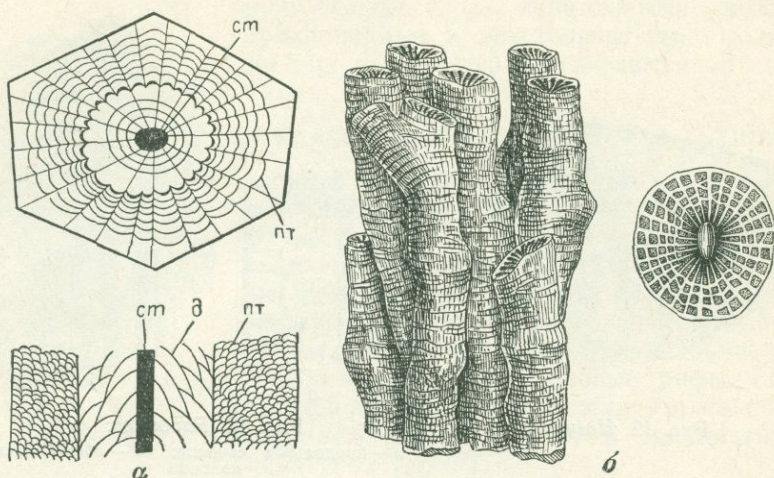


Рис. 17. *Lithostrotion*:

а — поперечное сечение и разрез массивного кораллита (ст — столбик, пт — пузырчатая ткань, д — днища); б — кустистая колония и поперечное сечение кораллита

По периферии развиты пузырчатая ткань и дополнительные короткие перегородки. Имеются многочисленные днища, а в центре — плотный, сжатый с боков столбик.

Характерен для нижнего карбона.

Род *лонсдаля* (*Lonsdaleia*). Аналогичен литостроциону, но в периферической части нет перегородок, столбик толстый, сложный (рис. 18).

Распространение: карбон — пермь.

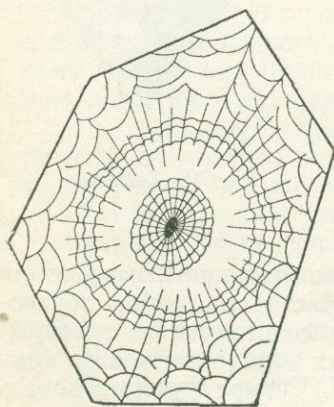


Рис. 18. *Lonsdaleia*

Геологическое значение и распространение класса. Табуляты и четырехлучевые коралловые полипы имеют большое значение для стратиграфического расчленения палеозойских отложений. Кроме того, они являются прекрасными показателями характера среды осадконакопления, так как это стенотермные и стеногалинные животные. В палеозое они играли очень большую роль в породообразовании и в настоящее время слагают мощные толщи коралловых известняков. Самые древние их представители известны из кембрийских отложений. В конце палеозоя табуляты и тетракораллы почти полностью вымирают. В мезозойских отложениях встречаются лишь отдельные представители подкласса табулята.

Кроме табулят и четырехлучевых кораллов в ископаемом состоянии встречаются и живут сейчас представители и других подклассов — гелиолитоидеи, восьмилучевые и шестилучевые кораллы. Их геологическое значение очень невелико.

ЧЕРВИ (VERMES)

Это очень большая группа животных, объединяющая четыре самостоятельных типа: плоские черви, немертину, круглые черви и кольчатые черви.

Наиболее высокоорганизованные из них — кольчатые черви (рис. 19), в отличие от других, имеют внутреннюю полость. Живут они в море и лишь иногда в пресноводных бассейнах, прирастая трубочками

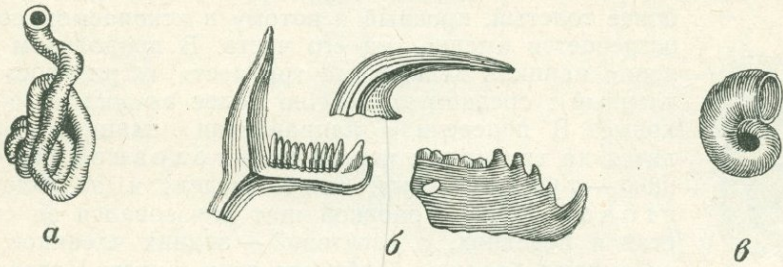


Рис. 19. Черви:

а — *Serpula*; б — части челюстей (сильно увеличено); в — *Spirorbis*

к любым подводным предметам. Некоторые из них имеют известковый скелет в виде цилиндрической конусовидной трубки, прямой, изогнутой или спирально свернутой. В ископаемом состоянии чаще всего встречаются роды: *серпула* (*Serpula*) — верхний силур — ныне, *спирорбис* (*Spirorbis*) — нижний силур — ныне.

Некоторые кольчатые черви — хищники, и их хитиновые челюсти — сколекодонты, иногда встречаются в ископаемом состоянии.

Трубочки кольчатых червей известны с кембрия. Иногда они скопляются большими массами, образуя мелководный известняк «серпулит». Их стратиграфическое значение очень невелико.

ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ (ARTHROPODA)

Этот тип насчитывает более 1 млн. видов и является наиболее многочисленным типом животных.

Членистоногие (различные насекомые, раки, крабы, трилобиты, мечехвосты и многие другие) чрезвычайно разнообразны по своему строению и образу жизни. Они живут в морях, в пресных водах, в почве и в воздухе самых различных климатических зон. Появились членистоногие еще в докембрии. Уже в кембрийских отложениях они представлены разнообразно и очень широко. Происхождение членистоногих неясно. По целому ряду признаков они ближе всего стоят к кольчатым червям, и поэтому последние предположительно считаются предками членистоногих.

Членистоногие — высокоорганизованные животные. У них есть рот, желудок, пищеварительный канал, нервная (даже головной мозг) и кровеносная системы, хорошо развитые глаза, органы дыхания (легкие, трахеи или жабры — в зависимости от среды обитания).

Тип членистоногих объединяет 4 подтипа, каждый из которых делится на несколько классов. В геологическом отношении интересен класс трилобитов и в меньшей степени — класс ракообразных.

## КЛАСС ТРИЛОБИТОВ (TRILOBITA)

Трилобиты жили в морях на различной, чаще небольшой, глубине, плавая у дна или ползая по дну. Не исключена возможность, что некоторые трилобиты жили в пелагической области моря и вели nektonный и даже планктонный (мелкие трилобиты с длинными шипами) образ жизни.

Трилобиты имели членистое тело, покрытое хитиновым панцирем, пропитанным углекислым или фосфорнокислым кальцием. Периодически панцирь сбрасывался, и в это время, до появления нового панциря, животное росло. Со спинной стороны панцирь трилобитов был

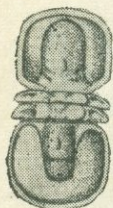


Рис. 20.  
*Agnostus*

более толстый, прочный и потому в ископаемом состоянии встречается именно эта его часть. В продольном направлении панцирь делился на три части («трилобос» — трехчленный): срединную, обычно более выпуклую, и две боковые. В поперечном направлении панцирь также делится на три части: переднюю — головной щит, среднюю — туловищный щит (отдел) и заднюю — хвостовой щит. Головной щит образовался за счет срастания передних, а хвостовой — задних члеников, на что указывают борозды в области этих щитов. Членики туловищного щита (от 2 до 44) сочленялись подвижно, в результате чего многие трилобиты могли свертываться, поджимая головной щит к хвостовому. Это позволяло им

прятать менее защищенную брюшную часть, прикрытую более тонким покровом.

Средняя, более выпуклая часть головного щита, называется глабелю. Головной щит и глабель могут иметь самые различные очертания, форму и размеры. По обе стороны от глабели располагаются щеки, которые лицевым швом делятся на две части: внутреннюю — неподвижную и наружную — свободную. Лицевые швы расположены таким образом, что глаза во время линьки освобождались от панциря в первую очередь. Это было очень важно, так как в это время животное не имело защитного покрова.

Глаза у трилобитов были устроены сложно и разнообразно: они состояли из множества линз (иногда до 15 000). Такие глаза называют фасеточными и агрегатными. Некоторые трилобиты были слепыми. В передней части головного щита располагалась пара усиков — сяжков (органы чувств). Членистые конечности трилобитов были двуветвистые. Наружная ветвь служила для плавания и, возможно, дыхания, а внутренняя — для хождения по дну.

Класс трилобитов делится на два подкласса: миомерные и полимерные.

В подкласс миомерные (*Миомера*) входят мелкие трилобиты, туловищный щит которых состоит из 2—3 члеников, а головной и хвостовой похожи друг на друга. Глаза у них обычно отсутствуют. Типичным представителем подкласса является род *агностус* (*Agnostus*) (рис. 20).

Распространение: кембрий — ордовик.

В подкласс полимерные (*Полимера*), или многочленистые, объединены трилобиты, у которых туловищный щит состоит из пяти и более члеников. К этому подклассу относится более 1500 родов. Некоторые из них описаны ниже.

Род *оленеллус* (*Olenellus*). Головной щит и глабель большие (рис. 21, а). Лицевые швы слабо развиты. Глаза большие, полулунные. Туловищный щит состоит из 14 члеников. Последний членик образует длинный шип.

Распространение: нижний кембрий.

Род *парадоксидес* (*Paradoxides*). Головной щит большой, округленный. Глабель разнообразная по форме. Лицевой шов хорошо выражен. Глаза большие. Туловищный щит имеет 17—23 членика. Хвостовой щит маленький (рис. 21, б).

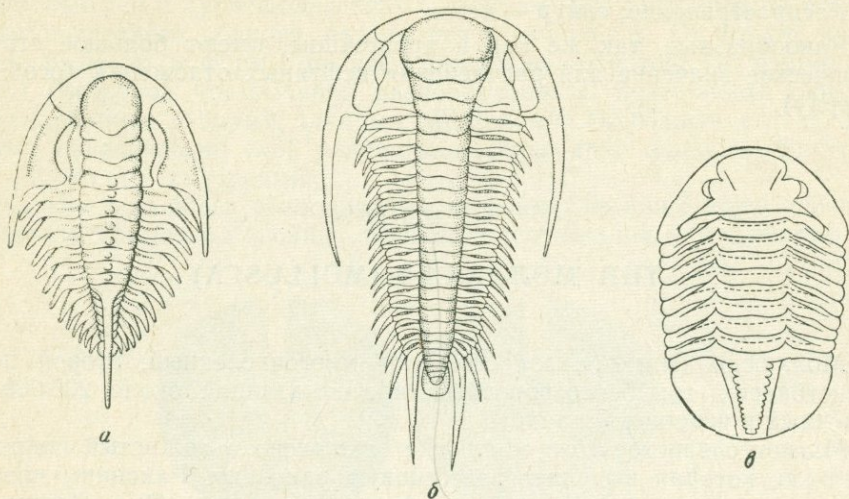


Рис. 21. Полимерные трилобиты:  
а — *Olenellus*; б — *Paradoxides*; в — *Asaphus*

Распространение: средний кембрий.

Род *азафус* (*Asaphus*). Головной и хвостовой щиты одинакового размера. Глабель имеет 2—3 пары борозд и усеченно-коническую или цилиндрическую форму. Туловищный щит (рис. 21, в) имеет восемь члеников. Глаза сидят на выступах или стебельках.

Распространение: ордовик.

Геологическое значение и распространение. Трилобиты — древние членистоногие. Их остатки очень часто встречаются в кембрийских, ордовикских и силурийских отложениях, для которых они являются очень важными руководящими формами. Трилобиты дожили до конца палеозоя, но в отложениях более молодых, чем силурийские, они встречаются очень редко.

#### КЛАСС РАКООБРАЗНЫЕ (CRUSTACEA)

Ракообразные (раки, крабы, усонogie рачки, остракоды) живут в морской и в пресной воде и даже в лесной почве (Африка) и торфяниках. Из всех ракообразных в геологическом отношении особенно интересен подкласс остракоды, или ракушковые (*Ostracoda*).

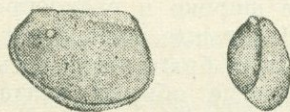


Рис. 22. *Leperditia*

Подкласс остракоды (*Ostracoda*). Остракоды живут в морях до глубины 200 м и в пресноводных бассейнах и ведут планктонный или бентосный образ жизни. Пресноводные формы обычно донные.

Остракоды имеют двустворчатую раковину разнообразной (бобовидную, шарообразную, яйцеобразную и др.) формы, размером от 0,2

до 50 мм. Створки могут быть равные и неравные, симметричные и несимметричные.

Остракоды встречаются в палеозойских (начиная с кембрия), мезозойских и кайнозойских отложениях. Характерным представителем остракод является род *лепердитиа* (*Leperditia*) — рис. 22.

Распространение: силур — девон.

Ракообразные, так же как и простейшие, имеют большое стратиграфическое значение для расчленения нефтяных отложений (особенно по керну).

## ГЛАВА 10

### ТИП МОЛЛЮСКИ (MOLLUSCA)

Моллюски (мягкотелые) образуют многочисленный, второй после членистоногих, тип беспозвоночных, насчитывающий около 200 000 современных и ископаемых видов.

Мягкое слизистое тело моллюска заключено в кожистый покров — мантию, которая выделяет известковую раковину. Раковины чрезвычайно разнообразны по размерам, форме, строению. Они обычно состоят из наружного — органического, срединного и внутреннего — кальцитовых (или арагонитовых) слоев. Внутренний слой нередко перламутровый.

Моллюски — двустороннесимметричные животные, за исключением брюхоногих. Тело их разделяется на голову (у двустворчатых моллюсков она не обособлена), туловище и ногу. У них хорошо развита пищеварительная система, имеется кровеносная система, обособленное сердце, нервная система. Во рту располагается язычок, покрытый хитиновыми (иногда с примесью извести) зубчиками. Эта терка — радула служит для перетирания пищи. Ее нет только у двустворчатых моллюсков. Дышат моллюски жабрами или легкими. Размножаются половым путем. Иногда они гермафродитны. Живут обычно в воде (в морях и пресных водоемах) и лишь иногда на суше. Известны начиная с кембрия.

Тип моллюсков по строению мягкого тела и раковины делится на шесть классов. Из них геологический интерес представляют брюхоногие, двустворчатые и головоногие.

### КЛАСС БРЮХОНОГИЕ (GASTROPODA)

Брюхоногие наиболее широко и разнообразно представлены в неритовой области моря. Отдельные формы встречаются во всех зонах, вплоть до абиссальной. Среди брюхоногих есть и пресноводные и даже наземные формы. Брюхоногие обычно ползают, некоторые плавают (крылоногие моллюски) или присасываются к камням. Питаются растениями, илом, другими животными.

Раковина брюхоногих представляет собой чаще всего трубочку, закрученную в нисходящую спираль. Каждый последующий оборот полностью закрывает предыдущий или прилегает к нему. Если внутренние, брюшные стороны оборотов соприкасаются, образуется столбик, если же соприкосновения не происходит, возникает углубление — пупок. У некоторых брюхоногих раковина колпачковидная или черве-

образная. Та часть раковины, откуда начинается ее рост, называется вершиной. На противоположном конце имеется отверстие — устье (апертура), через которое животное общается с внешней средой. Край устья — губы, наружная и внутренняя, может быть сплошным без выреза или имеет вырез для сифона — трубки, образованной мантией и проводящей воду к жабрам. Вся раковина, за исключением последнего оборота, называется завитком. Он может иметь разные размеры и форму, разное количество оборотов. По форме раковины гастропод чрезвычайно разнообразны. С поверхности они часто «украшены» ребрами, шипами, бугорками, бороздами и т. д. Наружный органический слой раковины нередко ярко окрашен. Внутренний — часто перламутровый.

Мягкое тело очень разнообразно по форме, но чаще всего оно продолговатое. Из устья раковины высовывается мощная нога, форма ко-

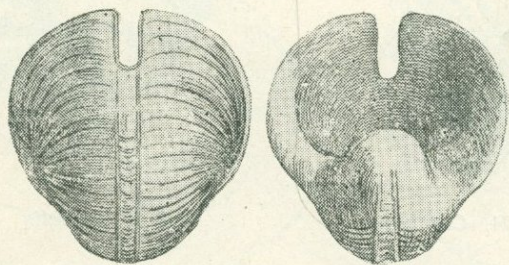


Рис. 23. *Bellerophon*

торой зависит от образа жизни. У ползающих форм нижняя сторона ее плоская. На ноге имеется роговая или известковая крышечка, которая закрывает отверстие раковины, когда нога втягивается внутрь раковины.

По строению органов дыхания, нервной системы, сердца, ноги, терки, раковины и т. д. класс брюхоногих делится на переднежаберных, заднежаберных и легочных.

Ниже приведено описание некоторых наиболее характерных представителей брюхоногих.

Род *беллерофон* (*Bellerophon*). Раковина завернута в спираль в одной плоскости; последний оборот закрывает все предыдущие. На наружной губе имеется глубокий вырез (рис. 23).

Это морские и очень редко пресноводные формы, ведут бентосный образ жизни.

Распространение: ордовик — пермь.

Род *церитиум* (*Cerithium*). Имеет башенковидную раковинку с большим числом оборотов, украшенную с поверхности бугорками и ребрышками (рис. 24).

Живут в мелком море теплых и умеренных зон.

Распространение: юра — ныне.

Род *геликс* (*Helix*). Имеет крупную раковину, гладкая поверхность которой нередко окрашена в коричневые полосы. Последний оборот большой, устье округлое (рис. 25).

Живут на суше, перемещаясь с помощью ноги; дышат легкими. В ископаемом состоянии встречаются редко.

Распространение: палеоген — ныне.

Геологическое значение и распространение. Брюхоногие появились в кембрии, были хорошо представлены в палеозое

и мезозое. Наибольшего расцвета достигли в кайнозое. Они дают большое количество руководящих форм, являются породообразующими организмами и позволяют выяснять физико-географическую обстановку.

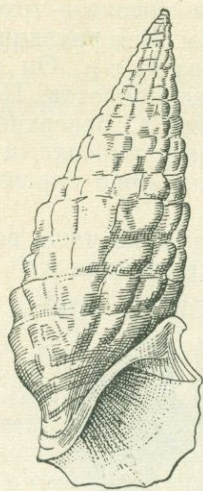


Рис. 24. *Cerithium*



Рис. 25. *Helix*

#### КЛАСС ДВУСТВОРЧАТЫЕ (BIVALVIA), ИЛИ ПЕЛЕЦИПОДЫ (PELECYPODA)

Двустворчатые моллюски живут в мелководной зоне морей и в других водных бассейнах. Некоторые опускаются на значительные глубины. Двустворчатые ползают по дну, зарываются в ил или прикрепляются ко дну с помощью известковых нитей (биссусов) или цемента. Некоторые сверлят древесину или горные породы. Часть из них плавают, выталкивая воду.

Тело пелеципод заключено в двустворчатую раковину. Створки раковины, как правило, одинаковые. Они соединяются связкой, мускулами (одним или двумя) и зубным аппаратом, или замком (рис. 26). Связка, наружная или внутренняя, открывает раковину, мускулы ее замыкают. Замок, состоящий из зубов, и зубных ямок, расположенных с внутренней стороны в макушечной области, служит для прочного смыкания створок и предохраняет их от боковых смещений. Он чрезвычайно разнообразен по устройству. Макушечная, наиболее выпуклая часть створки называется верхним (спинным) краем, противоположный конец — нижним (брюшным). Кроме того, различают передний и задний края. Они определяются по положению макушки, которая у большинства двустворчатых смещена и завернута в сторону переднего края, а также по некоторым другим деталям строения. Форма раковины очень разнообразна. Поверхность ее или гладкая со струйками нарастания, которые располагаются по concentрическим линиям от макушки, или покрыта радиальными ребрами, шипами, бугорками.

Мантия пелеципод состоит из двух лопастей, сросшихся на спинной и брюшной сторонах. На переднем крае остается отверстие для ноги, на заднем — два отверстия, через которые вводится вода, омывающая жабры и приносящая пищу, и выводятся отбросы. У зарывающихся форм мантия у отверстия вытягивается, образуя две трубки — сифоны. С внутренней стороны раковины след прикрепления мантии к створкам образует мантийную линию (см. рис. 26). Там, где выходят

сифоны, она делает изгиб, образуя мантийный синус. По его положению также определяют задний край створок. Кроме мантийной линии и синуса, с внутренней стороны створок наблюдаются отпечатки сводящих мускулов.

Мягкое тело пелеципод состоит из туловища и ноги. Нога имеет форму клина или языка.

Соответственно строению замка класс двустворок делится на отряды: рядозубые, беззубые, связкозубые, расщепленнозубые, разнозубые и рудисты. Ниже описаны наиболее интересные в геологическом отношении отряды.

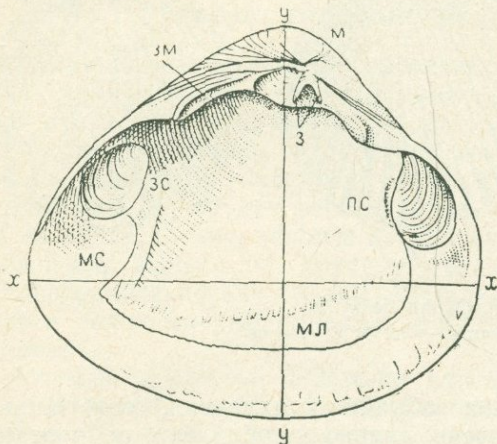


Рис. 26. Строение раковины двустворки (раковина рода *Mastra*):

м — макушка; эм — замок; з — зубы; пс — передний; зс — задний сводящие мускулы; мл — мантийная линия; мс — мантийный синус (бухта); х — х — длина раковины; у — у — высота

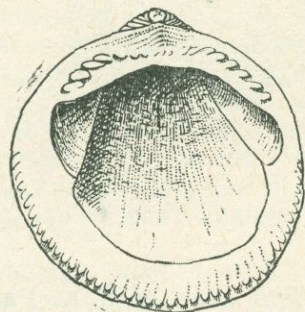


Рис. 27. *Pectunculus*

Отряд рядозубых. Замок состоит из многочисленных коротких обычно одинаковых по величине зубов.

Род *пектункулус* (*Pectunculus*). Имеет почти округленную равностворчатую толстостенную раковину (рис. 27). На поверхности раковины видны следы нарастания и радиальные ребра. Синус или отсутствует или неглубокий.

Распространение: мел — ныне.

Отряд беззубые. Обычно имеют неравностворчатую или почти равностворчатую раковину без замка.

Род *иноцерамус* (*Inoceramus*). Раковина равностворчатая, неравносторонняя, овальная, вытянутая в длину или округлая. Замочный край прямой. Макушки сдвинуты к переднему краю. На наружной поверхности (рис. 28, а) имеют грубую концентрическую скульптуру. Мантийная линия без синуса.

Распространение: юра — ныне.

Род *пектен* (*Pecten*). Раковина равностворчатая, толстостенная, радиально-ребристая (рис. 28, б). Правая створка сильно выпуклая, левая — плоская или вогнутая. Имеются ушки, нередко неодинаковые. Мускул один.

Распространение: юра — ныне.

Род *остреа* (*Ostrea*). Неравностворчатая раковина неправильной формы, обычно прирастающая левой (большей) створкой. Левая створка (рис. 28, в) украшена тонкими струйками, волнами, неоднородными

ребрами; правая — более или менее гладкая. Мускул один, расположен почти в центре раковины.

Распространение: триас — ныне.

Отряд расщепленнозубые. На левой створке имеют один центральный раздвоенный книзу зуб, на правой — два центральных расходящихся зуба.

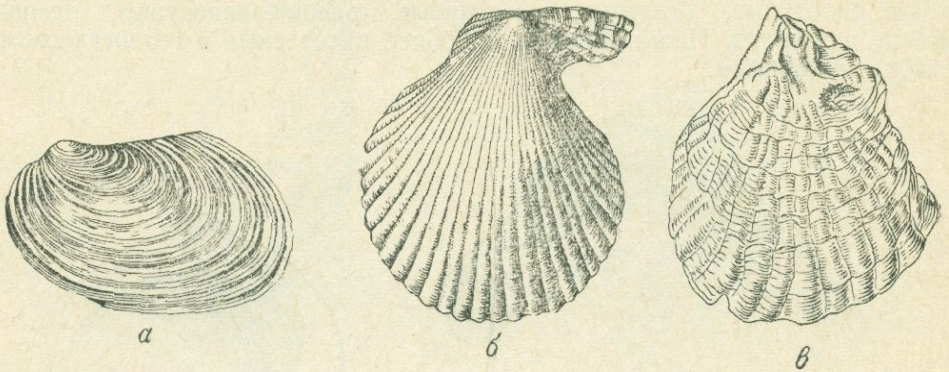


Рис. 28. Отряд беззубые:  
а — *Inoceramus*; б — *Pecten*; в — *Ostrea*

**Род унио (*Unio*).** Раковина обычно удлиненная, толстостенная неравносторонняя. Макушка очень сильно приближена к переднему краю. Раковина с поверхности покрыта роговым слоем, изнутри развит перламутровый слой. Поверхность раковины гладкая и только в примакушечной части имеются следы морщинистой или бугорчатой скульптуры. Правая створка имеет один центральный и один боковой зуб, левая — два центральных и два боковых. Мускула два, хорошо выражены. Мантийная линия без синуса.

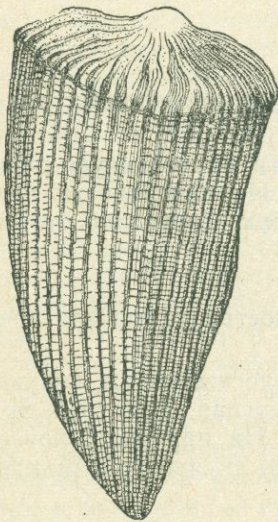


Рис. 29. *Hippurites*

Распространение: палеоген — ныне.

Отряд разнозубые. Замок состоит из неодинаковых по величине зубов.

**Род мактра (*Mastra*).** Раковина (см. рис. 26) округлая или овально-треугольная, неравносторонняя, гладкая или с концентрическими следами нарастания, с килевидным перегибом, идущим от макушки к заднему концу нижнего края. В левой створке один центральный раздвоенный зуб, в правой — два центральных зуба. В обеих створках развиты боковые зубы. Мантийная линия с небольшим синусом. Мускула два, хорошо выражены.

Распространение: палеоген — ныне.

Отряд рудисты. Раковина состоит из неодинаковых створок: нижней, конической или спиралевидной, и верхней, имеющей вид крышечки.

**Род хиппуритес (*Hippurites*).** Толстостенная раковина (рис. 29). Правая (нижняя) створка, прирастающая ко дну, может достигать 1 м в высоту. Левая (верхняя) — плоская, слабо выпуклая. Поверхность правой створки обычно ребристая, иногда почти гладкая. В правой створке имеется один центральный зуб, в левой — два конических

зуба. Для замыкания раковины имеется мощный мускул. Живут в тропических и субтропических морях, обычно прирастая ко дну.

Распространение: верхний мел.

Геологическое значение и распространение. Первые находки двустворок известны из кембрийских отложений, но в палеозое они были распространены относительно меньше, чем в мезозое и особенно в кайнозое.

Двустворки имеют большое значение как руководящие ископаемые, особенно для палеогеновых и неогеновых отложений, а также как породообразующие организмы и как показатели среды осадконакопления.

### КЛАСС ГОЛОВОНОГИЕ (CERIALOPODA)

Головоногие — наиболее высокоорганизованные беспозвоночные. К ним относятся каракатицы, осьминоги, кальмары, наutilusы и некоторые другие (всего до 400 видов). Все они хищники.

Мешковидное тело головоногих имеет ясно выраженную голову с хорошо развитыми глазами и ротовым отверстием, которое окружено щупальцами (8—10 или несколько десятков). Последние используются для ползания по дну, защиты и нападения. Для плавания большинство головоногих использует воронку — специальный мускулистый орган, расположенный позади головы. Выталкивая из него воду, они перемещаются толчками (по принципу реактивного двигателя) задним концом вперед.

Ротовое отверстие снабжено парой челюстей, пропитанных известью. В глотке имеется терка. Головоногие имеют хорошо развитую пищеварительную и кровеносную системы и высокоразвитую нервную систему. Дышат головоногие жабрами. Размножаются только половым путем.

По аналогии с современными всех ископаемых головоногих делят на два подкласса: наружнораковинные и внутреннераковинные.

#### ПОДКЛАСС НАРУЖНОРАКОВИННЫЕ (EUSTOSONLIA)

Наружнораковинные — исключительно морские животные. Одни из них плавали очень хорошо, другие — несколько хуже (у дна), третьи — ползали по дну. Они жили в мелководных зонах морей с нормальной соленостью, в эпиконтинентальных (мелководные моря на платформах) морях и лишь некоторые в глубоководных зонах геосинклинальных бассейнов. Установлено, что они не жили в местах с сильным движением воды и низким содержанием кислорода, а также в областях, заселенных многочисленными бентосными организмами.

Из наружнораковинных к настоящему времени сохранился только один род *Nautilus* (в Индийском и Тихом океанах, на глубинах до 700 м), изучение которого позволило детально разобраться в строении наружнораковинных (рис. 30).

Известковая трехслойная раковина наружнораковинных разделена перегородками на камеры. Животное живет в первой, прилегающей к устью, камере. Остальные камеры заполнены газом (чаще всего азотом), количество и давление которого регулируется так, что раковина моллюска представляет своеобразный гидростатический аппарат. Перегородки, вогнутые или выпуклые, имеют разнообразную форму. След их прикрепления к раковине называется перегородочной, или лопастной (сутурной), линией. Она бывает или слабо изогнутой, или волнистой, или сильно рассеченной. Изгибы ее, направленные в сторону жилой камеры, называются седлами, а в противоположную им — лопастями. Через середину перегородок или по краю их от задней части тела через все камеры проходит сифон — кожистая труб-

ка, вдоль которой проходят кровеносные сосуды. Она снабжает камеры газом, а также регулирует его количество и давление. Перегородки вокруг сифона отгибаются назад и образуют сифонные дудки.

Подкласс наружнораковинные по строению раковины, перегородок, перегородочной линии и сифона делится на пять надотрядов: наутилоидеи, эндоцератиты, аммониты, актиноцератиты и бактриты. Геологический интерес представляют три первых надотряда.

Надотряд наутилоидеи (*Nautiloidea*). Раковина имеет разнообразную форму и строение: трубка прямая или слегка изогну-

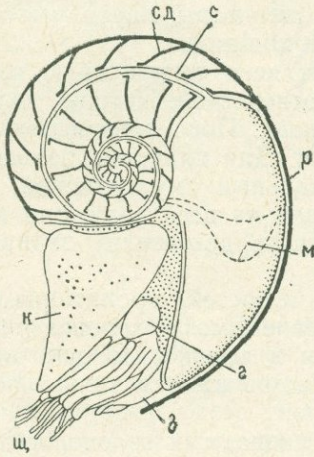


Рис. 30. Схематический разрез наутилуса (ныне живущий) по плоскости симметрии:

к — капишон; щ — щупальца; в — воронка; г — глаз; м — мускул; р — раковина; с — сифон; сд — сифонные дудки

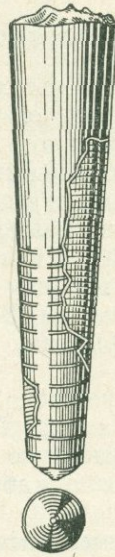


Рис. 31.  
*Orthoceras*

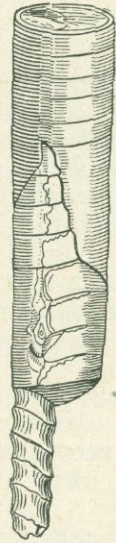


Рис. 32.  
*Endoceras*

тая, иногда в виде конической или плоскостной спирали. В последнем случае наблюдаются формы с несоприкасающимися оборотами (эволютные) и формы, у которых последующий оборот полностью объемлет предыдущий (инволютные). С поверхности раковина гладкая или имеет продольные и поперечные ребра, различные по величине и толщине, иногда усаженные бугорками и шипами. Перегородки простые, перегородочная линия почти прямая или слабо волнистая. Сифон занимает обычно центральное положение и лишь иногда приближен к краю.

Отряд ортоцератиды (*Orthoceratida*) — наиболее древние наутилоидеи и были распространены от ордовика до триаса. Имеют прямую или слегка согнутую раковину, имеющую вид высокого конуса. Она разделена перегородками, выпуклыми в сторону узкого края. Сифон проходит через центр каждой перегородки. Длина раковины иногда достигала 2 м. Типичный представитель — род *Orthoceras* (рис. 31).

Распространение: средний ордовик.

Отряд наутилиды (*Nautilida*) появились еще в кембрии, но особенно широко они были распространены в палеозое и мезозое. Раковина их представляет собой трубку, свернутую в плоскую спираль. Типичный представитель — *Nautilus* (см. рис. 30).

Распространение: ордовик — ныне.

Надотряд эндоцератиты (*Endoceratoidea*). Это очень крупные (до 3—4,5 м) головоногие с прямой раковиной и широким сифоном, занимавшим краевое положение. Сифон (1/3 ширины раковины) заполнен известковыми конусами, которые вставляются друг в друга. Эндоцератиты вели бентосный образ жизни и жили только в ордовике. Характерный род — *Endoceras* (рис. 32).

Распространение: ордовик.

Надотряд аммониты (*Ammonoidea*). Известковая раковина аммонитов, размером от нескольких миллиметров до 2 м, чаще всего

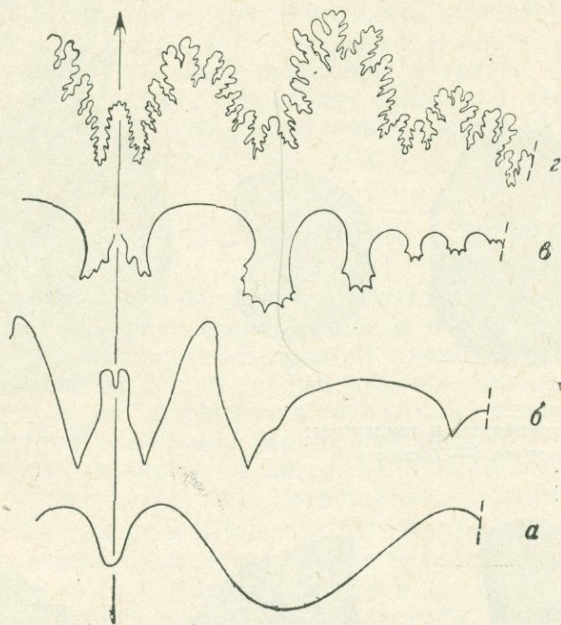


Рис. 33. Типы лопастных линий:  
а — агониатитовый; б — гониатитовый; в — цератитовый;  
г — аммонитовый

представляет собой трубку, свернутую в плоскую спираль и состоящую из многих оборотов. Некоторые аммониты имели прямую, крючкообразную, улитковидную и другие раковины. С поверхности раковина очень часто была покрыта ребрами, бугорками, шипами и другими «украшениями», которые у аммонитов были значительно более разнообразны, чем у наутилоидей. У некоторых поверхность раковины была гладкой. Устье обычно простое, а иногда с боковыми ушками или выемкой, или выступом на внешней стороне. У некоторых аммонитов оно закрывалось крышечкой из одной или двух пластинок. Тонкий сифон проходил вдоль наружного, и лишь иногда вдоль внутреннего края раковины, занимая, таким образом, краевое положение. Многочисленные обороты были разделены перегородками на камеры. Лопастная линия по числу, форме и расчлененности лопастей и седел различна (рис. 33): агониатитовая — наиболее простая линия, гониатитовая (отличается от агониатитовой значительно большим числом заостренных лопастей и округленных седел), цератитовая (имеет мелкозазубренные лопасти) и аммонитовая.

В зависимости от строения лопастной линии аммоноидеи делятся на несколько отрядов.

Отряды агониатиты и гониатиты были распространены от девона до триаса.

Род (*тиманитес*) (*Timanites*). Раковина гладкая с узким пупком и высоким поперечным сечением, заостренным к наружной стороне (рис. 34, а).

Распространение: верхний девон.

Род *торноцерас* (*Tornoceras*). Раковина с узким пупком или без пупка. Поперечное сечение высокое, с наружной стороны округленное (рис. 34, б).

Распространение: средний и верхний девон.

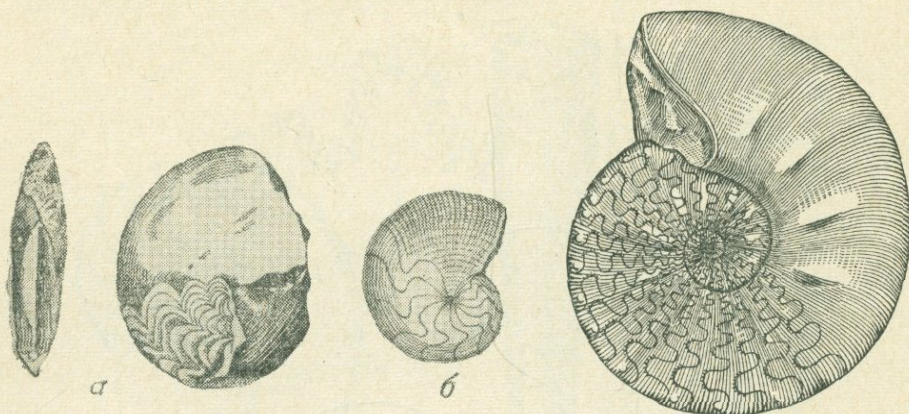


Рис. 34. Агониатиты и гониатиты:  
а — *Timanites*; б — *Tornoceras*

Рис. 35. *Ceratites*



Рис. 36. Аммонитиды:  
а — *Philoceras*; б — *Cardioceras*; в — *Scaphites*

Отряд *цератиты* — жили от перми до триаса.

Род *цератитес* (*Ceratites*). Раковина с широким пупком. Наружная сторона широкая или округленная или плоская. На поверхности по бокам имеются простые или ветвящиеся радиальные ребра (рис. 35).

Распространение: нижний и средний триас.

Отряд *аммонитиды* включает около 800 родов. Были распространены в юре и меле.

Род *филоцерас* (*Philoceras*). Раковина (рис. 36, а) с сильно объемлющими оборотами, очень узким пупком и высоким овальным сечением, с поверхности покрыта струйками нарастания.

Распространение: нижняя юра — верхний мел.

Род *кардиоцерас* (*Cardioceras*). Поперечное сечение раковины сердцевидное, заостренное к наружной стороне, в середине которой проходит сжатый с боков киль. Пупок узкий. Поверхность раковины

(рис. 36, б) покрыта ветвящимися ребрами. В местах разветвления имеются бугорки.

Распространение: верхняя юра.

Род *скафитес* (*Scaphites*). Несимметричная полуразвернутая раковина с узким пупком (рис. 36, в). На поверхности имеются многочисленные тонкие радиальные ребра с бугорками.

Распространение: верхний мел.

Геологическое значение и распространение. Первые наружнораковинные (наутилоидеи) появляются в кембрии. Они имеют большое значение как руководящие организмы для ордовика, силура, девона. В конце силура появляются гониатиты, получившие большое развитие в девоне, карбоне и перми. В перми уже жили цератиты, занявшие господствующее положение в триасе. В конце триаса они вымирают, а на смену им приходят аммониты. Последние имеют исключительное значение как руководящие формы мезозоя. К концу мелового периода они полностью вымирают.

#### ПОДКЛАСС ВНУТРЕННЕРАКОВИННЫЕ (ENDOCOCHLIA)

Из современных животных к ним относятся каракатицы, кальмары, осьминоги и другие. Все они ведут бентосный и нектонный образ жизни и почти все (за исключением осьминогов) имеют внутренний известковый или роговой скелет. У них хорошо развита голова, большие глаза. Имеется 8—10 рук, рот с роговыми челюстями, плавники, замкнутая кровеносная система, пара жабр, чернильный мешок.

Все внутреннераковинные делятся на четыре отряда, но только один из них — отряд белемнитов представляет геологический интерес.

Отряд белемниты (*Belemnitida*). Внутренний известковый, с примесью органического вещества скелет белемнитов состоит из трех частей: фрагмокона, проостракума и ростра (рис. 37). Фрагмокон — воронкообразной формы раковина, разделенная перегородками на камеры. В нем на первоначальной стадии индивидуального развития помещалось мягкое тело животного. От спинного края фрагмокона отходит широкая тонкая пластина — проостракум. Фрагмокон и особенно проостракум в ископаемом состоянии встречаются редко. Лучше всего сохраняется ростр, в воронкообразном углублении которого (альвеола) помещается фрагмокон. Ростр представляет собой образование конической формы. Иногда он тонкий и длинный, иногда массивный и короткий, цилиндрической или веретенообразной формы, с округлым или слегка угловатым сечением.

Род *белемнителла* (*Belemnitella*). Ростр цилиндрический слабо конический с коротким заостренным концом, который заканчивается шипиком (рис. 38, а). Сечение ростра округлое. На поверхности наблюдается сеть ветвящихся отпечатков сосудов. На брюшной стенке имеется щель.

Распространение: верхняя часть верхнего мела.

Род *пахитеутис* (*Pachyteuthis*). Ростр толстый, короткий, цилиндрической формы, несколько уплощенный с нижней стороны (рис. 38, б). Брюшная уплощенная сторона с короткой бороздкой, начинающейся от заостренного конца.

Распространение: верхняя юра — нижний мел. •

Род *цилиндртеутис* (*Cylindroteuthis*). Ростр длинный, в передней части цилиндрический то с короткой, то с более длинной срединной бороздкой на брюшной стороне, которая начинается от заднего конца ростра.

Распространение: верхняя юра.

Два последних рода сравнительно недавно объединялись в один род.

Геологическое значение и распространение. Появились внутрираковинные в карбоне, но массовое их развитие про-

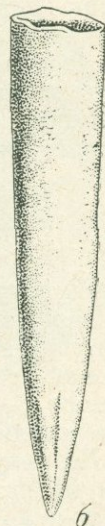
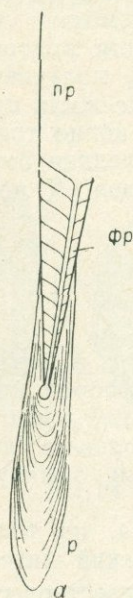


Рис. 37. Строение раковины белемнита:

а — схематический продольный разрез; б — раковина белемнита с брюшной стороны. пр — простракум; фр — фрагмокон; р — ростр

Рис. 38. Белемниты:

а — *Belemnitella*; б — *Pachyteuthis*

изошло в мезозое, для которого они являются важными руководящими ископаемыми. В конце мела они почти полностью вымирают. Некоторые роды вымирают в середине палеогена.

## ГЛАВА 11

### ТИП МШАНКИ (BRYOZOA)

Мшанки — исключительно колониальные животные, главным образом морские и лишь иногда пресноводные, имеющие размеры не более 1 мм. Каждый зооид (член колонии) живет в ячейке и выделяет известковый или хитиновый скелет в виде цилиндрической или призматической трубки или грушевидной формы. Колонии мшанок похожи на мох, водоросли или корки на камнях, раковинах; иногда они образуют тонкую сетку, иногда же — гроздевидные, полушаровидные и другие массы.

Современные мшанки обитают в морях всех климатических зон. Большинство из них живут, прирастая ко дну, в мелководной зоне теплых морей на глубинах от 90 до 200 м.

В ископаемом состоянии хорошо сохраняются мшанки, имеющие известковый скелет (рис. 39). К ним относятся: род *Stomatopora* (ордовик — ныне), род *Fenestella* (ордовик — пермь), род *Polypora* (ордовик — нижний триас) и др.

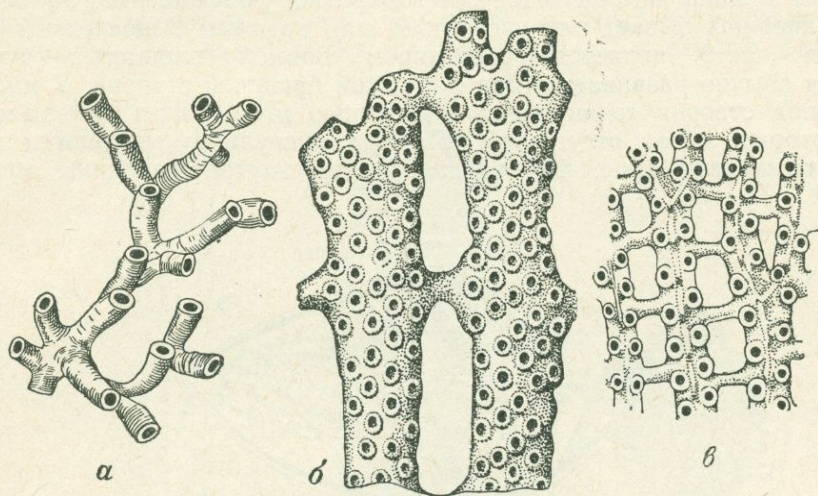


Рис. 39. Мшанки:  
а — *Stomatopora*; б — *Polypora*; в — *Fenestella*

Известны мшанки с ордовика. В карбоне, перми и неогене они были рифообразующими организмами. Стратиграфическое их значение очень невелико.

## ГЛАВА 12

### ТИП ПЛЕЧЕНОГИЕ (BRACHIOPODA)

Брахиоподы являются эвригалинными формами. Они жили в мелководных зонах моря. Многие толстостворчатые формы обитали в прибрежной полосе, на что указывают массовые находки их в рифогенных известняках. Брахиоподы в личиночной стадии ведут планктонный образ жизни, а взрослые особи — бентосный. При этом они лежат свободно или прирастают ко дну.

В настоящее время брахиоподы встречаются на глубинах до 5650 м, преимущественно на скалистом дне или в областях развития карбонатных илов.

Мягкое тело брахиопод заключено в двустворчатую раковину, состоящую или из фосфата кальция и хитина, или из карбоната кальция. С поверхности она или гладкая, или имеет струйки нарастания, или радиальноребристая. Нередко на поверхности имеются иглы и шипы различной формы и величины.

Створки раковины брахиопод, в отличие от створок раковины пелеципод, неодинаковы по величине: одна, более выпуклая и большая по величине, называется брюшной, другая, менее выпуклая или плоская, или даже вогнутая — спинной. Плоскость симметрии проходит посредине створки и делит ее пополам. Каждая створка имеет макушку, от которой начинается рост раковины. Макушка брюшной створки обычно более крупная. Тот край раковины, где рас-

полагается макушка, называется задним, или замочным, противоположный ему — передним. Края раковины между ними называются боковыми. В середине брюшной створки нередко имеется продольное углубление — синус; на спинной створке ему соответствует седло (выступ) и лишь иногда встречается обратное соотношение. Замочный край раковины бывает или изогнутым, или прямым. В последнем случае он часто является основанием прямой площадки — арены, которая обычно развивается под макушкой брюшной створки. У многих брахиопод створки соединяются с помощью мускулов и замка. У некоторых замок отсутствует. Парные мускулы-замыкатели и мускулы-отмыкатели (рис. 40) располагаются внутри раковины между

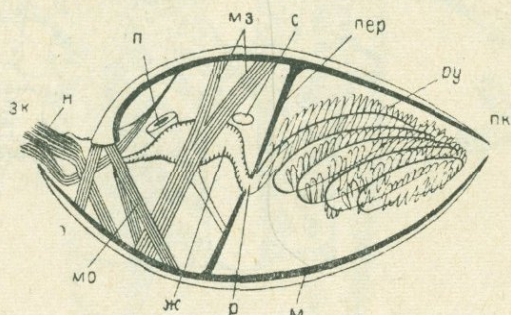


Рис. 40. Схема строения плеченого по Л. Ш. Давиташвили (1958):

зк — задний край; н — ножка; п — почка; с — сердце; мз — мускулы-замыкатели; пер — перегородка; ру — руки; ПК — передний край; м — мантия; р — рот; ж — жевательный лудок; мо — мускулы-отмыкатели

створками. Они действуют подобно пружинам. Замок состоит из двух выступов — зубов, располагающихся на брюшной створке, и двух соответствующих им зубных ямок на спинной створке. Многие брахиоподы для замыкания раковин, кроме того, имеют замочный отросток, основание которого располагается под макушкой спинной створки. У брахиопод есть ротовое отверстие, глотка, желудок и кишка, а также бахромчатые выросты — руки. С внешней стороны руки имеют желобок, по которому к ротовому отверстию вместе с током воды поступают пищевые частицы. Для поддержания рук у большинства брахиопод имеются особые скелетные образования в виде стерженька, петли или спирали, прикрепляющиеся к спинной створке с внутренней стороны.

Многие брахиоподы прирастают ко дну с помощью ножки. Она выходит или в треугольное отверстие — дельтириум (под макушкой брюшной створки), или через круглое отверстие — форамен (на вершине макушки брюшной створки), или между створками.

Брахиоподы раздельнополые животные. Они размножаются только половым путем.

Все брахиоподы делятся на два класса: беззамковые и замковые.

#### КЛАСС БЕЗЗАМКОВЫЕ (INARTICULATA)

Беззамковые (рис. 41) — наиболее примитивные плеченогие. Их створки сочленяются только с помощью мускулов. Руки не имеют известковых поддержек. Ножка выходит между створками. Иногда, у зарывающихся форм, она значительно длиннее самой раковины, у при-

растающих она отсутствует. Появились беззамковые в кембрии; живут до сих пор.

Род *лингула* (*Lingula*) имеет маленькую удлиненную раковину пятиугольного или овального очертания. Поверхность раковины гладкая или с тонкими концентрическими следами нарастания, а иногда и радиальными струйками. Ножка часто проходит по желобку в арее брюшной створки. Она значительно длиннее раковины и служит для зары-

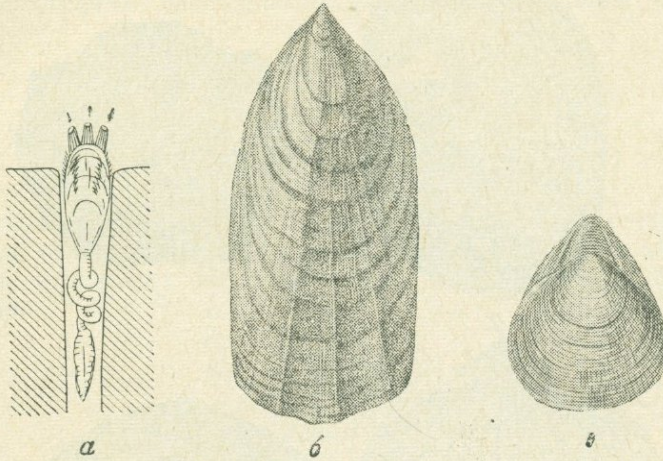


Рис. 41. Беззамковые:  
а — *Lingula* (ныне живущая); б — брюшная створка лингулы; в — *Obolus*

вания в ил или песок. Живут лингулы в литоральной зоне и являются эвригалинными формами.

Распространение: ордовик — ныне.

Род *оболус* (*Obolus*). Раковина маленькая, округлого или овального сечения, с поверхности покрытая концентрическими следами нарастания и радиальными струйками. Ножка проходила по желобку на арее брюшной створки.

Распространение: кембрий — ордовик.

#### КЛАСС ЗАМКОВЫЕ (ARTICULATA)

Замковые (рис. 42) имеют известковую раковину, створки которой сочленяются с помощью замка и мускулов. К этому классу относится большая часть брахиопод. Раковина их двухслойная, сплошная или пронизана тонкими канальцами, в которые входят отростки мантии. У многих замковых брахиопод развита арея, на которой имеется дельтириум. Руки часто имеют поддерживающий их ручной аппарат различного строения.

Появились замковые брахиоподы еще в кембрии и живут до сих пор.

Род *пентамерус* (*Pentamerus*). Обе створки раковины сильно выпуклые, замочный край короткий, арея отсутствует. В брюшной створке имеются дельтириум и крупные зубные пластинки, поддерживающие зубы. Срастаясь, они образуют спондилей — ложкуобразную пластинку, к которой прикрепляются мускулы-замыкатели и мускулы-размыкатели. Ручной аппарат в виде крючков.

Распространение: силур.

Род *продуктус* (*Productus*). Брюшная створка выпуклая, с широкой макушкой. Спинная — плоская или вогнутая. Арея обычно отсутствует. На внутренней стороне спинной створки имеется замочный

отросток. Ручной аппарат отсутствует. С поверхности раковина покрыта иглами, которые предохраняли ее от погружения в ил (продуктиды лежали на дне на брюшной створке). Жили от карбона до перми.

Род *ринхонелла* (*Rhynchonella*). Брюшная и спинная створки выпуклые, макушка маленькая клювовидная. Замочный край короткий.

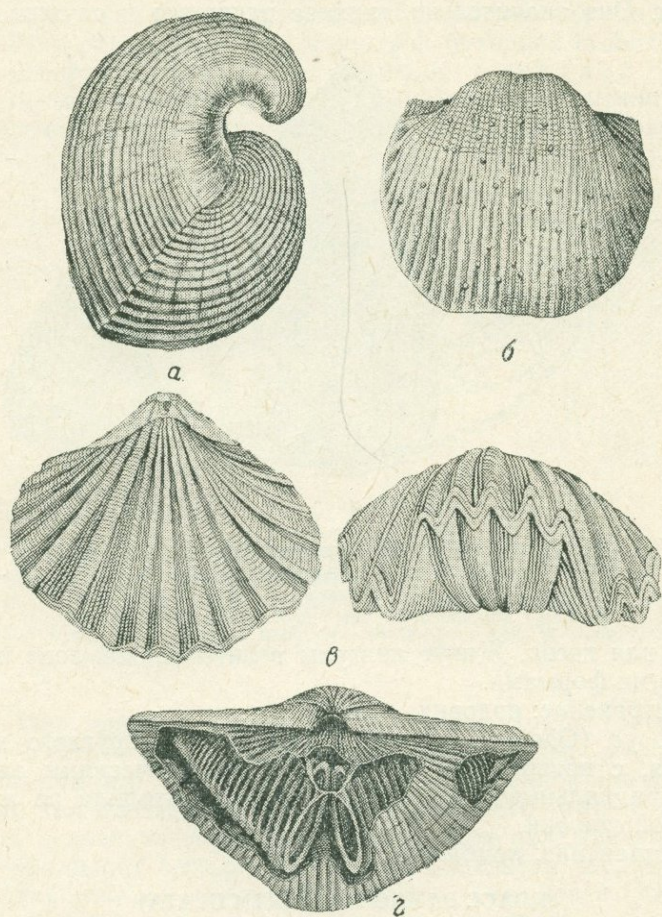


Рис. 42. Замковые:

*a* — *Pentamerus*; *б* — *Productus*, *в* — *Rhynchonella*; *г* — *Spirifer*

На брюшной створке сильно развит синус, на спинной седло. Ручной аппарат в виде крючков.

Распространение: юра — мел.

Род *спирифер* (*Spirifer*). Обе створки выпуклые, с хорошо развитой ареей, особенно на брюшной створке. Макушка брюшной створки заостренная, загнута наподобие клюва. На брюшной створке имеется синус, на спинной — седло. Поверхность раковины покрыта радиальными ребрами. Ручной аппарат в виде конусовидных спиралей. Развиты зубы, зубные пластинки и замочный отросток.

Распространение: верхний силур — пермь.

Род *теребратула* (*Terebratula*). Раковина (см. рис. 40) имеет выпуклые пористые створки. Поверхность раковины гладкая, со струйками нарастания. Замочный край короткий, изогнутый. На макушке брюшной створки имеется круглый форамен, ограниченный снизу дельтидальными пластинками. Ручной аппарат в виде петли.

Распространение: палеоген — неоген.

Геологическое значение и распространение. Известны брахиоподы с кембрия. Живут до сих пор. Они являются очень важными руководящими ископаемыми для палеозоя, причем беззамковые очень характерны для первой половины палеозоя, замковые — почти для всего палеозоя (за исключением кембрия). К мезозою многие группы брахиопод вымирают. Брахиоподы, обитавшие в мелководной зоне, принимали участие в образовании известняков. Они являются также показателями физико-географической обстановки образования породы.

### ГЛАВА 13

## ТИП ИГЛОКОЖИЕ (ECHINODERMATA)

В настоящее время известно до 5 000 видов иглокожих. Это морские звезды, офиуры, голотурии, морские ежи и морские лилии. Среди ископаемых иглокожих известны также морские пузыри, морские бутоны и др.

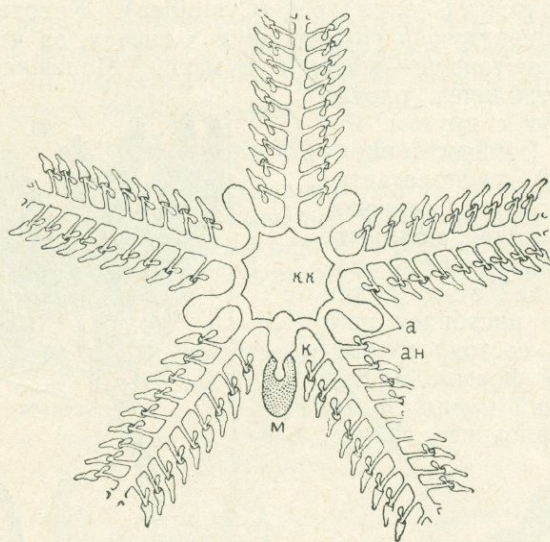


Рис. 43. Амбулякральная система морской звезды:  
кк — кольцевой канал; а — амбулы; ан — амбулякральные ножки; м — madreporовая пластинка; к — каменистый канал

Все иглокожие, за редким исключением, живут в теплых (и иногда в арктических) морях с нормальной соленостью. Это типичные бентосные животные. Лилии и пузыри обычно прирастают ко дну, морские звезды и ежи медленно ползают. Ежи, кроме того, иногда присасываются, делают себе норки. Очень многие иглокожие — хищники; некоторые питаются илом, переваривая содержащиеся в нем питательные вещества.

Тело иглокожих очень разнообразно по форме, однако всем им присущи черты строения, резко отличающие их от других животных: они имеют пятилучевую симметрию, водно-сосудистую (амбулякральную) систему, внутренний (мезодермический) скелет и различные скелетные элементы — придатки, бугорки и особенно иглы.

Скелет иглокожих состоит из известковых решетчатых табличек и прикрыт сверху кожным покровом. Амбулякральная система (рис. 43)

состоит из каменистого, кольцевого и пяти радиальных каналов. От последних отходят два ряда амбулякральных ножек. Они служат для передвижения, осязания и газообмена. Вода в эту систему поступает через мадрепоровую (решетчатую) пластинку в каменистый канал, из него — в кольцевой и радиальные каналы, а затем в амбулякральные ножки. Последние при этом сильно вытягиваются и присасываются к предметам. Затем вода выталкивается, ножки сокращаются и животное передвигается. Радиальные каналы с амбулякральными ножками образуют пять амбулякральных полей. Между ними располагаются пять межамбулякральных полей.

У иглокожих также имеется кровеносная система, слабо развитые органы чувств, кишечник. Дыхание осуществляется через амбулякральную систему, стенки тела или кожные жабры (выросты наружной стенки). Размножаются иглокожие половым путем.

Тип иглокожих делится на два подтипа: прикрепленные (стебельчатые) и неприкрепленные (свободноживущие).

### ПОДТИП ПРИКРЕПЛЕННЫЕ (PELMATOOZA)

Класс морские пузыри (Cystoidea). Животные эти имели шаровидную, яйцевидную и грушевидную чашечку, за что они и получили название цистоидей — морские пузыри. Чашечка состоит из многоугольных табличек, плотно соединенных друг с другом. Ротовое отверстие (иногда прикрытое табличками) располагается на верхней стороне чашечки. Анальное отверстие прикрыто пластинками, образующими пирамидку. Стебель, с помощью которого цистоидеи прирастали ко дну, состоял из членников различной формы. Внутри проходил широкий канал. Жили цистоидеи в ордовике, силуре,

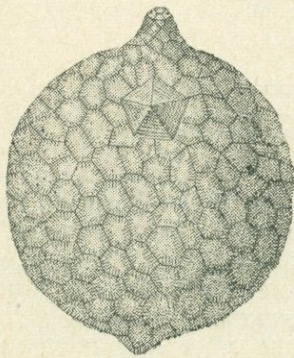


Рис. 44.  
*Echinospaerites*

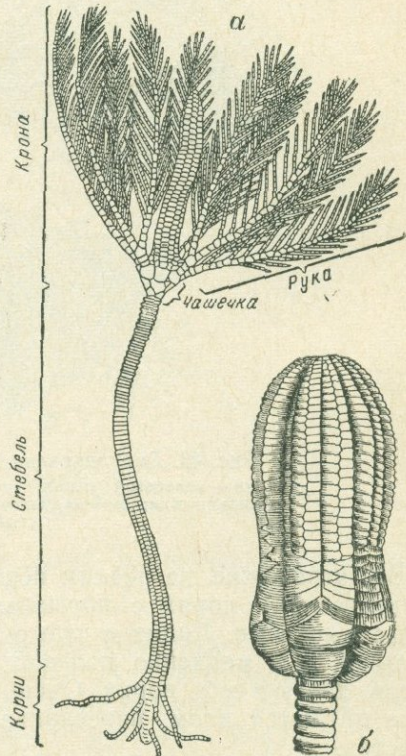


Рис. 45. Морские лилии:  
а — общий вид; б — *Encrius*

девоне. Характерный род эхиносферитес (*Echinospaerites*) — рис. 44, был распространен в ордовике.

Класс морские лилии (Crinoidea). Тело морской лилии (рис. 45, а) состоит из кроны и стебля; последний иногда от-

сутствует. Крона состоит из чашечки и пяти простых или ветвящихся рук, состоящих из члеников. В чашечке помещаются внутренние органы. Она составлена из двух или трех рядов (поясков) известковых пластинок. В каждом пояске имеется пять пластинок. Пластинки, слагающие нижний ряд, называются основными, или базальными. Пластинки верхнего ряда — радиальные — служат для прикрепления рук. Верхняя часть чашечки называется крышечкой. В центральной части крышечки расположен рот, сбоку — анус. От нижней (спинной) части чашечки отходит стебель, который заканчивается корневыми отростками (иногда клубневидным утолщением или образованием, напоминающим якорь), с помощью которых лилии прикрепляются ко дну (иногда временно). Некоторые лилии прирастают ко дну нижним концом чашечки или многочисленными усиками. Скелетная ось стебля состоит из подвижно соединенных известковых члеников, очень разнообразных по форме: цилиндрических, пятиугольных, эллиптических и др.

Появились лилии в ордовике, живут и ныне. Характерный род: *энкринус* (*Encrinus*) — рис. 45, б, был распространен в триасе.

### ПОДТИП НЕПРИКРЕПЛЕННЫЕ (ELEUTHEROZOA)

Животные этого подтипа или ползают по дну с помощью амбулякральных ножек или игл, или (реже) плавают. К этому подтипу относятся: морские звезды, голотурии, морские ежи и др. Геологический интерес представляет лишь последний класс.

#### КЛАСС МОРСКИЕ ЕЖИ (ECHINOIDEA)

Панцирь морских ежей имеет шаровидную, конусовидную, сердцевидную форму и состоит из известковых табличек, обычно плотно прилегающих друг к другу своими краями. Располагаются они меридиональными рядами, образуя по пяти двурядных амбулякральных

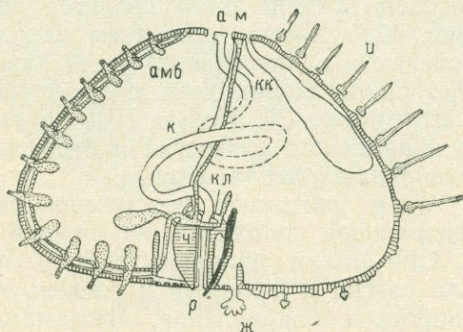


Рис. 46. Схематический срединный разрез правого морского ежа:

амб — амбулякральная система с амбулякральными ножками; а — анальное отверстие; м — мадрепоровая пластинка; и — иглы; ж — приротовые жабры; р — рот; ч — челюстной аппарат; кл — кольцевой канал; к — пищевой канал; кк — каменистый канал

и межамбулякральных полей. Амбулякральные таблички имеют отверстия для выхода ножек, а межамбулякральные — бугорки, к которым подвижно прикреплены иглы различного размера (до 45 см) и формы: цилиндрические, заостренные и другие. Панцирь покрыт тонким слоем кожи, в которой расположены различные органы чувств, в том числе и мелкие глазки. На нижней стороне тела ежа, в центре или в передней части, расположено ротовое отверстие (рис. 46). Оно ведет в пищеварительный канал, образующий несколько петель. Анальное

отверстие расположено или на верхней стороне тела или внизу на противоположном от ротового отверстия конце. У многих ежей рот снабжен мощным жевательным аппаратом (аристотелев фонарь), имеющим пять зубов, которые служат для соскребания и пережевывания пищи и для рытья нор.

Нервная, кровеносная и амбулякральная системы, так же как и пищеварительный канал, образуют кольца, от которых по радиусам отходят нервы и сосуды.

Ежи делятся на древних и новых. У древних (палеозойских) ежей число рядов пластинок в каждом амбулякральном поле могло ме-

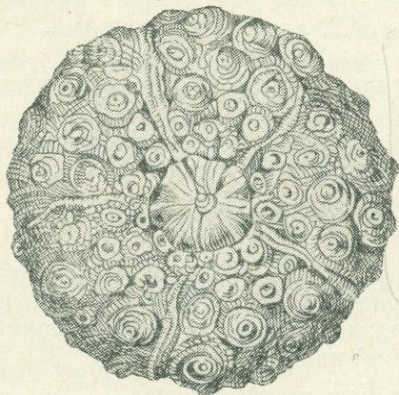


Рис. 47. *Archaeocidaris*

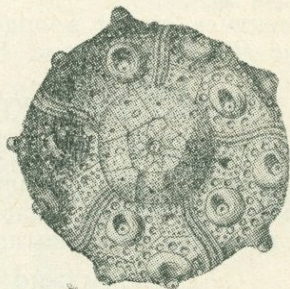


Рис. 48. *Cidaris*

няться от 2 до 20, а в каждом межамбулякральном поле — от 1 до 14. Сочленение пластинок панциря имело черепицеобразный характер. Типичным представителем древних ежей является род *археоцидарис* (*Archaeocidaris*) — рис. 47, живший в позднем девоне и перми.

У новых (мезозойских и кайнозойских) ежей каждое поле состоит из двух рядов плотно прилегающих друг к другу пластинок и количество последних всегда равно 20. Новые ежи по строению панциря, положению ротового и анального отверстий и некоторым другим признакам делятся на правильных и неправильных.

Правильные ежи обладают пятилучевой симметрией, а рот и анус занимают центральное положение на нижней (рот) и верхней (анус) частях тела. Они имеют приплюснутый у полюсов панцирь. Амбулякральные поля слегка извилистые и состоят из мелких табличек, вытянутых в широтном направлении. Межамбулякральные поля значительно шире амбулякральных и состоят из крупных табличек, имеющих большие и маленькие бугорки для прикрепления игл. Одним из характерных представителей правильных ежей является род *цидарис* (*Cidaris*) — рис. 48.

Распространение: верхний триас — ныне.

Неправильные ежи — двустороннесимметричные. Ротовое и анальное отверстия у них обычно располагаются на противоположных концах нижней части тела. Неправильные ежи известны с юрского периода.

Род *ехинокорис* (*Echinocorys*). Панцирь (рис. 49) высокий, конический. Рот смещен к переднему концу нижней стороны, анальное отверстие находится на этой же стороне на противоположном конце. Амбулякральные поля постепенно расширяются к нижней стороне. Поверхность панциря покрыта мелкими бугорками, иглы мелкие, тонкие.

Распространение: верхний мел.

Род *микрастер* (*Micraster*). Панцирь (рис. 50) сердцевидной формы. Амбулякральные поля лежат в углублениях. Задняя сторона панциря перпендикулярна к нижней стороне, в верхней ее части находится анальное отверстие. Ротовое отверстие находится на нижней стороне. Нижняя губа — в виде скребка.

Распространение: верхний мел — палеоген.

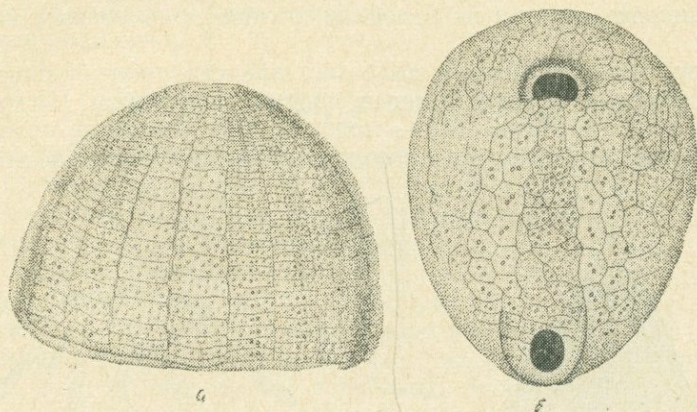


Рис. 49. *Echinocorys*  
а — вид сбоку; б — вид снизу

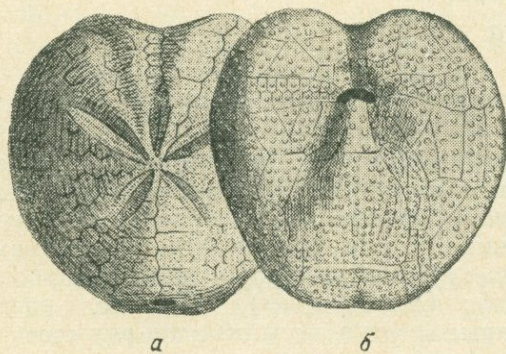


Рис. 50. *Micraster*  
а — вид сверху; б — вид снизу

Геологическое значение и распространение иглокожих. Первые остатки иглокожих известны из отложений раннего кембрия. В палеозое были широко распространены морские пузыри, морские лилии. Морские ежи, появившись в палеозое (ордовик), широко развиваются в мезозое и достигают расцвета в кайнозое.

Палеозойские ежи, имевшие хрупкий скелет, состоящий из тонких пластинок, в ископаемом состоянии сохраняются плохо и стратиграфического значения почти не имеют. Мезо-кайнозойские имеют большое значение для расчленения меловых, палеогеновых и неогеновых отложений, в которых панцири ежей образуют огромные скопления. Большое стратиграфическое значение имеют и остатки криноидей. Кроме того, морские лилии являлись порообразующими организмами. Скопления их скелетных образований дали начало криноидным известнякам.

ТИП ПОЛУХОРДОВЫЕ  
(HEMICHORDATA)

Полухордовые занимают промежуточное положение между бесхордовыми и хордовыми. Они, как и хордовые, имеют спинной нервный тяж и жаберные щели, но у них отсутствует настоящая спинная струна. До недавнего времени их относили к кишечнополостным или, реже, к мшанкам.

Полухордовые, жившие в палеозое, представляют большой геологический интерес и объединяются в подтип граптолиты (*Graptolitina*).

Граптолиты (рис. 51) — морские колониальные организмы с хитиновым скелетом, ведущие планктонный и псевдопланктонный образ

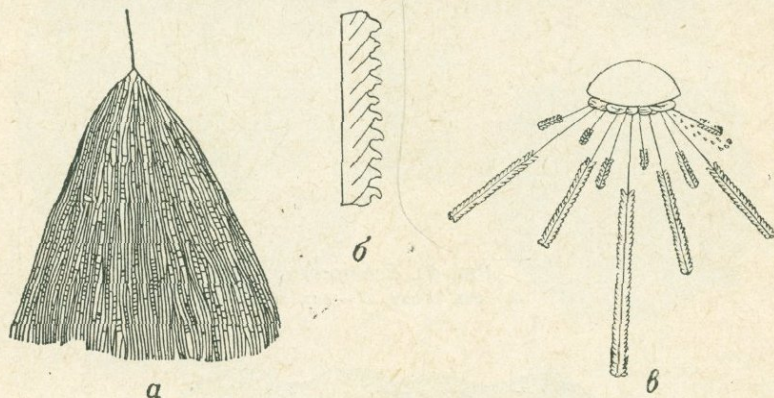


Рис. 51. Граптолиты:  
а — *Dictionema*; б — *Monograptus* (часть веточки); в — *Diplograptus*

жизни. Колония обычно состояла из веточек с ячейками, в которых размещались особи колонии размером в несколько миллиметров.

Род *диктионема* (*Dictionema*). Колонии кустистой формы, состоящие из многочисленных веточек, соединенных перемычками.

Распространение: верхний кембрий — нижний карбон.

Род *монограптус* (*Monograptus*). Прямые, разветвленные или спирально закрученные веточки, несущие один ряд ячеек.

Распространение: силур.

Род *диплограптус* (*Diplograptus*). Веточки колонии, прикрепляющиеся к плавательному пузырю, несут два ряда ячеек.

Распространение: ордовик — ранний силур.

Появились граптолиты в кембрии и вымерли в карбоне. Временем их расцвета были ордовик и силур, причем в нижнем силуре преобладали двурядные, а в позднем однорядные. Граптолиты являются очень важной группой для расчленения ордовикских и силурийских отложений. Их остатки встречаются в глинистых сланцах и известняках в виде тонких графитизированных пленочек и веточек.

ТИП ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)

Хордовые — двустороннесимметричные животные. Название типа происходит от двух слов — *chorda dorsalis* — спинная струна. Она представляет собой сплошной гибкий стержень, являющийся внутренним

осевым скелетом. У низших хордовых этот стержень сохраняется в течение всей жизни. У высших же — лишь на ранних стадиях индивидуального развития, замещаясь позже позвоночным столбом — *columna vertebralis*. Отсюда и их название — позвоночные — *Vertebrata*.

Тип хордовых объединяет три подтипа: 1) оболочники — *Tunicata*, 2) бесчерепные — *Acrania* и 3) позвоночные, или черепные — *Vertebrata*, или *Craniota*. Ныне известные ископаемые хордовые относятся к подтипу позвоночных.

## ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA)

Этот подтип объединяет большое количество наиболее высокоорганизованных животных. К нему относятся бесчелюстные, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие.

Позвоночные ведут активный образ жизни. Головной мозг, органы чувств, органы передвижения у них более совершенны, чем у других хордовых. Дышат они жабрами или легкими. Их позвоночный столб состоит или из хрящевых, или из костных позвонков. Позвонки имеют верхние и нижние костные дуги. Первые защищают спинной мозг, вторые, вместе с ребрами, защищают внутренние органы. Кроме осевого скелета, у позвоночных есть еще череп и скелет конечностей, для которых опорой является осевой скелет. Все вместе они составляют внутренний скелет.

С поверхности тело позвоночных покрыто кожным покровом, который предохраняет животных от излишнего испарения, механических повреждений, проникновения бактерий и т. д. Из клеток верхнего отдела кожи — эпидермиса (надкожицы) развивается роговая чешуя пресмыкающихся, перья, волосы, а клетки нижнего отдела — кутиса (собственно кожи) дают начало чешуе рыб, зубам, кожным костям. Костные образования кожи составляют наружный скелет позвоночных (черепahi, броненосцы и др.).

Подтип позвоночных включает класс бесчелюстных (*Agnatha*), надкласс рыбы (*Pisces*) и надкласс четвероногие (*Tetrapoda*).

## КЛАСС БЕСЧЕЛЮСТНЫЕ (AGNATHA)

Этот класс объединяет самых примитивных позвоночных. Из ископаемых форм к ним относятся панцирные, или щитковые. Они похожи на рыб, но не имеют челюстей и парных плавников. Их голове и переднюю часть туловища покрывал панцирь, состоящий из

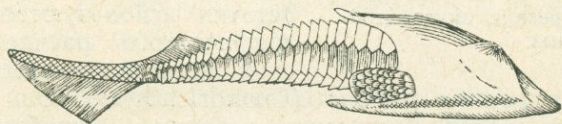


Рис. 52. *Cephalaspis*

сросшихся кожных зубов или костных пластин, заднюю часть покрывала чешуя. Они имели хрящевой скелет. Первые находки их кожных зубов известны из ордовикских отложений. В позднем силуре и начале девона они были широко распространены. Вымерли к концу девона. Типичным представителем является род *цефаласпис* (*Cephalaspis*) — рис. 52, живший в раннем девоне.

Из современных форм к ним относятся миноги и миксины.

## НАДКЛАСС РЫБЫ (PISCES)

У рыб хорошо развита мускулатура, челюсти, органы чувств, головной мозг. Они имеют парные — грудные и брюшные и непарные — хвостовой, спинной и анальный плавники.

Тело их покрыто чешуей различной формы. Скелет хрящевой или костный. Рыбы — животные с непостоянной температурой тела, зависящей от окружающей среды. Размножаются, они, откладывая икринки (яйца) в воду.

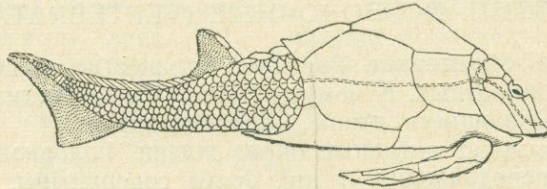


Рис. 53. *Pterichtys*

Известны рыбы с силура, причем многие исследователи считают, что первые рыбы появились в пресных водоемах. В девоне они уже были распространены очень широко во всех водных бассейнах.

Надкласс рыб объединяет три класса: пластинокожие, хрящевые и костные.

Класс пластинокожие (Placodermi). Как и щитковые, они имели панцирь, который покрывал голову и переднюю часть туловища. Поэтому их иногда объединяют вместе в группе «панцирных рыб».

Но в отличие от щитковых, пластинокожие имели челюсти и их головной и туловищный отделы сочленялись подвижно, так что голова могла подниматься и опускаться. Нижняя часть тела пластинокожих плоская. Очевидно, они были донными животными. Некоторые из них — род *птерихтус* (*Pterichthys*) имели парные жесткие длинные конечности — придатки (рис. 53), с помощью которых они ползали по дну. Жили они в солоноватоводных и пресных бассейнах девона, и их остатки используются для стратиграфического расчленения девонских континентальных отложений.

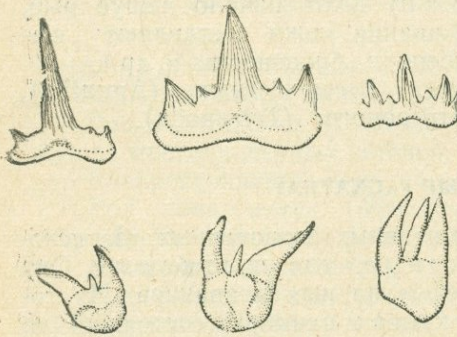


Рис. 54. Зубы древних акулopodobных

Класс хрящевые рыбы (Chondrichthyes). Они имеют внутренний хрящевой скелет, хрящевую черепную коробку и пять пар жаберных щелей, не прикрытых крышками. Тело их покрыто кожей. В ней располагаются костные чешуи. В ископаемом состоянии встречаются главным образом зубы хрящевых рыб (рис. 54). Они или колющие и режущие, или приспособлены для раздавливания моллюсков — тупые, дробящие. Зубы хрящевых рыб перми были свернуты в плоскую спираль.

Появились хрящевые рыбы в силуре. В карбоне они достигли расцвета, к концу палеозоя количество их видов сильно сокращается. С позднего девона до поздней перми были широко распространены кладоселахии и селахии (акулы). Последние живут до сих пор.

Класс костные рыбы (Osteichthyes). Появились они в среднем девоне и к концу палеозоя заняли господствующее положение. Эти рыбы имеют костный внутренний скелет, одну пару наружных жаберных отверстий, прикрытых костными крышками, плавательный пузырь и очень редко легкие. Тело их покрыто чешуей. Плавники поддерживаются костными лучами.

К этому классу относятся кистеперые, двоякодышащие и лучеперые. В геологическом отношении представляют интерес два первых подкласса.



Рис. 55. *Dipterus*

Кистеперые рыбы. Это древние палеозойские, главным образом девонские, рыбы. До наших дней сохранилась *Latimeria* (обнаружена в Индийском океане у юго-восточных берегов Африки). Тело их покрыто крупными толстыми округлыми чешуями, налегающими друг на друга. Зубы располагаются в несколько рядов и имеют складчатое строение. Этим они похожи на некоторых древних земноводных. Их передние плавники имели широкое мясистое основание, к внутренней оси которого прикреплялись лучи, поддерживающие плавательную перепонку. Очевидно, из них развились передние конечности наземных позвоночных. От кистеперых рыб произошли первые четвероногие суши.

Двоякодышащие рыбы появились в девоне и живут до сих пор в южноафриканских и австралийских пресноводных бассейнах. Они очень похожи на кистеперых рыб и, очевидно, произошли от последних. Кроме жабр у них имеются легкие — видоизмененный плавательный пузырь, за что они и названы двоякодышащими. Летом, когда водоемы пересыхают, эти рыбы делают себе капсулу из грязи и слизи, в которой они и живут (при этом они дышат легкими). Скелет у них хрящевой, и в течение всей жизни сохраняется хорда. Характерный представитель род *Dipterus* (рис. 55), живший в среднем девоне.

#### НАДКЛАСС ЧЕТВЕРОНОГИЕ (TETRAPODA)

Четвероногие — в основном наземные животные. К ним относятся земноводные (Amphibia), пресмыкающиеся (Reptilia), птицы (Aves) и млекопитающие (Mammalia). Они появились в верхнем девоне. Их предки — кистеперые рыбы.

#### КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫХ (AMPHIBIA)

Это первые наземные позвоночные, еще очень тесно связанные с водоемами, так как они размножались так же, как и рыбы, откладывая яйца (икринки) в воду. Личинки до превращения во взрослую особь жили в воде, дышали жабрами, имели хвост и не имели конечностей. Кожа земноводных тонкая. Она богата железками, выделяющими слизь, и частично выполняет функцию дыхания. Жили земноводные по берегам пресноводных бассейнов. Это холоднокровные животные: температура их тела непостоянна и зависит от окружающей среды. Дышали они легкими. Скелет их в значительной степени хрящевой. Земноводные были широко распространены в карбоне и перми. В настоящее время

это самый немногочисленный класс позвоночных (около 1900 видов), живущих главным образом в Индии, Африке и тропической Америке. Это лягушки, жабы, саламандры, тритоны, червяги. Все земноводные — хищники. Находки наиболее древних земноводных известны из верхнедевонских отложений Гренландии.

С позднедевонской эпохи до начала юры жили на Земле древние земноводные, которые имели на черепае костный панцирь. Это стегоцефалы, или панцирноголовые (рис. 56). В панцире имелись парные отверстия для глаз и поздрей и непарное — для третьего, теменного глаза. Кроме острых зубов, они имели и зубы лабиринтного строения (как у кистеперых рыб). Это были животные, напоминающие крокодилов, ящериц, иногда змей. Одна из групп древних земноводных — батрахозавры (лягушкоящеры) имеет ряд признаков, характерных для пресмыкающихся. Последние, очевидно, и произошли от этих земноводных.

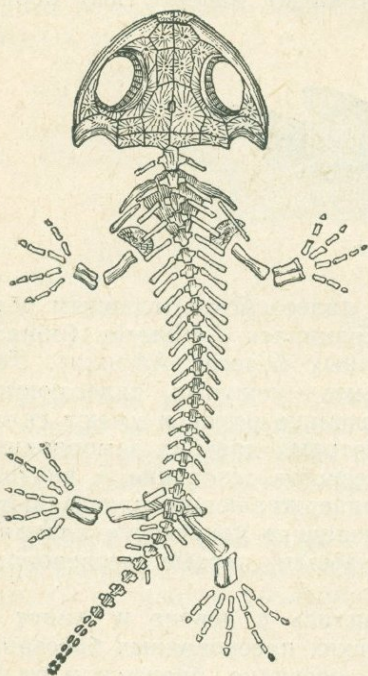


Рис. 56. Скелет стегоцефала

#### КЛАСС ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ (REPTILIA)

Пресмыкающиеся (рис. 57) — холоднокровные животные, хорошо приспособленные к наземному существованию. В отличие от земноводных, тело их защищено толстой грубой кожей, покрытой сверху роговыми чешуями и лишенной кожных желез. У некоторых пресмыкающихся имеется костный панцирь (черепахи).

Размножались они, откладывая на суше яйца, защищенные плотной скорлупой (известковой или кожистой). Личиночная стадия отсутствует.

Осевой скелет пресмыкающихся имеет пять отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой, что обеспечивает большую подвижность тела. Дышали эти животные легкими. Головной мозг у них развит больше, чем у земноводных: появляется кора серого вещества, значительно развиты передний мозг и мозжечок. Зубы у более примитивных располагались в несколько рядов, а у более высокоорганизованных — в один ряд.

Класс пресмыкающихся по строению черепа делится на несколько подклассов\*.

Находки наиболее древних пресмыкающихся известны из отложений верхнего карбона. В пермском периоде они были представлены уже чрезвычайно разнообразно, а в мезозое заселяют сушу, приспосабливаются к жизни в воде и воздухе. Мезозой нередко называют веком пресмыкающихся. В конце мезозоя многие рептилии вымирают.

К современным пресмыкающимся относятся змеи, черепахи, крокодилы, ящерицы, хамелеоны и гаттерии.

#### Палеозойские рептилии

Котилозавры и черепахи — наиболее древние и наиболее примитивные пресмыкающиеся размером до 3 м.

\* В данном учебнике описание подклассов не представляется возможным.



Рис. 57. Рептилии верхнего палеозоя и мезозоя (Ходалевич, Тарбакова, 1965):  
 1 — *Pareiasaurus* sp.; 2 — *Cynognathus* sp.; 3 — *Inostrancevia* sp.; 4 — *Seymouria*; 5 — *Belodon*  
 sp.; 6 — *Pteranodon* sp.; 7 — *Rhamphorhynchus* sp.; 8 — *Stegosaurus* sp.; 9 — представитель *Ornithosuchia*; 10 — *Diplodocus* sp.; 11 — *Brontosaurus*; 12 — *Ceratosaurus*; 13 — *Iguanodon*; 14 — *Archelon*  
*scutellatus* sp.; 15 — *Triceratops* sp.; 16 — *Ichthyosaurus* sp.; 17 — *Mosasaurus* sp.; 18 — *Plesiosaurus*  
*sp.*

Котилозавры по строению черепа похожи на земноводных. Тело их опиралось на толстые, короткие растопыренные в стороны пятипалые конечности. Они были приспособлены к различному образу жизни. Одни из них хищники, другие растительноядные и насекомоядные. Котилозавры дали начало всем другим группам пресмыкающихся.

Зверообразные пресмыкающиеся отделились от котилозавров еще в конце карбона. Они являются предками млекопитающих. У них, как и у млекопитающих, имеются резцы, клыки и щечные зубы. Разнозубость — важный отличительный признак зверообразных пресмыкающихся. Многие из них были хищниками. Конечности их, как и у млекопитающих, располагались под туловищем. Первые представители зверообразных рептилий имели небольшие размеры, поздние были более крупными животными 2,5—3 м длины. Типичными представителями хищных зверообразных являются *Inostrancevia* и *Cymnognatus*.

### Мезозойские рептилии

Динозавры — наиболее многочисленная группа мезозойских рептилий. Они жили на суше и были чрезвычайно разнообразны: среди них были и хищники, и растительноядные формы, размером от кошки до 40-метровых гигантов с массивным телом, маленькой головой, длинной шеей и очень большим длинным хвостом (роды *Diplodocus*, *Brontosaurus*). Головной мозг динозавров очень мал. Тело их было нередко покрыто панцирем, шипами, рогами и другими образованиями (роды *Stegosaurus*, *Triceratops* и др.). Передвигались динозавры на двух или четырех конечностях. В первом случае животные опирались на длинный хвост, а передние конечности были укорочены и служили для поддержания пищи. Некоторые из них (диплодоки, бронтозавры), как современные бегемоты, вели полуназемный образ жизни. Появились динозавры еще в триасе. В конце мезозоя они вымерли.

Плезиозавры, ихтиозавры, мозозавры и некоторые другие мезозойские рептилии приспособились к жизни в воде. По строению тела они очень разнообразны. Одни из них имели крупное широкое туловище и конечности, превращенные в ласты. У плезиозавров (*Plesiosaurus*) такое туловище переходило в длинную шею, на которой сидела маленькая голова. Они достигали 15 м в длину. Ихтиозавры (*Ichtyosaurus*) были похожи на рыб и дельфинов. Они питались рыбой и были живородящими. Их остатки найдены в юрских отложениях. Мозозавры (*Mososaurus*) имели змеевидное тело (до 15 м), две пары ласт и длинный хвост.

Морские пресмыкающиеся появились в триасе и вымерли в конце мезозоя.

Птерозавры — летающие ящеры появились в юре и вымерли в конце мезозоя. Передние конечности их превратились в перепончатые крылья, при помощи которых они летали, как современная летучая мышь. Кожа их была голой и морщинистой. Они имели некоторые черты сходства с птицами: многие кости у них были полые и легкие, имелась грудина с килем, к которой прикреплялись главные мускулы крыла, большие глаза, черепная коробка, лишенная швов. Рамфоринхи (*Rhamphorhynchus*) имели зубы, тонкий длинный хвост с расширенной лопастью на конце, которая выполняла функцию руля, и узкие длинные крылья. Птеродактили (*Pterodactylus*) и птеронодоны (*Pteronodon*) были бесхвостыми, имели широкие крылья и совсем не имели зубов. Птеродактили были размером с воробья или галку, птеронодоны имели размеры до 8 м в размахе крыльев. Жили птерозавры в юрском и меловом периоде.

Птицы — позвоночные животные, появившиеся в юре и чрезвычайно разнообразно представленные в современной фауне. Это теплокровные животные, температура их тела всегда постоянна, и потому они значительно меньше зависят от окружающей среды, чем холоднокровные. Эта их особенность связана в первую очередь с весьма совершенным устройством кровеносной системы: у теплокровных животных артериальная кровь не смешивается с венозной. Поддерживать постоянную температуру помогает и покров из перьев.

Тело птиц очень хорошо приспособлено к полету: они имеют легкий прочный скелет, кости которого нередко срастаются (кости грудной части, черепа, таза, конечностей и др.), и имеют внутренние полости, наполненные воздухом. Передние конечности их превращены в крылья. Перья — видоизмененные роговые чешуи пресмыкающихся, увеличивают поддерживающую поверхность при полете.

Головной мозг птиц имеет больший объем, чем у пресмыкающихся. Развитый мозжечок позволяет птицам хорошо координировать движения. Они имеют большие глаза, что также необходимо для хорошей ориентировки при полете. Хорошо развитые полушария обеспечивают высокую психику, совершенные инстинкты (забота о потомстве, например), большую активность птиц. Размножаются они, откладывая небольшое количество яиц, защищенных известковой скорлупой.

В ископаемом состоянии птицы встречаются редко, главным образом в болотных, пещерных и морских отложениях. На суше кости их очень быстро разрушаются. Вследствие этого восстановить историю этого класса очень трудно.

Класс птиц делится на два подкласса: ящерохвостых, или древних, и веерохвостых, или новых.

Древние (ящерохвостые) птицы представлены единственным родом *Archaeopteryx* (рис. 58). Отпечатки этих птиц найдены в 19 в. в юрских отложениях Германии. По строению тела они очень похожи на пресмыкающихся и занимают переходное положение между ними и новыми птицами. Археоптериксы были величиной с галку,

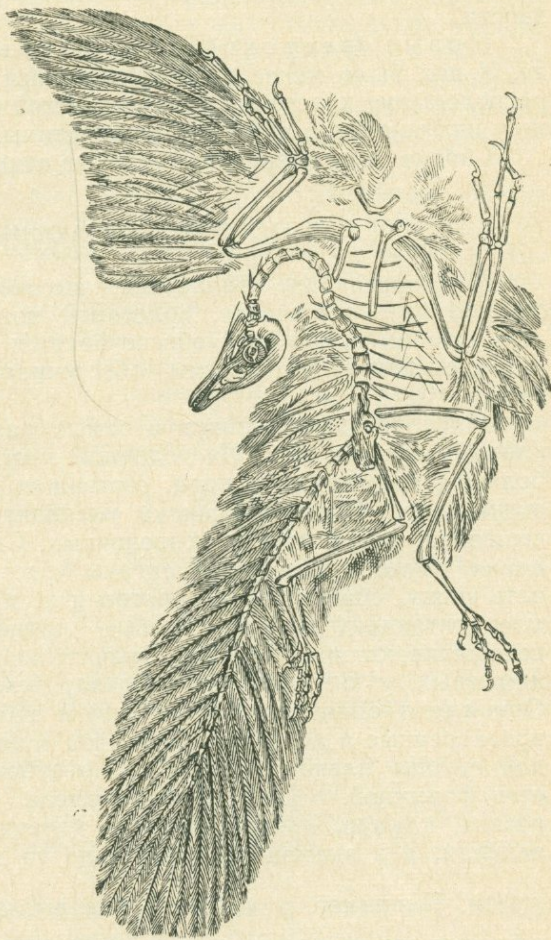


Рис. 58. *Archaeopteryx*

имели крылья и перья и сросшиеся кости черепа. Однако челюсти их были еще усажены коническими зубами, многие кости не были полыми и сросшимися, крылья заканчивались тремя пальцами с когтями, длинный хвост был похож на хвост пресмыкающихся и состоял из большого количества (около 20) позвонков, которые поддерживали перья. Все это сближает их с пресмыкающимися. По строению головного мозга, отсутствию клюва и некоторым другим признакам они также похожи на пресмыкающихся. Археоптериксы, очевидно, еще плохо летали и лишь перепархивали и планировали с помощью крыльев и хвоста.

Новые (веерохвостые) птицы появились в меловом периоде. У них было менее десяти сросшихся хвостовых позвонков, веерное расположение хвостовых перьев и такой же скелет, как у современных, но у них еще были зубы (зубастые птицы).

В конце мела появились беззубые птицы.

### КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ (МАММАЛИА)

Млекопитающие — наиболее высокоразвитые животные. Несмешанное кровообращение, волосяной покров, кожные железы, усиленный газообмен, который обеспечивается альвеолярной структурой легких и наличием диафрагмы, обеспечивают постоянную температуру тела.

Млекопитающие живут в самых разнообразных условиях во всех климатических зонах. Их головной мозг, в котором особенно развиты большие полушария и кора, состоящая из серого мозгового вещества, очень велик. Поэтому психика млекопитающих значительно более совершенна, чем у других позвоночных. Сложно устроенные органы обоняния, слуха и все другие органы чувств позволяют им легче отыскивать пищу, спастись от врагов и т. д. Подавляющее большинство млекопитающих рожают живых детенышей, и все без исключения вскармливают их молоком. Значительно совершеннее, чем у других животных, у них устроены пищеварительная и дыхательная системы. Они имеют один ряд зубов, причем зубы делятся на резцы, клыки, предкоренные и коренные. Два раза в жизни зубы меняются. Для каждой группы млекопитающих число зубов строго постоянно и выражается формулой, в которой в числителе по порядку обозначено число резцов, клыков, предкоренных и коренных зубов в верхней половине челюсти, а в знаменателе показано то же для нижней половины че-

люсти. Например, у человека она выглядит так:  $\frac{2123}{2123}$ . Зубы легко сохраняются в ископаемом состоянии, легко определяются и могут использоваться для целей стратиграфии.

Обычно удлинненное туловище млекопитающих опирается на четыре пятипалых конечности. У некоторых конечности приспособлены к полету (летучие мыши), к плаванию (киты, дельфины, тюлени, моржи). Тело млекопитающих покрыто волосами, иглами, щетиной, роговыми чешуями. Млекопитающие ведут главным образом наземный образ жизни, но имеются и подземные, и древесные, и полуводные, и водные, и летающие формы.

Будучи более высокоорганизованными животными, чем все другие позвоночные, и имея более совершенную психику, млекопитающие, появившись в конце триаса, к концу мезозоя вытесняют пресмыкающихся и занимают уже в начале кайнозоя господствующее положение.

Класс млекопитающие делят на три подкласса: первозвери, низшие звери и высшие звери, или плацентарные. Иногда выделяют еще подкласс архайических млекопитающих, от которых в ископаемом

состоянии сохранились только отдельные зубы и челюсти. По этим остаткам можно предположить, что эти животные по размерам были не больше мыши или сурка.

Подкласс первозвери (Prototheria). Другое название этого подкласса — клоачные, так как у них имеется особая полость — клоака, куда выводятся и продукты обмена, и половые продукты. Первозвери представлены сейчас только одним отрядом однопроходных, к которому относится три рода: утконос, ехидна и проехидна, живущие в Австралии. Размножаются они, откладывая крупные яйца, богатые питательным желтком. Сосцы у них отсутствуют, молоко выделяется из многочисленных отверстий молочных желез в области особого железистого поля, откуда детеныши его просто слизывают. Зубы и губы также отсутствуют, а челюсти покрыты роговым клювом. Только молодые утконосы имеют коренные зубы, похожие по строению на зубы архаичных многобугорчатых.

Подкласс низшие звери (Metatheria). В настоящее время на Земле известно около 180 видов этого подкласса. Это кенгуру, сумчатые белки, сумчатый волк, вомбат, американский опоссум и др. Они рожают живых детенышей, но лишь некоторые из них имеют специальный орган, в котором вынашивается зародыш. Поэтому их детеныши рождаются очень маленькими. У современного кенгуру это червеобразное существо величиной с грецкий орех, неспособное сосать молоко матери. Оно донашивается в специальной выводковой сумке (эти животные называются еще сумчатыми), где держится на сосце за счет срастания краев рта. Молоко впрыскивается ему в рот сокращением особой мышцы.

Первые остатки сумчатых известны из верхнемеловых отложений Северной Америки.

Подкласс высшие звери (Eutheria), или плацентарные (Placentalia). К этому подклассу относится подавляющее большинство современных млекопитающих. Это живородящие животные. Они имеют специальный орган — плаценту, через который кровь зародыша получает из материнской крови питательные вещества и кислород и отдает продукты распада. Детеныши рождаются похожими на взрослых животных, развитые, способные сосать молоко.

Появившись в меловом периоде, плацентарные уже в начале кайнозоя стали господствующей группой животных и заняли все ареалы обитания: сушу, воздух, воду. Этот подкласс объединяет 27 отрядов, из которых 17 представлены современными формами, а 10 — вымершими.

Надотряд копытные (Ungulata). К этому надотряду относятся древние копытные, а также непарно- и парнокопытные, произошедшие от древних копытных. К парнокопытным относятся свиньи, бегемоты, верблюды, ламы, олени, жирафы, быки, бизоны, козы, овцы и другие рогатые. К непарнокопытным относятся лошади, тапиры, носороги, а из вымерших форм — титанотерии и халикотерии.

Из всех непарнокопытных лучше всего изучена группа лошадиных. История развития которых была впервые выяснена В. О. Ковалевским.

*Лошадиные* появились в эоцене. Это были сравнительно небольшие животные (не больше лисицы) с небольшим объемом головного мозга. Они жили в лесных зарослях и в лугах и имели зубы с невысокими бугорками и низкой коронкой. В конце олигоцена, в связи с развитием лесостепных пространств, часть лошадиных переходит к жизни в открытых сухих степях. Их конечности (рис. 59) приспособляются к быстрому бегу, что позволяет им спастись от врагов, а зубы — к перетиранию жесткой степной травы. Ноги их стали тонкие и длинные. Мускулы сосредоточились в верхней части ног. Последние фаланги

третьего пальца покрылись роговым чехлом — копытом (видоизмененный коготь). В процессе эволюционного развития у лошадей удлинились шея и голова, так как в противном случае, имея длинные ноги, они не смогли бы щипать траву. Зубы их (рис. 60) имеют очень высо-

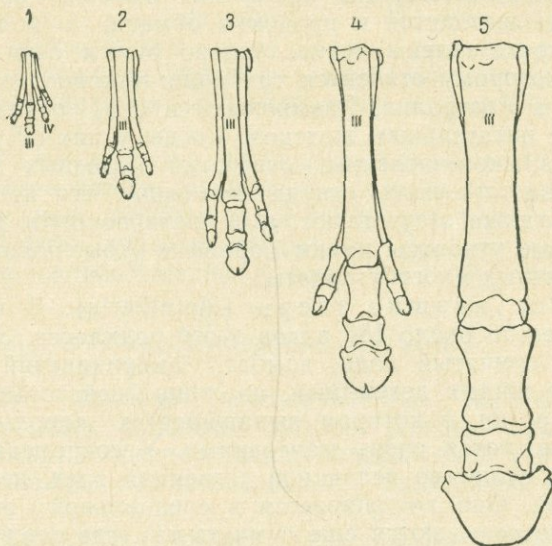


Рис. 59. Передние конечности лошадиных от наиболее древних представителей (1) до современной лошади (5)

кую коронку и покрытую эмалевыми гребнями жевательную поверхность, что уменьшает истирание зубов. Предкоренные зубы похожи на коренные. Клыки исчезли. Современная однопалая лошадь (род *Equus*) появляется в конце неогена. Непосредственным ее предком была трехпалая лошадь *Hipparion*, жившая в неогене.

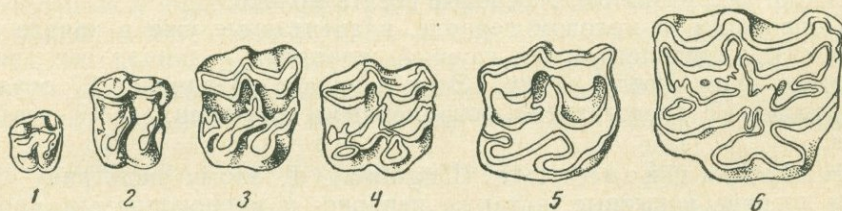


Рис. 60. Правые верхние коренные зубы лошадиных от сравнительно примитивных зубов древних представителей (1) до зубов со сложным узором бугорков у современной лошади (6)

Отряд приматы (Primates). К этому отряду относятся полуобезьяны (лемуры), долгопяты, обезьяны и человек. Это обычно наземные или древесные животные, которые питаются чаще всего смешанной пищей. У них хорошо развиты подвижные конечности, функции которых чрезвычайно разнообразны (хватание, лазание и т. д.), у многих есть хватательный хвост, острый слух, цветное и стереоскопическое зрение. В процессе эволюции у приматов увеличился объем и масса головного мозга, появились борозды и извилины на больших полушариях, усложнилась психика, удлинился срок внутриутробного развития зародыша, сократилось количество одновременно рождающихся детенышей (1—2), уменьшилось количество подкоренных зубов.

Находки более древних приматов известны с палеоцена. Они похожи на насекомоядных.

Наиболее высокоорганизованными человекообразными приматами являются обезьяны. Человекообразные (гориллы, шимпанзе, гibbonы, орангутанги) по строению тела очень похожи на человека. Ископаемые их остатки известны из плиоценовых и плейстоценовых отложений Африки, Индии и Китая. В Южной Африке были найдены остатки высших человекообразных — род *Australopithecus*, у которых был более высокий лоб и более короткое лицо, чем у современных человекообразных. Возможно, австралопитеки были древними предками человека. Древние высшие человекообразные являются промежуточным звеном между обезьянами и древнейшими людьми. Это две ветви, появившиеся в результате развития древних человекообразных. Это подтверждают и другие находки.

Развитие каждой из этих ветвей пошло своим путем, а их древние предки к настоящему времени полностью вымерли.

Кроме находок высших человекообразных обезьян, известны многочисленные находки древних людей. Древнейшие из них — *питекантропы* (*Pithecanthropus erectus*) жили уже в начале четвертичного периода в Южной Азии. Объем их мозга ( $600 \text{ см}^3$ ) больше, чем у крупной человекообразной обезьяны, но меньше, чем у современного человека ( $1500 \text{ см}^3$ ). Они были прямоходящими, умели изготавливать орудия и употребляли огонь. Но они еще напоминали своих предков — у них были надбровные валики, большие клыки, слабо выраженный подбородок. Остатки питекантропов найдены на о. Ява, в Китае (*синантроп*), в Германии (*гейдельбергский человек*).

В середине плейстоцена жили на Земле уже древние люди — *неантропы*, представителями которых являются *неандертальцы* (*Homo neanderthalensis*). В СССР их остатки известны из плейстоценовых отложений Крыма и Южного Узбекистана. Они ходили несколько согнув ноги, которые были короче, чем у современного человека. Руки у них были длиннее ног, лоб более покатый, с развитыми надбровными валиками, лицо более длинное. Объем черепной коробки около  $1400 \text{ см}^3$ . Они пользовались кремневыми орудиями (человек древнего каменного века).

В послеледниковое время появляются на Земле новые люди — *неантропы* — *Homo sapiens*. Остатки их впервые найдены во Франции в пещере Кро-Маньон, по имени которой этот человек называется *кроманьонским*. Кроманьонцы ничем не отличаются от современных людей. Они делали не только кремневые, но и костяные орудия, тщательно отделанные. В пещерах и гротах и на орудиях они оставили картины и изображения, представляющие собой произведения искусства. Все это свидетельствует о достаточно высокой их культуре и способности мыслить абстрактно.

В работе «Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека» Ф. Энгельс показал, каким образом мог совершиться постепенный переход от обезьяны к человеку. Первым решающим шагом этого перехода была прямая походка, освободившая передние конечности. Функции последних становятся все более разнообразными, что в свою очередь делает руки более гибкими. «Рука, таким образом, является не только органом труда, она также и продукт его», — говорит Ф. Энгельс. Но руки это часть сложного организма, где все органы взаимосвязаны. И потому развитие руки сопровождалось все большим совершенствованием всего организма. В процессе труда формировавшиеся люди должны были общаться друг с другом и у них неизбежно должна была появиться потребность что-то сказать друг другу. «Сначала труд, а затем и вместе с ним членораздельная речь явились двумя

самыми главными стимулами, под влиянием которых мозг обезьяны постепенно превратился в человеческий мозг...» (Ф. Энгельс).

Геологическое значение хордовых. Хордовые имеют очень большое значение для стратиграфического расчленения континентальных отложений, в которых остатки беспозвоночных животных встречаются очень редко. Для расчленения лагунно-континентальных красноцветных девонских отложений большое значение имеют остатки панцирных и костных рыб. Среди стегоцефалов имеется целый ряд форм, характерных только для определенных стратиграфических горизонтов каменноугольных и пермских отложений. Для расчленения мезозойских толщ очень большое значение имеют рептилии, а для стратиграфии кайнозойских и особенно четвертичных отложений — плацентарные млекопитающие.

Остатки хордовых имеют значение и для выяснения палеогеографической обстановки, которая существовала в том или ином месте в то или иное время.

Изучение ископаемых хордовых позволяет также выяснить особенности и закономерности развития органического мира Земли.

## ГЛАВА 16

### ОСНОВЫ ПАЛЕОБОТАНИКИ

Палеоботаника (палеофитология) изучает растения, населявшие Землю в прошлые геологические эпохи. Остатки древних растений позволяют определять относительный возраст пород, восстанавливать климатические условия древних эпох и древнюю географию Земли. Особенно большое значение они имеют для стратиграфического расчленения континентальных толщ и для сопоставления континентальных и морских отложений, так как некоторые части растений (особенно споры и пыльца) легко разносятся ветром на большие расстояния и поэтому содержатся не только в континентальных, но и в морских отложениях. Все эти задачи палеоботаника решает вместе с исторической геологией, стратиграфией, палеогеографией и другими науками. Наиболее тесная связь существует между палеоботаникой и ботаникой. Вместе они восстанавливают историю возникновения и развития растений. Кроме того, изучение древних растений имеет большое теоретическое и практическое значение, поскольку угли, торф, нефть, горючие газы, трепелы, диатомиты и некоторые другие полезные ископаемые и породы образованы за их счет.

В настоящее время известно около 300 000 видов ископаемых и современных растений. Все они делятся на низшие и высшие растения, значительно отличающиеся друг от друга прежде всего по строению тела.

#### НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ (THALLOPHYTES)

Низшие, или слоевцовые, растения имеют тело, не разделенное на корень, стебель, лист, и не имеют тканей. Тело их — слоевище, или таллом, состоит из одинаковых или почти одинаковых клеток, и только клетки, приспособленные для размножения, устроены иначе. Размеры слоевища и его строение чрезвычайно разнообразны: у бактерий это одна клетка, у бурых водорослей — сложный многоклеточный таллом, имеющий образования, напоминающие стебель, листья и другие органы высших растений. К низшим растениям относятся бактерии, водоросли, грибы, миксомицеты и лишайники, но толь-

ко бактерии и водоросли имеют геологическое значение, так как они встречаются в ископаемом состоянии и принимают участие в породообразовании.

### ТИП БАКТЕРИИ (ВАСТЕРИОРНУТА)

Это одноклеточные растения, размеры которых не более нескольких микрон. В ископаемом состоянии встречаются продукты их жизнедеятельности. Чрезвычайно редко сохраняются сами бактерии.

Живут бактерии везде — в горячих источниках и во льдах, в воздухе, воде, почве. Размножаются делением, иногда образуя колониальные формы.

Роль бактерий в жизни Земли велика: они разлагают и уничтожают трупы животных и остатки растений, разрушают горные породы, образуют бурые железняки, известняки, серу и другие породы, помогают растениям усваивать азот из воздуха, обуславливают процессы брожения и т. д. Бурые железняки и известняки, образованные за счет жизнедеятельности бактерий, известны еще из архейских отложений.

### ВОДОРΟΣЛИ (ALGAE)

Это огромная группа низших растений, объединяющая 10 самостоятельных типов. Все они имеют хлорофилл и вырабатывают органические вещества из неорганических. Кроме хлорофилла пластиды, или хроматофоры (носители окраски) водорослей содержат и другие пигменты, обуславливающие различную окраску водорослей. Очень многие водоросли имеют минеральный скелет и хорошо сохраняются в ископаемом состоянии. Живут они в морях и пресноводных бассейнах, образуя фитопланктон и фитобентос. И только небольшая часть их живет во влажной почве или в сухих местах. У некоторых водорослей имеются ткани: проводящая, механическая и др. Размножаются путем деления, спорами, вегетативным и половым путем.

Водоросли встречаются еще в отложениях протерозоя. Известняки, образованные ими, известны во всех системах. В геологическом отношении наиболее интересны синезеленые, диатомовые и золотистые водоросли.

Тип синезеленые водоросли (Cyanophyta). Это одноклеточные и многоклеточные растения микроскопических размеров, не имеющие ясно выраженного ядра и хроматофор. Живут преимущественно в пресных водах, реже в морях и еще реже на суше. Они способны жить в воде горячих источников ( $80^{\circ}\text{C}$ ), во льдах Арктики и горных ледников и переносить значительное повышение солености. Часто образуют колонии лепешковидной, шаровидной, пластинчатой формы. Многоклеточные синезеленые водоросли нередко выделяют известь. Некоторые колонии образуют слоистые желваки и корки. Очевидно, так образовались известковистые и доломитизированные слоистые породы — строматолиты и онколиты\*, часто встречающиеся в протерозойских и раннепалеозойских отложениях. Синезеленые водоросли принимали участие и в образовании горючих сланцев кукерситов, которые широко распространены в ордовикских отложениях Прибалтики.

\* Строматолиты — известковые или доломитовые стяжения зернисто-слоистой, радиальнолучистой и другой структуры, образующие наросты на дне водоемов. Онколиты отличались от строматолитов тем, что они свободно перекачивались по дну.

Тип диатомовые водоросли (Diatomeae). Это одноклеточные одиночные растения с ясно выраженным ядром и хроматофорами. Иногда они образуют микроскопические колонии (шарики, кустики, цепочки и нити). Диатомовые живут в морях и пресных водоемах различных климатических зон, но особенно широко они распространены в приполярной и умеренной зонах. Это планктонные организмы. Тело их заключено в панцирь, состоящий из кремнезема и имеющий вид коробочки с крышечкой (рис. 61, а). Створки тонкие легкие и пористые, треугольной, округлой, игловидной, звездчатой и другой формы, по-

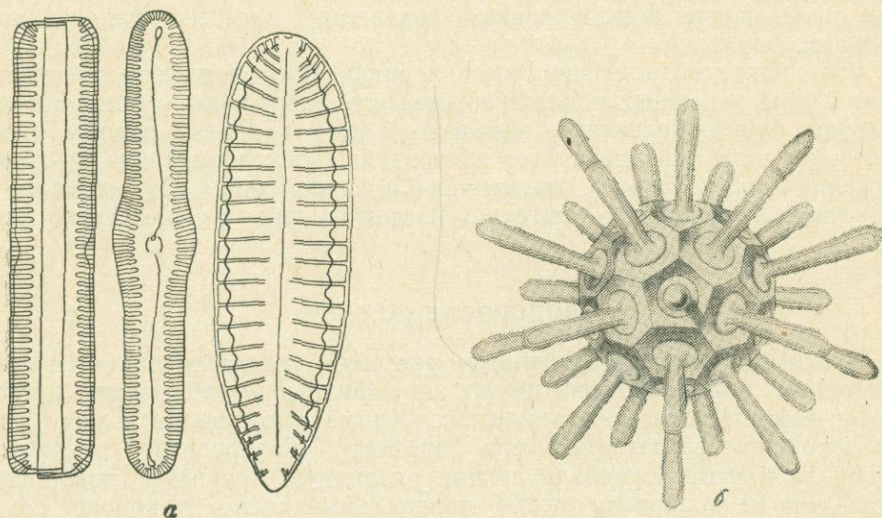


Рис. 61. Водоросли:  
а — диатомовые; б — кокколитофоры

крыты скульптурными образованиями (ребрами, шипами, выростами). Скорлупочки этих водорослей слагают опоки, трепелы, диатомиты. В настоящее время диатомеи используются для стратиграфического расчленения пород (диатомовый анализ). Наиболее древние диатомовые известны из юрских отложений.

Тип золотистые водоросли (Chrysophyta). Одноклеточные колониальные растения, обитающие преимущественно в пресных водоемах и лишь иногда в морях. Многие из них имеют твердую оболочку. У кокколитофор она состоит из большого числа известковых пластинок — кокколитов, имеющих различную форму и выросты в виде игл, столбиков и т. д. (рис. 61, б). Кокколитофоры живут в настоящее время в теплых морях и участвуют в образовании известкового ила. Из пластинок кокколитофор состоит белый писчий мел. Известны золотистые водоросли с мелового периода.

## ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ (СОРМОРНУТА)

Высшие многоклеточные растения отличаются от низших тем, что их клетки образуют ткани, сосудисто-проводящий пучок, органы размножения, а тело их расчленено на стебель, листья и корень. По мнению многих исследователей, высшие растения произошли от бурых морских водорослей, которые приспособились сначала к периодическому осушению во время отливов, а затем и к жизни на суше.

В настоящее время высшие растения распространены очень широко. Они живут главным образом на суше, и лишь немногие живут в

пресных водоемах и морях на небольшой глубине, куда хорошо проникает солнечный свет. Размножаются они вегетативным, бесполом и половым путем, причем для этих растений характерно чередование полового и бесполого поколений.

Высшие растения (листочестебельные) делятся на пять основных типов: псилофитовые, моховидные, плауновидные, членистостебельные, папоротниковидные.

По способу размножения все они делятся на две большие группы: споровые и семенные.

### СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ

Тип псилофитовые (*Psilopsida*). Псилофитовые — первые наземные (травянистые и древовидные) растения. Росли они главным образом в болотистых местах. Основную их часть составлял вертикальный или стелющийся стебель, покрытый чешуйками или шипами. Эти выросты поверхностных тканей стебля представляли собой зачатки листьев. Стебель псилофитовых много раз разветвлялся на две части (дихотомическое ветвление). В нижней части он переходил в корневищеподобные прямые или клубневидные побеги, стелившиеся по поверхности земли. От них отходили одноклеточные нити — ризоиды, выполнявшие роль корня. В стебле был один проводящий пучок, окруженный корой, и только у некоторых в нижней части стебля была сердцевина. Кожичка коры имела устьица, через которые осуществлялся газообмен и наличие которых является бесспорным доказательством того, что псилофиты были наземными растениями. Размножались псилофиты спорами. Они созревали в спорангиях, расположенных на концах веточек. Все растение, в том числе и споры, было пропитано кремнеземом.

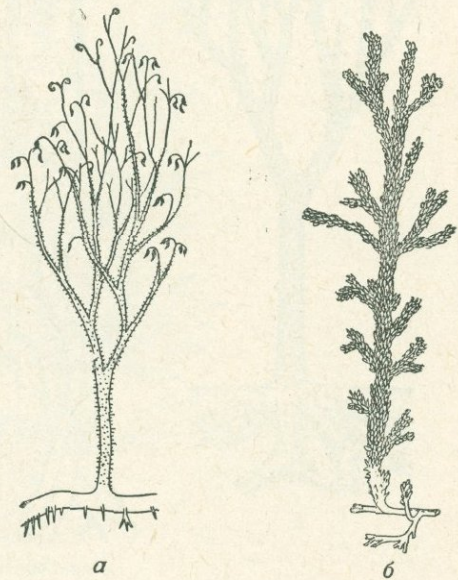


Рис. 62. Псилофитовые:  
а — *Psilophyton*; б — *Asteroxylon*

Типичные представители (рис. 62): роды *псилофитон* (*Psilophyton*) и *астероксилон* (*Asteroxylon*), распространенные в раннем и среднем девоне.

Считают, что псилофиты произошли от бурых водорослей. Появившись в кембрии, они достигли расцвета в нижнем и среднем девоне и вымерли в начале верхнего девона. От них произошли три основных типа высших растений: плауновидные, членистостебельные и папоротниковидные.

Тип плауновидные (*Lycopsida*). Первые плауновидные, остатки которых известны с силура, были кустарниковыми растениями и очень напоминали псилофитовых. Настоящие корни у плауновидных, как и у псилофитовых, отсутствовали. Их функции выполняла подземная часть стебля с отходящими от нее тонкими корневыми волосками (ризоидами).

С конца девона и до конца перми были очень широко распространены плауновидные (рис. 63), образующие порядок лепидодендроновые (*Lepidodendrales*). Покрывая огромные заболоченные площа-

ди, они явились основным материалом, из которого образовались угольные пласты в карбоне и перми. Это древесные растения нередко до 30—40 м высотой с диаметром ствола 1—2 м. В ископаемом состоянии чаще всего встречается окаменевшая кора этих растений и окаменевшие корневые образования — стигмарины, с круглыми рубцами — местами прикрепления корневых волосков. Листья шиловидные, линейные или мечевидные, иногда длиной до 1 м, располагались в верхней части ствола, образуя крону. По мере роста растения листья опадали,

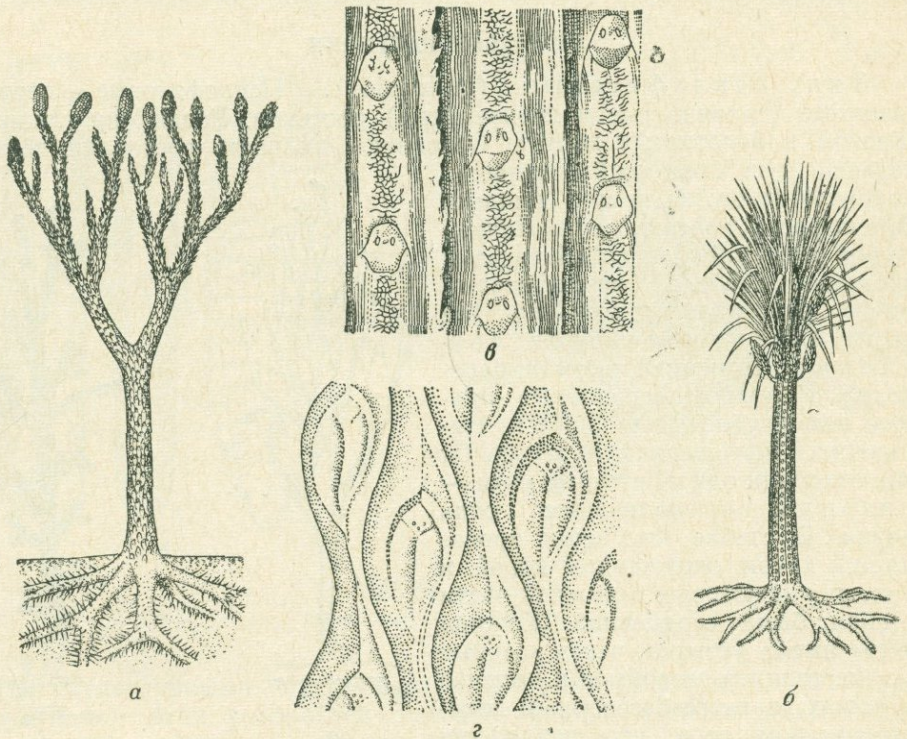


Рис. 63. Плауновидные:  
 а — *Lepidodendron*; б — *Sigillaria*; в — кора сигиллярии; г — кора лепидодендрона

а след прикрепления листа — листовая подушечка и след сосудодоводящего пучка — листовой рубец оставались на коре. Для рода *Lepidodendron* (карбон) характерны листовые подушечки ромбической формы, расположенные по спирали. У рода *Sigillaria* (карбон — ранняя пермь) листовые подушечки не развиты и на ребристой или гладкой коре видны лишь листовые рубцы.

Тип членистостебельные (*Sphenopsida*). Членистостебельные появились в начале девона. В карбоне и перми они были в расцвете, а затем почти полностью вымерли.

В современной флоре они представлены только травянистыми формами (полевой хвощ).

Их стебель, отходящий от подземного горизонтального корневища, делится узлами на части — междуузлия, за что они и получили свое название. Кора гладкая или ребристая, ребра соседних междуузлий, как правило, чередуются. Стебель полый, и только у молодых растений эта полость заполнена сердцевинной. В ископаемом состоянии часто встречаются слепки с внутренней полости (внутренние ядра) членистостебельных.

В геологическом отношении из всех членистостебельных особенно интересны каламитовые (рис. 64). Это крупные деревья с ребристым членистым стеблем до 30 м в высоту, похожие на современные хвощи. Листья, небольшие ланцетовидные, были собраны в мутовки. Отпечатки этих листьев получили название *аннулярия* (*Annularia*). Спороносные шишки или колоски были очень разнообразны. Типичный представитель — род *каламитес* (*Calamites*), распространенный в карбоне.

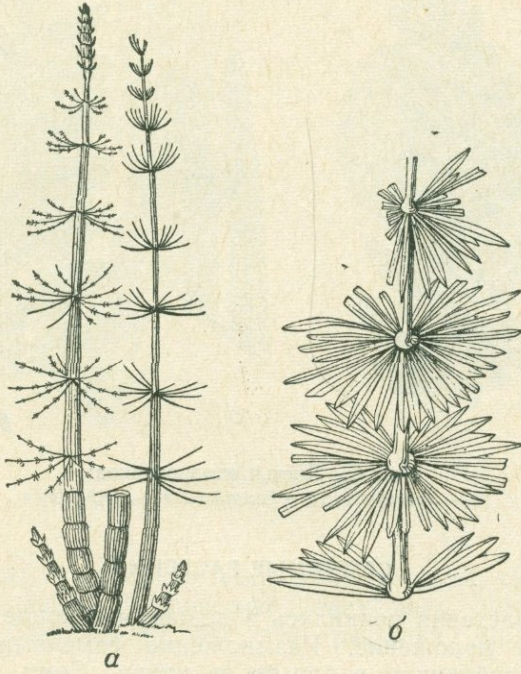


Рис. 64. Членистостебельные:  
*a* — *Calamites*; *б* — *Annularia* (листья каламитовых)

Тип папоротниковидные (Pteropsida). В настоящее время папоротниковидные составляют основную часть растений, населяющих сушу. У них есть настоящий корень, стебель и многочисленные листья. Тип папоротниковидные объединяет три класса: бессемянные, голосемянные и покрытосемянные. Два последних объединены в группу семянных.

Класс бессемянные (*Aspermae*). К этому классу относятся папоротники (*Felicinae*). Известно около 10 000 видов современных и столько же ископаемых папоротников. Это чрезвычайно разнообразные растения: от мелких и невзрачных, похожих на мох, до древесных форм со стволом 15—20 м высотой. Однако древесные формы редки. Значительно чаще ствол не развит, и основную массу растения составляют очень крупные листья — вайи. Они очень разнообразны по форме и размерам (от нескольких миллиметров до 30 м). Пластинка листа обычно сложно расчленена.

В ископаемом состоянии обычно сохраняются листья и споры папоротников. Очень часто они встречаются в позднепалеозойских и мезозойских отложениях. Систематическое положение листьев обычно неясно, так как они встречаются отдельно от других частей растения. Поэтому их объединяют в искусственные группы, выделяя условно

роды *пеконтерис* (*Pecopteris*), *невронтерис* (*Neuropteris*), *алетонтерис* (*Alethopteris*) (рис. 65) и другие. Окаменевшие стволы папоротников, встречающиеся очень редко в палеозойских отложениях, описаны под названием *псарониус* (*Psaronius*).

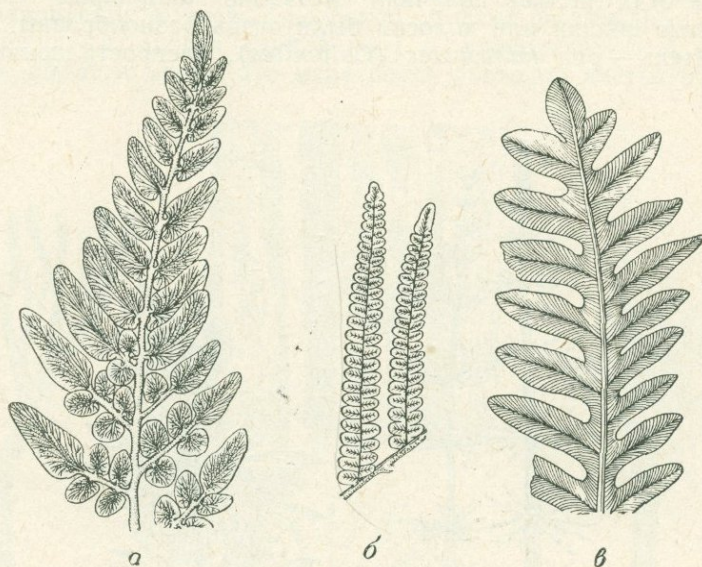


Рис. 65. Листья папоротников:  
а — *Neuropteris*; б — *Pecopteris*; в — *Alethopteris*

#### СЕМЯННЫЕ РАСТЕНИЯ

Семянные растения появились в девоне и в конце палеозоя заняли господствующее положение. Размножение семенами явилось очень важным приспособлением в борьбе за жизнь. Семя, по сравнению со спорой, значительно более совершенно: оно имеет запас питательных веществ, которые использует молодое растение, и крепкую скорлупу, предохраняющую семя, вследствие чего оно может долго сохраняться, пока не наступят условия, благоприятные для прорастания.

Класс голосемянные (*Gymnospermae*). К голосемянным относятся хвойные, гинкговые, цикадовые, саговиковые и другие. Семена у них развиваются из голй семяпочки при отсутствии цветка. Семяпочки располагаются или на спороносных листьях или собраны в особые образования — шишки. Голосемянные появились в девоне, были очень хорошо представлены в позднем палеозое, к концу палеозоя вытеснили споровые растения и в мезозое заняли господствующее положение. Многие голосемянные сохранились и живут до сих пор (около 600 видов).

Самые примитивные голосемянные — *семянные папоротники*, *глоссоптеридовые* и некоторые другие похожи на папоротники, но их листья несли семязачатки. Листья семянных папоротников, если они встречаются без других органов, совершенно неотличимы от листьев настоящих папоротников.

Более высокоорганизованные голосемянные — *кордаитовые*, *гинкговые* и *хвойные*. Самые древние из них — *кордаитовые* были широко представлены в позднем палеозое, *гинкговые* — в мезозое и *хвойные* — в кайнозое.

*Кордаитовые* (*Cordaitales*) — деревья с высоким (до 30 м) стволом. Ветви располагались высоко от поверхности земли и несли длин-

ные узкие листья, располагавшиеся спирально. Молодой стебель имел сердцевину, которая быстро разрушалась, а образовавшаяся полость после смерти заполнялась осадком. Так возникали слепки с внутренней полости ствола кордаитов, получившие название *артизий*.

*Гинкговые (Ginkgoales)*. В настоящее время в Восточной Азии живет один единственный вид гинкговых — *Ginkgo biloba*. Это крупные

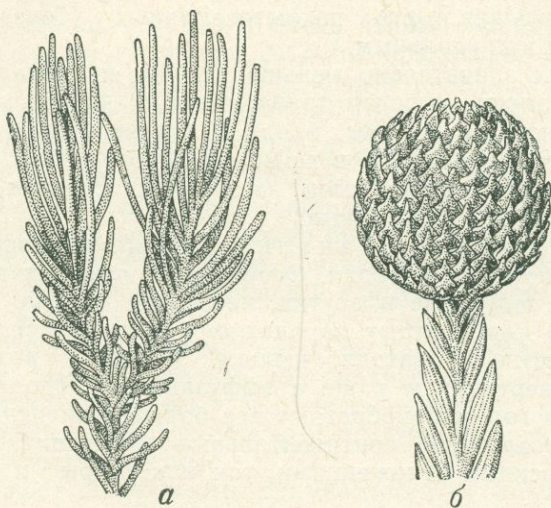


Рис. 66. Хвойные:  
а — *Voltzia*; б — *Araucarites* (реставрация ветки)

деревья (до 30 м) с большими веерными листьями, сидящими на тонком длинном черешке. В древесине гинкговых имеются годовичные кольца, указывающие на то, что эти растения жили в умеренном климате.

*Хвойные (Coniferales)* в настоящее время широко распространены в областях с умеренным и холодным климатом. Появились они в позднем карбоне, а в конце мелового периода уже жили формы, близкие к современным. Из ископаемых родов характерны: *вольтзия* (пермь — триас), *араукаритес* (карбон — мел) и другие (рис. 66).

Из других голосемянных интересны беннеттитовые и цикадовые. Они имеют короткий неразветвленный ствол, покрытый основаниями опавших листьев, крупные перистые листья и внешне напоминают пальмы или древовидные папоротники. Появившись в начале триаса, они были широко представлены в мезозое, а затем значительная их часть вымерла.

Шишки беннеттитовых, сидящие на толстой оси в пазухе листа, были внешне похожи на цветок покрытосемянных растений. У них уже был покров, прикрывающий семя. Предполагают, что именно беннеттитовые дали начало покрытосемянным растениям.

Класс покрытосемянные, или цветковые (*Angiospermae*). Это наиболее высокоорганизованные растения. Они называются так потому, что у них семяпочка находится внутри завязи, являющейся частью цветка. Из завязи развивается плод — приспособление для защиты и распространения семян.

Завязь, цветок, плод — это образования, имеющиеся только у покрытосемянных растений. Кроме того, они имеют высокосовершенную проводящую систему с хорошо развитыми настоящими сосудами и ситовидными трубками, а также хорошо развитую механическую ткань и

чрезвычайно разнообразные по размерам, форме и жилкованию листья. По размерам покрытосемянные тоже очень разнообразны: от нескольких сантиметров до деревьев гигантов 150 м высотой (эвкалипты). Среди них имеются травы, кустарники и полукустарники, лианы, деревья. Появившись в конце юры, они уже во второй половине мелового периода заняли господствующее положение.

Класс покрытосемянных объединяет два подкласса: двудольные и однодольные. Большая часть покрытосемянных (береза, клен, дуб и др.) относится к двудольным.

Однодольных значительно меньше, причем преобладают травянистые растения — злаки, морская трава, осоки и другие. Из древесных форм к ним относятся пальмы, банан и другие. Первые однодольные (древесные формы) появились в начале мелового периода. В палеогене появляются травы. В ископаемом состоянии остатки однодольных встречаются реже, чем двудольных.

Спорово-пыльцевой анализ. Пыльца и споры встречаются в самых разнообразных породах. Особенно много их в органических осадках: торфе, сапропеле и других, несколько меньше в песках, глинах и лёссах. В карбонатных породах они встречаются в значительно меньших количествах. Находят пыльцу и споры в конгломератах, галечниках, травертинах и даже в эффузивных породах. Пыльца и споры с каждым годом приобретают все большее значение для стратиграфического расчленения континентальных отложений, а также для увязки их с морскими отложениями, так как споры и пыльца заносятся и в море.

Для стратиграфического расчленения отложений и для выяснения физико-географической обстановки прошлого и ее изменения применяют спорово-пыльцевой анализ. Методом этого анализа является статистический, заключающийся в изучении видового состава пыльцы и спор и их количественных соотношений в каждом слое разреза. Эта послыдная статистическая характеристика разреза носит название пыльцевого спектра.

*Морфология спор и пыльцы.* Оболочка пыльцевого зерна состоит из экзины (внешний слой) и интины (внутренний слой). В ископаемом состоянии сохраняется только экзина, так как она состоит из очень стойкого вещества, близкого по составу к кутину и клетчатке. С поверхности экзины имеет различные скульптурные образования, увеличивающие ее стойкость и позволяющие пыльце удерживаться на рыльце цветка и на лапках насекомых. Кроме того, в экзине имеются поры и зародышевые борозды, через которые происходит прорастание пыльцы. Количество, характер и размеры пор, зародышевых борозд и скульптурных образований, строго определенные для каждого вида и рода, и являются диагностическими признаками.

У спор оболочка трехслойная. Средний слой похож по составу на экзину. Он и сохраняется в ископаемом состоянии. Для прорастания у спор имеются однолучевые и трехлучевые трещины разверзания. У некоторых растений трещины разверзания отсутствуют, и споры прорастают через случайные разрывы в оболочке. Характер трещин разверзания, форма и размер спор, характер поверхности и некоторые другие детали строения спор являются диагностическими признаками.

Вышеперечисленные морфологические особенности споровых и пыльцевых зерен положены в основу их систематики. Такая систематика спор и пыльцы является искусственной, так как в ее основе лежат морфологические особенности, однако эти искусственные группы связаны с определенными родами, видами или хотя бы классами и типами естественной классификации.

## СБОР И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИСКОПАЕМЫХ ОСТАТКОВ

### СБОР ИСКОПАЕМЫХ ОСТАТКОВ

Окаменелости представляют очень ценный геологический материал только в том случае, если они собраны правильно, полно и детально. Ниже перечисляются некоторые основные правила, которые должны соблюдаться при сборе палеонтологических остатков.

1. Отбирать органические остатки следует строго послойно.
2. Сборы по возможности должны быть массовыми. Следует отобрать все разновидности окаменелостей, встреченные в слое. Если же материал отбирается не весь, нужно брать образцы так, чтобы количество преобладающих форм было больше, более редких — меньше, еще реже встречающихся — еще меньше и так далее (или хотя бы отметить это в полевой книжке).
3. При сборе растительных остатков должны быть взяты все части растения, так как определение систематического положения ископаемых растений по отдельным его частям — задача очень трудная, а иногда и неразрешимая. Особенно внимательно нужно искать отпечатки плодов, семян, цветков.
4. Не следует освобождать окаменелости от вмещающей породы, так как она улучшает сохранность образца и помогает выяснять обстановку захоронения и окаменения. Для характеристики степени сортировки, сохранности, для изучения ориентировки фауны, явлений прикрепления, следов жизнедеятельности и для выяснения направления течений и других целей следует брать, когда это возможно, плиты с фауной. В этом случае помечают верхнюю и нижнюю поверхность образца и ориентируют образцы по странам света.
5. Во всех случаях необходимо брать отпечатки окаменелостей на породе, так как на них могут быть видны такие детали, которые не видны на раковине.
6. Кости позвоночных, если они прочные и мелкие, берут, как и образцы беспозвоночных. В случае находки крупных костей и целых скелетов о них необходимо сообщать в Палеонтологический институт Академии наук СССР, чтобы ценная и редкая находка могла быть извлечена специалистом и не была потеряна для науки.
7. Тонкие нежные и хрупкие остатки беспозвоночных, как и хрупкие кости позвоночных, перед отбором укрепляют: пропитывают лаком или клеем или раствором желатина в воде и обмазывают глиной или заливают гипсом, парафином. Транспортируют те и другие в коробках, банках из-под консервов, обернув образцы в вату или паклю.
8. Если образец поломан, нужно каждый кусочек завернуть отдельно (или проложить вату по разлому), пометив одинаковым знаком стороны, по которым образец должен быть склеен, а затем все заворачивают в один пакет.
9. Обязательно нужно собрать все следы жизнедеятельности организмов (отпечатки лап позвоночных, следы сверлящих моллюсков и др.), так как они расширяют наши представления о составе организмов, их образе жизни, палеогеографии.
10. В полевых книжках органические остатки описываются и зарисовываются, а также отмечаются все особенности их залегания и распределения в слое: а) количество (мало, много, редко, единичные экземпляры); б) характер распределения в слое (равномерно, неравномерно, образуют скопления в виде отдельных прослоев, встречаются в

конкрециях); в) разнообразие видового и родового состава; г) абсолютные и относительные размеры и толщина раковины; д) степень сохранности и ориентировку органических остатков по отношению к плоскостям наложения, друг к другу и странам света. Все эти особенности позволяют выяснить физико-географическую обстановку, в которой жили организмы, а также способ их переноса и условия погребения.

Все вышеизложенные особенности сбора и описания относятся в основном к окаменелостям, которые видны в породе невооруженным глазом. Сбор микропалеонтологических остатков требует соблюдения ряда дополнительных правил.

1. Перед отбором образцов обнажение нужно расчистить и брать породу в свежем состоянии, лучше из закопушек, канав, шурфов.

2. Образцы нужно отбирать очень аккуратно снизу вверх, чтобы не занести материал из вышележащих слоев в нижележащие.

3. В коренных породах образцы отбирают из всех стратиграфических горизонтов: в глинах через 20—25 см; в песках большой мощности через 50 см, в слоях мощностью от 0,5 до 3,0 м образцы берут у подошвы, в середине слоя и в кровле.

4. Из коренных (минеральных) пород берут образцы 50—100—200 см<sup>3</sup> (весом 100—200 г), в илах и торфяниках 30—50 см<sup>3</sup> (весом 50—100 г).

При отборе образцов для спорово-пыльцевого анализа нужно соблюдать первые два правила из только что перечисленных и еще ряд дополнительных.

1. Обнажение расчищается хотя бы одной (лучше несколькими) канавой, которая углубляется ступенями до неразрушенных коренных пород.

2. Перед отбором образцов предварительно размечают в обнажении точки, откуда эти образцы должны быть взяты. Первый образец берут на глубине 0,5—1,0 см.

3. Чем меньше мощность пород, тем чаще берутся образцы. В органогенных породах — погребенных торфяниках, древнеозерных сапропелитах и тому подобных — они отбираются наиболее часто, лучше всего без интервалов, небольшими монолитами длиной 20—30—50 см и сечением 3×5 см, или через 10—25 см в торф вдавливают открытые стеклянные трубочки длиной 10—12 см и диаметром 2—4 см, которые затем закрываются пробками. Если отложения очень сильно спрессованы, пробы берут через 2—3 см (особенно если мощность невелика).

В глинах и суглинках образцы отбираются реже; в песках, галечниках, валунных глинах — наиболее редко, но не реже чем через 1 м. Более редкий отбор проб допустим лишь в исключительных случаях.

При бурении собираются кусочки керна, поверхность которых тщательно очищается.

4. Обязательно необходимо прямо у обнажения произвести детальное описание пород и зарисовать вертикальную колонку разреза. На этой колонке отмечаются точки взятия образцов, против которых представляются номера образцов.

5. Образцы нужно класть сразу на бумагу и снабжать соответствующей полной этикеткой. Бумага должна быть плотная оберточная или восковка (для органических пород). Мешочки из ткани исключаются, так как они не предохраняют от засорения посторонней пылью.

Во всех случаях сбор любого палеонтологического материала (и макро- и микропалеонтологических остатков) и его описание дополняются тщательным описанием литологических особенностей тех пород, в которых найдены окаменелости, что совершенно необходимо для

выяснения условий обитания и захоронения организмов. При этом очень тщательно документируются обе стороны зон контактов осадочных толщ, так как они часто соответствуют перерывам в накоплении осадков и являются теми местами, где происходят скачкообразные изменения состава органических остатков.

Каждый образец вместе с этикеткой заворачивается в мягкую оберточную бумагу (этикетка заворачивается в угол листа, чтобы она не потерлась об образец). На обертке ставят номер обнажения и слоя, из которых взят образец. Затем образцы плотно укладывают в ящик, ни в коем случае не перекладывая их сеном или соломой, так как последние при транспортировке очень быстро превращаются в пыль. Палеонтологические образцы не рекомендуется укладывать в мешочки. Последние не предохраняют образцы от разрушения (хотя бы частичного) в результате трения при транспортировке.

## ПОДГОТОВКА ПРОБ К АНАЛИЗУ

**Препарирование.** В лаборатории палеонтологические образцы прежде всего освобождаются от вмещающей породы — препарируются. Препарировка бывает механической и химической. Очень часто они ведутся совместно.

*Механическая препарировка* производится водой, если порода рыхлая (глина, песок) или с помощью препарировальных молотков, зубильцев, игл, кусачек, наковаленки, щетки и препарировальной подушки, если порода более плотная.

*Химическая препарировка* производится с помощью кислот и щелочей. 10-процентным раствором соляной кислоты растворяют карбонатные породы. Плавиковая кислота растворяет кремнистые породы и позволяет освободить даже хитиновые скелеты граптолитов. Едкое кали (KOH) используют для выделения известковых, оруденелых или пиритизированных окаменелостей из глины, мергеля, глинистого песчаника. Неоднократное нагревание и последующее охлаждение в воде или замораживание образца, насыщенного водой (это делается предварительно в вакуумной установке), также позволяют освободить ископаемые остатки от окружающей породы.

Для выделения из породы спор и пыльцы породу дезинтегрируют более или менее длительным кипячением в 10-процентном растворе щелочи (KOH или NaOH) или в 10-процентном растворе перекиси водорода ( $H_2O_2$ ). Для дезинтеграции глин и суглинков кроме щелочей может быть использован 10-процентный раствор соляной кислоты (на холоду или путем нагревания). Некоторые очень плотные глины кипятят в крепком растворе сульфата натрия, а затем выставляют на холод (как и при выделении микрофауны).

Выделение микропалеонтологических остатков в поле позволяет, во-первых, сократить объем перевозимых образцов, во-вторых, выяснить уже в поле полноту палеонтологической характеристики пород и особенности фауны.

*Шлифы и шлифовки.* Не все органические остатки могут быть извлечены из горных пород. Фораминиферы, археоциаты, коралловые полипы, мшанки, окаменевшая древесина и некоторые другие ископаемые изучаются в прозрачных шлифах и шлифовках. Для выяснения всех деталей внутреннего строения изготавливаются серии последовательных продольных, поперечных и тангенциальных шлифов и шлифовок.

При изучении ископаемых остатков иногда применяется и *рентгенография*. Просвечивание рентгеновскими лучами и рентгеновские снимки, получаемые при помощи обычных медицинских установок,

позволяют выяснить контуры и детали строения окаменевших остатков, включенных в породу. Некоторые окаменелости просматривают и в *ультрафиолетовом свете*, который позволяет видеть очертание и строение органических остатков более отчетливо.

## СПОСОБЫ И ПРИЕМЫ КОНСЕРВАЦИИ ИСКОПАЕМЫХ ОСТАТКОВ

**Сохранение окаменелостей.** Окаменелости, извлеченные из породы, хранятся обычно в коробочках, пробирках и в специальных камерах (микрофауна). Особенно хрупкие образцы, которые могут распасться, предварительно пропитывают одним из растворов: раствором столярного клея, гуммиарабика, 2—5%-ным раствором желатина, шеллака. Органические остатки, содержащие пирит или марказит, также пропитываются шеллаком, жидким горячим воском или парафином, так как без этого они плохо сохраняются.

**Слепки и отливки.** Они изготавливаются в том случае, когда окаменелости представляют собой пустоты и полости, оставшиеся после растворения органических остатков. Стенки таких пустот повторяют детали строения организмов. Слепки изготавливаются из пластилина, смеси, состоящей из одной части воска, одной части канифоли и двух частей гипса, из гуттаперчи и из массы «стенс», применяемой в зубоврачебной практике.

Для изготовления отливок применяются сера и гипс, а если входное отверстие невелико и пустота имеет сложную форму, отливки изготавливаются из пластичных масс, а иногда и металла. В последнем случае отливка извлекается после разрушения породы.

**Фотографирование и зарисовки.** Изучение палеонтологических остатков нередко сопровождается зарисовкой и фотографированием изучаемых объектов. Зарисовывают окаменелости с помощью рисовального аппарата. Фотографии крупных палеонтологических остатков получают обыкновенным фотографированием, а микропалеонтологические остатки фотографируются с применением бинокулярной лупы или микроскопа.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Изучение всех органических остатков обычно начинается с окаменелостей, наиболее характерных для данных отложений. Для палеозойских пород это брахноподы, трилобиты, коралловые полипы, для мезозойских — головоногие моллюски, для кайнозойских — пелециподы и гастроподы. Эти группы лучше всего изучены и содержатся в породах в больших количествах, чем другие, и потому они позволяют определить возраст пород наиболее правильно.

Определение органических остатков производят с помощью соответствующей литературы. Наиболее объективные данные получают путем измерения. При этом главную роль играют отношения отдельных размеров друг к другу. Для каждой группы организмов принята определенная система измерений: отношение высоты и толщины раковины к ее длине для пластинчатожаберных, высоты и толщины оборота к диаметру раковины для аммонитов и другие подобные относительные величины.

Определяемому объекту дают название того вида, признаки которого соответствуют признакам объекта. Если данный объект, после тщательного изучения всей литературы, отличается от всех видов, выделяют новый вид.

# ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

## ГЛАВА 18

### МЕТОДЫ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

#### СТРАТИГРАФИЯ

Стратиграфия — это раздел геологии, занимающийся геохронологией, под которой понимают разделение геологической истории Земли на отдельные отрезки, этапы. Каждый этап был временем образования толщ горных пород. Поэтому под геохронологией понимают также определение времени и последовательности образования пород. Различают относительную и абсолютную геохронологию.

Относительная геохронология определяет, какие породы образовались раньше и какие позднее, то есть относительный возраст пород. Абсолютная геохронология определяет возраст пород в единицах времени, обычно в миллионах лет, то есть абсолютный возраст.

Стратиграфия решает две основные задачи:

1) определяет последовательность образования пород в каждом конкретном разрезе земной коры;

2) увязывает по возрасту породы, слагающие разные разрезы и в пределах одного района, и в разных районах.

Стратиграфия является той основой, на которой строится вся историческая геология, так как, систематизируя горные породы по времени их образования, она тем самым систематизирует события прошлого, характер которых выражен в особенностях пород.

#### МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ВОЗРАСТА ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Для определения относительного возраста осадочных горных пород существует три метода: стратиграфический, петрографический и палеонтологический.

Стратиграфический метод заключается в определении относительного возраста пород по последовательности напластования: пласт, лежащий ниже, — древнее того, что лежит над ним.

Применение этого метода ограничено. Он применяется только при определении возраста пластов в одном разрезе при нормальном их залегании. В областях со сложной тектоникой, где имеются опрокинутые и лежащие складки, надвиги и т. д., пласты нередко перевернуты и более молодые породы лежат под более древними (рис. 67). В таких случаях для правильного определения последовательности образования пород определяют почву и кровлю пластов, сравнивают данный разрез с соседними разрезами, а также используют другие методы стратиграфии.

Петрографический метод основан на изучении минерального состава, структуры, текстуры и других литологических признаков пород, а также условий образования горных пород и последовательности их залегания в разрезе. Этот метод позволяет сопоставлять, увязывать по возрасту пласты горных пород, слагающие разные разрезы.

Если в двух (или нескольких) разрезах имеются пласты пород, одинаковые по минеральному составу, структуре, текстуре, условиям образования и последовательности залегания пород в этих разрезах одинакова (например, выше известняка лежат глины, выше глин алевролиты и т. д.), можно предположить, что эти породы образовались в одно время. Этот метод дает хорошие результаты только в том случае, когда сравниваются близко расположенные разрезы. В отдаленных разрезах разновозрастные породы могут иметь неодинаковые литологические особенности, что обусловлено неодинаковой обстановкой их образования. С другой стороны, породы разного возраста могут иметь одинаковый литологический характер, так как в разное время на поверхности Земли повторялось образование пород в сходных условиях, а значит, и имеющих сходные признаки. Этот метод используют также при определении относительного возраста магматических и метаморфических пород.

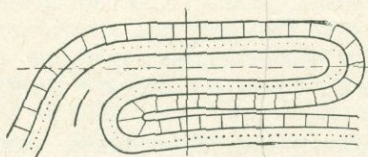


Рис. 67. Схематический разрез опрокинутой складки

**Палеонтологический метод.** Это наиболее надежный метод относительной геохронологии, позволяющий определять относительный возраст пород и в одном и в нескольких разрезах, в том числе и удаленных друг от друга на большие расстояния. Сущность этого метода состоит в определении относительного возраста осадочных пород по окаменевшим остаткам организмов, которые содержатся во многих осадочных и некоторых метаморфических породах.

Каждый период геологической истории Земли характеризуется только ему свойственной совокупностью различных организмов. Поэтому если породы в разных, даже далеко отстоящих разрезах содержат одинаковые органические остатки, можно считать, что эти породы образовались в одно время (рис. 68). Если же органические остатки разные, значит породы образовались или в разное время, или в одно и то же время, но в разных условиях. Окончательное решение этого вопроса возможно лишь после выяснения условий образования этих пород.

Однако далеко не все органические остатки позволяют одинаково хорошо определять относительный возраст горных пород. Некоторые организмы жили на Земле очень долго и при этом мало изменялись. В Средиземном море, например, до сих пор живет головоногий моллюск *Nautilus danicus*, появившийся еще в ордовике. Очевидно, для определения относительного возраста горных пород такие ископаемые не подходят. В связи с этим и появилось понятие о руководящей фауне. Это организмы, которые:

- 1) недолго жили на Земле или быстро изменялись, вследствие чего в разрезе земной коры они имеют небольшое вертикальное распространение, встречаются только в одном ограниченном горизонте;
- 2) широко расселялись в пространстве и потому позволяют увязывать и сопоставлять далеко расположенные друг от друга разрезы;
- 3) хорошо сохраняются в ископаемом состоянии и в одном и том же месте присутствуют в большом числе экземпляров.

Каждый горизонт, слой характеризуются обычно своим комплексом руководящей фауны (если, конечно, фауна имеется).

В последние 20—30 лет для стратиграфических целей широко используются остатки микроскопических животных и растений, которые изучаются под микроскопом. При микропалеонтологических исследованиях очень важно выяснить не только наличие тех или иных органиче-

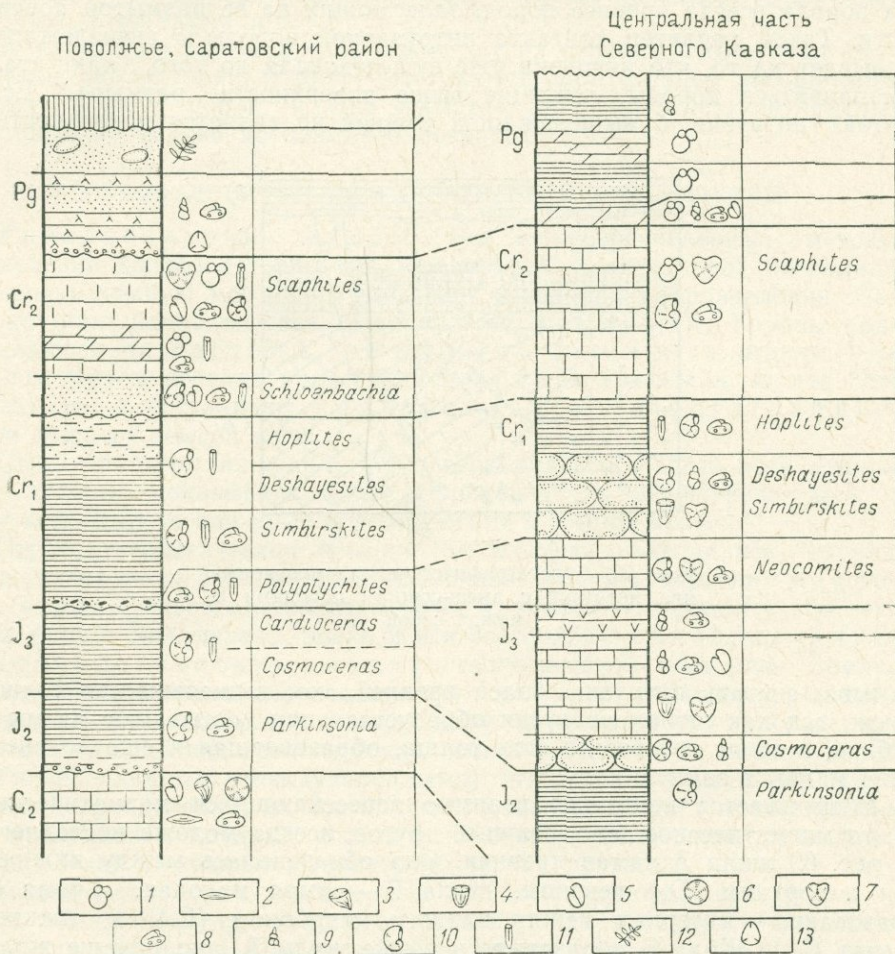


Рис. 68. Схема сопоставления разрезов по органическим остаткам (Леонов, 1956)

1 — мелкие фораминиферы; 2 — фузулиниды; 3 — четырехлучевые кораллы и табуляты; 4 — шестилучевые кораллы; 5 — плеченогие; 6 — правильные ежи; 7 — неправильные ежи; 8 — пелециподы; 9 — гастроподы; 10 — аммониты; 11 — белемниты; 12 — наземные растения; 13 — диатомовые водоросли

ских остатков, но и их количественное соотношение. Для этого берут одинаковые навески породы и подсчитывают общее количество всех органических остатков. Затем определяют процентное содержание одних и тех же видов организмов и если в разных пластах оно оказывается одинаковым или примерно одинаковым, эти пласты считают разновозрастными.

#### МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ВОЗРАСТА МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Все магматические породы по условиям их образования делятся на породы интрузивные (глубинные) и породы эффузивные (изливишиеся). Относительный возраст и тех и других определяется по соотношению их с вмещающими осадочными породами.

При определении относительного возраста интрузии считают, что она моложе тех пород, которые ею прорваны, так как такое соотношение могло возникнуть только в том случае, если вмещающая порода существовала до внедрения в нее магмы. С другой стороны, интрузивная порода всегда древнее пород, залегающих на ее размытой поверхности. Такой характер контакта интрузивной породы с вышележащей указывает на то, что интрузия уже существовала до того, как стали накапливаться породы, лежащие выше поверхности размыта. Если контакт интрузии с вышележащей толщей не является поверхностью

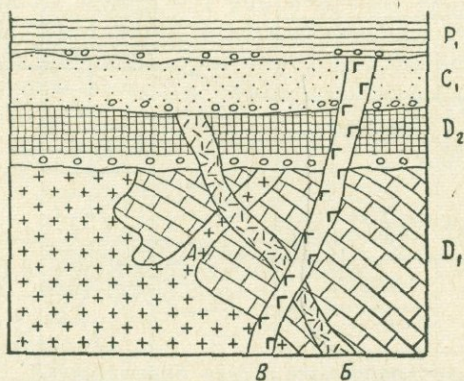


Рис. 69. Стратиграфические взаимоотношения интрузий с вмещающими породами и между собой

размыта, считать интрузию более древней, чем вышележащая толща, нельзя, так как любая интрузия образуется при остывании магмы в глубине, и выше нее всегда есть толща, образовавшаяся еще до внедрения магмы в земную кору.

Если имеется несколько взаимно пересекающихся магматических тел, то магматическое тело, секущее другое, всегда моложе последнего. На рис. 69 жила А самая древняя. Она образовалась между нижним ( $D_1$ ) и верхним ( $D_2$ ) девоном. Жила В — самая молодая. Время ее образования — интервал между нижним карбоном ( $C_1$ ) и нижней пермью ( $P_1$ ). Жила Б образовалась позже жилы А, но раньше жилы В, между верхним девоном ( $D_2$ ) и нижним карбоном ( $C_1$ ).

Излившиеся породы образуют потоки и покровы, по условиям залегания аналогичные пластам осадочных пород. Их относительный возраст определяют по соотношению с вмещающими породами, то есть стратиграфическим методом: они моложе тех пород, которые лежат ниже, но древнее тех, что лежат над ними.

### ПОНЯТИЕ О МЕТОДАХ АБСОЛЮТНОЙ ГЕОХРОНОЛОГИИ

Для определения абсолютного возраста горных пород, т. е. возраста, выраженного в единицах времени, в настоящее время применяются радиологические методы: свинцовый, гелиевый, аргоновый, стронциевый, иониевый и радиоуглеродный.

Все эти методы основаны на том, что радиоактивный распад элементов протекает с постоянной скоростью, не изменяющейся под действием каких бы то ни было факторов. Для разных химических элементов эта скорость неодинакова. Она устанавливается экспериментально. Зная, какое количество продуктов распада и неразложившегося вещества находится в данной породе, можно определить то количество

этого вещества, которое было во время образования породы, а затем, зная скорость распада, можно определить время, за которое образовалось данное количество продуктов распада.

Наиболее точным из всех перечисленных методов является радиуглеродный (по изучению изотопа  $C_{14}$ ), который позволяет определять десятки и сотни тысяч лет.

В настоящее время в СССР и в других странах существуют специальные лаборатории, которые занимаются определением абсолютного возраста горных пород, и уже имеются геохронологические шкалы, созданные на основе абсолютного возраста.

## ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ И СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛЫ

Универсальные шкалы. Все вышеперечисленные методы определения последовательности образования горных пород позволили расчленить земную кору на отдельные части или подразделения. Самые крупные подразделения были названы группами. Группы подразделяются на системы, системы — на отделы, а отделы — на ярусы. Ярусы нередко расчленяются на горизонты и зоны. Эти подразделения составляют универсальную стратиграфическую шкалу земной коры.

Стратиграфическая шкала — это вертикальный разрез всей земной коры, который показывает, какое положение по отношению друг к другу занимают те или иные подразделения в земной коре.

Отрезок геологической истории, за который накопилась группа пород, назвали эрой. Время образования системы назвали периодом, отдела — эпохой, яруса — веком, зоне или горизонту соответствует время. Эра, период, эпоха и век составляют универсальную геохронологическую шкалу геологической истории Земли. Она показывает время образования того или иного стратиграфического подразделения, слагающего земную кору, и историческую последовательность главнейших геологических событий в развитии земной коры.

Универсальными (международными) эти шкалы называются потому, что подразделения, их составляющие, имеют общее значение для всех материков и крупных регионов. В основу выделения всех этих подразделений положены палеонтологические признаки. Каждое подразделение имеет свой характерный комплекс руководящей фауны и флоры, одинаковый для крупного региона или материка, или даже нескольких материков. При этом более мелкие стратиграфические единицы отличаются друг от друга по органическим остаткам менее резко, чем более крупные. Границы между стратиграфическими подразделениями проводятся там, где наблюдается более или менее резкая смена в составе органических остатков.

Местные шкалы. Далеко не все породы содержат комплексы универсальной руководящей фауны. В отдельных районах в силу различных причин развитие фауны может идти своим путем. Эта фауна будет местной, и она имеет значение для целей стратиграфии только в данном районе. Иногда же органические остатки совсем отсутствуют. Во всех этих случаях приходится выделять местные подразделения и составлять местные шкалы.

В том случае, когда органические остатки, содержащиеся в отложениях, имеют местное значение и палеонтологическая характеристика недостаточна для выделения универсальных стратиграфических (геохронологических) единиц, принято выделять серию, свиту, слои, слой. Их иногда называют подразделениями свободного пользования.

Если органические остатки совсем отсутствуют, и для расчленения отложений по возрасту можно использовать только их литологические

особенности, выделяют формацию, толщу, пачку, пласт. Их называют подразделениями ограниченного пользования (табл. 1). Всем подразделениям местной стратиграфической шкалы в геохронологической шкале соответствует термин свободного пользования — время.

Т а б л и ц а 1

Схема взаимоотношения подразделений по Д. В. Наливкину

Обязательные	Свободного пользования	Ограниченного пользования
Группа Система	Серия	Формация
Отдел Ярус	Свита	Толща
Горизонт (зона)	Слой	Пачка
Слой	Слой	Пласт

Для каждого подразделения любой местной шкалы обязательно с большей или меньшей степенью точности устанавливается, какому из подразделений универсальной шкалы оно соответствует.

В настоящее время всем вышеперечисленным подразделениям стараются давать только географические названия.

## ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

### ОСНОВЫ ФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Все осадочные породы образовались в результате геологических процессов, происходивших в определенной физико-географической обстановке. Особенности этих процессов и обстановки отражены в палеонтологических и литологических особенностях пород.

Под палеонтологическими особенностями понимают характер органических остатков: видовой и родовой состав, разнообразие этого состава, абсолютные и относительные размеры и толщину раковины, степень сохранности и другие.

Разнообразие видового и родowego состава означает, что порода накапливалась в условиях неглубокого, сравнительно теплого моря с нормальной соленостью и нормальным газовым режимом. Мелкая фауна обычно характерна для бассейнов с ненормальной соленостью, массивные же раковины имеют организмы, живущие на небольшой глубине в тепловодных морских бассейнах и т. д.

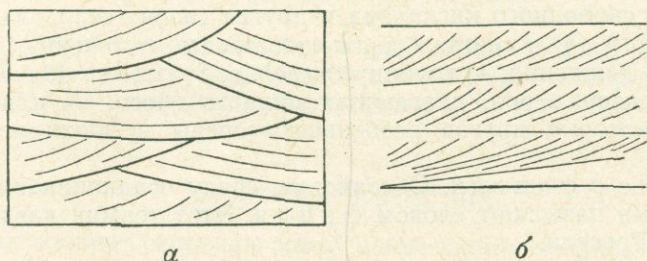
Под литологическими особенностями понимают: цвет породы, ее минеральный, химический и гранулометрический состав, структуру, текстуру, неорганические включения (стяжения, конкреции), форму осадочного тела и некоторые другие особенности. Изучение всех этих особенностей начинается в полевых условиях, так как образец породы никогда не может дать полного представления о ее происхождении.

*Цвет породы* нередко является важным показателем условий ее образования. Например, красноцветные породы континентального происхождения обычно отлагаются в субтропическом или тропическом поясах при чередовании дождливых и засушливых периодов. Черная и темно-серая окраска связана с наличием битумов и сернистого железа и

возникает в условиях восстановительной среды в море, или в лагунной обстановке, или в озере, болоте.

*Минеральный и химический состав* позволяют выяснить не только характер среды осадконакопления, но и характер разрушающихся материнских пород и тем самым установить область сноса, а также выяснить, как долго переносился осадочный материал. Например, чем дальше переносится материал, тем однороднее его минеральный состав, так как неустойчивые против выветривания минералы при длительном переносе разрушаются.

Очень хорошими показателями условий образования пород являются некоторые минералы. Например, глауконит, фосфорит, монтмориллонит,



а

б

Рис. 70. Типы слоистости:

а — перекрестная слоистость прибрежного типа; б — косая од-  
нонаправленная речного типа

гидрослюды, бейделлит являются очень важным признаком морской среды осадконакопления. Доломиты, соли, гипс указывают на то, что отложения накапливались в замкнутых водоемах с повышенной соленостью, а сидерит и пирит — на наличие восстановительной среды и сероводородное заражение.

*Гранулометрический состав и структура* позволяют выяснить характер и скорость движения среды осадконакопления, глубину бассейна, длительность переноса и переотложения материала. Общеизвестно, что, при прочих равных условиях, ближе к берегу отлагается более крупнозернистый материал и что водные потоки, имеющие большую скорость движения, способны переносить более крупные обломки. Можно по преобладающему размеру этих обломков определять скорость движения, а по ориентировке удлиненных обломков и некоторым другим особенностям — направление движения. Очень хорошая сортировка и окатанность зерен песка указывают на длительное взмучивание и переотложение, что чрезвычайно характерно для прибрежной зоны моря.

*Текстурные особенности.* К числу наиболее важных текстурных особенностей относятся слоистость, знаки ряби, различные знаки-слепки и некоторые другие особенности.

Тип слоистости характеризует динамику среды осадконакопления (спокойная, однонаправленное движение, волнения и т. д.), а также позволяет выяснить направление приноса обломочного материала (по господствующему уклону слоев). Так, слоистость горизонтальная тонкая наиболее характерна для умеренно-глубоководных глин (100 — 500 м) и для озерных отложений, перекрестная (рис. 70, а) — типична для обломочных отложений мелководной зоны моря (до 70—100 м), косая однонаправленная (рис. 70, б) для русловых потоков и т. д.

Конкреции сингенетические, т. е. образующиеся одновременно с накоплением осадочной толщи (слойки породы огибают такую конкрецию сверху и снизу), также помогают определять характер среды осадконакопления. Для мелководных морских отложений характерны оксидные, железистые (шамозитовые), марганцовистые, фосфатные конкре-

ции. Карбонатные конкреции нередко встречаются в озерных отложениях, марказитовые и пиритовые — в угленосных толщах.

*Форма осадочного тела.* Морские отложения обычно образуют более или менее выдержанные пласты, речные — узкие линзы, лежащие среди других пород, озерные — линзы во впадинах древнего рельефа. Отложения значительной мощности в пределах узких вытянутых зон обычно образуются в геосинклинальном бассейне. Напротив, отложения небольшой мощности, развитые на большой площади, чаще характерны для платформенных областей.

Изучение литологических и палеонтологических особенностей позволяет определить: 1) характер среды отложения (водная или воздушная), 2) физико-химические свойства водной среды — степень солености, наличие свободного кислорода и других газов (сероводорода, углекислоты и др.), 3) характер движения среды отложения, скорости и направления движения, 4) глубину бассейна, 5) рельеф области отложения, 6) характер пород, слагающих область сноса, 7) климатические условия и некоторые другие особенности среды и эпохи осадконакопления.

Понятие о фациях. Обстановку, среду осадконакопления в настоящее время называют словом фация. Этот термин введен в науку в 1838 г. А. Грессли.

Учение об условиях образования осадочных пород получило название учения о фациях. Методы и приемы, с помощью которых восстанавливаются эти условия, называются фациальным анализом. Условия образования осадочных пород называют фациальными условиями, первичные признаки пород, характер которых определяется этими условиями, — фациальными признаками, или фациальными особенностями, а их изменения — фациальными изменениями.

Процессы осадконакопления происходили на Земле в течение всей ее геологической истории, они происходят и в настоящее время. В связи с этим принято различать фации современные и ископаемые.

Под современной фацией понимают часть земной поверхности, которая на всем своем протяжении обладает одинаковыми физико-географическими условиями и одинаковой фауной и флорой.

Ископаемая фация — это часть пласта, пласт или даже несколько пластов (пачка, свита), характеризующиеся одинаковыми первичными литологическими и палеонтологическими особенностями, в которых отражены условия образования этих стложений.

*Методы фациального анализа.* В основе фациального анализа лежит сравнение палеонтологических и литологических признаков древних пород и современных отложений, т. е. принцип актуализма, сформулированный еще Ч. Ляйелем. По этому принципу сходство признаков древних пород и современных отложений говорит о сходных условиях их образования.

Последующее изучение древних пород и современных отложений показало, что они не имеют абсолютного сходства и что характер процессов осадконакопления с течением времени изменялся, так как изменялись состав атмосферы и гидросферы, строение земной коры и характер органического мира, рельеф и другие условия разрушения пород, переноса материала и его отложения. Например, более высокое содержание углекислого газа в атмосфере Земли в докембрийское время обуславливало более широкое развитие процессов химического выветривания, которое, кроме того, происходило в восстановительной среде, так как кислород отсутствовал.

Таким образом, нельзя ныне действующие закономерности механически переносить в прошлое. Поэтому принцип актуализма в настоящее

время дополняется принципом эволюции фаций в истории Земли, который учитывает развитие и изменение геологических процессов. Принцип актуализма и принцип эволюции фаций вместе составляют теоретическую базу сравнительно-литологического метода — основного метода фациального анализа, разработанного А. Д. Архангельским и особенно Н. М. Страховым.

Поскольку выяснение условий образования древних пород производится путем сравнения их с современными отложениями, ниже приведено описание основных типов последних.

## СОВРЕМЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Все современные отложения (и ископаемые фации) в зависимости от характера физико-географической обстановки, в которой они образовались, делят на морские, континентальные и лагунные, или переходные.

### МОРСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Они составляют основную массу современных осадков и представлены чрезвычайно разнообразно. Источником материала, из которого они образуются, являются: суша, откуда в моря сносится огромное количество продуктов разрушения, организмы и вулканические процессы.

Распределение этого материала в море определяется прежде всего глубиной бассейна, так как она определяет динамику среды, характер организмов, наличие газов, в том числе и кислорода, и другие особенности осадконакопления. Поэтому в настоящее время все морские отложения принято делить на отложения литоральной зоны, отложения шельфа, отложения батимальные и абиссальные.

Отложения литоральной зоны. Отложения этой зоны чрезвычайно непостоянны, часто сменяют друг друга на коротких расстояниях, причем их характер очень сильно зависит от характера берега. У скалистых крутых берегов накапливаются грубообломочные осадки, которые впоследствии превращаются в конгломераты, брекчии и другие подобные им образования. У таких берегов живут формы сверлящие (камнеточцы), прирастающие или присасывающиеся, или имеющие очень крепкую толстостенную и тяжелую раковину.

Пологие берега (ширина литоральной зоны в этом случае достигает 3—5 км, а иногда и больше) обычно сложены галечником, гравием, песком, которые слагают и береговые валы (до 12 м высотой). Весь этот материал хорошо окатан и отсортирован, для него характерна пологая перекрестная слоистость, знаки ряби и волноприбойные знаки. Он перемешан с обрывками водорослей, кусками древесины и битой ракушей, превращенной в детритус. В некоторых местах (побережье Азовского, Северного морей) эти береговые валы сложены почти исключительно ракушей. В ископаемом состоянии также известны аналогичные образования — детритусовые известняки.

Если берега низменные, плоские или береговой уступ сложен глинами или суглинками, тогда в приливно-отливной зоне будут накапливаться илы или глины с примесью песчаного материала. Во время отливов на поверхности таких отложений образуются трещины высыхания, следы дождевых капель и града, отпечатки лап животных и другие знаки. В некоторых местах (Индия, Флорида, Куба, Малайский архипелаг) такие побережья зарастают густой растительностью. Так образуются прибрежно-морские болота — мангровые заросли, которые дают начало торфяникам. По представлению некоторых геологов, такие болота были широко распространены в карбоне в области Донбасса.

Поиски фаций литоральной зоны среди ископаемых фаций очень важны, так как они очень четко фиксируют положение древних береговых линий.

Отложения зоны шельфа. Зону шельфа обычно делят на две подзоны, отличающиеся неодинаковой подвижностью среды, освещенностью, характером организмов и другими особенностями. Отложения этой зоны делят на мелководные и умеренно-глубоководные.

Мелководные отложения. Они образуются на глубинах до 70—100 м в условиях сильных движений воды. Эта область богата кислородом, хорошо освещена и наиболее благоприятна для развития организмов. Среди отложений этой зоны выделяют обломочные, химические, органогенные и смешанные.

Обломочные [терригенные] отложения представлены песками и алевритами. Реже встречаются галечники и глинистые осадки.

Галечники (конгломераты) отлагаются в области наименьших глубин. Они хорошо окатаны и не содержат органических остатков.

Пески обычно сложены зернами и обломками зерен устойчивых минералов. Чаще всего это кварцевые пески, значительно реже полевшпатовые, магнетитовые, гранатовые и другие. Они обычно накапливаются на глубине 25—30 м. Мелководные пески хорошо отсортированы (лучше, чем речные) и характеризуются перекрестной слоистостью. Среди организмов, населяющих эти пески, преобладают зарывающиеся формы. Раковины у них обычно массивные, толстостенные.

Донные течения могут заносить песчаный материал на глубину 50—200 м, а иногда и 600—700 м. Так образуются переотложенные глубоководные тонкозернистые горизонтально слоистые пески, иногда развитые на очень больших площадях. Чаще площади их распространения представляют вытянутые полосы. Организмы, их населяющие, имеют тонкостенную раковину.

Мелководные глины образуются в результате быстрого свертывания коллоидов, выносимых в море реками. Осаждение этого материала происходит в местах, где отсутствуют сильные волнения и течения: в заливах, бухтах, в областях развития мангровых зарослей. Для этих глин характерна горизонтальная слоистость.

Нередко бухты и заливы обособляются от открытого моря и опресняются или засоляются. В опресненных заливах в нижней части котловины образуются застойные воды, лишенные кислорода. Такая среда очень благоприятна для развития серобактерий. В этом случае донные организмы отсутствуют и в осадке содержится много пирита, а иногда и органического вещества. Значительное количество растительного и животного материала делает эти глины углистыми и битуминозными. Такие глины при соответствующих условиях могут превратиться в горючие сланцы (например, ордовикские горючие кукерские сланцы Прибалтики).

Органогенные отложения представлены карбонатными породами — мелом и различными известняками, в образовании которых принимают участие морские животные и растения. Органогенные осадки обычно накапливаются там, куда обломочный материал почти не выносится. Наиболее глубоководными из органогенных известняков являются водорослевые, образующиеся на глубине 100—110 м, мшанковые — от 90 до 200 м и криноидные — в средней части шельфа. Для фораминиферовых известняков характерна глубина образования около 50 м. Коралловые, серпуловые и губковые накапливаются на глубинах 20—40 м. Белый писчий мел, состоящий в основном из раковин планктонных фораминифер и скорлупок кокколитофорид, по современным представлениям, накапливается на разных глубинах. Если в нем имеется примесь обломочного материала, массивные раковины мелководной фауны (инноцераму-

сов, эхинокорисов и др). и мощность его измеряется десятками метров, то писчий мел является несомненно мелководным образованием. Писчий мел без примеси обломочного материала, не содержащий остатков мелководной фауны и имеющий небольшую мощность, очевидно, является более глубоководным.

*Химические осадки* обычно представлены коллоидно-химическими образованиями, выпадающими в илу в виде оолитов, бобовин и других аналогичных форм. Среди них выделяют карбонатные, железистые, фосфатные, глауконитовые и другие осадки.

*Карбонатные осадки* накапливаются только в теплых морях, где карбонаты легко выпадают в осадок при изменении температуры или количества углекислоты ( $\text{CO}_2$ ).

*Железистые осадки.* Железо выносится с континентов в виде окисных и коллоидных растворов с органическими кислотами и в виде бикарбонатов. При некотором увеличении температуры, солености, в результате жизнедеятельности бактерий и водорослей все эти соединения легко переходят в осадок и выпадают близ берегов. Часть осадков образуется за счет выноса железа из глубоких зон в результате подводных извержений.

*Глауконит* образуется только в море на глубине 20—150 м. Встречается он в виде примеси в песках, глинах, известняках. В 50-е годы Ренгартен и Горбунова описали и выделили породу глауконитит, на 50—80% состоящую из зерен глауконита. Условия образования глауконита неясны до сих пор.

*Фосфатные осадки* образуются также только в море на глубине 50—150 м. По гипотезе А. В. Казакова они имеют химическое происхождение, хотя фосфор, или хотя бы часть его, образуется за счет разложения организмов. Соединения фосфора приносятся восходящими течениями, поднимающимися с глубин 500 м и более и направленными в сторону берега. Поднимаясь в области более низких давлений и более высоких температур, они теряют часть  $\text{CO}_2$ . Содержание же  $\text{P}_2\text{O}_5$  увеличивается за счет трупов организмов, падающих сверху. Равновесие нарушается, воды оказываются пересыщенными  $\text{CaCO}_3$  и  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \times \text{CaF}_2$  и на глубинах от 100 до 50 м эти соединения выпадают в осадок. Выше 50 м их выпадение не происходит, так как воды уже бедны фосфором, который к тому же поглощается еще растениями.

*Умеренно-глубоководные отложения* накапливаются в открытом море ниже 70—100 м. На этих глубинах обычно наблюдаются слабые движения придонных вод, и только во время сильных бурь значительные волнения проникают и сюда. Жизнь здесь значительно беднее. Эту область населяют илоеды, трупоеды и хищники. Донная фауна представлена мшанками, морскими ежами, кремневыми губками, некоторыми пеллециподами и гастроподами и одиночными кораллами. Скелетные образования у этих организмов нежные, тонкие, хрупкие. Для этой зоны характерно большое однообразие и постоянство условий, и потому отложения здесь также довольно однообразны.

*Из терригенных осадков* здесь преобладают глины, для которых характерна тонкая горизонтальная слоистость. Они образуются за счет медленного осаднения наиболее тонкого материала, выносимого из более мелководных зон, а также глинистых минералов, возникающих в море в результате химических превращений.

*Органогенные отложения* в этой подзоне встречаются редко. Они образуются за счет планктонных организмов: диатомей, радиолярий, планктонных фораминифер, птеропод, а также за счет иглопочек кремневых губок. Диатомеи, накапливаясь, образуют диатомовые илы, которые затем превращаются в диатомит и трепел, а иглопочки кремневых губок — губковые илы. Среди ископаемых фаций аналогом губковых

илов является спонголит. Раковинки фораминифер и птеропод дают начало карбонатным илам.

*Отложения коллоидно-химического* происхождения здесь представлены пластовыми фосфоритами (до глубины 200 м), а также карбонатными и кремнистыми породами.

Среди ископаемых фаций отложения зоны шельфа распространены наиболее широко.

*Отложения батинальной зоны.* Условия осадконакопления в батинальной зоне чрезвычайно однообразны и постоянны. Движения воды здесь очень слабые. Жизнь в этой области значительно беднее, чем в области шельфа. Глубоководные бентосные формы немногочисленны и имеют очень нежные и хрупкие скелетные образования. В ископаемом состоянии они встречаются очень редко. Значительно чаще в этих отложениях присутствуют остатки планктонных фораминифер и иногда активно плавающих животных.

В этой области накапливаются глинистые и органогенные илы.

*Глинистые илы* различаются по условиям образования. Вследствие этого минеральный состав илов неодинаков. В окислительной среде образуются окисные соединения железа, окрашивающие ил в красный цвет. В восстановительной — соединения темного или синего цвета, которые окрашивают ил в темные и синие тона. Примесь глауконита, образующегося на границе окислительной и восстановительной зон, окрашивает ил в зеленый цвет. В соответствии с этим глинистые илы делятся по цвету: красный, синий, зеленый. Аналогичные цвета и, соответственно, минеральный состав имеют и глинистые отложения более мелководных и более глубоководных зон. Отличить их друг от друга позволяют лишь органические остатки.

*Органогенные илы* батинальной зоны: глобигериновый, диатомовый и другие образуются за счет планктонных организмов. Фации батинальной зоны среди ископаемых фаций встречаются значительно реже, чем фации шельфа.

*Отложения абиссальной зоны.* Огромные пространства глубокого океанического дна удалены от областей сноса, и осадконакопление происходит здесь очень медленно (в верхнем 30—40-сантиметровом слое встречаются зубы третичных рыб). Здесь накапливаются красная глубоководная глина и органогенные илы.

*Красная глубоководная глина* образуется за счет глинистого и другого коллоидного материала. В некоторых местах к глине подмешиваются значительные количества продуктов вулканических извержений и, возможно, образования метеоритного происхождения (шарики никелистого железа и др.). Из органических остатков встречаются зубы рыб, слуховые косточки китов, скорлупочки радиолярий.

*Органогенные* — известковый и кремневый илы сложены раковинками планктонных организмов. Из них лишь радиоляриевый ил является исключительно абиссальным образованием. Он накапливается на глубинах ниже 4000 м, где известковые раковинки растворяются.

Кроме этих осадков на дне глубоких желобов, межгорных прогибов и котловин накапливаются вулканогенные, биогенно-кремнистые и карбонатные осадки, а на поднятиях и склонах — галечники, пески и алевриты.

Среди ископаемых фаций аналоги абиссальных отложений достоверно не известны.

*Морские отложения вулканогенного происхождения.* Среди осадочных отложений морского происхождения в областях развития вулканической деятельности нередко встречается вулканический ил. От глинистых илов он хорошо отличается под микроскопом по

минеральному составу и форме зерен: этот ил содержит остроугольные зерна санидина, плагиоклазов, роговой обманки, авгита, биотита и много вулканического стекла.

В прошлом в геосинклинальных прогибах, в которых нередко активно развивались эффузивные процессы, накапливались яшмы. В них довольно часто встречаются скорлупочки радиолярий.

### КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

На континентах преобладают процессы разрушения и сноса продуктов разрушения. Однако и здесь в долинах рек, болотах и озерах, в пустынях, в области предгорий и в других местах накапливаются самые разнообразные отложения. Области осадконакопления обычно отделены друг от друга областями разрушения и сноса. Кроме того, в одном и том же месте характер отложений часто меняется, и осадконакопление может сменяться размывом только что отложившихся осадков. Очень большое непостоянство условий осадконакопления приводит к тому, что континентальные отложения очень разнообразны и быстро сменяют друг друга как в пространстве, так и в вертикальном разрезе. Это очень важная отличительная особенность этих отложений.

Все континентальные отложения делят на отложения суши и отложения водных бассейнов на континенте.

*Отложения суши. Элювиальные отложения.* Основной отличительной их особенностью является тесная связь с материнскими породами, в которые они переходят с глубиной. Если они являются результатом физического выветривания, их состав полностью соответствует составу материнских пород. В условиях же активного химического выветривания возникают образования, состоящие из минералов, характерных для зоны выветривания и устойчивых в этой зоне — кварца, каолинита, окисных соединений железа, алюминия и др. Слоистость и органические остатки в элювиальных отложениях отсутствуют.

Среди ископаемых фаций эти отложения встречаются редко и главным образом в виде древней коры выветривания.

*Делювиальные и пролювиальные отложения.* Это грубообломочный и песчано-глинистый материал, неотсортированный или плохо отсортированный, не имеющий слоистости и не содержащий органических остатков. В настоящее время эти отложения накапливаются в предгорных и межгорных впадинах и прогибах молодых горных сооружений — в Карпатах, на Кавказе и в других местах, образуя современную молассу\* мощностью иногда в несколько тысяч метров.

Среди ископаемых фаций аналогичные образования — древняя моласса, встречаются довольно часто.

*Пустынные отложения.* К ним относятся главным образом эоловые пески. Их отличительная особенность — присутствие в них мало выветренных зерен легко разрушающихся минералов, так как в пустынных областях химическое выветривание происходит слабо. Материал, слагающий эти пески, очень хорошо отсортирован и окатан. Для этих песков характерны косая слоистость и эоловая рябь. Органические остатки отсутствуют. Очень редко встречаются скопления костей наземных животных.

Среди ископаемых фаций эоловые пески (в некоторых системах) имеют значительное развитие.

*Ледниковые отложения.* К ним относятся собственно ледниковые «моренные» отложения, отложения ледниковых вод — флювиогляциаль-

\* Моласса — толщи обломочных пород, образующиеся за счет разрушения молодых горных сооружений и накапливающиеся в межгорных и предгорных прогибах и краевых частях платформ.

ные отложения, и отложения, накапливающиеся в приледниковых озерах.

Моренные отложения представляют собой беспорядочное скопление различных обломков, включенных в глинистый или песчаный материал. Органические остатки в морене очень редки (пыльца).

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

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

В отдельные периоды геологической истории Земли ледниковые отложения имели очень широкое распространение, иногда более широкое, чем в настоящее время.

Отложения водных бассейнов на континенте. *Речные отложения* накапливаются в руслах, поймах и старицах и сложены галечниками, гравием, песком и глиной. Весь этот материал по сравнению с морскими отложениями обработан хуже. Для него характерна однонаправленная косая слоистость. Нередко в речных отложениях присутствуют остатки пресноводных животных и растений и растительный детрит (обрывки растений).

*Озерные и болотные отложения.* Из обломочных отложений в озерах накапливается главным образом алеврито-глинистый материал. Галечники, конгломераты и гравий встречаются редко и только в береговой полосе. Песчаные отложения также не имеют широкого распространения. Этот обломочный материал довольно хорошо обработан и отсортирован и характеризуется чаще всего тонкой горизонтальной слоистостью. Распределяется он в озерных впадинах так же, как и в морских бассейнах, и чем крупнее озеро, тем больше эти отложения напоминают морские. Эти отложения содержат остатки однообразной фауны пелеципод, гастропод и остракод, а также многочисленные растительные остатки.

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

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

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

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

#### ЛАГУННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Эти отложения называют еще переходными, так как они накапливаются в зоне перехода между сушей и морем. Представлены они главным образом песчано-глинистыми осадками, отложившимися в лагу-

нах — водоемах, отшнурованных от моря и имеющих обычно повышенную или пониженную соленость.

*Кроме терригенных осадков, в лагунных бассейнах накапливаются и химические и органогенные отложения.*

В опресненных лагунных бассейнах, которые характерны для областей с более или менее влажным климатом, из органогенных отложений накапливаются прибрежные известняки-ракушечники, мелководные мшанковые и водорослевые известняки и торфяники, а из химических осадков — карбонатные отложения. В засоленных лагунных бассейнах, которые обычно образуются в областях засушливого жаркого климата, широко распространены химические осадки — гипс, ангидрит, соли и другие, а также отложения смешанного состава — соляные глины и мергели. Из всех этих отложений резко преобладают различные соли. Лагунные отложения тесно связаны с континентальными и морскими.

Переход между ними часто носит очень постепенный характер, нередко они образуют частый тонкий переслой. Выделение лагунных отложений очень затруднительно. Наиболее верным критерием являются органические остатки, встречающиеся в значительных количествах в отложениях опресненных водоемов. Это эвригалинные и эвритермные формы, представленные небольшим количеством видов, но большим числом особей. В отложениях засоленных лагун органические остатки отсутствуют. Очень редко встречаются раковины пресноводных или наземных животных и растений, принесенные с суши.

К переходной зоне относятся и области моря, в которых располагаются подводные части речных дельт, эстуарии, лиманы и внутриконтинентальные бассейны с ненормальной соленостью.

Отложения дельт сложены материалом, который приносят реки, а также морскими и континентальными осадками. Обломочный материал, слагающий дельтовые отложения, довольно хорошо окатан и отсортирован. Слоистость — разнообразная: от правильной параллельной до различных видов косой слоистости. Органические остатки немногочисленны и представлены фауной опресненных бассейнов и остатками наземных животных и растений, принесенными с суши.

В старицах, озерах и болотах нередко образуются торфяники, впоследствии преобразующиеся в угольные залежи. За счет скопления органического вещества в прошлом формировались также и залежи нефти и газа. В дельтах некоторых рек накопление газов наблюдается и в настоящее время.

Среди ископаемых фаций отложения дельт встречаются часто.

## ОСАДОЧНЫЕ ФОРМАЦИИ

Советские геологи вслед за Н. С. Шатским, основоположником учения о формациях, определяют формацию как совокупность парагенетически связанных горных пород и отложений, возникающих в разной физико-географической обстановке, но объединенных одинаковыми тектоническими условиями их образования.

По особенностям тектонической обстановки выделяют:

1) формации геосинклинальных областей, 2) формации краевых прогибов и 3) формации платформ.

В пределах этих больших групп выделение формаций производится по целому ряду признаков: по преобладанию тех или иных пород (глинисто-сланцевая), по полезному ископаемому (угленосная, соленосная, нефтематеринская), по особенностям строения толщи (флишевая) и другим признакам.

Геосинклинальные формации. Для этих формаций характерны: 1) очень большая мощность отложений (многие сотни и тыся-

чи метров); 2) преобладание обломочных и вулканогенных пород; 3) сложное складчатое залегание, осложненное многочисленными разрывными нарушениями; 4) наличие большого количества крупных интрузивных тел; 5) значительный метаморфизм; 6) полнота стратиграфического разреза; 7) вытянутые в виде широких полос площади распространения.

В геосинклинальных прогибах накапливаются: глинисто-сланцевая, флишевая, молассовая, кремнисто-вулканогенная, джеспилитовая и другие формации.

*Глинисто-сланцевая формация.* Иногда ее называют аспидной. Сложена она мощными толщами глинистых сланцев, в которых всегда присутствуют слои разнообразных песчаников, в том числе и граувакковых\*.

Глинисто-сланцевые формации в подавляющем большинстве случаев представляют собой морские отложения, формирующиеся на различной глубине (вплоть до значительных глубин). Полезными ископаемыми эти формации в общем бедны.

*Кремнисто-вулканогенные формации.* Они сложены разнообразными кремнистыми сланцами, яшмами и другими кремнистыми породами, а также спилитовыми и андезито-базальтовыми породами и их туфами.

Кремнисто-вулканогенные формации это глубоководные отложения геосинклинальных прогибов, образование которых связано с подводным вулканизмом. Молодые кремнисто-вулканогенные формации иногда являются нефтепроизводящими (миоценовые отложения Калифорнии).

С кремнисто-вулканогенными формациями в архейских и протерозойских отложениях связаны также месторождения осадочных железных и марганцевых руд. Большинство таких месторождений железных руд в основном сложены кремнисто-железистыми породами джеспилитами, представляющими собой тонкий ритмичный переслой кремнистых (кварцит) и железистых (гематит, магнетит) пород. Их нередко выделяют в *джеспилитовую формацию*.

*Флишевая формация.* Изучением этой формации много занимался Н. Б. Вассоевич, который дал наиболее полную ее характеристику.

Флишевая формация представляет собой мощную толщу (сотни, а иногда, и тысячи метров) морских отложений, сложенную ритмично чередующимися пачками (0,5—3,0 м мощностью), которые состоят из 3—5 пород, повторяющихся в одной и той же последовательности, причем всегда так, что нижняя часть пачки сложена более крупнозернистыми породами, а к верхней части размер зерен уменьшается. Очень характерно, что в основании каждой пачки наблюдаются следы размыва, следы водных струек, рябь, следы передвижения организмов и другие образования.

Характер всех пород, слагающих флишевые ритмы, их минеральный состав могут быть очень разнообразны, однако в пределах флишевой толщи можно выделить свиты, для каждой из которых характерны свои особенности строения ритмов и их сочетание. Поскольку такие свиты очень хорошо прослеживаются на значительные расстояния, их можно использовать для стратиграфического расчленения и увязки отдельных разрезов (это особенно важно потому, что флишевые толщи иногда не содержат хорошо определимых органических остатков).

Флишевые формации образуются только в геосинклинальных областях накануне превращения их в горные складчатые сооружения, когда начинают подниматься в виде островов отдельные горные цепи. Моменту такого поднятия соответствует начало ритма. Поднятие сменяется некоторым углублением бассейна, поднимающиеся цепи постепенно погружаются ниже уровня моря, и количество поступающего за счет их разру-

\* Граувакки — крупнообломочные песчаники, в которых присутствуют обломки различных пород. Образуются недалеко от области сноса, разрушения.

шения обломочного материала становится все меньше. Источником обломочного материала в это время уже являются более удаленные области, и потому материал становится более тонким. Новое резкое поднятие обуславливает начало нового ритма и так далее. С флишевыми формациями иногда связаны месторождения нефти (Карпаты), некоторых руд, минеральных вод.

*Молассовая формация* сложена обычно обломочными породами — песчаниками и конгломератами, которые образуются за счет разрушения поднимающихся молодых горных хребтов. Нередко эти отложения бывают окрашены в красные и бурые тона. В состав молассы могут входить также глинистые и карбонатные породы, соли, гипсы. Таким образом, фациальный состав молассы очень пестрый: это прибрежно-морские, континентальные и лагунные отложения.

С молассовыми формациями связаны месторождения солей, углей, нефти, меди и россыпные месторождения.

*Формации краевых (предгорных) прогибов.* В краевых прогибах, представляющих зоны перехода от платформ к складчатым сооружениям геосинклинальных областей, накапливаются угленосные, нефтематеринские, соленосные и красноцветные формации. Эти формации накапливаются в условиях очень активного прогибания рядом с молодыми горными сооружениями. Мощность формаций краевых (предгорных) прогибов, как и геосинклинальных формаций, очень велика. В отличие от последних, они не содержат магматических пород.

*Угленосные формации.* Среди угленосных формаций выделяются геосинклинальные, переходные и платформенные. Из них наиболее широко распространены переходные, которые делятся на предгорные и межгорные.

Предгорные формации образуются на обширных приморских равнинах в озерах, болотах и приустьевых застойных заболоченных водоемах рядом с поднимающимися горными хребтами. На эти приморские равнины неоднократно трансгрессирует море, и потому предгорные угленосные формации представляют собой переслаивание континентальных и морских отложений. Такие угленосные формации и бассейны получили название паралических. Они сложены преимущественно песчано-глинистыми отложениями с прослоями известняков. Все эти породы смяты в складки.

Мощность их очень большая (тысячи метров). Они наиболее богаты углями высокой степени углефикации (каменные, антрациты), которая обусловлена главным образом динамическим метаморфизмом.

Межгорные формации накапливаются в грабенах, которые образуются в складчатых областях в результате глыбовых перемещений. Они сложены исключительно континентальными речными, озерными и болотными песчано-глинистыми толщами, среди которых широко распространены конгломераты. Мощность их сотни, а иногда 1000—2000 м. Угли бурые и каменные. Такие угленосные толщи и бассейны называются лимническими.

Кроме углей, к угленосным формациям приурочены иногда месторождения нефти, горючих газов и сидеритовых железных руд.

*Нефтематеринские формации.* Вопрос о происхождении нефти до сих пор не выяснен до конца. По мнению И. М. Губкина, нефть образуется за счет разложения одноклеточных животных и растений, обитавших в мелководных морях и лагунах. В настоящее время известно, что для образования нефти большое значение имеют и органические вещества, приносимые в бассейны реками. В результате захоронения и быстрого погружения области органическое вещество при участии анаэробных бактерий в условиях повышенных температур и нарастающих давлений преобразуется в нефть. Именно такая обстановка характерна

для краевых прогибов, к которым и приурочено подавляющее большинство нефтяных и газовых месторождений. Только 0,7% всей мировой добычи дают области, расположенные вне этих прогибов. Органогенные или биогенные илы, в которых происходит преобразование органического материала в нефть, и являются нефтематеринскими породами. В них нефть находится в диффузно-рассеянном состоянии. Отсюда она выжимается в рядом расположенные пористые породы, песчаные или карбонатные. Пористые породы являются коллекторами. Их называют нефтьсодержащими.

В последнее время все большее значение приобретает гипотеза неорганического происхождения нефти, по которой нефть образуется из углеводородов, поднимающихся по глубинным разломам земной коры.

С нефтеносными формациями связаны месторождения горючего газа, природного асфальта и озокерита.

*Соленосные формации* сложены несколькими типами пород, среди которых обязательно присутствуют соли, гипс и ангидрит. Эти толщи образуются в приморских лагунах и очень редко на континентах. Для их образования необходимы жаркий засушливый климат и быстрое погружение земной коры. Погружение обуславливает захоронение солей, предохраняющее соль от размыва.

*Красноцветные формации* сложены речными, дельтовыми, озерными и прибрежно-морскими отложениями, а иногда и отложениями конусов выноса и суши. Они образуются недалеко от области сноса на приморских равнинах в условиях влажного теплого, периодически засушливого климата. Очень часто, и нередко в больших количествах, в этих отложениях присутствуют остатки позвоночных и остатки растений.

К этим формациям приурочены медистые песчаники, нефтематеринские горизонты, гипс, целестин, флюорит, а также оолитовые железные руды.

*Формации платформ.* Тектонические движения в пределах платформ характеризуются значительно меньшей дифференциацией, меньшими амплитудами, скоростями и градиентами\*, и поэтому мощности платформенных формаций значительно меньше, чем других формаций.

Платформенные формации характеризуются: 1) небольшой мощностью отложений (от нескольких метров до нескольких сотен и, очень редко, 2—3 км); 2) горизонтальным или слабо нарушенным залеганием; 3) преобладанием мелководных морских (обычно карбонатных пород), а также континентальных и лагунных отложений; 4) неполнотой разреза, частым выпадением из разреза отдельных стратиграфических подразделений; 5) отсутствием или слабым развитием пород вулкано-генного происхождения.

Типичными платформенными формациями являются: угленосно-бокситово-железистые, глауконито-фосфоритовые, песчано-глинистые и карбонатные. Из всех этих формаций интересны угленосно-бокситово-железистые и глауконито-фосфоритовые.

*Угленосно-бокситово-железистые формации* сложены песчано-глинистыми отложениями, к которым приурочены скопления бурых углей, железных руд бокситов и огнеупорных глин. Все эти отложения возникают в условиях континентального климата и залегают всегда с перерывом на размытой поверхности более древних пород. Этот древний рельеф обычно характеризуется наличием значительных впадин, к которым приурочены залежи полезных ископаемых. В тех случаях, когда рельеф расчленен очень слабо и равнина очень мало приподнята над уровнем моря, продукты выветривания остаются на месте их образования и дают начало коре выветривания. Образованию последней бла-

\* Градиент движений — разница в скоростях движения двух соседних участков.

гоприятствуют также влажный жаркий климат, наличие обширных заболоченных площадей, прогибание земной коры. С различными типами коры выветривания связаны месторождения каолинита, железных руд, бокситов, никеля и некоторых других полезных ископаемых.

*Глауконито-фосфоритовые формации*, к которым в основном приурочены крупные месторождения фосфоритов, образуются во время трансгрессий в крупных тектонических понижениях (синеклизах, прогибах), открытых в сторону океана. Такая обстановка благоприятствует возникновению глубинных океанических течений в сторону платформ.

## МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХАРАКТЕРА И ВОЗРАСТА ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Земная кора испытывает движения двух основных типов: медленные колебательные и дислокационные.

Медленные колебательные движения происходят непрерывно в пределах всей земной коры: скорости и амплитуды этих движений очень невелики. Они не вызывают резких нарушений первоначального залегания горных пород. Эти движения приводят к перераспределению морских бассейнов и участков суши и являются причиной чередования в разрезе земной коры морских и континентальных отложений.

Для дислокационных движений характерно, что их амплитуда, скорость и градиент значительно больше. Эти движения приводят к изменениям первичного залегания пород, т. е. к появлению различных дислокаций. Характер и возраст медленных колебательных и дислокационных движений восстанавливаются путем изучения разрезов земной коры.

Для изучения медленных колебательных движений. А. П. Карпинский еще в 80-е годы 19 века применил и разработал палеогеографический метод. В основе этого метода лежит представление о том, что перемещение береговой линии моря является результатом колебательных движений земной коры. Изучение разрезов земной коры позволяет составить представление о времени и знаке этих движений и построить палеогеографическую кривую, или кривую смены фаций (рис. 71).

Для ее построения на горизонтальной линии, условно соответствующей уровню моря, откладывают отрезки, соответствующие определенным отрезкам геологической истории (в данном случае эпохам), а на вертикальной — глубины моря. Зная, на какой глубине накапливаются те или иные отложения, находят точки, соответствующие этим глубинам. Затем эти точки соединяют и получают кривую (А), которая показывает изменение глубины бассейна во времени.

Величину поднятия континента эта кривая не отражает, так как в настоящее время не существует методов, позволяющих установить эту величину и высоту, на которой накапливались те или иные континентальные фации.

Последующее применение этого метода показало, что палеогеографическая кривая не всегда отражает истинный знак движения. В том случае, если количество накапливающихся осадков компенсирует прогибание, глубина бассейна будет оставаться неизменной, кривая не покажет прогибания. Если же количество приносимого в бассейн материала больше, чем это нужно для компенсации прогибания, бассейн будет становиться все более мелким, и кривая покажет не прогибание, а поднятие морского дна. И, наконец, эта кривая может показать поднятие дна моря тогда, когда дно бассейна остается в стационарном положении, но в бассейн поступает много материала и он постепенно заносится.

В связи с этим палеогеографическую кривую дополняют кривой колебаний земной коры, или динамической кривой, которая строится с учетом мощности и глубины отложения осадков. Для ее построения выбирают какую-нибудь опорную поверхность. Удобнее всего за такую поверхность принять подошву первого горизонта — в данном случае (см. рис. 71) подошву нижнесилурийских известняков. Это водорослевые известняки. В момент их накопления глубина моря (уровень поверхности осадконакопления) была 100—110 м. В верхнем

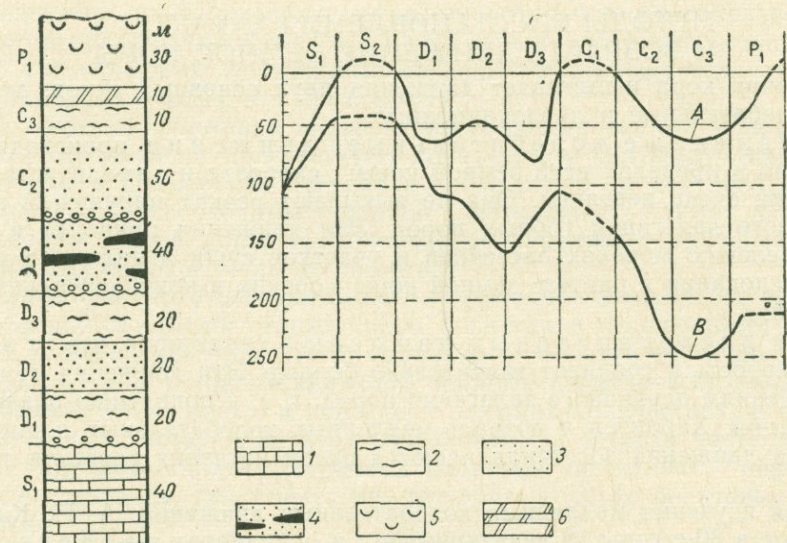


Рис. 71. Палеогеографическая кривая (А) и кривая колебаний земной коры, или динамическая кривая (В).

1 — водорослевые известняки; 2 — глины; 3 — пески; 4 — континентальные угленосные отложения; 5 — соли; 6 — мергели

силуре этот участок земной коры был континентом, на котором преобладал размыв. Опорная поверхность в это время находилась на 40 м (мощность известняков) ниже, чем в начале силура. С этого же начинается нижний девон. В начале среднего девона эта поверхность уже была опущена на 110 м ниже уровня моря (суммарная мощность известняков нижнего силура, глин нижнего девона, а также глубина моря, которая определяется по глубине среднедевонских песков, 50 м). В начале верхнего девона опорная поверхность была уже опущена на 160 м ниже уровня моря (суммарная мощность накопившихся осадков 80 м плюс глубина моря, на которой накапливались верхнедевонские глины 80 м). Рассуждая таким же образом дальше, можно построить динамическую кривую (В), или кривую колебаний земной коры для данного разреза.

Суммируя все изложенное, можно сделать следующие выводы:

1) изменения палеогеографической обстановки устанавливаются по чередованию разных фаций в разрезе и по границам размыва и стратиграфическим несогласиям, которые обычно указывают на поднятие данного участка земной коры выше уровня моря;

2) характер колебательных движений выясняется в результате сопоставления палеогеографической кривой и мощностей осадков. На рис. 71 видно, что без учета мощности накопившихся отложений можно сделать неправильные выводы о знаке движения: палеогеографическая

кривая (А) для девона показывает поднятие, тогда как на самом деле происходило прогибание.

В настоящее время при изучении колебательных движений метод анализа мощностей используется очень широко.

Чтобы установить время и характер дислокационных движений, изучают нарушения и несогласия, наблюдаемые в разрезах.

Анализируя разрезы на рис. 72, можно установить время складкообразования. Очевидно, что оно произошло после отложения самого мо-

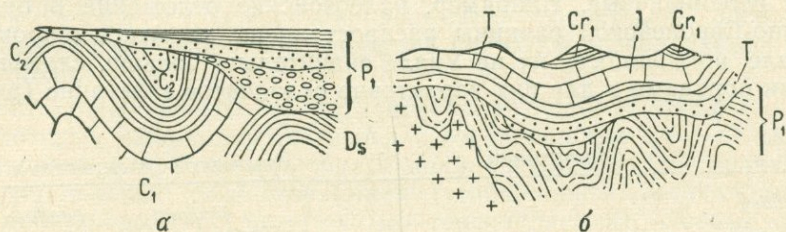


Рис. 72. Типы угловых несогласий по Н. М. Страхову

лодого слоя нижележащей толщи ( $C_2$  в случае *a* или  $P_1$  в случае *б*), но до отложения самого древнего слоя, лежащего выше поверхности углового несогласия ( $P_1$  в случае *a* или  $T$  в случае *б*). Таким образом, время складкообразования соответствует перерыву в осадконакоплении. Чем этот перерыв продолжительнее, тем менее точно определяется время складкообразования, так как установить, когда именно, в начале, в середине или в конце перерыва происходили эти движения, не представляется возможным.

## ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Выяснение условий образования горных пород и восстановление характера движений земной коры позволяет создать фациальные, литолого-фациальные и палеогеографические карты. Такие карты составляют для определенных отрезков геологической истории. Чем короче отрезок времени и чем меньше площадь, тем точнее карта.

На фациальных картах выделяют области распространения тех или иных фаций. Очень часто на таких картах показан также и литологический характер тех отложений, которыми эти фации представлены. Такие карты называются литолого-фациальными.

На палеогеографических картах показана древняя география Земли или участка земной поверхности: распределение суши и моря, областей вулканической деятельности, горных сооружений, областей распространения бассейнов с ненормальной соленостью и другие особенности. Эти карты составляются путем нанесения на современную географическую основу контуров древних морей. Береговую линию их проводят по внешней стороне площадей распространения отложений верхней подзоны шельфа. После нанесения контуров древних морей белые пятна, оставшиеся за этими контурами, считают континентом.

Палеогеографические и литолого-фациальные карты имеют большое практическое значение. Они позволяют направлять поиски и разведку месторождений полезных ископаемых, так как размещение последних в земной коре определяется палеогеографическими особенностями эпохи их образования, а также фациальными и литологическими особенностями отложений, к которым они приурочены.

## ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Современное строение земной коры очень сложно, и разные ее участки построены по-разному. Одни и те же по возрасту отложения в разных местах представлены не только неодинаковыми фациями и формациями, но и мощность и характер залегания этих отложений в разных местах неодинаковые. Например, палеозойские отложения в пределах Восточно-Европейской равнины распространены не менее широко, чем на Урале, но мощность их на Урале значительно больше, сложены они другими породами и для них характерно складчатое залегание (рис. 73).

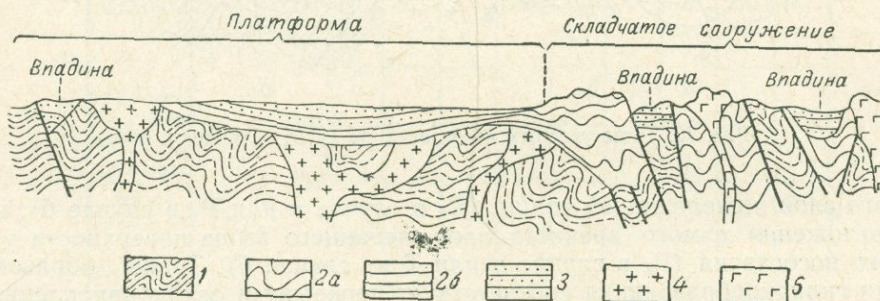


Рис. 73. Схематический разрез Русской платформы и Уральского складчатого сооружения.

1 — допалеозойские отложения; 2а — палеозойские отложения в пределах складчатого сооружения; 2б — то же, в пределах платформы (слабо нарушенные); 3 — мезо-кайнозойские отложения; 4 — допалеозойские интрузии; 5 — палеозойские интрузии

Особенности геологического строения отражены в особенностях рельефа: области, где смятые в складки отложения выходят на поверхность, обычно имеют сложный горный рельеф, а области, где верхние толщи земной коры залегают спокойно, горизонтально, обычно характеризуются равнинным рельефом. При этом на любой географической карте видно, что горные хребты образуют пояса, опоясывающие нагорья и равнины. Это три основных элемента современного рельефа земной поверхности.

В начале 20-го века было установлено, что причиной неоднородности строения земной коры являются неодинаковые свойства ее в разных частях, и были выделены более активные и подвижные области — геосинклинали, и менее активные и подвижные — платформы. Эти понятия были введены А. П. Карпинским, Дж. Холлом и Дж. Дэна (60—80-е гг. 19-го века). Трудрами главным образом образом советских ученых эти представления были развиты в учение о геосинклинальных поясах и платформах. К числу этих ученых относятся К. И. Богданович, А. А. Борисяк, Д. В. Наливкин, А. Д. Архангельский, Н. С. Шатский, Н. М. Страхов, В. В. Белоусов, В. М. Попов, В. М. Муратов, В. Е. Хаин, А. А. Богданов. Из иностранных ученых эти представления развивали Э. Ог и др.

### ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

Геосинклинальные, или подвижные, пояса (например, Урало-Сибирский геосинклинальный пояс в палеозое) — это вытянутые на огромные расстояния зоны, располагающиеся между платформами или платфор-

мами и океаническими впадинами и состоящие из геосинклинальных областей (например, Урал).

Геосинклинальные области — это наиболее активные и подвижные зоны земной коры, в пределах которых отмечаются наибольшие скорости, амплитуды и градиенты движений. В них очень активно развиваются тектонические движения и формируются складчатые горные сооружения. Очень активно происходят здесь и все виды магматических процессов: подводный и наземный вулканизм, интрузивные процессы и т. д., а также разнообразные метаморфические процессы.

**Строение геосинклинальных областей.** Основными элементами геосинклинальных областей являются геосинклинали и геоантиклинали.

Геосинклинали — области преобладающего прогибания, в пределах которых накапливаются нередко очень мощные (30—40 км) толщи осадочных и эффузивных образований. Различают два основных типа геосинклиналей: *эвгеосинклинали* («собственно» геосинклинали) и *миогеосинклинали* («промежуточные» геосинклинали). Первые обычно располагаются в осевых частях геосинклинальных систем и характеризуются тем, что в них развиваются все типичные для геосинклинальных областей процессы. Вторые приурочены к периферическим частям и отличаются от эвгеосинклиналей прежде всего отсутствием магматических процессов и тем, что в них нередко накапливаются отложения, по своему типу более похожие на отложения платформ.

Геоантиклинали — области относительного поднятия, расположенные между геосинклиналями. Нередко они приподняты выше уровня моря и являются областями денудации. Вследствие этого в них накапливаются толщи небольшой мощности с частыми и продолжительными стратиграфическими перерывами и размывами.

Геосинклинальные пояса и области появлялись на Земле на протяжении почти всей ее геологической истории. Они закладывались по системам разломов на более древних структурах, остатки, «осколки» которых образуют в пределах этих областей отдельные устойчивые срединные массивы. Системы глубоких разломов в геосинклинальных областях развиты очень широко. Они ограничивают различные элементы-геосинклинали, геоантиклинали, остатки древних сооружений, обособляют их в результате чего возникают самостоятельные структурно-формационные зоны, отличающиеся друг от друга характером осадконакопления, магматизма, складчатости, металлогении.

Основные стадии развития геосинклинальных областей. В развитии геосинклинальных областей обычно выделяют три основные стадии.

На *первой стадии* преобладает прогибание, развиваются трансгрессии и формируются геосинклинали, геоантиклинали и глубинные разломы. В эвгеосинклиналях в это время накапливаются глинисто-сланцевая и спилито-кератофировая формации большой мощности, а также образуются интрузии ультраосновных пород, приуроченные к зонам разломов, которые являются проводящими путями магмы.

На *второй стадии* толщи отложений сминаются в складки, и на месте геосинклиналей и геоантиклиналей закладываются сложно построенные зоны — синклинории и антиклинории. В геосинклинальном море появляются гирлянды островов — вершины зарождающихся подводных хребтов (кордильеры). В эвгеосинклиналях в это время накапливаются флишевая и эффузивная андезитовая формации. В областях же срединных массивов и во внешних прогибах (миогеосинклиналях) накапливается известняковая формация небольшой

мощности. Для этой стадии характерно формирование согласных интрузий гранодиоритов, плагиогранитов и реже габбро.

На *третьей стадии* преобладает общее поднятие и развивается регрессия. В это время формируются крупные, обычно несогласные интрузии гранитоидного состава. В результате общего поднятия на месте области прогибания — геосинклинальной области образуется сложно построенная складчатая область — ороген. Она постепенно утрачивает большую подвижность, рельеф ее выравнивается, и этот участок земной коры переходит в платформенную стадию развития. В эту же стадию на границе с соседними платформами образуются передовые, или краевые (предгорные) прогибы, постепенно смещающиеся в сторону платформ, а также межгорные впадины и прогибы, ограниченные разломами. В прогибах и впадинах вначале отлагаются песчано-глинистая и известняковая формации, а затем лагунные, наземные и пресноводные моласовые отложения, а также нефтеносная, угленосная и соленосная формации. Мощность этих отложений измеряется 8—15 км. Наряду с осадочными образованиями здесь накапливаются и вулканогенные.

Заканчивается третий этап складкообразованием в краевых прогибах.

**Структурные ярусы.** В одной и той же геосинклинальной области складкообразовательные движения обычно развиваются неоднократно.

В результате складчатые сооружения имеют очень сложное строение и состоят из структурных ярусов. Ярусы отделены друг от друга крупными региональными угловыми несогласиями и перерывами и отличаются интенсивностью и планом тектонических дислокаций, формационным составом, степенью метаморфизма пород, их слагающих. Лучше всего, особенно для молодых структур, выделяется орогенный ярус. Кроме орогенного яруса, в областях складчатых сооружений выделяются ярусы геосинклинальных формаций и массивы более древних структур (срединные и внутренние массивы).

## ПЛАТФОРМЫ

Платформы — это зоны земной коры, скорости, амплитуды и градиенты движений которых очень невелики. Для платформ характерны медленные колебательные движения, с которыми связаны трансгрессии и регрессии моря. При этом разные участки платформы обычно испытывают движения противоположного знака, в результате чего образуются расколы и разломы, по которым нередко происходят мощные излияния, преимущественно базальтовой лавы, образующей потоки и покровы — базальтовые траппы. Иногда извержения могут носить характер взрывов, и тогда образуются трубки взрыва (диатремы), с которыми связаны месторождения алмазов (Африка, Сибирская платформа). Часть магмы, застывая в разломах, образует небольшие интрузивные тела (лополиты, дайки, силлы и др.).

**Строение платформ.** В строении платформ выделяются два основных яруса: фундамент и платформенный чехол (рис. 74).

**Фундамент** — нижний ярус, является сложно построенным складчатым сооружением. Мощность пород фундамента измеряется километрами. Это кристаллические, метаморфические, смятые в резкие складки, и магматические породы. Среди последних преобладают гра-

ниты. Все эти особенности фундамента указывают на то, что он представляет собой сооружение геосинклинального типа.

Осадочный чехол залегает на фундаменте с резким региональным угловым несогласием. Сложен он породами осадочными (иногда и эффузивными), мощность которых обычно не превышает 3—4 км. Эти отложения залегают спокойно.

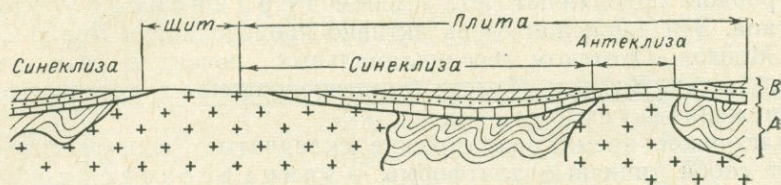


Рис. 74. Схема строения платформ по Г. П. Леонову  
А — фундамент; В — чехол

Фундамент платформы лежит на разной глубине. Области поднятия, где фундамент выходит на поверхность, называют щитами, а области погружения, в пределах которых он перекрыт осадочным чехлом, — плитами. Однако и в пределах плит глубина залегания фундамента неодинакова. Области наибольшего погружения фундамента называются синеклизами, а области относительного поднятия фундамента, в пределах которых он перекрыт маломощным чехлом (первые сотни метров), — антеклизами.

## ЭПОХИ СКЛАДЧАТОСТИ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

В пределах современных материков складчатый фундамент распространен повсеместно. Это значит, что каждый участок земной коры в прошлом был геосинклинальной областью, которая в результате складкообразовательных движений и поднятий превратилась в складчатое сооружение. Тектонические движения являются основной причиной превращения геосинклинальных областей в платформы. Они происходили на Земле всегда, но интенсивность их была разной. Для тектонических движений характерна ритмичность их развития. Эти ритмы получили название эпох складчатости, тектонических этапов, или этапов тектогенеза. В геологической истории Земли устанавливается около десяти тектонических этапов, но лишь последние изучены более или менее хорошо.

Каждый тектонический этап был временем значительной перестройки земной коры: на месте геосинклинальных областей появлялись складчатые области, усложнялось строение более древних складчатых сооружений, закладывались новые геосинклинальные области.

Тектонические движения, происходившие в докембрии, сформировали самые древние складчатые сооружения, которые в настоящее время составляют фундамент Русской, Сибирской, Канадской и других древних платформ.

Из всех докембрийских этапов тектогенеза лучше всего изучен самый последний. Он получил название байкальского, так как созданные им структуры — байкалиды — широко развиты в областях, прилежащих к озеру Байкал. Время проявления байкальского тектогенеза — рифей и начало кембрия. Байкалиды окончательно оформили фундамент древних платформ.

Тектонические движения кембрийского, ордовикского и силурийского периодов получили название каледонского тектонического этапа. Эти движения ликвидировали геосинклинальный режим и сформировали складчатые сооружения — каледониды на значительной площади Центрального Казахстана, в Северном Тянь-Шане и в некоторых других местах.

Тектонические движения девонского, каменноугольного и пермского периодов объединяют под именем герцинского тектонического этапа. Эти движения очень активно происходили в Урало-Сибирском и Монголо-Охотском геосинклинальных поясах и в некоторых других областях. Все эти области были превращены в складчатые горные сооружения — герциниды.

В настоящее время палеозойские складчатые сооружения представляют собой типичные платформы — эпипалеозойские\* платформы. В отличие от древних докембрийских платформ, их называют молодыми.

Тектонические движения, которые происходили в триасовом, юрском и меловом периодах — киммерийский тектонический этап, — развивались по берегам Тихого океана. В результате здесь были сформированы складчатые сооружения — киммериды (мезозойды). Это горные страны с резко расчлененным рельефом, в пределах которых осадочный чехол развит слабо, и поэтому отнесение их к платформенным структурам — вопрос дискуссионный. 15—20 лет назад киммерийский тектогенез считался первой половиной следующего, альпийского тектонического этапа. Некоторые геологи, например В. В. Белоусов, и сейчас придерживаются этой точки зрения.

С палеогена начинается альпийский тектонический этап. Он продолжается до настоящего времени. Альпийские движения сформировали Альпийско-Гималайский складчатый пояс и отдельные складчатые зоны в пределах Тихоокеанского кайнозойского тектонического пояса. Все это молодые горные сооружения с сильно расчлененным рельефом, в пределах которых земная кора имеет еще очень большую подвижность, особенно по берегам Тихого океана.

## ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ МАТЕРИКОВ

Под тектоническим районированием обычно понимают выделение в земной коре областей, строение и история развития которых примерно одинаковы. В настоящее время главным критерием, который положен в основу тектонического районирования, является возраст складчатости, в результате которой тот или иной участок земной коры закончил геосинклинальную стадию развития, то есть возраст последней складчатости геосинклинального типа. Такую складчатость часто называют основной, или главной. Установлено, однако, что между эпохами складчатости нет резких границ и что в разных областях конец одной эпохи нередко совпадал с началом другой. Например, в начале триаса в Средней Азии еще заканчивалось формирование герцинид, а по берегам Тихого океана уже начиналось формирование киммерийских структур. Поэтому в настоящее время районирование материков производится с учетом геологической истории каждого района. Такое районирование называется геотектоническим. В результате такого районирования в пределах современных материков выделяют древние платформы и области байкальской, каледонской, герцинской, киммерийской и альпийской складчатости (рис. 75).

\* Приставка «эпи» означает «после». Эти сооружения стали платформами после палеозоя, когда на значительных площадях они были перекрыты осадочным чехлом.

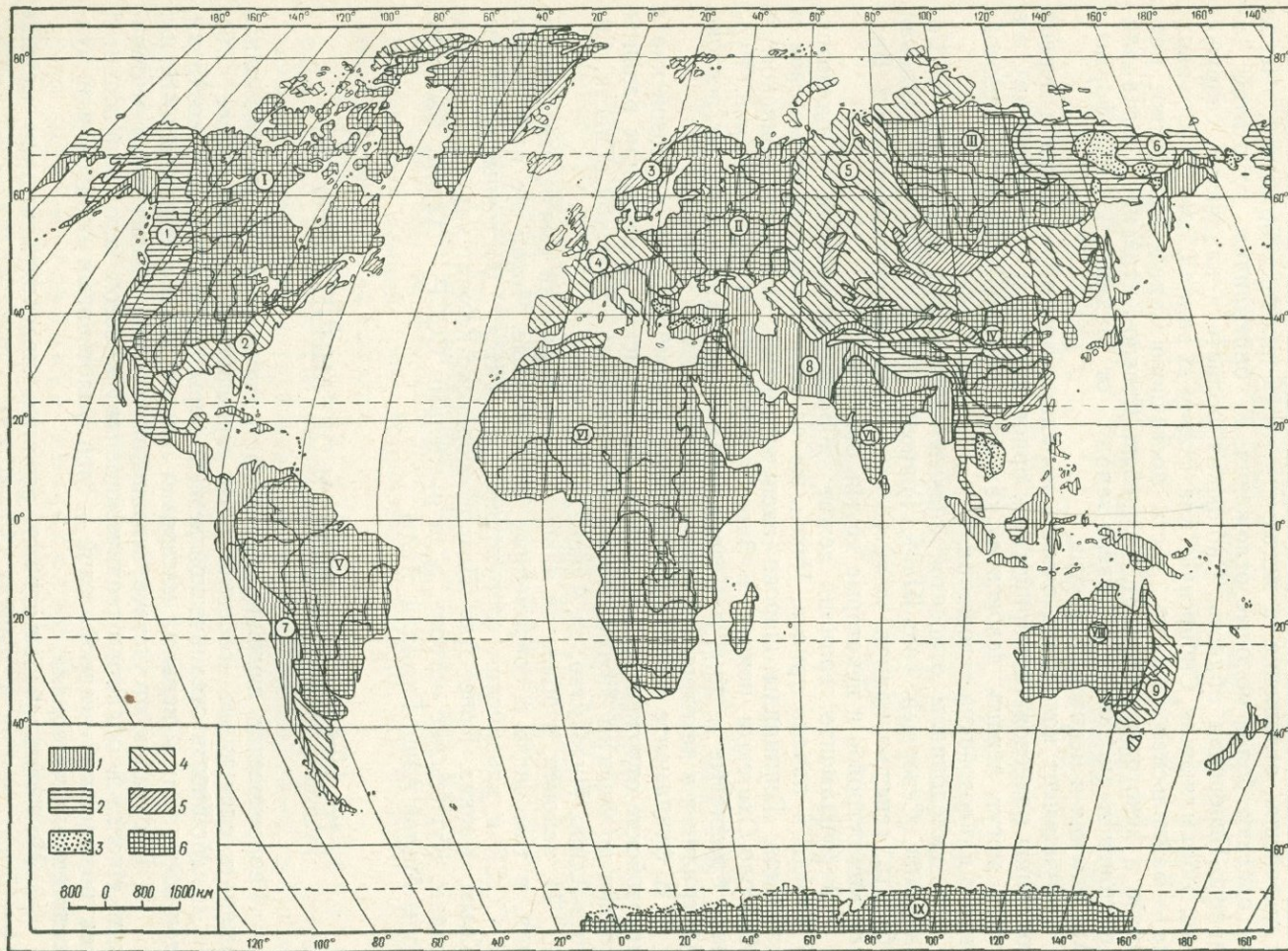


Рис. 75. Схематическая карта тектонических структур земной коры по В. Т. Музафарову.

1 — альпиды — области кайнозойской складчатости; 2 — киммериды (мезозиды) — области мезозойской складчатости; 3 — внутренние древние массивы в области мезозойской и кайнозойской складчатости; 4 — герциниды — области верхнепалеозойской складчатости; 5 — каледониды — области нижнепалеозойской складчатости; 6 — древние платформы — области докембрийской складчатости.

**Платформы:** I — Канадская (Северо-Американская); II — Русская (Восточно-Европейская); III — Сибирская; IV — Китайская; V — Бразильская (Южно-Американская); VI — Африкано-Аравийская; VII — Индостанская; VIII — Австралийская; IX — Антарктическая.

**Геосинклинали:** 1 — Кордильерская; 2 — Аппалачская; 3 — Грэмблинская; 4 — Западно-Европейская; 5 — Урало-Сибирская; 6 — Западно-Тихоокеанская; 7 — Андийская; 8 — Альпийско-Гималайская (Европейско-Азиатская палеозойская); 9 — Восточно-Австралийская.

Основным признаком, который позволяет отличать и выделять эти сооружения, является возраст пород фундамента. Если фундамент сложен только древними, дорифейскими, породами, а чехол — более молодыми, значит эта область прошла геосинклинальную стадию развития в докембрии и в последующее время формировалась и развивалась как платформа. Такие области называют древними платформами. Это Русская (Восточно-Европейская), Сибирская, Канадская, Китайская, Индийская, Австралийская, Африкано-Аравийская, Бразильская и Антарктическая платформы. Они составляют ядра современных материков.

В фундаменте байкалид залегают все докембрийские, в том числе и рифейские, отложения, а местами и часть нижнекембрийских. Чехол же слагают более молодые отложения. К байкалидам относятся: Гиманско-Печорская область, Сибирская область (складчатые сооружения, обрамляющие Сибирскую платформу с запада, юга и юго-запада — Байкальская область, часть Восточного Саяна, Енисейское поднятие и некоторые другие), Корейско-Северо-Китайская, Аравалли-Цейлонская (к западу и северо-западу от Индийской платформы), Аравийская и некоторые другие.

Фундамент каледонид сложен породами докембрийскими и первой половины палеозоя (кембрийскими, ордовикскими и силурийскими), а в чехле могут лежать девонские, каменноугольные, пермские, мезозойские и кайнозойские отложения.

К каледонидам относятся значительная часть Центрального Казахстана, Северный Тянь-Шань, Горный Алтай, Кузнецко-Саянская область, северо-западная часть Скандинавии, значительная часть Британских островов и некоторые другие области.

В фундаменте герцинид лежат породы докембрия и палеозоя, а иногда и начала триаса. Чехол же сложен отложениями мезозоя и кайнозоя. Герциниды широко распространены в Урало-Сибирском и Монголо-Охотском поясах, в Западной Европе (горы Рейнские, Рудные, Сланцевые и др.), в Северной Америке (Аппалачи), на востоке Австралии и в некоторых других областях.

В фундаменте киммерид залегают докембрийские, палеозойские и мезозойские отложения, а в чехле — кайнозойские. Киммериды развиты только по берегам Тихого океана — в Верхояно-Чукотской области, Сихотэ-Алине, Индокитае, на Аляске, в Кордильерах.

И, наконец, в областях альпийских сооружений смяты все отложения, в том числе и современные четвертичные. Чехол же отсутствует. В СССР к альпийским сооружениям относятся: Восточные Карпаты, Крым, Кавказ, Копет-Даг, Памир, Корякско-Камчатская область, Сахалин, Курильские острова, а за пределами СССР — Альпы, Балканы, горы Малой Азии, Гималаи, Анды.

## СТРУКТУРЫ МОРСКОГО И ОКЕАНИЧЕСКОГО ДНА

Геологическое изучение морского и океанического дна позволило выявить следующие особенности их строения и состава (рис. 76).

1. Мощность океанической земной коры колеблется от 4 до 15 км, мощность земной коры на материках изменяется в пределах 15—80 км.

2. В океанах отсутствует «гранитный» слой, развитый на материках. Иногда в области океанических плит вместо него наблюдается так называемый «второй» слой — слой уплотненных осадков или вулканогенного материала.

3. Мощность «базальтового» слоя в пределах океанов меньше (4—15 км), чем на материках (10—40 км).

4. Мощность осадков на океанических платформах также значительно меньше, чем на материках (до 1—2 км).

Анализ этих данных показывает, что базальтовый слой распространен повсеместно, а гранитный только на материках, т. е. там, где земная кора прошла геосинклинальную стадию развития. Так как в области океанов гранитный слой отсутствует, можно думать, что земная кора в области океанов находится в догеосинклинальной стадии и что развитие земной коры направлено от океанической стадии к платформенной.

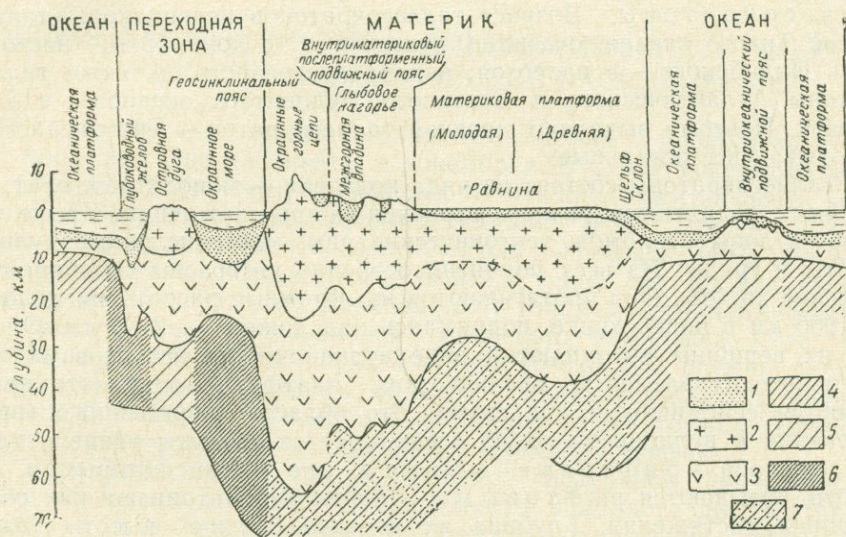


Рис. 76. Основные типы строения коры и ее главные структурные элементы (Хайн, 1964):

1 — осадочный слой; 2 — гранитный слой; 3 — базальтовый слой; 4 — верхняя мантия перidotитового состава, нормальной плотности; 5 — то же, разуплотненная; 6 — то же, повышенной плотности; 7 — верхняя мантия эцлогитового (?) состава

Изучение океанического дна позволило выделить в пределах океанов три важнейших типа тектонических структур: 1) области докайнозойской складчатости; 2) кайнозойские складчатые и геосинклинальные области; 3) области древних и молодых океанических платформ — древние и молодые талассократоны.

**Области докайнозойской складчатости.** Это подводные продолжения различных тектонических зон материков. Для них характерны те же особенности строения и развития, что и для материковой земной коры. Наибольшую ширину эти области имеют по северной окраине Евразии.

**Кайнозойские складчатые и геосинклинальные области.** Эти области расположены между подводными продолжениями материков и глубоководными геосинклинальными желобами или краями океанических платформ и являются областями большой тектонической и сейсмической активности. К ним относятся Тихоокеанский и Альпийский пояса. В пределах Альпийского пояса геосинклинальный режим почти полностью завершен; Тихоокеанский же — современный геосинклинальный пояс.

В пределах этих поясов выделяются глубокие океанические геосинклинальные желоба, геоантиклинали островных дуг и глубокие геосинклинальные котловины краевых морей, а также крупные горные массивы — участки донеогеновой складчатости.

В пределах Альпийского пояса желоба, хребты и котловины выражены менее четко, чем в Тихоокеанском. Здесь преобладают блоковые структуры, образующиеся обычно на более поздних стадиях развития геосинклинальных областей.

Области древних и молодых океанических платформ — океаническое ложе — асейсмичная область и, как материковая платформа, отличается слабой тектонической активностью. Однако океанические платформы резко отличаются от материковых по своему строению, свойствам и истории развития (геосинклинальная стадия для них не установлена), и потому им дают особое название — талассократоны. Возраст талассократонов неодинаков: талассократон Тихого океана, очевидно, существует с докембрия; восточная часть Индийского — с палеозоя; западная его часть, а также талассократоны Атлантического и Северного Ледовитого океанов — с конца мезозоя. Поэтому выделяют древний талассократон — Тихоокеанский и молодые — все остальные.

Талассократоны состоят из ряда котловин — монолитных плит, разделенных поднятиями разного строения и происхождения. Кроме того, имеются зоны разломов, тектонические рвы, многочисленные вулканы, хребты и гряды. Из всех поднятий особенно интересны срединно-океанические хребты. Они протягиваются на огромные расстояния полосами до 1000 км в поперечнике, поднимаясь над ложем на 2—3 км. Отдельные их вершины выступают в виде вулканических островов. Из всех тектонических элементов океанических платформ только эти хребты являются сейсмичными областями. Это области современного горообразования и вулканизма. В их осевых частях развиты узкие и глубокие желоба — рифтовые долины, по имени которых и сами хребты называются рифтовыми. Рифты рассматривают как осевые трещины растяжения. Глубина их нередко больше высоты самого хребта.

К срединно-океаническим хребтам относятся: Срединно-Атлантический и его северное продолжение хр. Мона, Срединно-Индийский с его северо-западной ветвью — Аравийско-Индийским хребтом, и некоторые другие.

## ГЛАВА 20

### ДОКЕМБРИЙ

#### ДОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СТАДИЯ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ

Геологическая стадия развития Земли — это тот этап ее развития, от которого остались геологические документы — горные породы. Предшествующую ей стадию, от которой не сохранилось никаких документов, называют догеологической.

Догеологическая стадия начинается с того времени, когда Земля сформировалась как планета. По современным представлениям Земля образовалась как сгусток холодной космической пыли и газа. В последующее время этот сгусток — Протоземля — уплотнялся, и земные недра, как это показывают расчеты, постепенно разогревались за счет радиоактивного распада. Высокие температуры привели к дифференциации вещества Земли: вода, водород,  $\text{CO}_2$  и другие газы, а также смеси, состоящие из легкоплавких силикатных компонентов ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ , частично  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и др.), и радиоактивные элементы начали подниматься в верхние слои. Эта легкоплавкая фаза по составу соответствовала базальтической магме. Тугоплавкая же

часть осталась внизу, образовав перидотиты, дуниты — породы верхней мантии. В последующее время из базальтической магмы выделились газы, образовавшие атмосферу, и водные растворы, которые дали начало гидросфере. Силикатная магма образовала базальтовый слой.

Таким образом, в догеологическую стадию развития Земли происходила дифференциация вещества Земли и образование ее геосфер.

Все вышеизложенное подтверждается целым рядом расчетов и экспериментов, которые проводились различными исследователями: академиком Д. С. Белянкиным, академиком А. П. Виноградовым и др.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОКЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ И ИХ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ

Геологическая стадия развития Земли продолжается 4—4,5 млрд. лет. Она начинается с докембрия. В СССР докембрий делится на четыре эры (группы): архейскую (AR), продолжительность которой около 2 млрд. лет, нижнепротерозойскую (PR<sub>1</sub>), среднепротерозойскую (PR<sub>2</sub>) и верхнепротерозойскую, или рифейскую (PR<sub>3</sub> или R), общей продолжительностью также около 2 млрд. лет. Из них на рифей приходится 1030 млн. лет. Верхняя часть толщи докембрия нередко описывается также под названием синийского комплекса (Sn). Синий примерно соответствует верхнему протерозою или рифею, отличаясь от него несколько меньшим объемом. Продолжительность синия несколько больше 700 млн. лет. В настоящее время термин «синий» выходит из употребления и заменяется термином «рифей».

Докембрийские породы в пределах материков распространены очень широко и выходят на поверхность в области щитов древних платформ и в ядрах многих складчатых сооружений. Кроме того в разных местах они вскрыты скважинами.

Среди них наиболее широко распространены различные кристаллические и метаморфические породы: разнообразны гнейсы, кристаллические сланцы, амфиболиты, мигматиты\*, кварциты, железистые кварциты (в том числе и джеспилиты), мраморы, филлиты, мраморизованные известняки и доломиты, в различной степени метаморфизованные эффузивные и интрузивные породы. Среди последних особенно много гранитов. Наиболее глубоко метаморфизованы породы архея, несколько меньше — нижнего и среднего протерозоя. Рифей сложен слабо метаморфизованными осадочными образованиями (глинистыми сланцами, кварцитовидными песчаниками, конгломератами), а также эффузивами и их туфами. Мощность докембрийских отложений очень большая — несколько десятков километров.

Архейские и нижне- и среднепротерозойские отложения очень сильно дислоцированы. Рифей в одних местах залегает спокойно, в других имеет более или менее резко нарушенное залегание.

Палеонтологическая характеристика докембрийских отложений очень бедна: здесь встречаются лишь единичные представители очень архаичных групп. Поэтому палеонтологический метод для стратиграфического расчленения докембрия не применим. Для этой цели используются: 1) угловые несогласия; 2) последовательность залегания пород в разрезе (стратиграфический метод); 3) петрографический состав (петрографический метод); 4) соотношение между магматическими и вмещающими породами; 5) степень регионального метаморфизма и 6) радиологические методы.

\* Мигматиты — это породы, образующиеся в результате пропитывания осадочных и других пород неоднородной смесью магмы преимущественно гранитоидного состава.

## ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ И РАЗВИТИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ В ДОКЕМБРИИ

Изучение докембрийских пород позволяет сделать вывод, что уже в начале докембрия Земля имела основные оболочки — атмосферу, гидросферу и литосферу, так как среди самых древних гнейсов докембрия широко распространены парагнейсы — продукты метаморфизма осадочных пород. Последние же образуются в результате взаимодействия литосферы с атмосферой, гидросферой и биосферой.

Установлено также, что в докембрии уже существовали зоны с более теплым и более холодным, даже полярным климатом. Как располагались эти климатические зоны, пока неясно. Данные палеомагнетизма позволяют говорить о том, что северный полюс в начале докембрия был на севере Южной Америки, а в конце докембрия — в центральной части Северо-Американского материка (в Канаде).

Из характеристики докембрийских отложений следует также вывод о том, что в докембрии происходили все те эндогенные и экзогенные процессы, которые происходят и сейчас. Однако имеется немало данных, которые позволяют думать, что газовый состав атмосферы, содержание солей и их состав в водной оболочке Земли, строение и свойства литосферы значительно отличались от того, что мы наблюдаем сейчас.

*Атмосфера* Земли состояла в основном из азота и углекислого газа с примесью метана и других газов. Кислород отсутствовал. Таким образом, в докембрии на поверхности Земли существовала не окислительная, а восстановительная обстановка, и процессы выветривания носили другой характер. Очевидно, более интенсивно проходило химическое выветривание. Такой состав атмосферы сохранился 1000—1500 млн. лет спустя после начала архея.

Кислород появился на Земле позже за счет фотохимических реакций, которые проходили в верхних слоях атмосферы. В результате этих реакций пары воды разлагались на кислород и водород. Другим, более мощным источником кислорода явились процессы жизнедеятельности зеленых растений.

*Гидросфера.* Для докембрия характерны мало расчлененный рельеф и мелководные морские бассейны, на что указывает отсутствие грубообломочных и глубоководных отложений.

Концентрация солей и газов, растворенных в воде докембрийских океанов и морей, была меньшей, чем в современных морях и, как показывают расчеты, не превышала 2,5% (а возможно и 1%). В последующее время соленость Мирового океана увеличилась до 3,5% за счет выноса различных соединений с континентов, а также в результате подводного вулканизма.

Все вышеперечисленные особенности атмосферы и гидросферы отражены и в особенностях осадконакопления: среди докембрийских пород широко распространены доломиты, что связано с высоким содержанием  $\text{CO}_2$ , галька сульфидов и уранинитов — минералов очень нестойких в окислительной среде, а также джеспилиты, формирование которых после докембрия уже не происходило. С другой стороны, в докембрии нет углей, графита, а также достоверных следов галогенных соединений, хотя некоторые исследователи считают, что эти отложения были, но не сохранились вследствие метаморфизма докембрийских пород.

*Литосфера.* В настоящее время в геологической науке широко распространены представления о том, что первичная литосфера имела базальтический состав и не была разделена на платформы и геосинклинали. Продукты ее размыва грауваккового характера накаплива-

лись вместе с продуктами вулканических извержений в неглубоких понижениях рельефа. Эти древнейшие толщи хорошо сохранились в области Канадского щита, в Южной Африке и на некоторых других платформах. Затем, примерно 3—3,5 млрд. лет назад, в отдельных областях начали развиваться процессы метаморфизма, мигматизации и гранитизации осадочных и основных пород. Они происходили за счет масс, поднимающихся из глубоких зон Земли.

Этот этап развития земной коры, когда не было геосинклиналей и платформ, называют нуклеарным.

Первые геосинклинали — «протогеосинклинали» — сравнительно просто построенные обширные и глубокие линейные прогибы, появились примерно 2,5 миллиарда лет тому назад. В них накапливались продукты размыва первичной базальтовой земной коры и участков первой гранитизации, а позже и небольшие количества карбонатных пород водорослевого происхождения, эффузивные породы и джеспилитовые формации.

Более 2200 млн. лет назад значительная часть протогеосинклиналей в результате саамской складчатости превратилась в складчатые сооружения — саамиды. Складчатость сопровождалась метаморфизмом, мигматизацией и гранитизацией. Самые молодые протогеосинклинали превратились в складчатые сооружения примерно 1,8—1,9 млрд. лет назад в результате беломорской складчатости.

Протерозойские геосинклинали начали закладываться на более сложном фундаменте — в зонах дробления саамид и лишь частично — на первичной коре. В их строении уже намечаются геосинклинали и геоантиклинальные зоны. В геосинклиналичных зонах отлагался обломочный материал, образующийся за счет разрушения поднятий древнего складчатого фундамента, окружавших эти зоны, а также очень мощные толщи вулканогенных пород, а затем и карбонатные отложения.

Складкообразовательные движения, превратившие эти геосинклиналичные области в складчатые сооружения, получили название карельской эпохи складчатости. В Евразии она закончилась 1,5—1,8 млрд. лет назад, а в Индии, Экваториальной Африке, Канаде 1,5—0,9 млрд. лет назад. В Индии эту складчатость называют саптурской.

Карельские структуры соединили разрозненные более древние массивы в крупные материи — эпикаральские части древних платформ, между которыми располагались геосинклиналичные области, уже похожие на палеозойские. Так, последовательно, шаг за шагом, в докембрийское время формировался гранитный слой земной коры, а вместе с этим менялся и характер формаций: исчезли чарнокиты\*, мигматиты, лептиты\*\*, почти исчезли джеспилиты, но зато появились породы биогенного происхождения — водорослевые известняки, углестые и графитистые сланцы.

В рифейских геосинклиналичных областях уже выделяются эвгеосинклинали и широкие миогеосинклинали. В них накапливались вулканогенные, кремнистые, граувакковые и, несколько реже, карбонатные формации, а в некоторых местах еще и джеспилиты.

На месте рифейских геосинклиналей в результате байкальской складчатости возникли байкальские складчатые сооружения. Они причленились к уже существовавшим древним сооружениям. К концу рифея был окончательно сформирован складчатый фундамент древних платформ и определились их современные границы.

\* Чарнокиты — гиперстеновые граниты, образовавшиеся при ультраметаморфизме.

\*\* Лептиты — светлоокрашенные мелкозернистые древние гнейсы, образовавшиеся за счет метаморфизма эффузивных и осадочных пород.

## ПОЯВЛЕНИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ И ОРГАНИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ В ДОКЕМБРИИ

В протерозойских и рифейских отложениях встречаются остатки различных беспозвоночных: радиолярий, фораминифер, губок, червей и некоторых других. Установлено также, что многие карбонатные породы докембрия образовались в результате жизнедеятельности известковых водорослей и бактерий. Таким образом, уже в докембрии на Земле жили разнообразные организмы, в том числе и многоклеточные.

Как же появилась на Земле живая материя?

Современной наукой установлено, что носителями жизни являются сложно построенные высокомолекулярные соединения углерода — белки, нуклеиновые кислоты. Без них невозможен основной процесс, свойственный исключительно живым организмам — обмен веществ. Ф. Энгельс еще в конце прошлого века, писал: «Жизнь это способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка». Взав за основу это положение, академик А. И. Опарин создал теорию, объясняющую, каким образом могли появиться на Земле высокомолекулярные органические соединения, обладающие свойством обмена. Ниже излагаются основы этой теории.

Исходным материалом, из которого создавались эти соединения, являются углеводороды, в том числе и метан, содержание которого в первичной атмосфере Земли было очень высоким. Он выделялся из глубоких зон в результате дегазации и мог возникать, как и другие углеводороды, вследствие взаимодействия карбидов металлов с водой.

Возникновение простейших органических веществ — первый этап на пути возникновения жизни. Появление свободного кислорода в атмосфере привело к окислению метана и других углеводородов. В результате образовались органические окислы. Эти соединения в свою очередь взаимодействуя с аммиаком, содержащимся в атмосфере Земли, дали начало органическим соединениям, которые в последующее время претерпевали полимеризацию и конденсацию. В результате образовались очень сложные вещества, похожие на те, из которых состоят живые организмы, и, в частности, похожие на аминокислоты, из которых строятся звенья белковых молекул.

Появление белков — второй этап эволюции органических соединений на пути возникновения жизни. Однако появление белка еще не означает появления жизни. Носителем жизни является белок (или иные органические соединения), обладающий свойством обмена. Возникновение белковых тел — обособленных от внешней среды систем, обладающих свойством обмена, то есть образование простейших живых организмов, было третьим этапом в процессе возникновения жизни.

В лабораторных условиях, смешивая растворы высокомолекулярных белковых веществ, получают жидкости, в которых плавают резко очерченные капли. Они образуются в результате того, что молекулы белков начинают объединяться в рои и кучи, состоящие из многих миллионов молекул. Жидкость же, в которой плавают эти капли, не содержит этих веществ. Такие капли называются коацерватными (coacervatus — накопленный, собранный). Коацерватные капли способны улавливать из раствора различные вещества, которые нередко вступают в химическое взаимодействие с веществом капли. Таким образом, коацерваты синтезируют различные соединения. Наблюдения показывают, что в каплях идут и процессы распада. Если преобладает синтез, капля увеличивается, растет и, когда она достигает определен-

ных размеров, происходит деление, образуются «дочерние» капли. Если же преобладает распад, капля скоро исчезает. Таким образом, коацерваты уже подчиняются законам естественного отбора. Все вышеописанное, очевидно, происходило и в первичной земной гидросфере.

Несомненно, что между коацерватами и живой клеткой лежит огромная пропасть. Однако появление коацерватов было качественным скачком в развитии материи, когда она приобрела уже свойства живой материи.

На заре геологической истории произошло и разделение организмов по способу обмена — появились животные и растения. Изменение характера обмена изменило и структуру живой материи — возникло клеточное строение, а затем появились и многоклеточные существа с системой органов и тканей.

Из всего вышеизложенного должно быть ясно, что жизнь на Земле появилась в начале геологической стадии развития Земли, а может быть и раньше, так как в протерозойских отложениях находят остатки уже сравнительно высокоорганизованных животных и растений. Отсутствие окаменевших остатков организмов в архейских отложениях, очевидно, связано с глубоким метаморфизмом этих отложений. Кроме того древние организмы были очень примитивными и, возможно, еще не имели скелета.

## ГЛАВА 21

### ПАЛЕОЗОИ

Палеозой — эра древней жизни (палеос — древний, зоон — жизнь), назван так потому, что органический мир палеозоя, в общем чрезвычайно богатый и разнообразный, представлен архаичными группами, многие из которых давно вымерли.

Палеозойская группа слоев была выделена впервые в 1837 г. английским геологом Седжвиком. В настоящее время она объединяет шесть систем: кембрийскую, ордовикскую, силурийскую, девонскую, каменноугольную и пермскую. Кроме того палеозойскую группу принято делить на три части: нижний палеозой, к которому относят кембрийскую и ордовикскую системы, средний палеозой, объединяющий силурийскую, девонскую и нижний отдел каменноугольной системы, и верхний палеозой, к которому относят средний и верхний отделы каменноугольной и пермскую систему.

Палеозойская эра продолжалась примерно 330 млн. лет.

К началу палеозоя были сформированы крупные устойчивые материковые массивы — древние платформы: Канадская, Русская, Сибирская, Китайская, Австралийская, Индийская, Африкано-Аравийская, Бразильская и Антарктическая. Многочисленные данные позволяют считать, что последние пять массивов были объединены в один материк — Гондвану.

Между платформами — материками располагались очень крупные геосинклинальные бассейны: Европейско-Азиатский — между Гондваной и платформами Северного полушария, Тихоокеанский — по берегам Тихого океана, Урало-Сибирский — между Русской и Сибирской платформами, Монголо-Охотский — между Сибирской и Китайской, Северо-Атлантический между Канадской и Русской платформами. Восточную ветвь Северо-Атлантического пояса, проходящую через восточную часть Гренландии, о. Шпицберген, Норвегию, Англию и Ирландию, называют Каледонской, или Грампианской областью, западную — Аппалачской.

Очевидно, уже в начале палеозоя существовал и талассократон Тихого океана.

В результате двух этапов тектогенеза — каледонского и герцинского — строение земной коры и география Земли совершенно изменились: многие геосинклинальные пояса превратились в горные складчатые сооружения, появились новые геосинклинальные пояса и области, в пределах древних платформ образовались почти все основные структуры — щиты, антеклизы, синеклизы, прогибы, впадины.

Изменение строения земной коры и географии Земли сопровождалось неоднократными изменениями климата, а это, в свою очередь, приводило к значительным изменениям и в органическом мире Земли.

С процессами, происходившими в геосинклинальных областях и на платформах, было связано образование разнообразных полезных ископаемых — железных руд, полиметаллов, золота, драгоценных камней, углей, нефти, фосфоритов и др.

## КЕМБРИЙСКИЙ ПЕРИОД

Он продолжался около 70 млн. лет. Отложения этого периода — кембрийская система — была впервые выделена в 1835 г. английским геологом Седжвиком, который назвал ее так по древнему названию Уэльса — Кембрий. В табл. 2 приведено современное деление кембрийской системы.

Таблица 2

Система	Отделы
Кембрийская $\epsilon$ (Ст)	Верхнекембрийский $\epsilon_3$ (Ст <sub>3</sub> )
	Среднекембрийский $\epsilon_2$ (Ст <sub>2</sub> )
	Нижнекембрийский $\epsilon_1$ (Ст <sub>1</sub> )

## ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

В кембрийском периоде жили почти исключительно морские организмы. Растения были представлены водорослями и в основном сине-зелеными. Во влажных сырых местах на континентах жили мелкие растения, возможно, первые псилофиты.

Животные — все группы беспозвоночных — были еще в общем очень примитивны. Наиболее высокоорганизованные из них — трилобиты — составляли 60% всей фауны кембрия. Это были не свертывающиеся формы — *Olenellus*, *Paradoxides*, *Olenus* и др. Около 30% фауны составляли беззамковые брахиоподы — *Obolus*, *Lingula*, а в раннем и среднем кембрии были широко распространены и археоциаты.

Остатки других групп беспозвоночных — кишечноротовых, червей, иглокожих и других — немногочисленны.

Трилобиты и археоциаты являются важными руководящими формами кембрия. Археоциаты были и породообразующими организмами.

В верхних слоях кембрийских отложений встречаются остатки примитивных рыб.

## ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

Кембрий был временем относительно слабого развития складкообразовательных движений. В геосинклинальных областях преобладало прогибание, развивались трансгрессии и накапливались осадочные и эффузивные образования большой мощности. Прогибание геосинклинальных областей сопровождалось значительным погружением платформ Северного полушария и на этих платформах нередко появлялись обширные морские бассейны. Гондвана же оставалась континентом в течение всего кембрийского периода.

В кембрии происходила также значительная перестройка древних платформ, в результате которой закладывается большая часть их основных структурных элементов (рис. 77). На Русской платформе в кембрии формировалась впадина, давшая начало современной Московской и Балтийской синеклизам, а также начинают формироваться древние Печорская, Прикаспийская и Польско-Германская синеклизы. На Сибирской платформе появляются Путоранская впадина и крупный, осложненный разрывами поперечный прогиб, на месте которого впоследствии образовалась Вилюйская синеклиза. Между синеклизмами формируются выступы фундамента — антеклизы, массивы, седловины: на Русской платформе сложно построенная Волго-Уральская антеклиза, на Сибирской — Анабарская и Катангская.

### ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

Типичными палеозойскими геосинклинальными поясами являются Урало-Сибирский и Северо-Атлантический.

Урало-Сибирский геосинклинальный пояс. В кембрийское время в различных областях этого пояса события развивались неодинаково. На юго-востоке — в Северном Тянь-Шане, Центральном Казахстане, в Кузнецко-Саянской области (рис. 78) и в Горном Алтае происходят значительные складкообразовательные движения и формируются горные сооружения (Восточный Саян, Кузнецкий Ала-тау и некоторые другие). Здесь очень широко развиваются и подводные эффузивные процессы, в результате чего образуются мощные толщи эффузивных пород, главным образом основного состава, а также туфоконгломераты и туфобрекчии. Кроме них здесь накапливаются карбонатные и терригенные отложения. Общая мощность всех этих отложений местами составляет 25 км.

В других областях этого пояса — на Урале, в Южном Тянь-Шане и других местах — преобладали процессы прогибания, развивались трансгрессии и накапливались различные отложения: карбонатные, эффузивные и другие образования, впоследствии превратившиеся в мраморы и зеленокаменные породы.

Европейско-Азиатский геосинклинальный пояс. В пределах СССР расположена его небольшая северная часть — Восточные Карпаты, Горный Крым, Кавказ и Закавказье, Копет-Даг, Памир.

Кембрийские отложения достоверно известны на Северном Кавказе и в области Дзирульского массива. Это известняки с археоциатами и трилобитами, метаморфизованные сланцы, филлиты и песчаники. Анализ этих отложений позволяет предполагать, что здесь в кембрии существовал морской геосинклинальный режим.

Западно-Тихоокеанский пояс в нижнем и среднем палеозое представляет собой сложно построенную область, состоящую из структур платформенного типа и широких и глубоких, протягивающихся на очень большие расстояния, прогибов. Эти прогибы по своим свойствам занимали промежуточное положение между типичными гео-

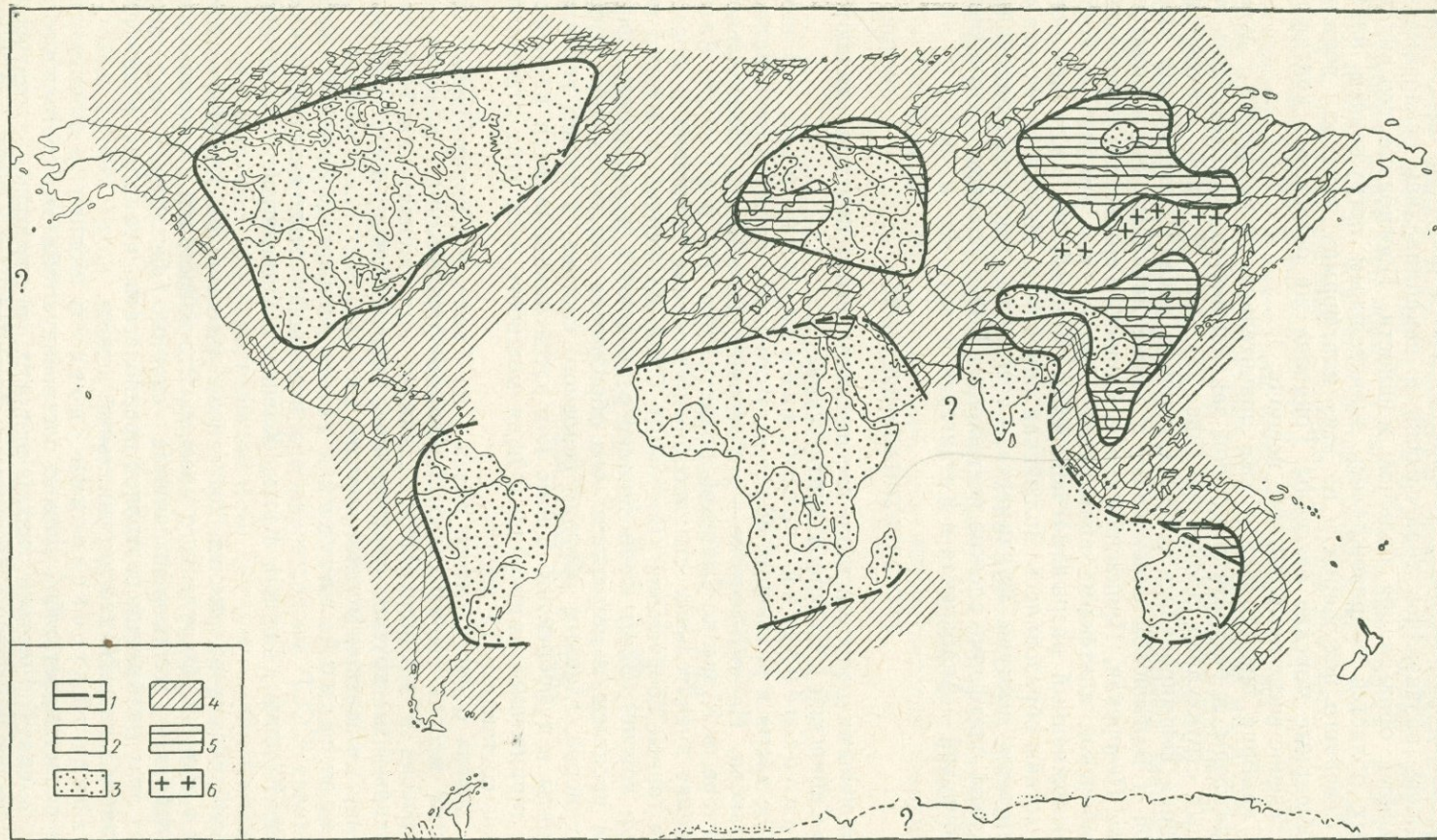


Рис. 77. Палеогеография нижнего кембрия, по С. С. Кузнецову.

1 — границы платформ; 2 — границы суши; 3 — суша; 4 — геосинклинальные моря; 5 — эпиконтинентальные моря; 6 — области проявления вулканизма

синклиналями и платформенными прогибами и называются субгеосинклинальными. Платформенные массивы располагались в области современной Верхоянской антиклинальной зоны и современных срединных массивов — Омолонского, Тайгоносского, Охотского и, возможно, Колымского.

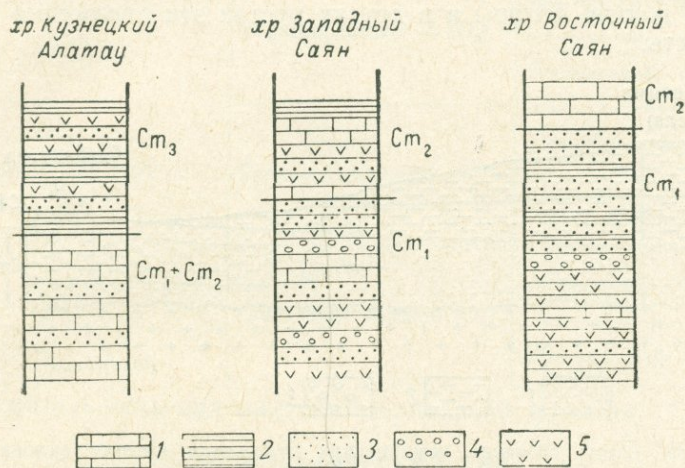


Рис. 78. Сводные разрезы кембрийских отложений Кузнецко-Саянской области по Г. П. Леонову.

1 — известняки; 2 — глинистые и кремнистые сланцы; 3 — песчаники и кварциты; 4 — конгломераты; 5 — эффузивы

В этой неоднородной по своим свойствам и строению области накапливались толщи (до 2,5 км) известняков, доломитов и сланцев с археоциатами, трилобитами и брахиоподами. Все эти отложения имеют несомненно морское происхождение, причем кембрийские известняки Верхояно-Чукотской области очень похожи на кембрийские известняки Сибирской платформы. Это в известной мере подтверждает, что в кембрии значительная часть этой области была частью Сибирской платформы.

#### ПЛАТФОРМЫ

Русская платформа. Нижнекембрийские отложения, представленные песками и глинами с морской фауной, выходят на поверхность по побережью Финского залива. Они прослеживаются до Волгоды, за Валдай и в Подолии. В центральных и северных частях платформы развиты континентальные песчано-глинистые толщи, содержащие споры нижнего кембрия. Все эти породы представляют отложения неглубоких эпиконтинентальных морей и примыкающих к ним равнин. На востоке и юге кембрий не установлен.

Средний и верхний кембрий известны только на северо-западной окраине платформы, в области южной Швеции, где они представлены морскими сравнительно глубоководными отложениями (рис. 79).

Все это позволяет сделать вывод о том, что в раннем кембрии на северо-западе и юго-западе платформы развивалась трансгрессия, которая пришла из Грампианской геосинклинальной области, так как именно в этом направлении растет мощность кембрийских отложений, и они становятся все более глубоководными. В среднем и позднем кембрии вся Русская платформа (за исключением Южной Швеции) приподнимается, здесь устанавливается континентальный режим, и преобладают процессы не осадконакопления, а размыва.

Сибирская платформа. На Сибирской платформе кембрийские отложения распространены значительно шире, чем на Русской. Они отсутствуют только на щитах и в центральных частях антеклиз. По площади распространения эта система занимает здесь первое место среди других систем. На северо-востоке, на склонах Анабарской антеклизы, по Северному склону Алданского щита, в районе верхнего течения Лены, в долине Ангары и в других местах эти отложения выходят на поверхность.

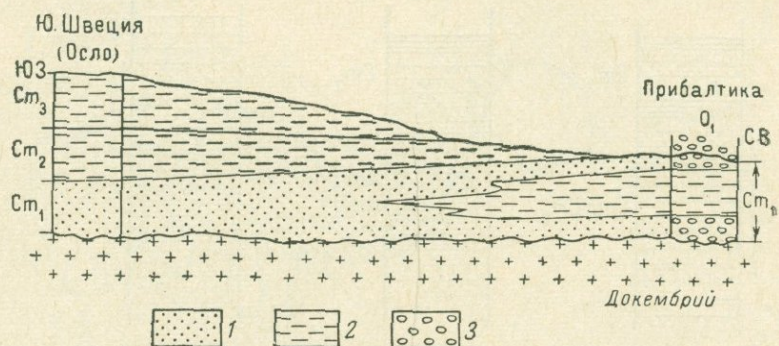


Рис. 79. Схема строения кембрийских отложений южного склона Балтийского щита, по Н. М. Страхову.  
1 — пески; 2 — глины; 3 — конгломераты

На большей части платформы кембрий представлен карбонатными отложениями: известняками, мергелями, доломитами, а также глинами с морской фауной. По Алдану, Амге и в других местах встречаются темные горючие сланцы и битуминозные известняки и доломиты. Все это отложения неглубоких эпиконтинентальных морей. На юго-западе платформы, в среднем течении Лены и в области Иркутского амфитеатра кембрий сложен совсем иными породами: красноцветными и пестроцветными карбонатными и песчано-глинистыми отложениями озерного и лагунного происхождения, содержащими залежи каменной соли и гипса, а также крупные месторождения нефти (Усть-Кутский район).

Такой характер отложений показывает, что в кембрийском периоде на Сибирской платформе развивается очень широкая трансгрессия, и до конца кембрия на большей ее части существует очень устойчивый морской бассейн. Только на юге платформы была обширная плоская прибрежная равнина с засушливым жарким климатом. Море проникало на эту равнину лишь иногда, а когда оно уходило, оставались лагуны и озера, в которых накапливались толщи гипсов и солей. К концу кембрия площади, занятые морем, сократились, так как в верхнем кембрии прогибание на некоторых участках сменилось поднятием. Устойчивый морской бассейн сохранялся только на севере платформы.

## ОРДОВИКСКИЙ ПЕРИОД

В 1835 г. английский геолог Мурчисон выделил в Англии, в Уэльсе, толщу отложений, которую он назвал по имени древнего племени силуров, населявшего Уэльс, силурийской. Он же разделил ее на два отдела: нижний — ордовикский и верхний — готландский. За последние 25 лет накопилось очень много данных, позволяющих считать эти два отдела самостоятельными системами, что и было утверждено в 1960 г. XXI сессией Международного геологического конгресса. Деление ордовикской системы на отделы и ярусы приведено в табл. 3.

Таблица 3

Система	Отдел	Ярус
Ордовикская (O)	Верхнеордовикский (O <sub>3</sub> )	Ашгийский—O <sub>3a</sub>
		Карадокский—O <sub>3c</sub>
	Среднеордовикский (O <sub>2</sub> )	Ландейльский—O <sub>2l</sub>
		Ланвирнский—O <sub>2ln</sub>
	Нижнеордовикский (O <sub>1</sub> )	Ареннигский—O <sub>1ar</sub>
		Тремадокский—O <sub>1t</sub>

Продолжительность ордовикского периода 60 млн. лет.

### ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

В отличие от кембрийского периода, в ордовике жизнь была представлена значительно более разнообразно.

Из ордовикских отложений известны уже несомненные остатки наземных растений — псилофитов. Эти растения были первыми обитателями суши. В морях жили известьвыделяющие зеленые и синезеленые водоросли. Последние играли очень важную роль в образовании горючих сланцев кукерситов и диктионемовых сланцев.

Животный мир морей был представлен, как и в кембрии, почти исключительно беспозвоночными животными. Особенно широкое распространение имели трилобиты, брахиоподы, граптолиты, головоногие моллюски из надотрядов эндоцератиты и наутилоидеи и коралловые полипы из подклассов четырехлучевые и табулята. Эти группы имеют большое значение как руководящие.

Для трилобитов ордовик был временем их расцвета, причем в ордовике уже жили свертывающиеся формы — *Asaphus*, *Phacops* и др. Эта особенность была им необходима, так как у трилобитов появилось много врагов — головоногие моллюски, бесчелюстные. Брахиоподы были представлены не только беззамковыми, но и замковыми формами. Огромное значение для стратиграфии ордовика и силура имеют граптолиты — *Monograptus*, *Diplograptus* и др. Из эндоцератитов и наутилоидей, которые жили в морях с нормальной соленостью, для ордовика очень характерны роды *Endoceras*, *Orthoceras* и др. Четырехлучевые кораллы и табуляты (род *Syringopora* и др.), а также представители гидроидных полипов *Stromatoporoidea* были не только руководящими, но и пороодообразующими организмами. Вместе с мшанками они строили рифы. Из иглокожих были распространены морские пузыри (род *Echinospaerites*); жили и морские лилии.

Из ордовикских отложений известны находки позвоночных — кожные зубы бесчелюстных из подкласса щитковых.

### ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

Ордовикский период — время активного развития каледонских тектонических движений. В геосинклинальных областях в ордовике формировались складчатые сооружения и на значительных площадях

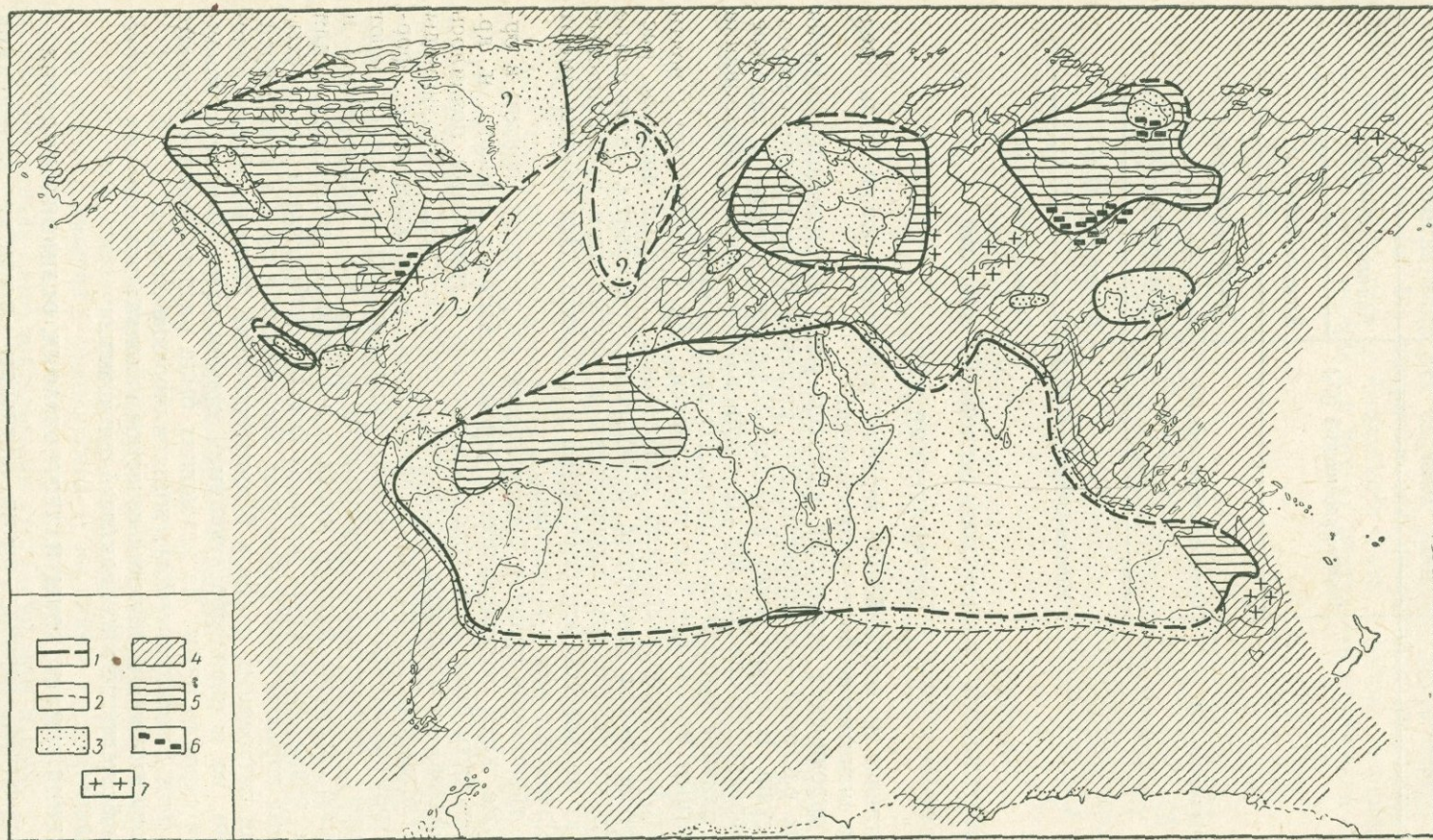


Рис. 80. Палеогеография ордовика, по С. С. Кузнецову.

1 — границы платформ; 2 — границы суши; 3 — суша; 4 — геосинклинальные моря; 5 — эпиконтинентальные моря; 6 — красноцветные отложения; 7 — области проявления вулканизма

ликвидировался геосинклинальный режим. Это сопровождалось образованием интрузивных массивов и месторождений железа, золота, никеля, хрома, полиметаллов, редких металлов, фосфора, ванадия, марганца.

Ордовикская история платформ является непосредственным продолжением их кембрийской истории. На платформах Северного полушария преобладает прогибание и развиваются трансгрессии. Гондвана остается высоко приподнятым континентом. Продолжается формирование заложившихся ранее структур (рис. 80).

#### ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

Урало-Сибирский геосинклинальный пояс. В юго-восточной части этого пояса — в Северном Тянь-Шане, Центральном Казахстане, Горном Алтае, в Кузнецко-Саянской стране и в Западном Забайкалье, в ордовике происходят значительные складкообразовательные движения, и в конце ордовика большая часть этой области превращается в горную страну. В течение всего ордовика здесь широко развиваются эффузивные процессы. Областью их наиболее интенсивного проявления был Центральный Казахстан. В Северном Тянь-Шане они развиты слабее, а в Алтае-Саянской области эффузивные образования в ордовике встречаются редко.

Сложность геологической истории, резкая дифференцированность движений обуславливают значительное разнообразие осадков. У подножий поднимающихся гор и на их склонах, а также в береговых частях морских бассейнов, окружающих горные массивы, накапливаются мощные толщи граувакковых, аркозовых и известняковых песчаников, конгломератов и, иногда, известняков. В геосинклинальных прогибах отлагаются флишеидные толщи песчаников и сланцев («зеленый флиш» в Казахстане).

В других областях Урало-Сибирского пояса (Южный Тянь-Шань, Рудный Алтай и др.), как и в кембрии, преобладает прогибание и накапливаются толщи разнообразных морских отложений.

На Урале в это время начинается активное формирование Уралтауской зоны глубинных разломов. Она разделила Урал на две самостоятельные структурно-формационные зоны — западную и восточную. Начиная с ордовика эти зоны развиваются по-разному: восточная как эвгеосинклиналь, а западная как миогеосинклиналь. В восточной зоне в ордовике накапливаются типичные для эвгеосинклиналей толщи морских осадочно-эффузивных образований — спилиты, туфы, сланцы. Проводящими путями магмы являются разломы Уралтауской зоны. В западной же зоне ордовикские отложения сложены песчаниками, сланцами, известняками, среди которых очень редко встречаются прослои эффузивов.

Европейско-Азиатский геосинклинальный пояс. На Кавказе ордовикские отложения пока неизвестны. Они далеко не всегда встречаются и в других частях этого пояса. Выделение их очень затруднительно, и ордовикская история этого пояса не ясна.

Тихоокеанский геосинклинальный пояс. В западной части пояса в ордовике господствовал морской режим. В Яно-Колымской области в это время накапливаются карбонатные толщи с прослоями обломочных пород, впоследствии претерпевшие значительный метаморфизм.

#### ПЛАТФОРМЫ

Русская платформа. Ордовикские отложения здесь распространены там же, где и кембрийские, — в северо-западной ее части. Вместе с кембрием они выходят в обрыве Финского залива. Площадь

их распространения несколько больше, чем кембрийских, от которых они отделены стратиграфическим перерывом. Наиболее широко распространены породами ордовика в Прибалтике являются органические известняки. (рис. 81). И только в Южной Швеции ордовик ле-

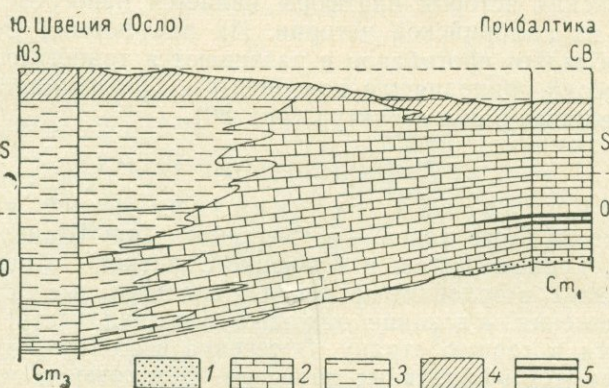


Рис. 81. Соотношение фаций ордовика и силура на Русской платформе, по Н. М. Страхову.

1 — пески; 2 — известняки; 3 — глины; 4 — красноцветные лагуно-континентальные отложения; 5 — горючие сланцы (кукерсит)

жит на кембрийских отложениях без размыва и сложен граптолитовыми сланцами значительной мощности (400 м).

Анализ этих отложений позволяет сделать вывод о том, что уже в начале ордовика на северо-западе платформы развивается новое, еще более активное прогибание, и новая, еще более широкая, чем в кембрии, трансгрессия, которая приходит из Грампианской геосинклинальной области. Это было теплое мелководное море, в котором жили разнообразные организмы. Часть из них принимала участие в образовании известняков и горючих сланцев — кукерситов в Прибалтике и

и Ленинградской области. К северу и югу от морского бассейна располагалась пологая равнина, на которой накапливались красноцветные и пестроцветные обломочные отложения. Иногда море проникало на эти равнины и оставляло озера и лагуны, в которых накапливались глины, мергели, изредка, гипс и, очень редко, каменная соль.

Сибирская платформа. Ордовикские отложения на Сибирской платформе распространены несколько меньше, чем кембрийские, но значительно шире всех других систем. На поверхность они выходят в тех же местах, что и отложения кембрийской системы.

В ордовике на Сибир-

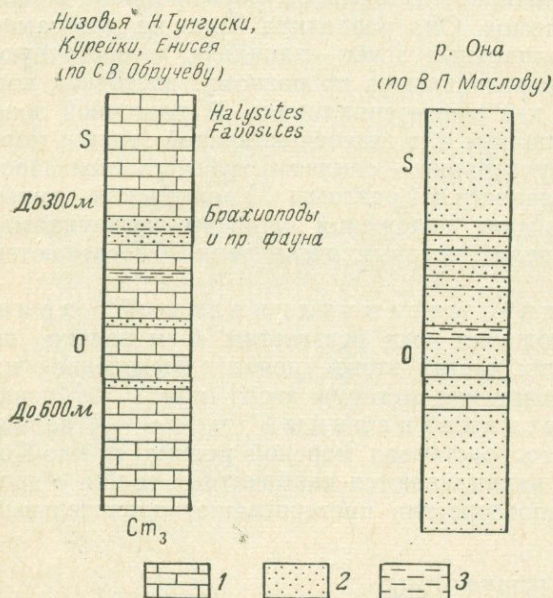


Рис. 82. Ордовикские и силурийские отложения Сибирской платформы.

1 — известняки и доломиты; 2 — песчаники; 3 — глины

ской платформе сохранялась обстановка, сложившаяся в конце кембрийского периода: на севере, в центральной части платформы и на востоке существовал морской бассейн и накапливались известняки, мергели, глины, а на юге была широкая равнина с жарким засушливым климатом, с лагунами и озерами, в которых отлагались карбонатно-глинистые породы с солями и гипсом. Иногда сюда трансгрессировало море. Оно оставляло горизонты карбонатных отложений (рис. 82).

## СИЛУРИЙСКИЙ ПЕРИОД

В настоящее время в силурийскую систему входит только бывший верхний, готландский отдел. Деление силурийской системы на отделы и ярусы приведено в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Система	Отделы	Ярусы
Силурийская (S)	Верхнесилурийский (S <sub>2</sub> )	Лудловский—S <sub>2ld</sub> Венлокский—S <sub>1w</sub>
	Нижнесилурийский (S <sub>1</sub> )	Ландоверский—S <sub>1ln</sub>

Продолжительность этого периода 40 млн. лет.

## ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

В силурийском периоде жизнь в основном была сосредоточена в море. На суше, кроме растений, жили скорпионы и многоножки.

Наземные растения были представлены несколько разнообразнее, чем в ордовике: из силурийских отложений, кроме псилофитов, известны и первые находки плауновидных. В морях жили различные водоросли.

В морской фауне силура были широко распространены граптолиты, четырехлучевые коралловые полипы, табуляты, брахиоподы, наутилоиды и эндоцератиты и трилобиты. Эти организмы являются важной руководящей фауной силура. Из граптолитов особенно широко были представлены одноветвистые (*Monograptus* и др.).

Для наутилоидей силур был временем их расцвета. В самом конце силура появляются первые представители аммоноидей — гониатиты. Коралловые полипы, как и в ордовике, были порообразующими рифостроящими организмами. Трилобиты же начинают угасать, и к началу девона их остается уже 11—12 родов (вместо 80 известных в ордовике).

Широко развиваются в силуре и новые группы животных: морские ежи, морские звезды, морские лилии и остракоды, а из ракообразных — гигантстраки. Однако для стратиграфии силура они не имеют такого большого значения, как ранее перечисленные группы.

Позвоночные в силуре представлены бесчелюстными и низшими (хрящевыми) рыбами.

## ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

В силуре заканчивается каледонский тектонический этап. В некоторых геосинклинальных областях окончательно ликвидируется геосинклинальный режим, происходит общее поднятие коры, и повсеместно

к концу силура развиваются регрессии моря. Формирование складчатых сооружений происходит в Северо-Атлантическом и в Урало-Сибирском поясах. В первом геосинклинальный режим был ликвидирован почти полностью (за исключением Аппалачской ветви), и он превратился в молодую горную страну, которая соединила Канадскую и Русскую платформы. В Северном полушарии появился крупный сложно построенный Северо-Атлантический материк. В Урало-Сибирском поясе аналогичные события развиваются в его юго-восточной части — в Центральном Казахстане, Северном Тянь-Шане, Горном Алтае, в Кузнецко-Саянской области. Появившиеся здесь горные сооружения причленились к Сибирской платформе, и в восточной части Северного полушария появился крупный материк — Ангарида. В других геосинклинальных областях каледонские движения приводят лишь к появлению угловых несогласий и создают отдельные устойчивые массивы.

Платформы в своем развитии в значительной мере следуют за геосинклинальными областями, и каждый тектонический этап обычно заканчивается поднятием не только в геосинклинальных областях, но и поднятием платформ. Силурийская история полностью подтверждает эту закономерность.

### ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

В Урало-Сибирском геосинклинальном поясе поднимаются складчатые сооружения Северного Тянь-Шаня, Центрального Казахстана, Горного Алтая, Кузнецко-Саянской области, Западного Забайкалья. В пределах поднимающихся каледонид силурийские отложения или отсутствуют, или представлены наземными грубообломочными красноцветными песчано-глинистыми отложениями. И только изредка в них присутствуют горизонты морских отложений. Местами, например в Восточном Казахстане, развиваются эффузивные процессы и накапливаются туфы и лавы.

На Урале, в Южном Тянь-Шане, Рудном Алтае и в других областях Урало-Сибирского пояса, где каледонские движения не получили значительного развития, в силуре преобладает прогибание и морской режим. В восточной зоне Урала, как и в ордовике, накапливаются граптолитовые и кремнистые сланцы, песчаники, туфы и лавы основного состава. В западной зоне Урала в первой половине силура накапливался терригенный материал, сносившийся с приподнятых областей Русской платформы, а во второй половине силура поступление обломочного материала с запада прекращается и в западной зоне накапливаются мощные толщи известняков, нередко органогенного происхождения.

Европейско-Азиатский геосинклинальный пояс. Силурийские отложения встречаются только в отдельных местах Главного Кавказского хребта. Они сложены морскими кварцитовидными и аркозовыми песчаниками, филлитами и известняками.

Таким образом, вся нижняя половина палеозоя (кембрий, ордовик, силур) в Европейско-Азиатском поясе представлена толщей отложений, претерпевших сильный метаморфизм. Что касается девонских и более молодых отложений, они представлены значительно менее метаморфизованными осадочными породами и образуют более простые складки. Эта разная степень метаморфизма девонских и более древних отложений палеозоя, а также различие в формах структур, ими сложенных, считается бесспорным доказательством того, что в Европейско-Азиатском поясе происходила каледонская складчатость.

В Западно-Тихоокеанском поясе, в Верхояно-Чукотской области силур чаще всего сложен мощными (2—3 км) толщами

известняков, а также глинистыми, нередко граптолитовыми, сланцами. Часто наблюдаемое несогласие между силуром и ордовиком и девонном и силуром указывает на то, что и в этой области происходили каледонские движения, но история их, как и в Европейско-Азиатском поясе, неясна.

### ПЛАТФОРМЫ

**Русская платформа.** Силурийские отложения на Русской платформе распространены значительно меньше, чем ордовикские. Они известны в Прибалтике, в Подолии и на Северном Тимане. Это морские карбонатные и глинисто-карбонатные отложения с богатой фауной. Кроме этих отложений здесь известны и отложения лагун — мергели и глины.

Таким образом, в силуре в северо-западной части Русской платформы существовал такой же внутриконтинентальный бассейн, как и в ордовике, но его размеры были значительно меньше. К концу силура этот бассейн исчезает, так как Русская платформа, в связи с окончанием каледонского тектогенеза, испытывает общее поднятие.

**Сибирская платформа.** Силурийские отложения Сибирской платформы очень похожи на ордовикские, но площадь, занятая ими, меньше, причем распространен главным образом нижний отдел. Основной областью развития силурийских отложений является северо-западная часть платформы, где преобладают коралловые и строматопоровые известняки, доломиты и мергели с пачками глинистых сланцев, обогащенных органическим веществом. Характер этих отложений указывает на то, что на северо-западе платформы в раннем силуре располагался мелководный неустойчивый морской бассейн. Некоторое время он удерживался здесь еще и в начале позднесилурийской эпохи, но затем, в связи с общим поднятием платформы, море совсем уходит, и верхнесилурийские отложения распространены на платформе мало. Это мергели, доломиты, красноцветные и гипсоносные отложения лагунного и континентального происхождения.

### ДЕВОНСКИЙ ПЕРИОД

Отложения этого периода — девонская система, выделены впервые в 1839 г. английскими геологами Мурчисоном и Седжвиком в графстве Девоншир, в Англии, по имени которого она и была названа.

Девонские отложения часто содержат разнообразную фауну и хорошо расчленяются на отделы и ярусы (табл. 5).

Таблица 5

Система	Отделы	Ярусы
Девонская (D)	Верхнедевонский (D <sub>3</sub> )	Фаменский (D <sub>3</sub> <sup>f/m</sup> ) Франский (D <sub>3</sub> <sup>f/r</sup> )
	Среднедевонский (D <sub>2</sub> )	Живетский (D <sub>2</sub> <sup>gv</sup> ) Эйфельский (D <sub>2</sub> <sup>e</sup> )
	Нижнедевонский (D <sub>1</sub> )	Кобленцкий (D <sub>1</sub> <sup>c</sup> ) Жединский (D <sub>1</sub> <sup>gd</sup> )

Продолжительность этого периода 50—60 млн. лет.

## ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

В результате каледонского тектогенеза палеогеографическая обстановка на Земле очень изменилась: появились новые горные системы, произошло перераспределение суши и моря, а также климатических зон. Все это привело к значительным изменениям и в органическом мире.

Значительно разнообразнее и богаче, чем в силуре, были представлены растения. В морях и озерах жили различные водоросли: синезеленые, багряные, харовые и др. На континентах в нижнем девоне было много псилофитов. В среднем девоне появляются членисто-стебельные — предки каламитов и хвощей, папоротники, плауны, а в верхнем девоне — первые семенные папоротники и предки кордаитов. Многие из них были представлены уже древесными формами. Эти растения нередко образовывали густые заросли и местами дали начало первым пластам угля (о. Шпицберген, Тиман). Эта флора получила название археоптерисовой, по имени широко распространенного папоротника археоптериса.

В фауне морей были широко распространены брахиоподы, гониатиты, четырехлучевые коралловые полипы, лилии, скаты, ганоидные и кистеперые рыбы, а также древние акулы — селахии. Рыбы жили и в озерах: панцирные, двоякодышащие, кистеперые. Из верхнедевонских отложений Гренландии известны и находки первых земноводных — стегоцефалов. Многие беспозвоночные девона являются не только важными руководящими, но и пороодообразующими формами: четырехлучевые коралловые полипы, строматопоры и мшанки образуют рифовые известняки; лилии (*Cupressocrinus* и др.) — криноидные известняки; брахиоподы (*Spirifer*, *Rhynchonella*, *Pentamerus* и др.) — известняки — ракушечники; радиолярии принимают участие в образовании кремнистых пород, в том числе и яшм.

## ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

В начале девона в западной части северного полушария продолжал существовать Северо-Атлантический материк, а в восточной части северного полушария — Ангарида. К югу от этого материка располагалась Китайская платформа. В южном полушарии по-прежнему существовал единый докембрийский материк Гондвана, который в течение всего девона оставался высоко приподнятым континентом (рис. 83).

Геосинклинальные пояса в начале девона были построены сложнее, чем в начале палеозоя, а некоторые из них превратились в складчатые пояса. Значительно сократились в своих размерах Северо-Атлантический и Урало-Сибирский пояса. В Европейско-Азиатском и Тихоокеанском геосинклинальных поясах, где каледонские движения развивались слабо, появились отдельные устойчивые зоны.

Высокоподнятые молодые каледониды и платформенные массивы обусловили господство суши над морем, которое продолжалось в течение всей первой половины девона. В это время в северном полушарии климат был резко континентальный, а местами и пустынный. И только во второй половине девона, когда снова широко развиваются прогибание и трансгрессии, климат становится влажным, умеренным. Складкообразовательные движения в девоне развиваются относительно слабо.

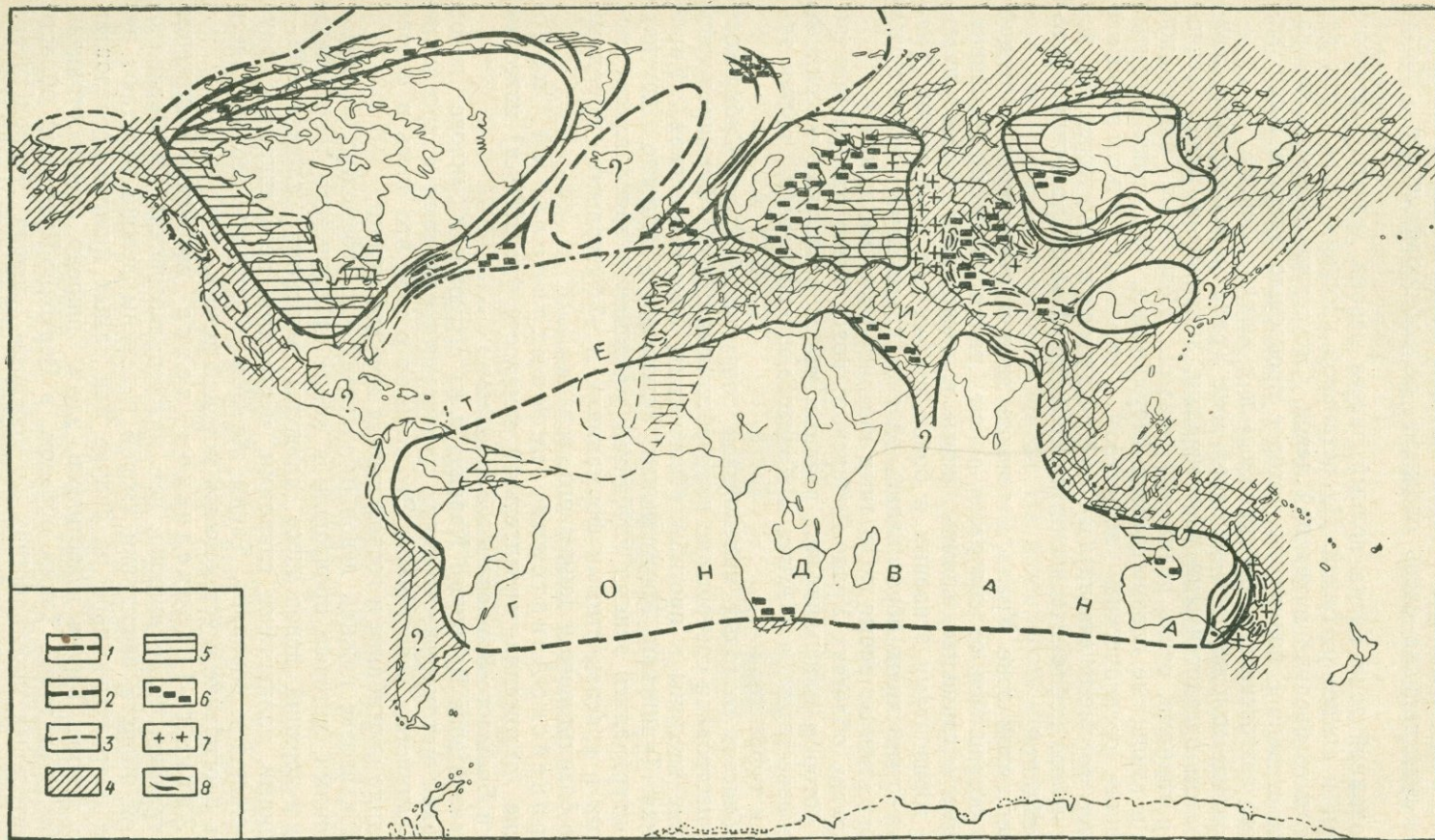


Рис. 83. Палеогеография начала верхнего девона, по С. С. Кузнецову.

1 — границы платформ; 2 — границы каледонской складчатости; 3 — границы суши; 4 — геосинклинальные моря; 5 — эпиконтинентальные моря; 6 — красноцветные отложения; 7 — области проявления вулканизма; 8 — горы

В Урало-Сибирском геосинклинальном поясе в девоне существовала очень сложная палеогеографическая обстановка.

В западной зоне Урала полный разрез девона развит севернее р. Печоры и южнее р. Белой. На остальной площади этой зоны известны только средний и верхний девон. Отсутствие нижнего девона, очевидно, связано с поднятием, которое произошло здесь в конце каледонского тектогенеза и удерживалось и в нижнем девоне.

Девонские отложения в западной зоне Урала представлены главным образом органогенными известняками, значительно реже песчаниками и глинами, очень редко эффузивами. Некоторые известняки, мергели и глинистые сланцы девона битуминозны. Эти пачки и свиты, обогащенные органическим веществом, называют домаником (основание верхнего девона) и инфрадомаником (средний девон) и считают нефтематеринскими породами Волго-Уральской нефтеносной области.

В восточной зоне Урала в течение девона существует морской бассейн, оставшийся от силура, и в нем накапливаются песчаники, кремнистые и глинистые сланцы, яшмы и известняки, переслаивающиеся с горизонтами основных и более кислых лав и их туфов. Толщи кремнистых пород образовались за счет кремнезема, выносимого из глубоких зон во время подводных вулканических извержений.

В других областях Урало-Сибирского пояса было распространено море, в котором накапливались главным образом мощные массивные рифовые известняки, а в Алтае и Казахстане, кроме того, толщи эффузивов и туффов.

В областях молодых каледонских сооружений Урало-Сибирского пояса существовала совершенно иная обстановка: здесь формировались внутренние впадины и прогибы (Тенгизская, Джезказганская, Карагандинская, Тувинская, Минусинская, Усинская и многие другие). Они оконтуривались зонами глубинных разломов и заполнялись молассовыми и красноцветными формациями и эффузивными породами андезито-базальтового и дацитового состава.

Европейско-Азиатский геосинклинальный пояс. Девонские отложения значительной мощности (до 2000 м) известны в области Большого Кавказа и в Закавказье.

В осевой зоне Большого Кавказа и на его южном склоне девон представлен метаморфизованными глинистыми сланцами с прослоями темных глинистых известняков. Это говорит о том, что здесь в девоне происходило прогибание и господствовал морской режим.

В Закавказье нижний девон отсутствует, что, возможно, связано с поднятиями, которые произошли в конце каледонского тектогенеза. Средний и верхний девон здесь сложены морскими отложениями — известняками, глинистыми сланцами, мергелями, песчаниками с фауной брахиопод и кораллов. Таким образом, в среднем девоне здесь началось прогибание и установился морской режим.

В Западно-Тихоокеанском поясе девонские отложения распространены более широко, чем нижнепалеозойские. В Верхояно-Чукотской области известняки второй половины девона залегают несогласно и трансгрессивно на силуре или самых нижних горизонтах нижнего девона. Кроме известняков, здесь широко распространены эффузивы и их туфы. Таким образом, в Верхояно-Чукотской области на значительных пространствах до середины девона господствовал континентальный режим, обусловленный складкообразованием и поднятием в конце каледонского тектогенеза. И только с середины девона развивается повсеместное прогибание и широкая морская трансгрессия.

В девоне наряду с развитием существующих геосинклинальных областей началось формирование новых: Скифско-Мангышлакской и Западно-Европейской геосинклинальных областей (последняя область находится за пределами СССР).

Скифско-Мангышлакская геосинклинальная область появляется между Русской платформой и Европейско-Азиатским палеозойским геосинклинальным поясом. Некоторые геологи считают ее северной окраиной этого пояса. Девонские отложения представлены здесь песчано-глинистыми толщами с очень редкими прослоями известняков и конгломератов. Они смяты, метаморфизованы, т. е. представляют собой отложения геосинклинального типа.

### ПЛАТФОРМЫ

Русская платформа. Из всех отложений, развитых на Русской платформе, девонские распространены наиболее широко. Они отсутствуют только в области щитов. На поверхность эти отложения выходят на северо-западе — в районе «Главного девонского поля», на Тимане, в Воронежской и Курской областях. Однако из всех ярусов девона на Русской платформе представлены лишь живетский, фран-

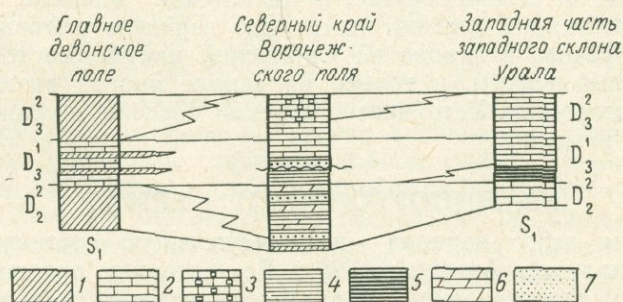


Рис. 84. Девонские отложения Русской платформы, по Н. М. Страхову:

1 — красноцветные песчано-глинистые отложения, главным образом континентальные и лагунные; 2 — известняки с брахиоподами, кораллами и другой фауной — мелководная фация; 3 — доломиты с включениями и прослоями гипса; 4 — доманиковая фация (относительно глубоководная); 5 — глины с двустворками, брахиоподами и другой фауной; 6 — мергели с аналогичной фауной; 7 — песчаники (большая часть морские)

ский и фаменский. Первая же половина девона, по существу, отсутствует. Очевидно, в это время платформа оставалась еще высоко приподнятым континентом — областью разрушения.

В эйфельском веке Русская платформа, особенно ее восточная часть, переходит к опусканию, и со стороны Уральского моря на нее приходит трансгрессия, и в живетском веке, а затем в верхнем девоне на востоке Русской платформы уже существует широкий морской бассейн, в котором накапливаются сильно битуминозные известняки и горизонты песчано-глинистых пород (рис. 84). Кроме морских отложений встречаются и обломочные континентальные. В них иногда содержится нефть и они являются очень важными нефтеносными горизонтами (Волго-Уральская область). В районе Главного девонского поля осадки представлены почти исключительно красноцветными континентальными отложениями с линзами гипса и массивами соли. И только в франском ярусе встречаются горизонты глин и известняков с богатой морской фауной, заходящие сюда с востока. Очевидно, в франском веке море проникало и в район Главного девонского поля.

В конце девона морской бассейн становится все меньше, и море сохраняется только на юго-востоке, в Предуралье.

В девоне происходит также преобразование структуры Русской платформы. Особенно значительная перестройка происходит на юге, в области докембрийского Сарматского щита, объединявшего Украинский щит и Воронежскую и Белорусскую антеклизы. В среднем девоне здесь возникает грабенообразный прогиб северо-западного простирания, ограниченный зонами глубинных разломов — прогиб Большого Донбасса. В последующее время юго-восточная часть этого прогиба развивается как краевой прогиб (Донбасс), а северо-западная — как прогиб платформенного типа (Днепрово-Донецкий).

В девоне на Русской платформе сформировались и интрузивные массивы щелочных пород: в области Балтийского щита — Хибинский, и Украинского — Мариупольский.

**Сибирская платформа.** Девонские отложения распространены на Сибирской платформе там же, где и силурийские. Представлены они на большей части платформы красноцветными континентальными толщами. В северо-западной части платформы (Норильский район, по рр. Курейке, Бахте) встречаются и морские отложения: известняки и доломиты, слагающие отдельные свиты среднего и верхнего девона, а на северо-востоке, в Хатангской впадине, морские отложения (известняки) слагают почти всю верхнюю половину девона.

Таким образом, в девоне на Сибирской платформе господствовал континентальный режим, и только на западе иногда развивались небольшие трансгрессии. Устойчивый морской бассейн сохранялся только в Хатангской впадине.

### КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Отложения этого периода — каменноугольную систему, выделили Конибир и Филлипс в Англии в 1822 г. Ее настоящее положение в стратиграфическом разрезе земной коры было установлено в 1839 г. Мур-

Таблица 6

Система	СССР		Западная Европа	
	отделы	ярусы	отделы	ярусы
Каменноугольная (С)	Верхнекаменноугольный (С <sub>3</sub> )	Оренбургский С <sub>3o</sub>	Верхнекаменноугольный (С <sub>2</sub> )	Стефанский С <sub>2s</sub>
		Гжельский С <sub>3g</sub>		Вестфальский С <sub>2w</sub>
		Касимовский С <sub>3k</sub>		
	Среднекаменноугольный (С <sub>2</sub> )	Московский С <sub>2m</sub>		
		Башкирский С <sub>2b</sub>		
	Нижнекаменноугольный (С <sub>1</sub> )	Намюрский С <sub>1n</sub>	Нижнекаменноугольный (С <sub>1</sub> )	Намюрский С <sub>1n</sub>
Визейский С <sub>1v</sub>		Визейский С <sub>1v</sub>		
Турнейский С <sub>1t</sub>		Турнейский С <sub>1t</sub>		

чисоном и Седжвиком. Свое название эта система получила по широко развитым в ней каменным углям. Каменноугольный период — первый в истории Земли период массового угленакопления.

В СССР эта система делится на три отдела, в Западной Европе она отчетливо разделяется только на две части: нижнюю — морскую, и верхнюю — континентальную угленосную. Деление на ярусы и соотношение подразделений, выделенных в СССР и Западной Европе, представлены в табл. 6.

Продолжительность этого периода 55 млн. лет.

## ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

Из каменноугольных отложений известны многочисленные и разнообразные органические остатки.

Очень пышная наземная растительность карбона — антракофитовая флора была представлена преимущественно споровыми растениями: плаунами (лепидодендронами и сигилляриями), хвощами, папоротниками, которые и дали начало гумусовым углям. Кроме споровых жили и некоторые голосеменные: семенные папоротники, кордаиты, а в верхнем карбоне появляются и первые хвойные (*Walchia*).

В нижнекаменноугольных отложениях, как и в отложениях девона, остатки вышеперечисленных групп растений встречаются на Шпицбергене, в Европе, Австралии, Северной Америке. Это указывает на очень большое однообразие растительного покрова в девоне и нижнем карбоне. Очевидно, в это время растения жили только в теплом влажном климате. В среднем карбоне в связи с активным развитием герцинских движений происходит поднятие горных систем, сокращение площади морских бассейнов, и климат становится все более сухим и резко континентальным, что не может не сказаться на характере и пространственном размещении организмов. Растения расселяются в разные климатические пояса и на Земле впервые появляются фитогеографические провинции.

В вестфальской провинции (материки Северного полушария) была распространена флора теплого влажного климата. В гондванской (Гондвана) — были развиты более холоднлюбивые формы, в основном *Glossopteris*, *Gangamopteris*. По имени первого из них эта флора получила название глоссоптериевой. Тунгусскую провинцию (северные области Европы и Азии) — область умеренного и даже холодного климата населяли кордаиты и хвойные. В конце карбона влаголюбивые лепидодендроны вымирают. Резко сокращаются сигиллярии и хвощи. Области же распространения глоссоптериевой флоры расширяются.

В морях и озерах в карбоне жили различные водоросли. Особенно широко в пресных водоемах были распространены зеленые водоросли. Они дали начало углям сапропелевого типа и горючим сланцам.

В карбоне появляется много наземной фауны. Из позвоночных были широко распространены земноводные, особенно панцирноголовые — стегоцефалы. Из отложений верхнего карбона известны и многочисленные находки первых пресмыкающихся из отряда котилозавров (*Seimuria*). Появляются и широко распространяются различные насекомые: пауки, стрекозы, тараканы и другие. Некоторые из них были очень крупными с размахом крыльев 50—70 см.

В морях и озерах фауна позвоночных была представлена рыбами: салахиями, ганоидными, двоякодышащими.

Очень разнообразны и многочисленны были морские беспозвоночные. Из них главными руководящими формами карбона являются: брахиоподы, фораминиферы и головоногие моллюски из группы гониа-

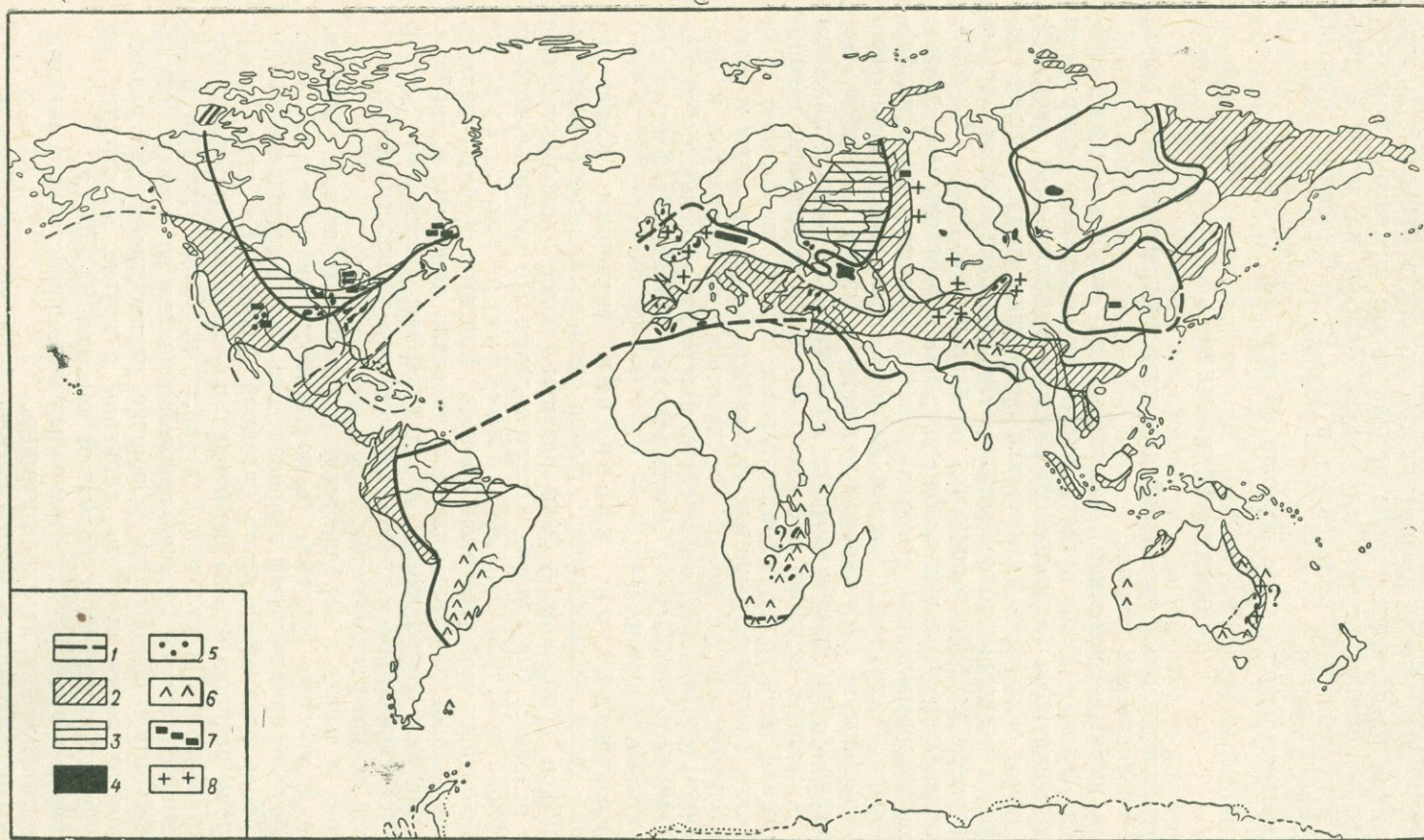


Рис. 85. Палеогеография верхнего карбона, по С. С. Кузнецову с изменениями.

1 — границы платформ; 2 — геосинклинальные моря; 3 — эпиконтинентальные моря; 4 — угленосные отложения (средний и верхний карбон); 5 — накопления гипса и ангидрита; 6 — ледниковые отложения верхнего карбона; 7 — красноцветные отложения; 8 — области проявления вулканизма

титов, но с более сложной перегородочной линией, чем у девонских форм. Из брахиопод были широко распространены роды: *Productus*, *Spirifer*, *Strophomena* и др. Фораминиферы — фузулины, швагерины и близкие к ним роды являлись не только руководящими, но и породообразующими. Кроме вышеперечисленных групп беспозвоночных были широко распространены четырехлучевые кораллы и табуляты (*Lithostrotion*, *Zaphrentis*, *Syringopora*), а также некоторые гидроидные (*Chaetetes*), мшанки (*Fenestella*, *Retorina*), двустворчатые (*Aviculopecten*, *Posidonia* и др.) и брюхоногие (*Bellerophon*, *Euomphalus*). Кораллы и мшанки были важными породообразующими организмами. К концу карбона многие брахиоподы и пластинчатожаберные вымирают.

Фауна карбона была в общем одинаковой на всем земном шаре, и только к концу карбона намечаются три зоогеографические провинции: северная (Северная Америка, Русская платформа, Центральная Азия), экваториальная и южная — Австралийская.

### ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

Каменноугольный период отличается от девонского активным развитием герцинских тектонических движений. В результате Западно-Европейская, Скифско-Мангышлакская, Аппалачская геосинклинальные области и значительная часть Урало-Сибирского пояса превращаются в молодые горные страны (рис. 85). Сложные движения и сложные события происходят и в области древних платформ и каледонских сооружений. Вследствие этого строение земной коры, рельеф, распределение морских бассейнов и суши очень сильно изменились. Это в свою очередь привело к значительным изменениям климата и органического мира. В верхнем карбоне на значительных площадях Гондваны — в Южной Америке, Центральной и Южной Африке, в Австралии и Индии, образуются ледники; очевидно, и полюса Земли занимали иное положение. Распределение климатических областей и данные палеомагнетизма заставляют предполагать, что северный магнитный полюс в карбоне находился в экваториальной части Тихого океана.

### ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

В Урало-Сибирском поясе уже в среднем карбоне в восточной зоне Урала, в Зауралье, Рудном Алтае, на юго-востоке Казахстана и в некоторых других областях поднимаются складчатые горные сооружения. Поэтому здесь распространены только нижний и средний карбон.

В восточной зоне Урала (рис. 86) нижний карбон сложен песчаниками и сланцами и лишь в некоторых местах преобладают известняки. Средний — представлен мощными толщами обломочных пород. В основании — это тонкозернистые морские отложения. Выше по разрезу они сменяются все более грубообломочными породами, вплоть до появления конгломератов с растительными остатками. Такая смена отложений обусловлена поднятием горных хребтов и вытеснением моря. В это же время формируются огромные гранитные интрузии, широко распространенные по всей восточной зоне Урала, редкие сиенитовые и некоторые другие малые интрузии. С интрузиями связаны месторождения железа, золота, драгоценных камней и других полезных ископаемых.

В западной зоне Урала развиты все три отдела карбона. Они представлены мощными слоистыми и массивными известняками. И только в верхнем карбоне, в восточной части западной зоны, распо-

лагавшейся рядом с поднявшимися горными сооружениями восточной зоны Урала, очень широко распространены песчанико-сланцевые толщи.

В области каледонских сооружений Урало-Сибирского пояса каменноугольные отложения широко распространены во всех впадинах: Карагандинской, Экибастузской, Минусинской, Кузнецком и Тувинском прогибах и других впадинах. Они представлены угленосными толщами мощностью до 4—5 км.

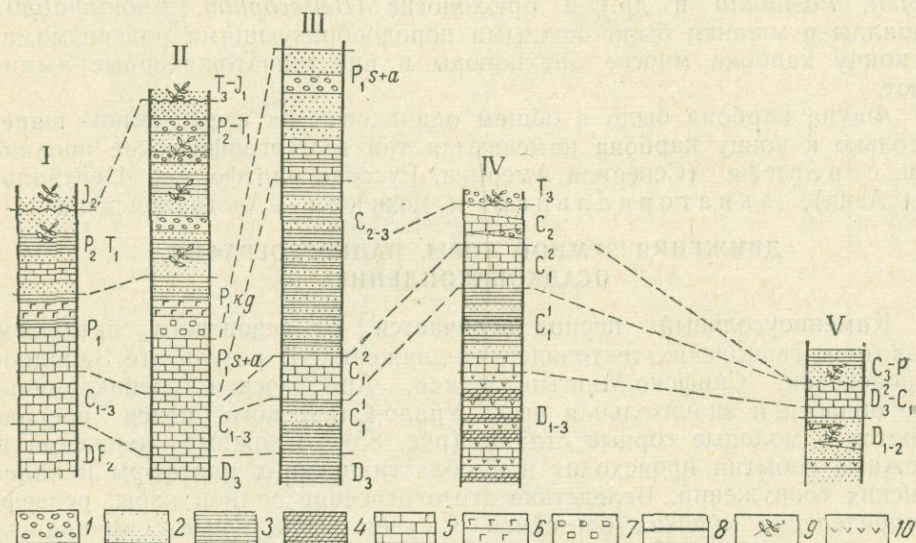


Рис. 86. Сводные разрезы верхнепалеозойских отложений западной части Урало-Сибирской области, по Г. П. Леонову.

I — Восточный край Русской плиты; II — Западный Урал (зона краевого прогиба); III — то же, (зона внешнего прогиба); IV — Восточный Урал (зона внутреннего прогиба и зона осадочных пород восточного склона); V — западная часть Казахской складчатой области.  
1 — конгломераты; 2 — песчаники; 3 — глины и глинистые сланцы; 4 — кремнистые сланцы и яшмы; 5 — известняки и мергели; 6 — гипс; 7 — каменная соль; 8 — каменный уголь; 9 — остатки наземной растительности; 10 — эффузивы

В Скифско-Мангышлакской области в карбоне также происходят складкообразовательные движения и формируется Скифский синклиорий, который, как и герциниды Западно-Европейской области, причленился с юга к Северо-Атлантическому матерiku. Глубинные разломы и крайовой Донецкий прогиб (Донбасс) отделили его от Русской платформы. В карбоне этот прогиб заполнился мощной паралической угленосной формацией. Эти отложения также были смяты, и на месте прогиба появился Донецкий кряж.

Европейско-Азиатский геосинклиальный пояс. Здесь в результате герцинских движений геосинклиальный режим был ликвидирован и уже со среднего карбона в этой молодой горной стране накапливаются континентальные молассовые и угленосные отложения платформенного типа.

В Западно-Тихоокеанском поясе в Верхояно-Чукотской области почти повсеместно развиты известняки нижнего карбона, в некоторых местах переслаивающиеся с песчаниками и сланцами. На девоне они залегают без перерыва, составляя с ним единую толщу. Таким образом, нижнекаменноугольная история этой области является непосредственным продолжением ее девонской истории.

В среднем карбоне в результате герцинского тектогенеза в Западно-Тихоокеанском поясе происходит крупнейшая перестройка земной коры. В результате этой перестройки здесь закладываются типичные

геосинклинальные прогибы, и эта область, ранее обладавшая субгеосинклинальными свойствами, превращается в типичный геосинклинальный пояс. В это же время в ранее существовавших глубоких субгеосинклинальных прогибах формируются довольно простые, не содержащие интрузий складчатые сооружения. Последние причисляются к платформенным массивам и, начиная с верхнего карбона, являются источником обломочного материала, который слагает мощную (11—13 км) толщу терригенных отложений флишoidного типа, получившую название «верхоянского комплекса».

\* \* \*

Сравнивая историю герцинских движений в Атлантическом (Европа, Урало-Сибирский пояс и Восточная Америка) и Тихоокеанском секторах, можно видеть, что и в том, и в другом напряженность движений была очень большой, но направленность их была разной. Эти две части нашей планеты в герцинское и в последующее время развивались по-разному. Эта мысль была впервые высказана А. Д. Архангельским, а Н. С. Шатский показал, в чем состоит сущность этих различий — в Атлантическом секторе происходило формирование сложно построенных герцинских складчатых сооружений, которые из всех послепрогерозойских структур здесь наиболее распространены и наиболее богаты интрузиями гранитоидных пород, а в Тихоокеанском секторе герцинские движения перерабатывают, перестраивают тектонические структуры, формируя типичные геосинклинальные прогибы, в которых в последующее время активно развиваются киммерийские движения, формируются киммерийские сооружения и киммерийские рудоносные интрузии.

Различие тектонического строения и развития Атлантического и Тихоокеанского секторов Земли получило название дисимметричности строения нашей планеты.

### ПЛАТФОРМЫ

Русская платформа. По площади распространения каменноугольные отложения занимают здесь второе место после девона. Выходы карбона известны в Московской синеклизе, на Тимане и в других

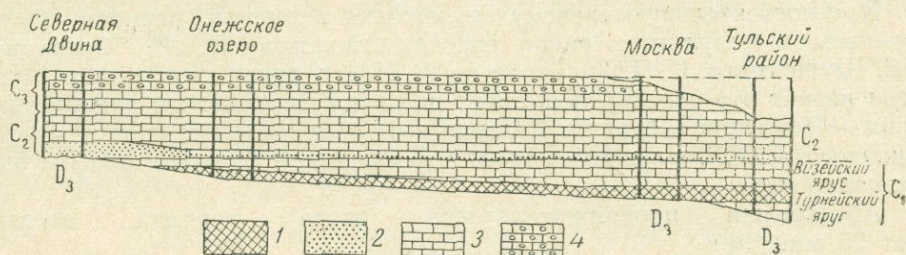


Рис. 87. Строение каменноугольных отложений на Русской платформе, по Н. М. Страхову:

1 — угленосная толща; 2 — песчаники; 3 — известняки; 4 — доломиты

областях. В отличие от девона каменноугольная система представлена всеми отделами и ярусами, хотя многие из них распространены не повсеместно и разрезы карбона в разных местах не одинаковы. Чаще всего каменноугольные отложения сложены карбонатными породами: известняками, доломитизированными известняками и доломитами (рис. 87), мощность которых измеряется сотнями метров (более 500 м). Все эти породы накапливались в море, которое появляется на Русской платфор-

ме уже в турнейском веке. Турнейское море занимало западную, восточную и центральную области Русской платформы. Северная ее часть была приподнятой, возвышенной сушей.

В нижневизейское время происходит значительное поднятие всей платформы и море почти повсеместно отступает, оставляя плоскую равнину с многочисленными болотами, озерами и реками. Морской режим сохраняется только на юге и юго-востоке платформы. В образовавшихся болотах накапливаются огромные массы растительного материала (Подмосковный и Камский бассейны), в озерах — тонкий ил, обогащенный окислами алюминия и иногда железа (бокситы Тихвинского, Онежского и других месторождений), огнеупорные глины, а в некоторых местах и озерные железные руды. Иногда на эту равнину с юга и юго-востока ненадолго проникало море. Оно оставляло небольшие горизонты песчано-глинистых пород с морской фауной. В Волго-Уральской области нижневизейские пески и рыхлые песчаники содержат нефть.

В верхневизейское время начинается новая трансгрессия. Она разливается все шире и в верхнем карбоне морской режим устанавливается вплоть до берегов Белого моря. В этом море накапливается прослеживающийся на тысячи километров «один из наибольших массивов карбонатных пород, известных в истории Земли» (Д. В. Наливкин). Этот в общем устойчивый бассейн существовал на платформе до конца карбона и в начале пермского периода.

Сибирская платформа. В раннем карбоне вся платформа в основном представляла собой континент, на котором отложения накапливались лишь на небольших участках. И только на крайнем севере существовало море, оставшееся от девона, в котором отлагались известняки.

В среднем карбоне начинается прогибание огромной западной части платформы и формирование самой большой впадины Сибирской платформы — Тунгусской синеклизы, в которой в последующее время накапливаются угленосные отложения тунгусской серии. Продолжается также начавшееся еще в нижнем палеозое прогибание Вилюйской синеклизы, где накапливаются красноцветные и отчасти туфогенные отложения.

## ПЕРМСКИЙ ПЕРИОД

В самостоятельную систему отложения пермского периода были выделены в результате работ русских геологов Д. И. Сколова, Г. Е. Щуровского, Г. П. Гельмерсена. В 1841 г. английский геолог Мурчисон назвал эту систему пермской по месту ее широкого распространения — Пермской губернии. Деление этой системы на отделы и ярусы, принятое в СССР, показано в табл. 7. В Западной Европе и в США оно несколько иное.

Абсолютная продолжительность этого периода составляет 25 млн. лет.

Таблица 7

Система	Отделы	Ярусы
Пермская (P)	Верхнепермский (P <sub>2</sub> )	Татарский P <sub>2t</sub> • Казанский P <sub>2kz</sub> Уфимский P <sub>2u</sub>
	Нижнепермский (P <sub>1</sub> )	Кунгурский P <sub>1kg</sub> Артинский P <sub>1a</sub> Сакмарский P <sub>1s</sub>

## ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

Значительная перестройка земной коры в результате герцинских движений, увеличение площади материков и сокращение морских бассейнов привели к тому, что климат уже в карбоне становится более сухим и резко континентальным. Это не могло не отразиться на характере органического мира, и в первую очередь на характере наземных организмов. В области вестфальской тропической и субтропической провинции развиваются более сухолюбивые споровые растения (глоссоптериды), а из голосемянных — сфеноптериды, кордаиты, хвойные, цикадовые, гинкговые. В верхней перми они уже занимают господствующее положение, а папоротники, сигиллярии, каламиты и другие споровые почти полностью вымирают. Таким образом, в поздней перми на Земле уже господствуют типичные растения мезозоя. Эту флору называют мезофитовой.

Значительные изменения произошли и в наземной фауне. Появляется большое количество пресмыкающихся — животных, более приспособленных к сухому климату. Это предки динозавров, летающих ящеров, крокодилов, ящериц. Появляются и предки млекопитающих — парейазавры. Жили и земноводные — стегоцефалы. В морях были распространены ганоидные рыбы.

Из беспозвоночных, как и в карбоне, господствующее положение по-прежнему занимали фузулины и швагерини, табуляты, некоторые четырехлучевые кораллы и брахиоподы, которые нередко являлись породообразующими организмами. Однако и в фауне беспозвоночных происходят значительные изменения: большое значение приобретают пластинчатожаберные и брюхоногие моллюски, появляются настоящие аммониты. Изредка встречаются морские лилии, морские бутоны и другие беспозвоночные.

Фауна пермских беспозвоночных образует три зоогеографические провинции: бореальную (северную), средиземноморскую и южную. Такое зональное распределение беспозвоночных подтверждает наличие климатической зональности.

К концу пермского периода очень многие палеозойские группы животных почти полностью вымирают: четырехлучевые коралловые полипы, продуктыды, спирифериды, фузулины и швагерини, гониатиты, трилобиты, ортоцератиты, парейазавры и иностранцевии, многие земноводные, ганоидные рыбы и некоторые другие. На смену им приходят новые, мезозойские группы. Таким образом, в конце палеозоя происходят значительные изменения, или, как говорят, «обновление» в животном мире Земли. В этом смысле животные отстают от растений: обновление в растительном мире произошло несколько раньше — к началу поздней перми.

### ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

В пермском периоде (рис. 88) складкообразовательные движения развиваются слабее, чем в карбоне. Они окончательно формируют герцинские складчатые сооружения. Поднятие горных сооружений сопровождается поднятием платформ. Все это создает сложный рельеф и обуславливает разнообразие климатической обстановки: на Земле существуют и области с пустынным засушливым климатом, где накапливаются красноцветные и соленосные отложения, и области с умеренным климатом, где происходит угленакопление, и области с влажным теплым тропическим и субтропическим климатом, где в морях отлагаются известняки, а на континентах — обломочные толщи с остатками влаголюбивых и теплолюбивых лепидодендронов и сигиллярий.

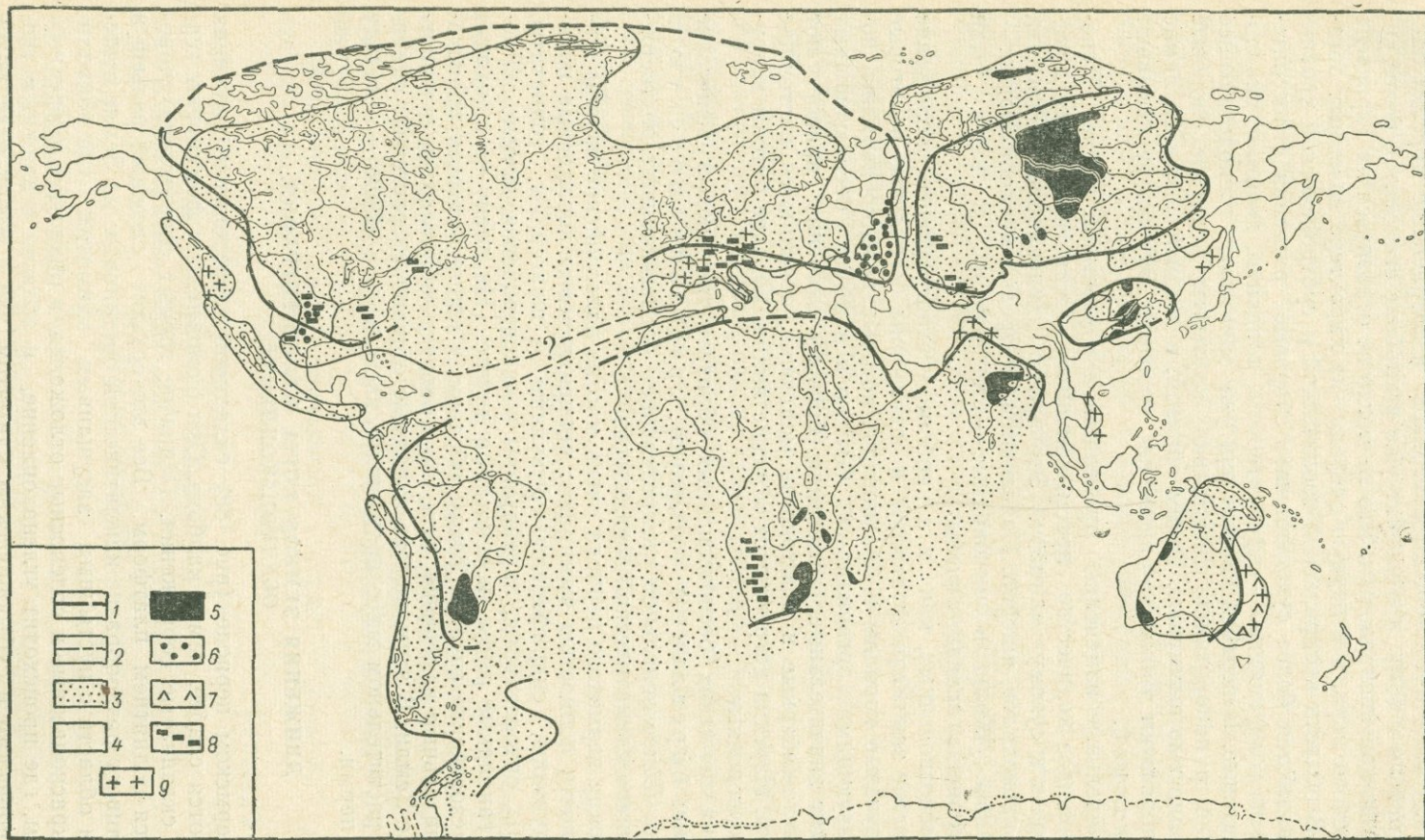


Рис. 88. Палеогеография нижней перми, по С. С. Кузнецову:

1 — границы платформ; 2 — границы суши; 3 — суша; 4 — море; 5 — угленосные отложения; 6 — накопления гипса, ангидрита и солей; 7 — ледниковые отложения; 8 — красцветные отложения; 9 — области проявления вулканизма

В Урало-Сибирском поясе в пермском периоде формируются складчатые горные сооружения Западного Урала, Южного Тянь-Шаня и, таким образом, весь этот пояс превращается в складчатый пояс. Он соединил Северо-Атлантический материк и Ангариду в один сложно построенный огромный материк — Л а в р а з и ю.

На Урале в пермском периоде осадконакопление происходило только в западной зоне и в Предуральском краевом прогибе (см. рис. 86). Восточная же и центральная зоны Урала представляли собой высокие горы, похожие на современный Кавказ. Реки сносили с этих гор огромное количество обломочного материала, который накапливался в западной, еще прогибающейся зоне Урала. На западный склон Предуральского прогиба обломочный материал не заносился, и здесь накапливались мергели и известняки. Среди них встречаются рифовые массивы, которые появились еще в верхнем карбоне и отделили более глубоководное море Предуральского прогиба от мелководного моря Русской платформы. Они протягивались полосой вдоль всего Урала. С ними связаны крупные залежи нефти и газа (Ишимбаевский район). В кунгурском веке в западной зоне Урала уже поднимаются горные сооружения, и морской режим сменяется лагунным. В огромных лагунах накапливаются гипс, каменная и реже калийные соли.

В поздней перми происходит общее поднятие складчатых структур Западной зоны Урала и Предуралья, и лагунный режим сменяется континентальным. За счет разрушения горных сооружений, возникших в Западной зоне Урала в условиях жаркого пустынного климата, на предгорной равнине накапливаются красноцветные толщи обломочных пород уфимского яруса. Такая обстановка существует в западной зоне Урала до конца пермского периода.

В восточной зоне Урала, в Зауралье, в области Туранской плиты и Тургайских степей вдоль крупных разломов начинают формироваться узкие грабены (Туринско-Богословский, Челябинский и др.) и грабен-синклинали, а также обширные депрессии, в которых накапливаются эффузивно-осадочные толщи.

В области каледонских сооружений Урало-Сибирского пояса в некоторых впадинах и прогибах продолжается накопление угленосных отложений. Наиболее мощные толщи этих отложений накапливаются в Кузбассе.

Европейско-Азиатский складчатый пояс. В области Большого Кавказа в ранней перми преобладал континентальный режим, установившийся здесь еще в среднем карбоне.

В области северного склона Большого Кавказа, между зонами поднятий накапливались красноцветные конгломераты и песчаники с прослоями глинистых пород и алевритов — типичные молассовые отложения. В поздней перми эта область перекрывается мелководным тепловым морем, в котором отлагаются главным образом известняки, в том числе и рифовые.

На месте южного склона Большого Кавказа в течение всего пермского периода существует морской бассейн, в котором накапливались песчано-глинистые отложения с прослоями известняков.

В Западно-Тихоокеанском поясе, в Верхояно-Чукотской области пермские отложения распространены очень широко. Они представлены мощными, иногда до 7 км, толщами терригенных отложений верхоянского комплекса. Это бурые, темные и серые песчано-глинистые отложения, ритмично переслаивающиеся, бедные органическими остатками, с редкими прослоями мергелей и известняков.

## ПЛАТФОРМЫ

Для пермской истории платформ очень характерно ясно выраженное преобладание поднятий, которые повсеместно приводят к установлению континентального режима.

**Русская платформа.** Выходы пермских отложений известны на востоке Русской платформы, где они образуют очень большую площадь, а также на севере и в некоторых других местах. Как и карбон, пермская система представлена всеми отделами и ярусами, но отличается еще большим непостоянством разрезов.

В начале пермского периода Русская платформа начинает подниматься, и очертания морского бассейна, оставшегося здесь от верхнего карбона, становятся очень сложными. На востоке, в Волго-Уральской области, этот бассейн сохранялся долго, и здесь накапливались массивные рифовые известняки. Западнее Туймазинского района, в том числе и в Московской впадине, располагались мелководное море и лагуны, в которых накапливались толщи известняков, доломитов, ангидритов, гипсов и, иногда песчаников и глин. На севере вся нижняя пермь сложена гипсами, ангидритами и доломитами и континентальными красноцветными отложениями.

В кунгурском веке море превращается в лагуны и в восточной части платформы, и здесь также накапливаются гипс, ангидрит, а на юго-востоке — и каменная, и калийные соли. В конце кунгурского века лагуны исчезают, и в уфимском веке накапливаются красноцветные толщи, представляющие собой скопления продуктов разрушения, сносимых с Урала.

В казанском веке в центральной части платформы появился морской солоноватоводный бассейн, который по размерам, форме и однообразному составу фауны был похож на современное Каспийское море. Сравнительно недавно предполагали, что казанское море было связано с Полярным бассейном. В настоящее время считают, что это море образовалось на месте водоемов, оставшихся от морского нижнепермского бассейна. Многочисленные реки, стекавшие с Урала, наполняли казанское море пресными водами, как сейчас Волга, Урал, Терек и Кура наполняют и опресняют Каспий. От казанского моря остались глинистые известняки, мергели и глины.

Последующее поднятие приводит к тому, что казанское море исчезает, и в татарском веке на платформе накапливаются только красноцветные элювиальные, эоловые, озерные и речные отложения. В конце палеозоя окончательно определились очертания Московской и Балтийской синеклиз.

**Сибирская платформа.** Здесь продолжается прогибание Тунгусской синеклизы и накопление угленосных отложений продуктивной свиты тунгусской серии. Прогибание Тунгусской синеклизы и поднятие соседних с нею областей приводит к образованию многочисленных зон глубинных разломов. По этим разломам выбрасывается пирокластический (раздробленный вулканический) материал и изливается огромное количество основной лавы, которая образует потоки и покровы базальтовых траппов. Пирокластический материал дает начало туфам и туффитам. Часть магмы застывает в глубине земной коры, образуя силлы (иногда до 350 м мощностью), дайки, штоки, лакколиты, некки и трубки взрыва. С интрузиями связаны сульфидные руды меди, никеля, платины и других металлов.

Другой областью накопления пермских отложений на Сибирской платформе является Вилуйская синеклиза, во внутренних частях которой накапливаются толщи лагунных и континентальных отложений.

## ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА В ПАЛЕОЗОЕ

Палеозойская эра была временем очень больших преобразований. Она объединяет два тектонических этапа — каледонский и герцинский. В результате каледонских движений был ликвидирован геосинклинальный режим в Северо-Атлантическом геосинклинальном поясе и на значительных площадях Урало-Сибирского. Каледонские сооружения Северо-Атлантического пояса соединили две платформы — Русскую и Канадскую, образовав большой Северо-Атлантический материк. Каледониды Урало-Сибирского пояса, причленившись к Сибирской платформе, образовали вместе с ней другой большой материк — Ангариду. Усложнилось также и строение других геосинклинальных областей.

Одновременно с ликвидацией геосинклинального режима и поднятием горных сооружений в одних областях, в других в результате каледонских движений формировались зоны дробления и активного прогибания, которые дали начало новым геосинклинальным областям — Западно-Европейской и Скифско-Мангышлакской. Области прогибания — межгорные впадины и прогибы возникали и в пределах молодых складчатых сооружений. Они являлись местом накопления мощных молассовых, красноцветных, эффузивных и угленосных отложений.

Значительные преобразования произошли и в строении древних платформ. В результате дифференцированных движений на них появились синеклизы, впадины, прогибы, антеклизы. На Русской платформе образовалась впадина, которая к концу палеозоя оформилась в Московскую и Балтийскую синеклизы, и, очевидно, заложились Печорская, Прикаспийская и Польско-Германская синеклизы, а на Сибирской платформе — Вилюйская синеклиза и Путоранская впадина. Между синеклизами формировались антеклизы и другие поднятия фундамента.

Герцинские движения полностью ликвидировали геосинклинальный режим в Урало-Сибирском, Европейско-Азиатском и Монголо-Охотском поясах, а также в Западно-Европейской, Скифско-Мангышлакской и Восточно-Австралийской геосинклинальных областях. Возникшие на их месте горные складчатые сооружения присоединились к уже существовавшим древним платформам и к каледонидам. В результате в северном полушарии образовался один огромный сложно построенный материк Лавразия, а в южном полушарии несколько увеличилась в своих размерах Гондвана. В области Тихоокеанского пояса появились простые складчатые структуры и одновременно с этим образовались новые крупные прогибы, обладающие типично геосинклинальными свойствами.

Герцинские движения также перестроили и усложнили и строение более древних сооружений.

В области древних платформ были созданы отдельные небольшие складки и появились новые области прогибания: на Русской платформе — прогиб Большого Донбасса и Казанско-Сергиевский прогиб, на Сибирской платформе — Тунгусская синеклиза. Движения сопровождались образованием разломов и магматическими процессами: образуются интрузивные массивы — Хибинский и Мариупольский, многочисленные малые интрузии на Сибирской платформе, на которой, кроме того, широко развиваются эффузивные процессы.

В области каледонских сооружений формируются герцинские впадины и прогибы — Минусинская, Карагандинская, Тенизская, Кузнецкий прогиб, Тувинский и др. По разломам, которые ограничивают эти зоны прогибания, изливаются лавы. Они образуют в прогибах и впадинах потоки и покровы эффузивов, переслаивающиеся с толщами молассовых отложений.

Формирование каледонских и герцинских складчатых сооружений сопровождалось внедрением крупных интрузий. Процессы магматические, метаморфические и осадконакопления, развивавшиеся в тесной связи с тектоническими движениями, обусловили образование многочисленных месторождений платины, хрома, никеля, железа, золота, полиметаллов, углей, нефти, горючих сланцев, солей, бокситов, фосфоритов и др.

В результате всех этих процессов, усложнивших состав и строение земной коры, изменилась и география Земли. В конце палеозоя на Земле существовали Лавразия и Гондвана. Они имели очень сложный рельеф, и процессы осадконакопления и разрушения носили разнообразный характер. Между материками располагались геосинклинальные пояса. Один из них — Альпийско-Гималайский еще только начинал формироваться на месте обширного и сложно построенного Европейско-Азиатского палеозойского складчатого пояса. Другой, Тихоокеанский, появился и развивался по берегам Тихого океана с верхнего карбона. Кроме этих структур на Земле уже существовал талассократон Тихого океана.

Каледонский и герцинский тектогенезы обусловили значительное поднятие земной коры и значительное сокращение площади морских бассейнов. Это привело к тому, что климат на Земле становится более сухим и резко континентальным. Эпохи господства суши над морем называют геократическими. Конец силура и начало девона — первая ясно выраженная геократическая эпоха, известная нам. В пермском периоде начинается другая геократическая эпоха, продолжающаяся в течение всего триасового периода. Другие периоды палеозоя и особенно ордовик и средний карбон были временем широких трансгрессий. Это типичные талассократические эпохи, когда площади занятые морскими бассейнами значительно превышают площади суши.

Значительные изменения произошли и в органическом мире Земли. Ниже перечислены главные из них.

1. В палеозойскую эру жизнь выходит на сушу.
2. В это время на Земле жили и развивались споровые растения и появились и заняли господствующее положение голосемянные.
3. В палеозое появились на Земле все классы холоднокровных позвоночных: бесчелюстные, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся.
4. Из беспозвоночных в течение всего палеозоя были широко представлены и дали большое число руководящих форм брахиоподы, четырехлучевые коралловые полипы и табуляты, а в первой половине палеозоя — трилобиты, археоциаты, граптолиты, наутилиды и эндоцератиты; во второй половине палеозоя широко развиваются и гониатиты.
5. В конце палеозоя на Земле жили значительно более высокоорганизованные животные и растения, что с несомненностью свидетельствует об эволюции органического мира Земли.
6. Дважды в течение палеозойской эры имело место массовое вымирание многочисленных групп более древних организмов — в конце силура и в конце перми. На смену им приходили новые группы более высокоорганизованных животных и растений, причем такое «обновление» в растительном мире происходило раньше (примерно на полпериода), чем в животном. Причины подобных явлений пока не выяснены до конца. Несомненно, что одной из них было изменение палеогеографической обстановки, связанное с перестройкой земной коры и изменением рельефа и климата.

## МЕЗОЗОИ

Мезозойская эра — эра средней жизни (мезо — средний, зоон — жизнь) названа так потому, что организмы, населявшие Землю в мезозое, по степени организации занимают промежуточное, среднее положение между архаичными формами палеозоя и организмами, жившими в кайнозое.

Мезозойская группа пород была выделена английским геологом Дж. Филлипсом в 1841 г. Она объединяла так же, как и сейчас, три системы: триасовую, юрскую и меловую. Продолжительность мезозойской эры 173 млн. лет.

В мезозое, так же как и во все другие этапы развития Земли, главная, ведущая роль принадлежала тектоническим движениям. Мезозойский, киммерийский тектогенез был очень своеобразным и в значительной мере отличался от каледонского и герцинского.

Во-первых, он проявился в основном только в северном полушарии Тихоокеанского сектора Земли, где и были сформированы киммерийские складчатые сооружения. Эта особенность киммерийского тектогенеза еще раз подтверждает дисимметричность строения и развития нашей планеты. Во-вторых, он привел к образованию внегеосинклинальных тектонических структур особого типа: впадин тихоокеанской группы и линейных складчатых структур в осадочном чехле древних и молодых платформ Восточной Азии. В-третьих, с ним связано очень широкое развитие процессов формирования внегеосинклинальных гранитоидных интрузий, приуроченных к вышеуказанным впадинам. В четвертых он привел к распаду материков и образованию океанических впадин — Индийской и Атлантической. И, наконец, пятая его особенность — образование в Тихоокеанском сегменте земной коры совершенно особой структурной зоны — Чукотско-Катазиатского вулканического пояса.

Общее поднятие материков и областей палеозойской складчатости уже в конце пермского периода привело к значительным климатическим изменениям: на Земле появились огромные пространства с пустынным и полупустынным климатом. К таким условиям споровые растения оказались мало приспособленными, и их место заняли голосеменные растения, значительно лучше приспособленные к сухому климату. То же происходит и с наземной фауной позвоночных: вымирают земноводные и широко развиваются пресмыкающиеся с их толстой, грубой, не боящейся пересыхания кожей. Значительные изменения происходят и в фауне беспозвоночных.

## ТРИАСОВЫЙ ПЕРИОД

В 1834 г. Альберти назвал триасовой системой выделенные Вернером еще в 18 веке три свиты: пестрый мергель (кейпер), раковинный известняк и пестрый песчаник.

Разделение триасовой системы, принятое в СССР, указано в табл. 8. Некоторые геологи относят рэтский ярус к нижней юре.

Нижний триас в других странах общепринятого подразделения на ярусы не имеет. Чаще всего нижний триас делят на кампильский и сейский ярусы; иногда их объединяют в скифский ярус.

Продолжительность триасового периода 35 млн. лет.

## ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

Триас — типичная геократическая эпоха, что очень хорошо отражает наземная растительность: почти повсеместно на Земле была распространена более или менее однообразная флора, в составе которой

господствовали голосеменные растения — гинкговые, цикадовые, хвойные. Из споровых сохранились и были хорошо представлены папоротники, а в нижнем триасе еще жили потомки палеозойских плаунов. В морях были широко распространены сифоновые водоросли. Они были породообразующими организмами.

Т а б л и ц а 8

Система	Отделы	Ярусы
Триасовая (Т)	Верхнетриасовый (Т <sub>3</sub> )	Рэтский—Т <sub>3</sub> <sup>r</sup> Норийский—Т <sub>3</sub> <sup>n</sup> Карнийский—Т <sub>3</sub> <sup>k</sup>
	Среднетриасовый (Т <sub>2</sub> )	Ладинский—Т <sub>2</sub> <sup>l</sup> Анизийский—Т <sub>2</sub> <sup>a</sup>
	Нижнетриасовый (Т <sub>1</sub> )	Оленекский—Т <sub>1</sub> <sup>o</sup> Индский—Т <sub>1</sub> <sup>i</sup>

В наземной фауне позвоночных резко преобладали пресмыкающиеся. Особенно много было динозавров. Появились также черепахи и предки крокодилов. Земноводные были представлены последними стегоцефалами, которые к концу триасового периода полностью вымирают. В лагунах и озерах жили двоякодышащие рыбы. В конце триаса появились первые млекопитающие из группы клоачных. В морях появляются первые костистые рыбы, ихтиозавры и плезиозавры.

Среди беспозвоночных господствующее положение занимали головоногие и двустворчатые моллюски. Из головоногих в триасе развиваются цератиты (*Meekoceras*, *Ceratites* и др.). Среди двустворок, представленных очень разнообразно, встречаются мелководные и глубоководные формы, а также формы, жившие среди рифов. Из других беспозвоночных были широко распространены шестилучевые коралловые полипы, мелководные кремневые и известковые губки, морские лилии, некоторые брахиоподы (ринхонеллиды, теребратулиды). Появляются и некоторые морские ежи (род *Cidaris*), изредка встречаются брюхоногие моллюски.

Фауна беспозвоночных, как и наземная флора, была довольно однообразной на всем земном шаре и зоогеографические провинции в триасе почти не выражены.

#### ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

В геосинклинальных областях в течение всего триаса преобладают прогибание и морской режим, причем геосинклинальные бассейны часто были довольно глубоководными. Континенты в течение всего триаса оставались высоко приподнятыми и имели сложный рельеф, особенно Лавразия. Строение этих континентов продолжало усложняться: здесь формируются грабенообразные впадины, прогибы и синеклизы. На континентах, на большей части площади, господствовал сухой пустынный климат, активно развивалось механическое выветривание и накапливались красноцветные и пестроцветные обломочные толщи. И только на востоке Азии, в пределах впадин тихоокеанского типа, известны и морские отложения.

В триасе начался распад Гондваны. Первые разломы и зона прогибания появились между Африкой и Мадагаскаром. Этот прогиб разделил Гондвану на две части: Австрало-Индо-Мадагаскарскую и Африкано-Бразильскую (рис. 89).

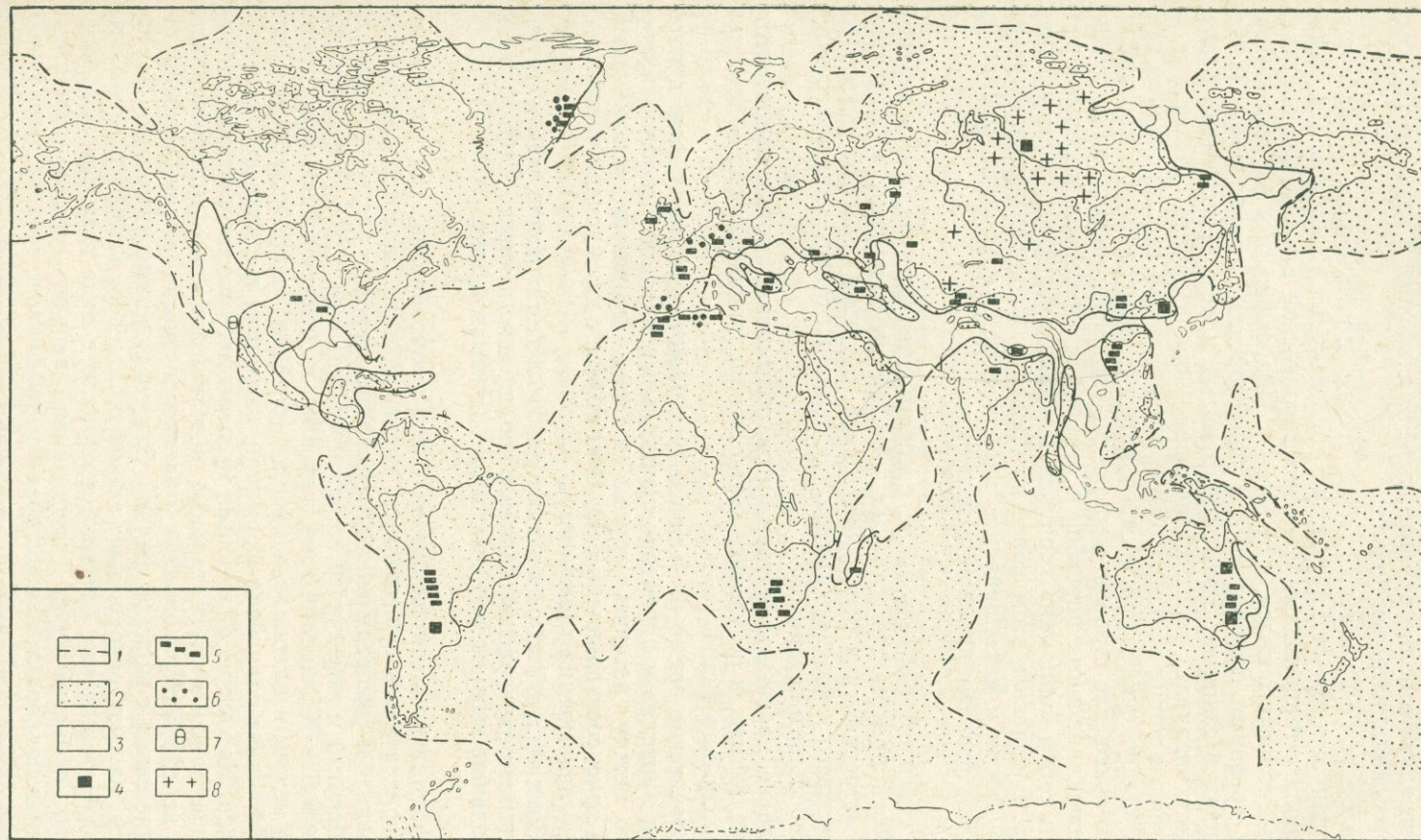


Рис. 89. Палеогеография нижнего триаса, по С. С. Кузнецову:

1 — границы суши; 2 — суша; 3 — море; 4 — угленосные отложения; 5 — красноцветные отложения; 6 — накопления гипса и солей; 7 — рифогенные известняки; 8 — области проявления вулканизма

В мезозое процесс геосинклинального развития был выражен наиболее отчетливо и полно в Альпийско-Гималайском, а также в Тихоокеанском геосинклинальных поясах.

Альпийско-Гималайский пояс протягивался почти в широтном направлении от Гибралтара до Восточных Гималаев. На севере он граничил с герцинидами Западно-Европейской и Скифской областей и Урало-Сибирского пояса, а на юге — с Индостанской и Африкано-Аравийской древними платформами и палеозойскими структурами Западной Африки и Сицилии. Этот пояс, занятый морем Тетис, начал развиваться как типичная геосинклинальная зона в начале мезозоя, а на востоке еще в конце палеозоя. Он образовался за счет дробления герцинских сооружений Европейско-Азиатского палеозойского геосинклинального пояса. Его строение было очень сложным: он состоял из типичных геосинклинальных прогибов и отдельных массивов, которые представляли собой «обломки» герцинских, каледонских и более древних структур. В триасе в этом поясе на больших площадях господствовал морской режим и накапливались карбонатные и карбонатно-глинистые формации с редкими прослоями эффузивов.

На северном Кавказе триас распространен там же, где и верхний палеозой, и представлен главным образом известняками. Обломочные породы встречаются в основании триаса, а также слагают некоторые ярусы среднего и верхнего триаса. На пермских отложениях триас залегает с небольшим перерывом.

Наличие перерывов и горизонтов обломочных пород свидетельствует о поднятиях, в результате которых появлялись острова — источник обломочного материала.

В рэтическое время на Кавказе начинаются киммерийские движения. Они приводят к поднятию значительных площадей и угловому несогласию между рэтским ярусом и более древними отложениями. Рэтский ярус, составляющий единый комплекс с юрой, очень часто представлен угленосными отложениями.

В Западно-Тихоокеанской области триас, как и другие отложения мезозоя, распространен очень широко и повсеместно образует очень большие выходы, особенно в Яно-Колымской зоне.

В фациальном отношении он очень разнообразен, так как уже в начале триаса здесь существовала очень сложная палеогеографическая обстановка, и распределение и очертание морских бассейнов носили очень сложный и изменчивый характер. На западе, в зоне Верхоянского хребта и в Яно-Колымской зоне, в нижнем и среднем триасе преобладал морской режим и накопилась мощная (2—3 км) однообразная морская толща песчанико-сланцевой формации, входящая в состав верхоянского комплекса. На севере, от низовьев Колымы до Чукотки, распространены преимущественно континентальные песчано-сланцевые толщи верхнего триаса, не охарактеризованные палеонтологически и лишь иногда содержащие свиты с морской фауной. Эти терригенные отложения формировались за счет разрушения герцинских сооружений и срединных массивов, которые, как правило, выступали в виде островов или более обширных областей суши. Отложения нередко переслаиваются с потоками и покровами лавы, туфами и туффитами, так как поднятия и опускания, происходившие здесь неоднократно, сопровождались образованием разломов, по которым изливалась лава и выбрасывался вулканический материал.

Этот материк состоял из разновозрастных структур, находящихся на различных этапах развития. Ядро его составляли древние платформы: Канадская, Русская, Сибирская, Северо-Китайская и Южно-Китайская. Кроме них, в его состав входил Урало-Сибирский палеозойский складчатый пояс, Северо-Атлантические каледониды и герцинские структуры Западно-Европейской, Аппалачской, Скифско-Мангышлакской и Монголо-Охотской складчатых областей. В течение всего триаса Лавразия оставалась высоко приподнятым континентом.

В Урало-Сибирском палеозойском складчатом поясе в Зауралье, в области Туранской плиты и Тургайских степей продолжалось формирование узких грабен, грабен-синклиналей и обширных депрессий. В этих впадинах накапливались континентальные отложения: глинисто-алевролитовые, а затем грубообломочные песчано-сланцевые толщи с горизонтом каменных углей.

В Скифско-Мангышлакской области в триасе происходят дифференцированные тектонические движения по разломам и закладываются Валахская впадина, Манычский прогиб и целый ряд впадин на границе этой области с Русской платформой — Предобруджинский прогиб и другие. С разломами связаны эффузивные процессы и образование порфириров, дацитов, туфов, туфоконгломератов, туфобрекчий и туфопесчаников, которые переслаиваются с осадочными породами.

На Русской платформе наиболее широко развиты континентальные пустынные отложения нижнего триаса. Это песчаники, глины, щебень, содержащие остатки ракообразных и динозавров. Они выходят на поверхность на севере и востоке платформы. В центральных частях платформы происходили и эффузивные процессы. В Урало-Эмбенском бассейне в разрезе горы Богдо и в Индерских горах известны и морские отложения нижнего триаса. Очевидно, в нижнетриасовое время здесь происходило кратковременное опускание и сюда ненадолго проникало море. В нижнем триасе намечались также современные очертания Волго-Уральской антеклизы.

Сибирская платформа. Триасовая история Сибирской платформы — продолжение ее пермской истории. Здесь, в Тунгусской синеклизе, в нижнем и, возможно, в среднем триасе накапливались континентальные песчаники и глины с прослоями туффигов — верхняя часть туфогенной свиты, которые перекрываются лавовой свитой.

## ЮРСКИЙ ПЕРИОД

Юрская система была выделена в 1829 г. французским геологом А. Броньяром. Свое название она получила по имени Юрских гор в Швейцарии. Деление юрской системы на отделы и ярусы приведено в

Таблица 9

Система	Отделы	Ярусы	
Юрская (J)	Верхнеюрский—мальм (J <sub>3</sub> )	Верхневолжский—J <sub>3v2</sub> Нижневолжский—J <sub>3v1</sub> Киммериджский—J <sub>3kt</sub> Оксфордский—J <sub>3ox</sub> Келловейский—J <sub>3cl</sub>	} Титон- ский J <sub>3t</sub>
	Среднеюрский—доггер (J <sub>2</sub> )	Батский—J <sub>2bt</sub> Байосский—J <sub>2bj</sub> Ааленский—J <sub>2a</sub>	

Система	Отделы	Ярусы
Юрская (J)	Нижнеюрский—лейас ( $J_1$ )	Тоарский— $J_1t$ Домерский— $J_1d$ Плинсбахский— $J_1p$ Лотарингский— $J_1l$ Синемюрский— $J_1s$ Геттангский— $J_1h$

табл. 9. В Западной Европе, Крыму и на Кавказе между киммериджским и оксфордским ярусами выделяют еще лузитанский. Продолжительность юрского периода 35 млн. лет.

### ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

К началу юры рельеф земной поверхности был уже очень сглаженным, и в юре на платформах развивались широкие трансгрессии. Юра — типичная талассократическая эпоха, с влажным мягким климатом, чрезвычайно благоприятным для развития растительности. Юрские растения и животные были чрезвычайно разнообразны и многочисленны. Особенности этой фауны и флоры очень хорошо отражают все особенности органического мира мезозоя.

Пышная разнообразная юрская флора распространялась на обширных пространствах земного шара, в том числе в Гренландии, на Земле Франца Иосифа и в Антарктиде. Господствующими группами были папоротники, хвощи, гинкговые, хвойные, цикадовые, беннеттитовые. Характер мезофитовой растительности и ее распределение указывают на то, что на Земле не было областей с ледниковым климатом, однако климат был резко дифференцирован, и области холодного, умеренного и тропического климата (фитогеографические провинции) располагались примерно там же, где и в настоящее время.

Среди позвоночных были широко представлены рептилии. Это было время их расцвета. Юрские динозавры имели гигантские размеры: 25—30 м длины и до 50 т весом. Кроме этих гигантов жили и мелкие рептилии. Широко развиваются ихтиозавры, плезиозавры и новая группа — мозозавры. Появляются и летающие ящеры — птерозавры. В конце юры на Земле уже жили и настоящие ящерицы. В верхней юре появляются первоптицы — *Archaeopteryx*. Млекопитающие были очень немногочисленны и представлены примитивными формами. Среди земноводных появляются и развиваются настоящие лягушки. В морях были широко распространены акулы и значительно меньше костистые рыбы.

Из беспозвоночных исключительного расцвета достигли аммониты (*Phylloceras*, *Lithoceras*, *Cosmoceras*, *Amaltheus*, *Virgatites* и др.). На них основана стратиграфия юрских отложений. В юрских морях были хорошо представлены и белемниты (*Cylindroteuthis*, *Duvalvia*). Большое значение для стратиграфического расчленения юры имеют также пелециподы (*Aucella*, *Griphaea*, *Astarte*, *Pectinidae* и др.), частично брюхоногие (*Nerinea*) и брахиоподы (*Terebratulidae*, *Rhynchonellidae*). Кроме вышеперечисленных групп были широко распространены радиолярии, шестилучевые кораллы, губки, морские лилии и ежи, причем в юре появляются и неправильные ежи. Все эти организмы являлись пороодообразующими.

В нижней и средней юре морская фауна была довольно однообразна на всем земном шаре. К верхней юре в результате киммерийских движений рельеф снова становится очень сильно расчлененным, климат зональным, и на Земле снова появляются зоогеографические провинции: бореальная (полярные области, север Европы, Азии и

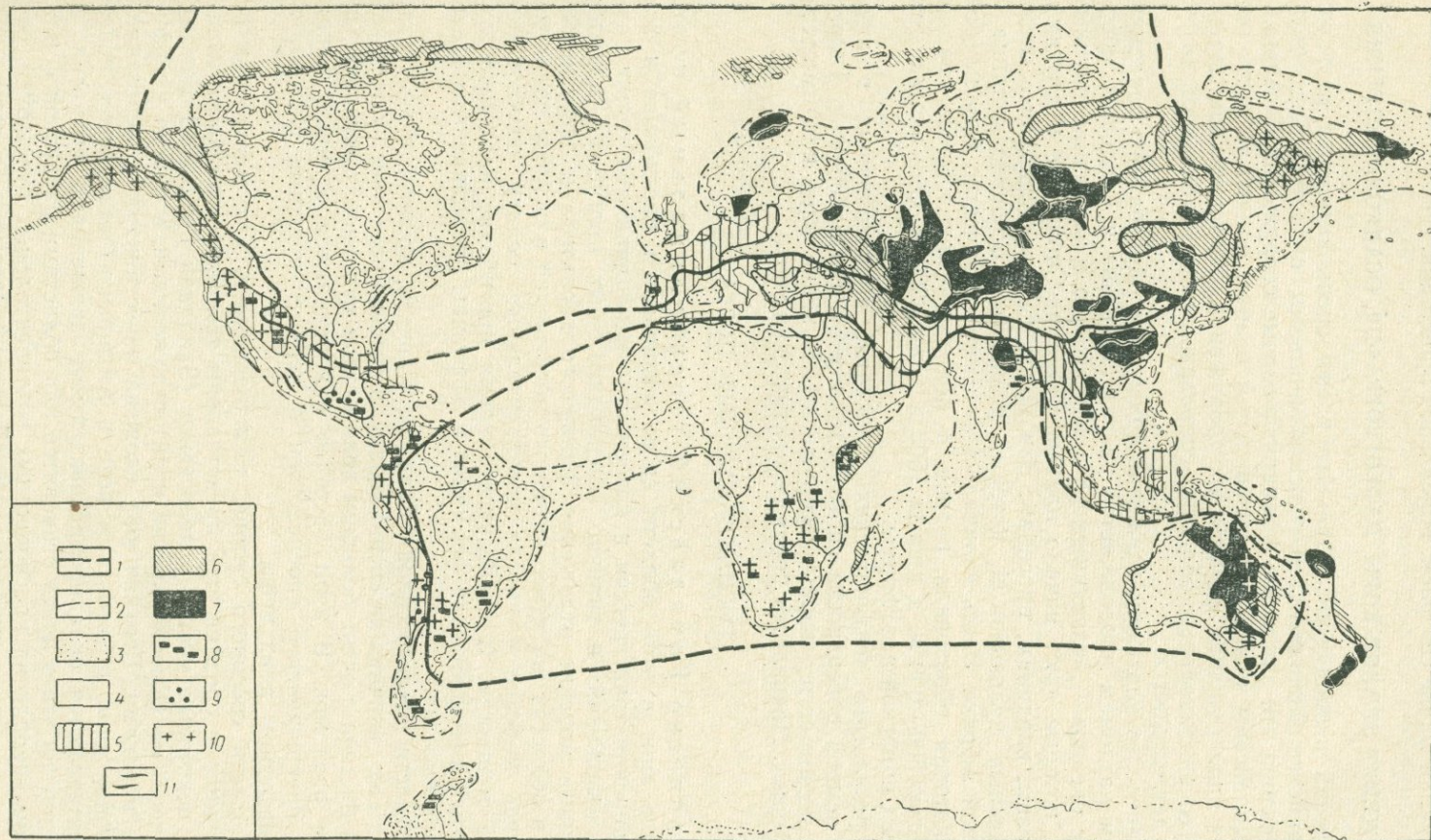


Рис. 90. Палеогеография нижней юры, по С. С. Кузнецову:

1 — границы платформ; 2 — границы суши; 3 — суша; 4 — море; 5 — морские, преимущественно карбонатные отложения; 6 — морские, преимущественно обломочные отложения; 7 — угленосные отложения; 8 — красноцветные отложения; 9 — гипс и местами каменная соль; 10 — области проявления вулканизма; 11 — горы

Северной Америки) и средиземноморская. В южном полушарии, на островах Новой Зеландии, была распространена фауна, аналогичная фауне северной, бореальной провинции.

### ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

Юрский период (рис. 90) — это время очень активного развития киммерийских движений. В геосинклинальных областях Тихоокеанского сектора эти движения формируют горные сооружения. В Альпийско-Гималайском поясе они развиваются слабее, однако и здесь они создают ядра будущих складчатых сооружений. Тектонические движения в геосинклинальных областях сопровождаются интенсивной эффузивной деятельностью.

В пределах платформ движения приводят к образованию разломов. По этим разломам продолжается распад Лавразии и Гондваны, образование океанов — Атлантического и Индийского и опускание крупных блоков, которые дают начало плитам (Западно-Сибирской и другим), синеклизам, впадинам, прогибам. Эти процессы сопровождались очень напряженным вулканизмом, который развивался особенно активно в Восточной Африке. Здесь изливалось огромное количество базальтовой лавы, которая образовала потоки и покровы — базальтовые траппы мощностью 500—600 м, а иногда 1500 и даже 3000 м. Они аналогичны траппам Сибирской платформы.

В результате тектонических движений, происходивших в юре, рельеф земной поверхности снова усложняется. По побережью Тихого океана поднимаются горные сооружения. В конце юры поднимаются и платформы. Начинается новая геократическая эпоха.

### ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

Альпийско-Гималайский геосинклинальный пояс. В начале юры в этой области снова развивается прогибание и все более широкая трансгрессия и повсеместно накапливаются толщи различных отложений: в типично геосинклинальных прогибах — мощные терригенные морские отложения флишевого характера и эффузивные толщи, в областях же менее активного погружения или даже поднятия отлагались морские и иногда континентальные осадки значительно меньшей мощности. В последующее время прогибание продолжается, и в верхней юре флишевая формация и эффузивы накапливаются здесь почти повсеместно.

В области южного склона Главного Кавказа, который с юры развивается как типичная эвгеосинклиналь, в течение всей юры существует морской бассейн с очень большим количеством вулканов, приуроченных к зонам разломов. В этом бассейне накапливаются мощные толщи флиша, превращенного впоследствии в черные аспидные сланцы, а также эффузивы и их туфы.

В области северного склона, развивавшегося, как многоэосинклиналь, нижняя и средняя юра представлены темными аспидными сланцами, в некоторых местах угленосными (Западная Грузия, Дагестан) и нефтеносными (Краснодарский край) отложениями, а иногда и эффузивными породами. Верхняя юра сложена известняками и мергелями.

В конце юры, в титонском веке в Альпийско-Гималайском поясе снова развиваются складкообразовательные движения и поднятия, и многие участки этого пояса становятся или областями разрушения, или областями накопления красноцветных континентальных отложений, содержащих горизонты гипсов и солей (Дагестан, Западная Грузия).

В Западно-Тихоокеанской зоне в нижне- и среднеюрскую эпохи преобладало прогибание и накапливались флишеидные

толщи и эффузивы, слагающие верхнюю часть верхоянского комплекса. Одновременно с этим здесь происходят также складкообразовательные движения и поднятия.

В верхней юре эти движения активизируются и сопровождаются общим поднятием этой области. При этом образуются глубокие разломы, по которым изливается огромное количество лав, формируются крупные наложенные впадины (Зыряновская и другие) и Приверхоанский предгорный прогиб, в которых накапливаются континентальные, нередко угленосные толщи верхней юры.

#### ЛАВРАЗИЯ

В юре происходит очень большая перестройка структуры этого материка. Она выразилась главным образом в формировании крупных плит, прогибов и впадин, которые возникли в результате глыбовых перемещений по разломам.

В Урало-Сибирском палеозойском складчатом поясе в первой половине юры сохранялась та же обстановка, что и в триасе: в грабенах и депрессиях накапливались угленосные отложения. Местами угленакопление продолжалось и в средне- и, частично, в верхнеюрскую эпоху.

В средней юре начинаются дифференцированные движения отдельных крупных блоков. В результате этого образуются поднятия фундамента типа щитов (Центральный Казахстан, Алтай и др.) и плиты (Западно-Сибирская и Туранская) и Урало-Сибирский складчатый пояс превращается в эпипалеозойскую молодую платформу. В пределах плит уже в юре развивается трансгрессия и в верхне-, а местами и среднеюрскую эпоху накапливаются темные, нередко глауконитовые глины и пески, а на юге, в пределах Туранской плиты, и известняки. К верхнеюрским отложениям Западно-Сибирской плиты приурочены месторождения нефти (г. Тюмень, Шаим, Ханты-Мансийская группа и др.) и газа (Березовское и др.).

На Урале имеются континентальные юрские отложения, представленные песками и глинами, с которыми связаны железные руды, огнеупорные глины, бурые угли и бокситы.

На Скифской плите в грабенообразных впадинах, заложенных в триасе, продолжают накапливаться толщи осадочных образований и прослой эффузивных пород. Одновременно происходит общее опускание герцинских сооружений Скифской плиты и трансгрессия. В юре накапливаются толщи песчано-глинистых отложений и лишь иногда — известняки и мергели. В титонском веке эта область осушается и здесь отлагаются континентальные песчаники и глины, а также ангидриты и гипс.

На Русской платформе в раннеюрскую эпоху сохранялся континентальный режим. Осадконакопление происходило только в Прикаспийской синеклизе, где накапливались континентальные песчано-глинистые отложения и угленосные толщи.

В средней юре начинается прогибание восточной половины Русской платформы и на юге, в Днепровско-Донецкой впадине, в Прикаспийской синеклизе, в бассейне Волги, и на севере, в бассейне Печоры, развиваются трансгрессии. Между этими двумя морями на низменном континенте, в условиях влажного климата активно происходили процессы химического выветривания, в результате чего в районе Тулы, Липецка, Вятки и Камы образовались железные руды. Продолжающееся прогибание приводит к тому, что в начале верхней юры эти два моря соединяются и образуют одно большое.

В связи с киммерийскими движениями в конце киммериджского века происходит общее поднятие платформы и море исчезает. Однако

уже в начале нижневолжского века, на востоке платформы в сравнительно узкой полосе, примерно в бассейне Волги, появляется новое, волжское, море. Оно было значительно меньше моря келловей-оксфордского, имело сложные очертания и непостоянную береговую линию. В конце юрского периода это море мелеет, но не исчезает и существует еще некоторое время в меловом периоде.

В юрских морях на Русской платформе (рис. 91) накапливались темные глины, зеленоватые глауконитовые пески, фосфориты и горючие сланцы. Известняки и другие карбонатные породы встречаются только на крайнем юге.

На Сибирской платформе юрские отложения приурочены к Ленско-Вилюйской, Хатангской, Канской, Иркутской впадинам и Чульманскому прогибу и представлены в основном угленосными отложениями. В Ленско-Вилюйской и Хатангской впадинах в нижней и в начале средней юры накапливались и морские песчано-глинистые отложения.

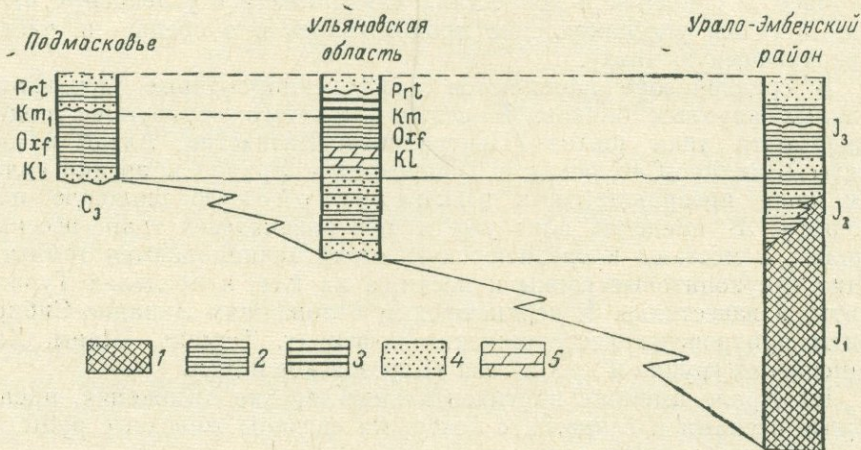


Рис. 91. Строение юрских отложений Русской платформы, по Н. М. Страхову.

1 — континентальные отложения, в Урало-Эмбенском районе содержащие угли; 2 — глины (с морской фауной); 3 — горючие сланцы (с морской фауной); 4 — пески (с морской фауной); 5 — мергели

Отсутствие юрских отложений в других местах Сибирской платформы указывает на то, что она в юре испытывала дифференцированные движения: одни ее участки поднимались, другие опускались. В это же время Ленская часть Ленско-Вилюйской впадины развивается как предгорный прогиб, отделивший Верхояно-Чукотскую область киммерийской складчатости от Сибирской платформы.

## МЕЛОВОЙ ПЕРИОД

В 1822 г. Ж. Омалиус д'Аллау выделил в самостоятельную систему широко распространенную в Западной Европе толщу, сложенную глинами, зеленым песчаником и серым и белым писчим мелом. По имени последней породы он назвал эту систему меловой. Деление системы на отделы и ярусы показано в табл. 10.

Продолжительность мелового периода 50 млн. лет.

Система	Отделы	Ярусы	
Меловая К(Сг)	Верхнемеловой К <sub>2</sub> (Сг <sub>2</sub> )	Датский—К <sub>2d</sub> Маастрихтский—К <sub>2mt</sub> Кампанский—К <sub>2cp</sub> Сантонский—К <sub>2st</sub> Коньякский—К <sub>2cn</sub> Туронский—К <sub>2t</sub> Сеноманский—К <sub>2sm</sub>	} Сенон —К <sub>2sn</sub>
	Нижнемеловой К <sub>1</sub> (Сг <sub>1</sub> )	Альбский—К <sub>1al</sub> Аптский—К <sub>1ap</sub> Барремский—К <sub>1b</sub> Готеривский—К <sub>1h</sub> Валанжинский—К <sub>1v</sub>	} Неоком —К <sub>1nc</sub>

## ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

В нижнемеловую эпоху растительность на земле еще оставалась мезофитовой и ее пространственное распределение оставалось таким же, как и в юре. В конце нижнемеловой эпохи появляется значительное количество покрытосеменных цветковых растений, а в верхнемеловое время эти растения становятся господствующим классом. Землю заселяют дуб, бук, ива, береза, лавры, платаны, магнолии, эвкалипты. Это уже типичная кайнофитная флора, которая господствует на Земле и сейчас.

Изменения в растительном мире Земли сопровождались значительными изменениями в животном мире, но эти изменения произошли несколько позже, в конце мелового периода.

В меловом периоде, как и в юре, из позвоночных животных господствующее положение занимали пресмыкающиеся. Очень многочисленны и разнообразны были динозавры, среди которых появилась еще одна группа хищников — тиранозавры. Жили также мозозавры, ихтиозавры, плезиозавры, птерозавры. В конце мелового периода все эти животные вымирают. Только черепахи, змеи, крокодилы, ящерицы, хамелеоны и гаттерии сохраняются и живут до сих пор.

Из меловых отложений известны остатки настоящих, но еще зубастых водоплавающих птиц. В конце мелового периода появляются беззубые птицы.

Млекопитающие были представлены сумчатыми, а в конце мелового периода на Земле появляются высшие плацентарные млекопитающие (копытные и некоторые другие).

Земноводные — лягушки, саламандры были немногочисленны.

Широкое распространение имели костистые рыбы и акулы.

В фауне беспозвоночных были широко представлены различные типы и классы, из которых для стратиграфического расчленения меловых отложений исключительно важную роль играют аммониты и белемниты.

Аммониты были представлены иными, чем в юре, группами. Кроме форм с плоскостральной раковинной, появляются очень характерные для мелового периода формы с полуразвернутой раковинной (*Baculites*, *Scaphites*), или раковинной, которая завивается не в одной плоскости (*Turrilites*) или имеет несприкасающиеся обороты (*Criocerat*), а также очень крупные формы с диаметром до 2 м (*Pachydiscus*). Характерно также упрощение перегородочной линии. В конце мелового периода аммониты полностью вымирают.

Белемниты, менее многочисленны, чем в юре, начиная с туронского века сменяются белемнителлами (*Actinocamax*, *Belemnitella*), которые также вымирают в начале палеогена.

Очень многочисленны и разнообразны меловые пеллециподы, особенно устрицы — *Ostrea*, *Gryphaea*, *Exogyra* и другие, широко распространен род *Inoceramus*, ауцеллы.

Очень много было новых неправильных ежей, которые нередко являются руководящими — *Micraster*, *Echinocorys*. Кроме ежей, из иглокожих были хорошо представлены лилии.

Многочисленны и разнообразны меловые губки — известковые и кремневые — *Ventriculites*, *Coeloptychium*.

В белом песчех мелу в огромных количествах встречаются остатки фораминифер — *Globigerina* и других, а в коралловых известняках — *Orbitolina* и *Orbitoides*.

В южных морях строили рифы шестилучевые коралловые полипы и рудисты (*Hippurites*).

Особый интерес представляют меловые кокколитофориды. Их известковые скорлупочки слагают основную массу белого песчех мела.

В конце мелового периода происходят очень большие изменения не только в составе фауны беспозвоночных, но и в ее распределении: в нижнемеловое время еще выделялись тропическая средиземноморская и две умеренные — бореальная и австралийская зоогеографические провинции, а в верхнемеловое время фауна становится однообразной, и различие между этими провинциями исчезает.

Все эти изменения в растительном и животном мире были связаны с значительными преобразованиями физико-географической обстановки, которые произошли в результате киммерийского тектогенеза.

#### ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

В меловом периоде (рис. 92) складкообразовательные движения были еще весьма значительными, особенно на границе между нижним и верхним мелом и в конце верхнего мела. По-прежнему особенно активно эти движения развиваются по берегам Тихого океана. Здесь они окончательно ликвидируют геосинклинальный режим и формируют современные складчатые сооружения.

Значительные преобразования происходят и на платформах: продолжается их распад и образование плит и океанических впадин. Появляются Индийский и Атлантический океаны и Северо-Американский, Евразийский, Бразильский, Африкано-Аравийский, Индийский, Австралийский и Восточно-Антарктический материки. В верхнемеловое время на материках развивается широчайшая, самая большая за всю историю Земли, трансгрессия. Только Сибирская, Китайская и Бразильская платформы остаются выше уровня моря.

Таким образом, киммерийский тектогенез, закончившийся поднятием складчатых поясов по берегам Тихого океана, не приводит к общему поднятию платформ, как это обычно имело место в конце каждого из предшествующих тектонических этапов. Некоторые геологи связывают эту особенность киммерийского тектогенеза с образованием Индийского и Атлантического океанов. Очевидно погружение земной коры в этих областях вовлекло в прогибание и другие части Лавразии и Гондваны.

Складкообразовательные движения в геосинклинальных областях и распад платформ сопровождаются магматическими процессами. По берегам Тихого океана, в области киммерийских сооружений формируются мощные интрузии гранодиоритов, гранитов и других пород. С этими интрузиями связаны месторождения олова, золота, цветных металлов. Широко развиваются и эффузивные процессы. Они сопро-

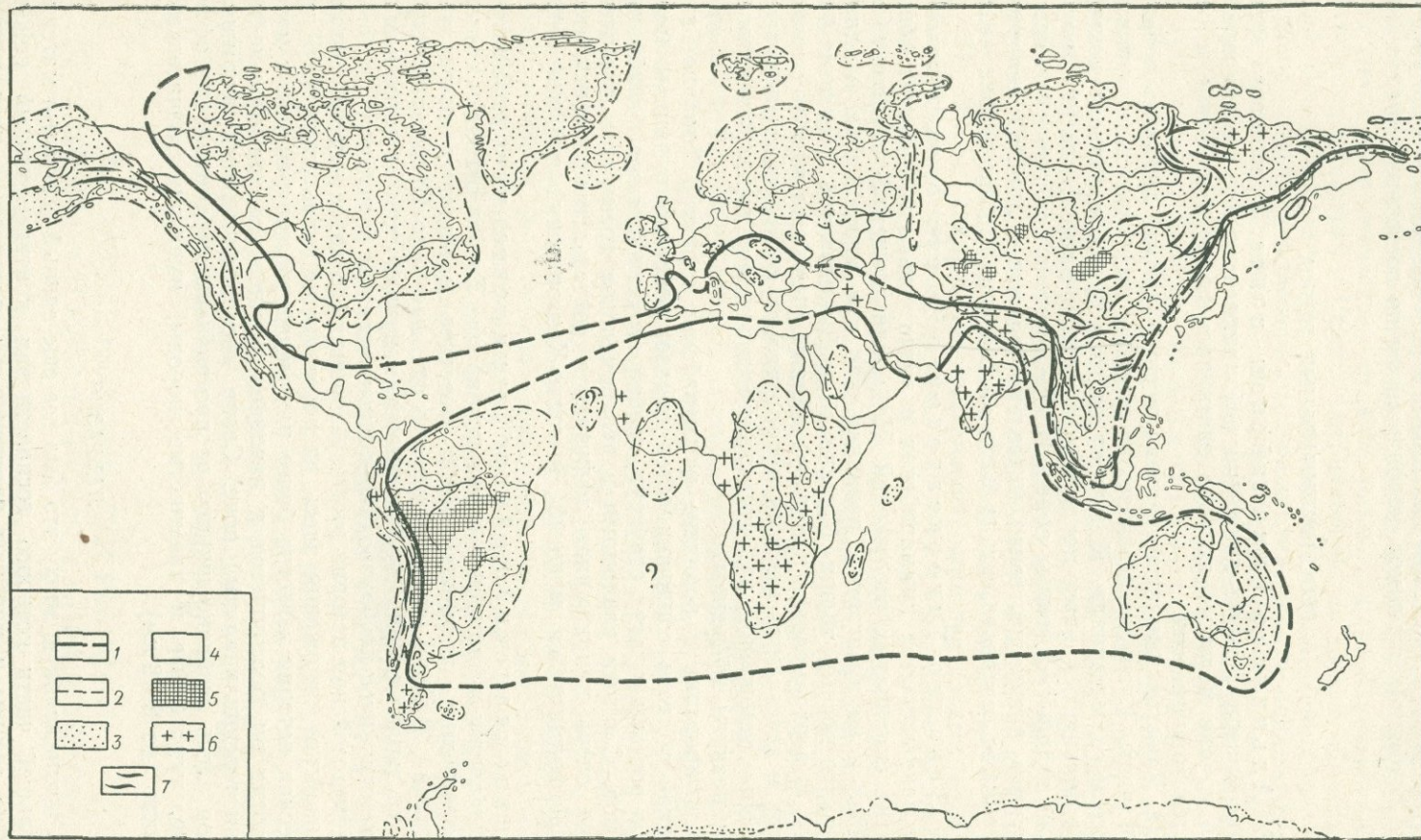


Рис. 92. Палеогеография верхнего мела, по С. С. Кузнецову.

1 — границы платформ; 2 — границы суши; 3 — суша; 4 — море; 5 — континентальные отложения; 6 — области проявления вулканизма; 7 — горы

вождают распад Гондваны, происходят в области развития киммерийских структур, а в верхнемеловое время очень активно развиваются и в Чукотско-Катазиатском поясе, формирование которого приурочено к зоне глубинных разломов, заложившихся по восточной окраине Лавразии.

#### ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

В Альпийско-Гималайском поясе в меловое время складкообразовательные движения развиваются слабее, чем в юре, и уже в начале мелового периода здесь происходит прогибание и развивается трансгрессия.

На Кавказе уже существовала в виде узкого длинного острова осевая часть Главного Кавказского хребта, являющаяся источником терригенного материала. К югу от этого острова в области южного склона Большого Кавказа накапливались терригенные флишевые толщи, а также толщи туфогенных пород. В зоне северного склона в это время образуются преимущественно мергельно-меловые толщи. С меловыми отложениями северного склона Кавказа связаны месторождения нефти и газа.

В Западно-Тихоокеанской области в нижнемеловое время заканчивается киммерийская складчатость и происходит общее поднятие складчатых сооружений. На поднимающемся континенте во впадинах и на предгорных равнинах, как и в верхней юре, накапливаются угленосные толщи (Сучанский и Зыряновский угольные бассейны). В верхнемеловое время эта область уже была молодой горной страной, и здесь лишь местами накапливались континентальные, часто угленосные отложения сравнительно небольшой мощности. В некоторых местах развиты эффузивы.

Формирование и поднятие киммерийских структур Западно-Тихоокеанской области сопровождается образованием по окраинам материка, к востоку от этих структур, особой структурной зоны глубинных разломов. С этими разломами в верхнемеловое время и в палеогене связана очень напряженная эффузивная деятельность, в результате которой формируется мощный Чукотско-Катазиатский вулканогенный пояс.

Тихоокеанский кайнозойский тектонический пояс. Он выделяется в настоящее время по окраине Тихого океана и состоит из современных геосинклинальных участков и молодых складчатых сооружений. В Азии он протягивается от Аляски до Индонезии и граничит на западе с Чукотско-Катазиатским вулканогенным поясом, а на востоке ограничен глубокowodными океаническими желобами.

Домезозойская история этого тектонического пояса неясна, так как домезозойские отложения здесь распространены очень мало. Его геологическая история известна более или менее хорошо начиная с мезозоя, когда он формируется и начинает развиваться как мезо-кайнозойский геосинклинальный пояс. Среди геосинклинальных формаций мезозоя здесь особенно широко распространены верхнемеловые эффузивные, туфогенные и кремнистые породы, имеющие значительную мощность (до 6—8 км).

#### ЛАВРАЗИЯ

В нижнемеловую эпоху это был все еще единый огромный материк, на большей части которого господствовал континентальный режим. Морские заливы и проливы протягивались полосами в трех местах: в области современного Северного моря, на востоке Русской платформы и в Ленско-Вилуйской впадине.

В верхнемеловую эпоху в пределах Лавразии развивается очень широкая трансгрессия. Море перекрывает плиты, прогибы, впадины и другие погружающиеся части Лавразии. На месте Северо-Атлантической платформы, испытавшей погружение, очевидно образуется Северная часть Атлантического океана, разделившая Лавразию на два материка: западный — Северо-Американский и восточный — Евразийский. Последний состоял из докембрийских Русской, Сибирской, Китайской платформ, эпипалеозойских Урало-Сибирской и Западно-Европейской платформ, Скифской плиты, небольших участков каледонид на северо-западе (Скандинавия, Англия) и киммерийских складчатых сооружений, образовавшихся по берегам Тихого океана.

На Урало-Сибирской эпипалеозойской платформе в меловое время в пределах плит и впадин развивались трансгрессии. В этих морях, имевших широкую связь с Северным морем, с морем Русской платформы и Альпийско-Гималайского пояса, накапливались черные глины, глауконитовые и другие пески и опоки. Только на южной окраине Урала встречаются светлые слоистые известняки, белый мел, мергели, нуммулитовые известняки. Как и верхняя юра, нижнемеловые отложения Западно-Сибирской плиты нефтеносны.

На Урале широко распространены континентальные отложения мела. Они аналогичны юрским и отличаются от них лишь по характеру растительных остатков.

В пределах Скифской плиты значительная часть нижнемеловых отложений отсутствует, что, очевидно, связано с продолжающимся поднятием. Только с альбского века начинаются новое прогибание и трансгрессия, которая в позднемеловую эпоху развивается очень широко. Верхнемеловые морские глины, мелоподобные мергели, песчаники и известняки распространены на Скифской плите повсеместно. В Краснодарском крае с ними связаны месторождения нефти.

На Русской платформе в нижнемеловую эпоху существовал меридионально вытянутый бассейн, оставшийся от юры, в котором накапливались темные глины, кварцевые и глауконитовые пески, фосфориты и горючие сланцы. В апте северная часть платформы поднимается, и море отсюда уходит. Однако уже в альбе начинается опускание южной половины платформы и здесь развивается очень широкая трансгрессия. В этом тепловодном, сравнительно неглубоком море с нормальной соленостью, имевшем связь с морем Западной Европы, Урало-Сибирской платформы и Альпийско-Гималайского пояса, в начале верхнего мела накапливались кварцевые и глауконитовые пески с фосфоритами, глины и опоки, а затем белый писчий мел и мелоподобные мергели. В датском веке площади, занятые морем, сокращаются, и в конце мелового периода оно остается только на юго-востоке Русской платформы.

Сибирская платформа. Здесь в Вилюйской впадине в нижнемеловую эпоху накапливались угленосные отложения, а в верхнемеловую — толщи обломочных континентальных отложений с прослоями лигнита. Морские отложения известны только в низовьях р. Лены (нижняя часть нижнего мела) и на западной окраине платформы (верхний мел).

## ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА В МЕЗОЗОЕ

Продолжительность мезозойской эры почти в два раза короче палеозойской. Однако преобразования, которые произошли на Земле за мезозойскую эру, были не менее, если не более, грандиозными, чем в палеозое.

В результате киммерийских движений происходит колоссальная перестройка земной коры, и в конце мезозоя строение земной коры и география Земли стали существенно иными. По берегам Тихого океана появился мощный пояс горных сооружений и мощный вулканогенный Чукотско-Катазиатский пояс, а область, расположенная рядом с ними, дальше, в сторону талассократона Тихого океана, начала развиваться как типичный геосинклинальный пояс.

Значительные изменения произошли и в области Лавразия и Гондваны. К концу мезозоя Лавразия и Гондвана распались, в результате чего появились молодые океаны—Атлантический и Индийский и современные материки—Южно-Американский, Африкано-Аравийский, Австралийский, Антарктический, Северо-Американский и Евразийский, строение которых также очень изменилось. В результате глыбовых перемещений в области палеозойских сооружений появились щиты и плиты (Западно-Сибирская, Туранская), и эти сооружения превратились в типичные платформы—Урало-Сибирскую, Западно-Европейскую и некоторые другие. В пределах плит развивались крупные трансгрессии и накапливались морские и континентальные толщи осадочных образований, с которыми часто связаны месторождения углей, нефти, газа и других полезных ископаемых.

Была значительно перестроена и структура древних платформ. На Сибирской платформе были сформированы такие крупные синеклизы, как Тунгусская и Вилуйская, впадины—Канская, Иркутская, Чульманская и другие, предгорный Приверхоянский прогиб (Ленская впадина) и некоторые более мелкие впадины.

В результате киммерийского тектогенеза на востоке Азии образовались также внегеосинклинальные впадины с их гранитными интрузиями и линейные складчатые структуры в осадочном чехле древних платформ. Поскольку внегеосинклинальные впадины образовались только в Тихоокеанском секторе, их называют «впадины и прогибы тихоокеанской группы». Они распространены в Прибайкалье, Монголо-Охотском поясе, в Северном Китае и на каледонидах Катазии. Эти впадины очень отличаются от всех других впадин и не могут быть отнесены ни к платформенным, ни к геосинклинальным структурам.

В отличие от впадин геосинклинального типа, их формирование происходило не сразу и не одновременно с поднятием горных сооружений, а после значительного перерыва, когда эти сооружения были уже в значительной степени разрушены. От платформенных впадин они также отличаются целым рядом особенностей: отложения, их заполняющие, метаморфизованы, прорваны многочисленными гранитоидными интрузиями и иногда довольно резко смяты.

Линейные складчатые и глыбово-складчатые структуры, образовавшиеся в чехле древних платформ и каледонских сооружений, по форме, размерам и интенсивности смятия очень похожи на линейные складки, образующиеся в геосинклинальных областях. Однако отложения, собранные в эти складки, представляют собой не геосинклинальные, а платформенные формации.

Складкообразовательные движения, распад платформ, образование океанических и других впадин сопровождалось грандиозными интрузивными и эффузивными магматическими процессами.

Интрузии, преимущественно гранитоидных пород, приурочены к киммерийским складчатым сооружениям и другим структурам Тихоокеанского сегмента земной коры. С этими интрузиями связаны месторождения золота, олова, мышьяка, сурьмы, полиметаллов и цветных металлов.

По разломам в области платформ и складчатых сооружений изливалось огромное количество лав основного и среднего состава, которые

образовали потоки и покровы, в том числе и базальтовые траппы Сибирской платформы, Индии, Африки и некоторых других мест. С эффузивным вулканизмом также связано образование некоторых ценных полезных ископаемых.

С преобразованиями в рельефе, происходившими в результате тектонических движений, были связаны и значительные изменения климата. В течение всего триасового периода в пределах Лавразии и Гондваны господствовал сухой, нередко пустынный климат и активно протекали процессы физического выветривания. К юре рельеф этих материков был в значительной мере выравнен и сглажен. Последовавшее затем опускание значительных участков Лавразии и Гондваны привело к развитию очень широких трансгрессий. В результате на этих континентах появляются большие мелководные моря, что приводит к значительным изменениям климата: он становится мягким, влажным теплым и умеренным. На Земле снова появляется пышная растительность и происходит массовое угленакопление. Широко развиваются и процессы химического выветривания, и это приводит к образованию залежей железных руд, бокситов и других продуктов химического выветривания.

В меловом периоде в связи с поднятием киммерийских складчатых сооружений по берегам Тихого океана и глыбовыми перемещениями рельеф становится все более сложным, и климат более дифференцированным. Однако общего поднятия материковых глыб и установления геократического режима в конце мезозоя не происходит. Значительные площади материков остаются опущенными ниже уровня моря, хотя в датском веке площади эти становятся значительно меньше.

Мезозойская эра — время значительных преобразований и в органическом мире Земли.

1. В мезозое на Земле господствовали голосемянные растения, а из споровых были хорошо представлены папоротники.

2. В мезозое появились и во второй половине мелового периода заняли господствующее положение высшие покрытосемянные цветковые растения.

3. Из позвоночных животных были широко распространены пресмыкающиеся — динозавры, плезиозавры, ихтиозавры, мозозавры, птерозавры и другие. Мезозой был веком пресмыкающихся.

4. В мезозое появляются и теплокровные животные — млекопитающие и птицы. Таким образом, в конце мезозоя на Земле уже жили все классы позвоночных животных.

5. Из беспозвоночных главными руководящими группами были амmonoидеи, пелециподы (устрицы, иноцерамы, рудисты), белемниты, а в конце мезозоя — ежи и некоторые губки.

6. В конце мезозоя на Земле жили значительно более высокоорганизованные животные и растения. Это значит, что в мезозое продолжалась эволюция органического мира Земли.

7. В конце мезозойской эры происходит массовое вымирание типично мезозойских форм и «обновление» органического мира Земли. Одной из причин этого является значительное изменение физико-географической обстановки, обусловленное киммерийским тектогенезом.

## ГЛАВА 23

### КАИНОЗОЙ

Кайнозойская эра — эра новой жизни (кайнос — новый, зоон — жизнь). Это время появления всех современных семейств и родов животных и растений. В кайнозое появилось на Земле и мыслящее существо — человек.

В настоящее время к кайнозойской эре относят три периода: палеогеновый, неогеновый и четвертичный. Сравнительно недавно палеоген и неоген объединялись вместе в один третичный период и считались подпериодами. Накопившиеся за это время толщи называли, соответственно, третичной системой, а палеогеновые и неогеновые отложения — подсистемами. Третичная система была впервые выделена в 1809 г. Ж. Кювье и А. Броньяром по остаткам характерных для нее млекопитающих. Более точное палеонтологическое обоснование третичных отложений и их стратиграфическое расчленение были сделаны в 1833 г. Ч. Ляйлем. В последующее время третичная и четвертичная системы были объединены в кайнозойскую группу.

Продолжительность кайнозойской эры 67 млн. лет, т. е. вся эта эра примерно равна ордовики.

Кайнозой — время альпийского тектогенеза. Самые молодые движения, происходившие в неогене и в четвертичное время, советские геологи по предложению В. А. Обручева называют неотектоническими.

Альпийские тектонические движения сформировали горные сооружения Альпийско-Гималайского складчатого пояса, а также окраинные хребты и островные дуги по побережью Тихого океана. В областях же докембрийской, палеозойской и киммерийской складчатости происходили грандиозные дифференцированные глыбовые движения, в результате рельеф этих областей, который в начале кайнозоя был уже значительно выровненным и сглаженным, омолодился, и они превратились в глыбовые горы — плоскогорья, со сглаженными плоскими вершинами.

Все это сопровождалось изменениями климата, особенно резко выраженными в северном полушарии, где от палеогена к четвертичному периоду климат становился все более суровым и холодным. В результате в начале четвертичного периода на всех материках северного полушария появляются мощные покровные ледники.

Как и во все предшествующие этапы геологической истории Земли, с теми процессами, которые происходили в кайнозое, связано образование различных полезных ископаемых. Кайнозойские отложения особенно богаты нефтью и газом, месторождения которых распространены на востоке, по берегам Тихого океана и в Альпийско-Гималайском поясе, где связаны с предгорными прогибами. Неисчерпаемы запасы торфа и строительных материалов. С четвертичными отложениями связаны россыпные месторождения золота, платины, шеелита, касситерита, вольфрамита, алмазов и других полезных ископаемых.

## ПАЛЕОГЕНОВЫЙ ПЕРИОД

Палеогеновые отложения были выделены впервые в 1866 г. немецким геологом К. Науманом. Продолжительность палеогенового периода 35 млн. лет.

Стратиграфическое расчленение этих отложений часто носит местный характер, так как они обычно представлены осадками полузамкнутых и замкнутых бассейнов, морских заливов и континентальных водоемов и поэтому не содержат универсальной фауны. В табл. 11 приведены схемы расчленения палеогена юга Русской платформы и Северного Кавказа.

## ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

Пышная, типично кайнофитная флора палеогенового периода была очень разнообразной. Вечнозеленые растения — тропические папоротники, пальмы, кипарисы, мирты, лавры и другие — покрывали большую часть Европы, жили в Казахстане, в средних широтах Азии, в Мексике. Эта флора образует тропическую фитогеографическую

## Стратиграфическое расчленение палеогена (по С. С. Кузнецову)

Система	Отделы и подотделы		Ярусы и свиты				
			Украина	Нижнее Поволжье	Северный Кавказ		
Палеогеновая (P)	Олигоцен (P <sub>3</sub> )	Верхний (P <sub>3</sub> <sup>3</sup> )	Полтавский— P <sub>3</sub> pt (верхнюю часть теперь относят к неогену)	Отсутствует		Майкопская серия—P <sub>3</sub> mk	
		Средний (P <sub>3</sub> <sup>2</sup> )					
	Олигоцен (P <sub>3</sub> )	Нижний (P <sub>3</sub> <sup>1</sup> )	Харьковский — P <sub>3</sub> h	Нижний майкоп—P <sub>3</sub> mk <sub>1</sub>			
	Эоцен (P <sub>2</sub> )	Верхний (P <sub>2</sub> <sup>3</sup> )	Киевский—P <sub>2</sub> k	Бальклейская—P <sub>2</sub> b			Форамниферовая серия—P <sub>1+2</sub> fr
		Средний (P <sub>2</sub> <sup>2</sup> )		Бучакский—P <sub>2</sub> b	Сталинградская—P <sub>2</sub> S		
		Нижний (P <sub>2</sub> <sup>1</sup> )	Каневский—P <sub>1</sub> k	Царицинская—P <sub>2</sub> cr			
	Палеоцен (P <sub>1</sub> )	Пролейская—P <sub>2</sub> pr Камышинская—P <sub>2</sub> cm (верхнесаратовская)					
				Сызранская—P <sub>1</sub> sz (нижнесаратовские, верхнесызранские и нижнесызранские слои)			

провинцию. В северной части Европы, Америки и Азии климат был умеренный. В этой северной фитогеографической провинции жили листопадные растения (гренландская флора) — дуб, бук, береза, клен, гинкго, хвойные и другие. В конце палеогенового периода, в связи с похолоданием климата, северная граница пояса тропической и субтропической растительности смещается к югу, и среди тропической флоры появляются листопадные растения.

В фауне наземных позвоночных господствующее положение уже в начале палеогена заняли плацентарные млекопитающие. Они жили на суше, в воздухе, приспособились к жизни в воде.

В палеогене появляются предки многих современных семейств — хищных, копытных, хоботных, грызунов, насекомоядных, китообразных, приматов. Кроме них жили также и архаические специализированные формы (титанотерии, амблиподы и некоторые другие), которые в конце палеогена вымерли, не оставив потомков.

В палеогене происходит также процесс обособления континентов, на каждом из которых получают преимущественное развитие определенные группы млекопитающих. Уже в начале палеоцена обособилась Австралия, где развивались только однопроходные и сумчатые. В начале эоцена изолируется Южная Америка. Здесь развиваются сумчатые, неполнозубые и низшие обезьяны. В середине эоцена обособляются Северная Америка, Евразия и Африка. В Африке развиваются хоботные, человекообразные обезьяны, хищники; в Северной Америке — тапиры, титанотерии, хищники, хоботные, лошадиные. Иногда между континентами устанавливается связь и происходит обмен фауной.

Из пресмыкающихся в палеогене жили крокодилы, черепахи, змеи и другие близкие к современным формы. Земноводные — лягушки, са-

ламандры были немногочисленны. В морях жили акулы и костистые рыбы.

В фауне беспозвоночных главную роль играли пелециподы, особенно разнозубые (*Mastra*, *Cardium*, *Donax*), гастроподы (*Cerithium*, *Turitella* и др.) и фораминиферы (нуммулиты и орбитойды). Это главные руководящие и породообразующие организмы палеогенового периода. Важными породообразующими организмами были и диатомовые водоросли.

### ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

Киммерийский тектогенез ликвидировал геосинклинальный режим в одних геосинклинальных областях (Верхояно-Чукотская и др.), очень усложнил строение других (Альпийско-Гималайский пояс) и привел к образованию новых геосинклинальных поясов (Тихоокеанский). Эти пояса и области были построены счeнь сложно: глубокие котловины чередовались здесь с поднятиями, которые нередко отделяли эти котловины друг от друга и от открытого моря, вследствие чего они превратились в замкнутые и полужамкнутые котловины с застойным режимом, у дна которых создавалась бескислородная среда, благоприятная для развития серобактерий и нефтеобразования. Складкообразовательные движения в палеогене еще больше усложняют строение этих областей.

На платформах северного полушария, а также в северной части Африканской платформы и на западе Индийской платформы в палеогене преобладает прогибание, которое приводит к расширению моря (рис. 93). Заканчивается палеогеновая история платформ их общим поднятием, и на всех материках устанавливается континентальный режим, господствующий здесь до настоящего времени.

С морскими отложениями палеогена связаны крупные месторождения марганца, нефти, фосфоритов. Во времена же господства континентального режима накапливались бурые угли, бокситы и другие полезные ископаемые.

Интрузивные магматические процессы в палеогене развивались слабо. Лишь местами (Малый Кавказ и др.) известны интрузии основной и кислой магмы.

Эффузивные излияния были по-прежнему приурочены к зонам глубинных разломов Чукотско-Катазиатского пояса, к некоторым геосинклинальным прогибам (южный склон Большого Кавказа) и к областям разломов на платформах. В восточной Африке разломы протягивались от нижнего течения р. Замбези до Аденского залива и далее уходили в Малую Азию до хребта Тавр, образуя несколько ветвей. По этим разломам формировались грабены, часть которых заполнена озерами — Танганьика, Ньяса, Рудольфа и некоторыми другими, а также ступенчатые сбросы в сторону Индийского океана. Все эти процессы продолжают в Восточной Африке и в настоящее время.

### ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

В Альпийско-Гималайском поясе уже в начале палеогена существовали в виде островов осевые части всех основных горных сооружений, в том числе и осевая часть Главного Кавказского хребта. Это был длинный узкий остров, со всех сторон окруженный геосинклинальным морем, в котором в области Северного склона Кавказа накопились две серии — фораминиферовая и майкопская. Они сложены глинами, среди которых встречаются пласты нефтеносных песков, особенно мощные в среднем майкопе.

В области южного склона Кавказа, в флишевых прогибах в палеогене и эоцене по-прежнему накапливаются терригенные флишевые

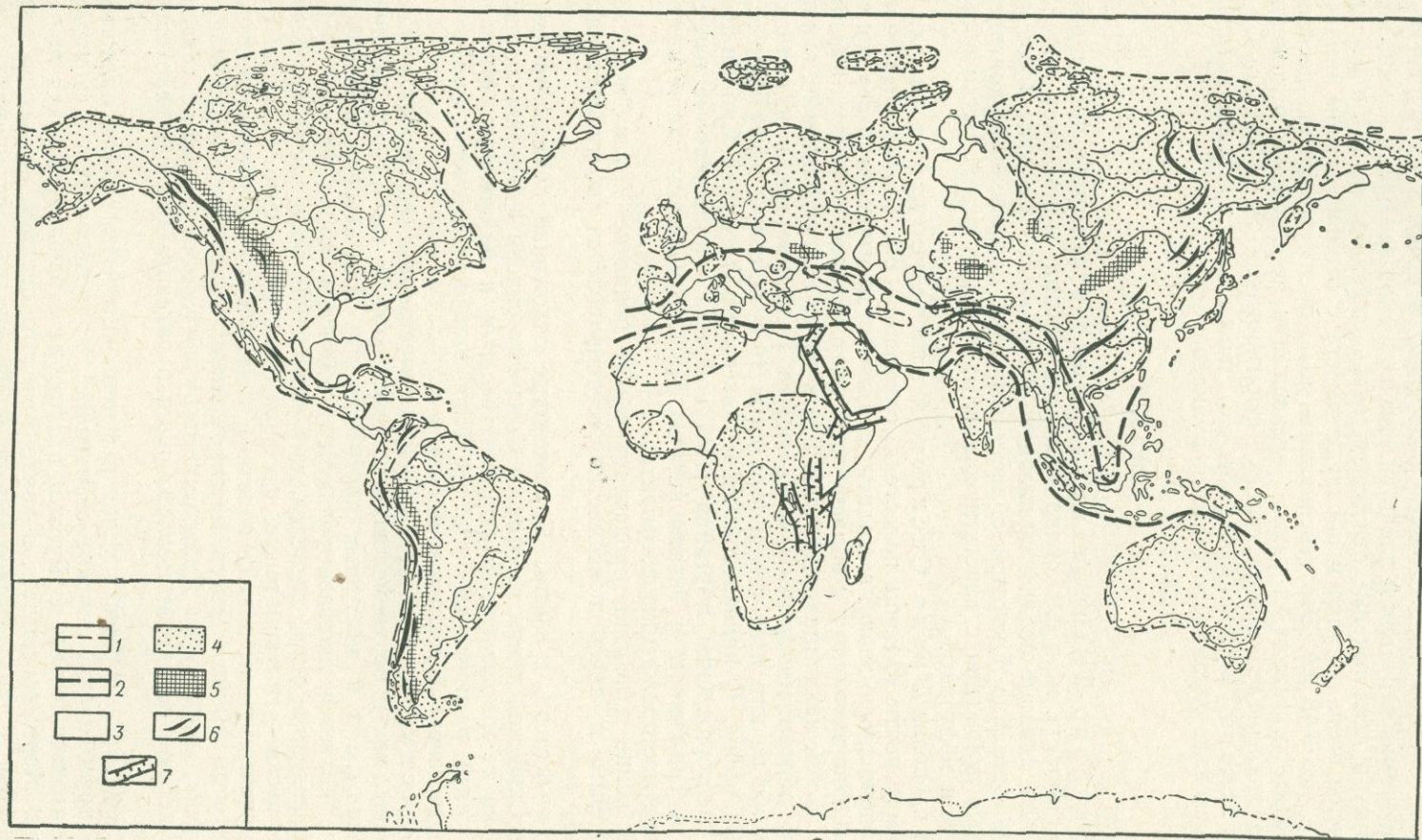


Рис. 93. Палеогеография палеогена, по С. С. Кузнецову.

1 — береговая линия; 2 — границы альпийской геосинклинальной области; 3 — море; 4 — суша; 5 — континентальные отложения; 6 — горы; 7 — грабены

толщи, а в олигоцене — майкопская серия.

Тихоокеанский кайнозойский тектонический пояс. В палеогене здесь уже существовали многочисленные поднятия, и морской бассейн имел сложные очертания. В связи с тектоническими движениями очертания и площади этих водоемов все время изменялись. Поэтому и палеогеновые отложения очень разнообразны. Они распространены очень широко и образуют вместе с верхним мелом мощную толщу, до 6—8 км. Это геосинклинальные, преимущественно песчано-сланцевые формации, а также угленосные и нефтеносные отложения.

В палеогене продолжалось формирование Чукотско-Катаязского вулканогенного пояса, в пределах которого существовало огромное количество вулканов.

## ЕВРАЗИЯ

Западно-Тихоокеанский пояс в палеогене представлял собой область молодых складчатых сооружений, в пределах которой площади, занятые осадконакоплением, были очень невелики. Здесь, на севере Верхояно-Чукотской области известны палеогеновые континентальные отложения с пластами каменных и бурых углей. Часто встречаются и эффузивы.

В пределах Урало-Сибирской эпипалеозойской платформы почти до конца палеогена сохранялась обстановка, возникшая в верхнемеловую эпоху: все плиты, впадины и прогибы были перекрыты морем. Оно заходило и в область восточного склона Урала и на Южный Урал. В нем накапливались пески, в том числе и глауконитовые, глины, опоки, диатомиты, трепелы, а на юге, в Таджикистане, и известняки. Здесь же на юге известны и горизонты эффузивных и эффузивно-осадочных пород. С палеоценовыми отложениями Западной Сибири связаны месторождения марганца (Полуночное), а палеогеновые известняки в Таджикистане богаты нефтью. На юге известны также палеогеновые месторождения фосфоритов.

В конце палеогена происходит общее поднятие Урало-Сибирской платформы и здесь повсеместно устанавливается континентальный режим.

Скифская плита. Палеогеновые отложения продолжаются в район Скифской плиты из области Северного склона Кавказа и делятся здесь на те же две свиты: фораминиферовую и майкопскую. Майкопская свита распространена в пределах этой плиты очень широко и является основной нефтеносной свитой.

Русская платформа. Здесь палеогеновые отложения распространены, как и верхнемеловые, только в южной части — на Украине, в Поволжье и в некоторых других местах. Характерной их особенностью является широкое развитие кремнистых пород органического происхождения: опок, трепелов, диатомитов. Широко распространены также пески — глауконитовые, фосфоритовые, кварцевые. С этими отложениями связаны ценные полезные ископаемые — оолитовые марганцевые руды Никопольского месторождения, залегающие в основании олигоцена, бурые угли Днепровского буроугольного бассейна, связанные с песчано-глинистыми отложениями бучакского яруса, и некоторые другие.

Среди разнообразных пород и фаций, которыми сложен палеоген, резко преобладают морские отложения. Это позволяет делать вывод о том, что в палеогене на Русской платформе наблюдается новая трансгрессия. Море, оставшееся в конце мелового периода на юго-востоке платформы, в начале палеогена снова широко распространяется в ее южной части, где оно удерживается почти до конца палеогена. Во вто-

рой половине верхнего палеогена на западе, в районе Украины, происходит поднятие, и в полтавском веке здесь уже накапливаются кварцевые пески континентального происхождения. И только в Прикаспии до конца палеогена сохраняется довольно глубоководный морской бассейн. В нем накапливаются глины майкопской свиты. Палеогеновый морской бассейн был последним крупным бассейном на Русской платформе.

Сибирская платформа. Палеоген представлен здесь пятнами коры выветривания, с которыми местами, например на юго-западном склоне Енисейского поднятия, связаны промышленные месторождения бокситов.

## НЕОГЕНОВЫЙ ПЕРИОД

В 1853 г. австралийский ученый М. Гернес назвал неогеном, что означает в переводе «новая геологическая обстановка», новый этап в развитии Земли, когда география и органический мир Земли уже были очень похожи на то, что мы наблюдаем в настоящее время. Продолжительность неогенового периода 25 млн. лет.

Стратиграфия неогеновых отложений еще более сложна, чем стратиграфия палеогена, так как в неогене происходит дальнейшее обособление водоемов. В табл. 12 приведены стратиграфические схемы неогена Европейской части СССР.

Таблица 12

Стратиграфическое расчленение неогена (по С. С. Кузнецову)

Система	Отделы	Подотделы	Ярусы и горизонты	
			Черноморский бассейн	Каспийский бассейн
Неогеновая (N)	Плиоцен (N <sub>2</sub> )	Верхний—N <sub>2</sub> <sup>3</sup>	Гурийский горизонт	Апшеронский ярус—N <sub>2</sub> ap
			Таманский горизонт	Акчагыльский ярус—N <sub>2</sub> ak
		Средний—N <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Кюяльницкий ярус—N <sub>2</sub> kn <sub>1</sub>	Продуктивная толща
			Киммерийский ярус—N <sub>2</sub> k	
	Нижний—N <sub>2</sub> <sup>1</sup>	Понтический ярус—N <sub>2</sub> p		
	Миоцен (N <sub>1</sub> )	Верхний—N <sub>1</sub> <sup>3</sup>	Мэотический ярус—N <sub>1</sub> m	
			Сарматский ярус—N <sub>1</sub> s	
		Средний—N <sub>1</sub> <sup>2</sup>	Конкский горизонт—N <sub>1</sub> kn Караганский горизонт—N <sub>1</sub> kr Чокракский горизонт—N <sub>1</sub> c Тарханский горизонт—N <sub>1</sub> tr	
			Нижний—N <sub>1</sub> <sup>1</sup>	Верхний майкоп (Северный Кавказ и Крым)
	Сакараульский горизонт (Закавказье)			

Подавляющее большинство животных и растений неогена живут на Земле и в настоящее время.

Флора неогена по родовому и видовому составу мало чем отличается от палеогеновой. Однако пространственное размещение различных форм растительности в неогене очень сильно меняется. В Европе в миоцене вечнозеленые растения произрастали только в южных приморских областях. К северу от этих областей огромные пространства были заселены листопадными растениями — дубом, березой, тополем, кленами, хвойными. Аналогичная обстановка существовала и в Сибири: здесь широколиственные теплолюбивые формы также оттесняются к югу. В конце неогена огромные пространства Европы покрываются лесами, в которых растут сосна, пихта, ель, береза, а на севере Сибири появляется хвойная тайга.

Из позвоночных господствующее положение занимают наземные млекопитающие. Появляются современные семейства, роды и древние виды этих животных — древние медведи, мастодонты, носороги, собаки, антилопы, быки, овцы, жирафы, человекообразные обезьяны, слоны, настоящие лошади и другие.

Как и в палеогене, наблюдается изоляция материков и развитие на каждом из них специфической фауны млекопитающих. Иногда между материками устанавливается связь, и тогда происходят обмен и равномерное расселение фауны. Австралия оставалась и до сих пор остается обособленным материком, на котором развивались только однопроходные и сумчатые.

Из беспозвоночных неогена большой стратиграфический интерес представляют двустворчатые и брюхоногие моллюски, а также фораминиферы и остракоды. Из двустворок особенно широко были распространены роды *Cardium*, *Mastra*, *Donax*, *Tapes*, *Ervilia* и др. Из брюхоногих — *Cerithium*, *Trochus*, *Bulla* и др. Фораминиферы были представлены многочисленными лепидоциклинами. Они очень характерны для Альпийско-Гималайского пояса. Здесь же жило много кораллов и мшанок. Это были рифостроящие животные.

#### ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

В неогене в результате очень активного развития альпийских движений происходит грандиозная перестройка, дальнейшее усложнение строения земной коры и формирование современного рельефа. В геосинклинальных областях эти движения приводят к поднятию всех современных горных сооружений. Приобретают свой современный облик Альпы, Карпаты, Апеннины, Балканы, Атлас, Динариды, Кавказ, Крым, горы Малой Азии, Гиндукуш, Каракорум, Памир, Гималаи. По берегам Тихого океана, по окраинам материков, поднимаются Анды, окраинные складки Кордильер, горы Корякско-Камчатской области и некоторые другие. Причленившиеся альпийские складчатые сооружения увеличивают размеры Евразии и других материков, контуры их принимают очертания, близкие к современным (рис. 94). В Тихом океане поднимаются современные острова — Курильские, Алеутские, Японские, Филиппинские, Ново-Гвинейские и др.

Рядом с поднимающимися горными сооружениями отдельные участки земной коры испытывают значительные опускания, образуя предгорные и межгорные впадины и прогибы. Так образуются северная и южная полоса предгорных прогибов — Предпирийский, Эбро, Предальпийский, Предкарпатский, Предкавказский, Предкопетдагский, Месопотамский и другие и Рионо-Куринская, Валахская, Венгерская, Таримская и другие межгорные впадины. Образуются также впадины, заполненные полузамкнутыми внутренними морями — впадины Тирренского

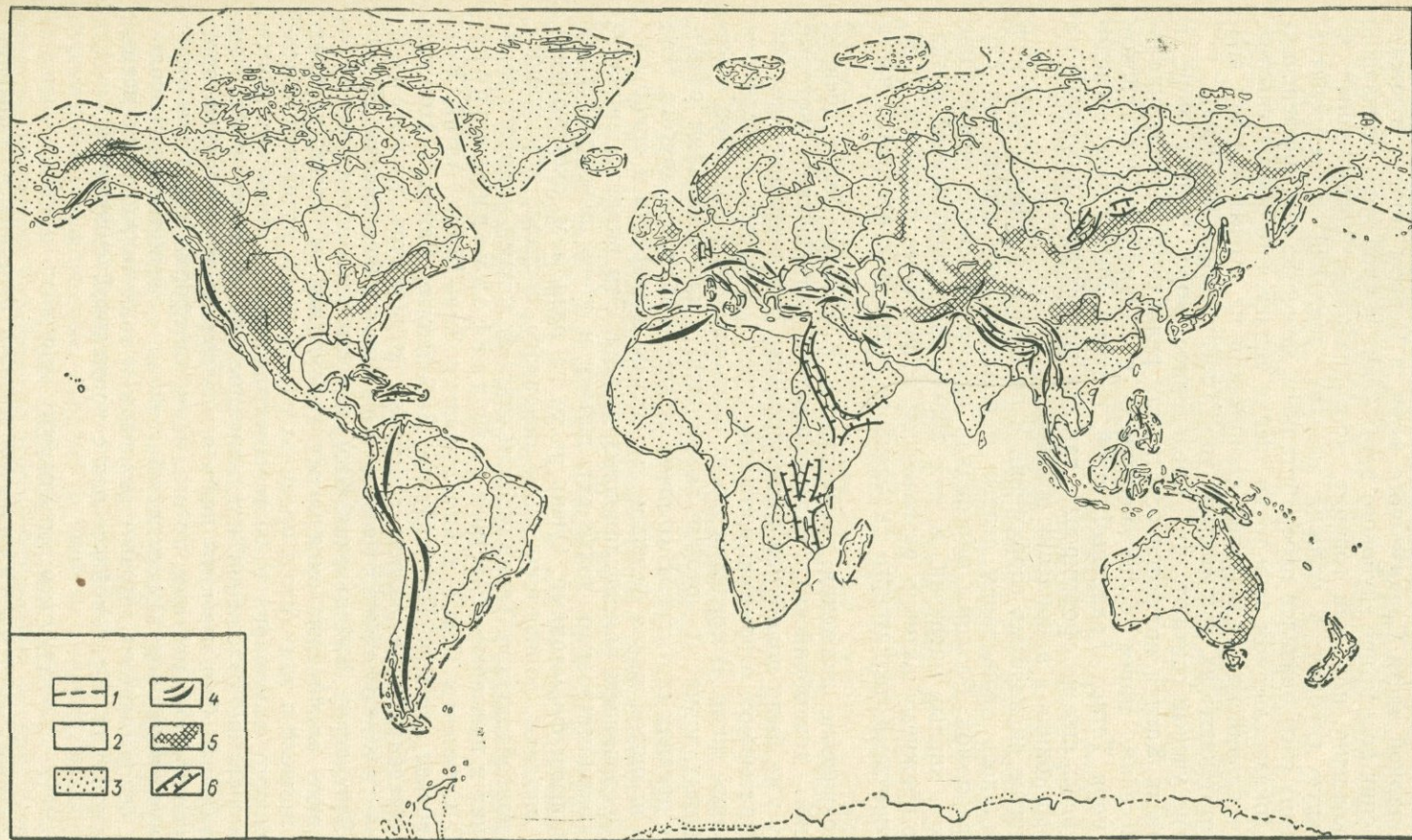


Рис. 94. Палеогеография плиоцена, по С. С. Кузнецову.

1 — береговая линия; 2 — море; 3 — суша; 4 — альпийские горы; 5 — древние горные сооружения, подвергшиеся повторному поднятию альпийской складчатостью; 6 — грабены

моря, западной части Средиземного, Адриатического, Черного, Каспийского морей, и окраинные моря — Охотское, Японское, Южно-Китайское, Восточно-Китайское и др.

В западной части Средиземного моря, в Черном море и в южной части Каспия вследствие глубокого погружения земной коры произошло ее перерождение или, как говорят, «океанизация»: погруженный на значительную глубину, в условия высоких давлений и температур, «гранитный» слой оказался переработанным, вещество его дифференцировано. Доказательством этой точки зрения является то обстоятельство, что ветви альпийских складчатых сооружений не уходят под эти впадины, а «обтекают» их, как жесткий упор (погруженные массивы).

Другие ученые считают, что Средиземное море, Черное море и южная часть Каспия являются остатками, реликтами геосинклинального бассейна, ранее существовавшего в Альпийско-Гималайском поясе — моря Тетис. «Гранитный» слой, с точки зрения этих исследователей, здесь еще не сформирован, так как эти области находятся на стадии прогибания и накопления осадков.

Поднятие складчатых сооружений и опускание впадин и прогибов сопровождалось оживлением старых и образованием новых зон глубинных разломов. Разломы определяли пространственное размещение основных и кислых интрузий. К ним приурочен и эффузивный вулканизм. По-прежнему активно развиваются эффузивные процессы в области Чукотско-Катазиатского складчатого пояса и в восточной части Африки.

Тектонические движения происходят и в области более древних сооружений: докембрийских, палеозойских и мезозойских, которые к неогену уже были полностью сивелированы. Эти тектонические движения охватывают огромные площади, среди которых выделяются области двух типов. В пределах одних движения носят характер обычных глыбовых поднятий, которые возобновляют или усиливают развитие более древних структур. В отличие от них, в областях другого типа «блоковые» поднятия имели большие амплитуды и скорости и сопровождалась образованием компенсационных впадин. Эти впадины заполнились многокилометровыми континентальными и очень редко морскими молассоидными формациями. Очень часто по разломам, оконтуривающим эти впадины, изливались лавы основного состава, образующие покровы платобазальтов. Такие области считают зонами молодого горообразования и называют областями эпиплатформенного орогенеза. В Советском Союзе к ним относятся Тянь-Шань, Алтай, Кузнецко-Саянская область, Прибайкалье, Забайкалье, Байкало-Охотская зона. В пределах этой полосы отчетливо выделяются компенсационные неотектонические впадины: Ферганская, Джунгарская, Зайсанская, Байкальская, Баргузинская и многие другие.

Поднятие альпийских складчатых сооружений и более древних структур привело к тому, что в пределах современных материков северного и южного полушария в неогене господствовал континентальный режим, и морские отложения накапливались значительно реже, чем континентальные. Они известны лишь в предгорных и межгорных прогибах и впадинах и, местами, по окраинам платформ. Часто это отложения внутренних полузамкнутых бассейнов с ненормальной соленостью и ненормальным газовым режимом и значительно реже встречаются отложения морских бассейнов с нормальной соленостью.

#### ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

В Альпийско-Гималайском поясе неогеновые отложения распространены наиболее широко и представлены разнообразными фациями.

В начале неогена в этом поясе, к северу от складчатых сооружений, протягивался узкий и длинный морской бассейн, в западной части которого накапливались конгломераты, пески и известняки с фауной открытого моря (ежи, головоногие и др.), а в восточной — накапливались песчано-глинистые отложения, слагающие верхнюю часть майкопской свиты и представляющие собой отложения опресненного бассейна.

На границе нижнего и среднего миоцена в результате поднятий этот бассейн разделился на два: западный — с нормальной соленостью и восточный (Крымско-Кавказский) — опресненный. До конца миоцена в них накапливались мелководные пески, ракушечники, глины и только по окраинам и в северо-западной и северо-восточной частях отлагались более глубоководные и более мощные глины и тонкослоистые мергели с остатками фауны, 80% которой еще и сейчас обитает в Черном море, соленость которого не превышает 2‰.

В начале верхнего неогена, в понтическом веке, новое поднятие по меридиану Ставрополь — Эльбрус привело к разделению Крымско-Кавказского бассейна на два, которые дали начало современному Черному и Каспийскому морям. Дальнейшая история этих бассейнов очень сложна: они неоднократно меняли свои очертания, иногда между ними устанавливалась связь. В течение всего верхнего неогена в них накапливались толщи обломочных пород, образующиеся за счет разрушения поднимающихся горных сооружений Кавказа. Это типичная моласса. В промышленном отношении наиболее интересны киммерийский ярус на Керченском полуострове, с которым связаны богатые залежи бурого железняка и широко распространенная продуктивная толща, богатая нефтью.

В неогене на Кавказе появляются современные ледники.

Тихоокеанский кайнозойский тектонический пояс. Здесь в неогене поднимаются все современные острова, а также складчатые сооружения, причленившиеся к материкам — Анды, прибрежные складки Кордильер, горы Камчатки и др. Часто изменяющаяся в неогеновое время палеогеографическая обстановка обуславливает большую фаціальную пестроту отложений. На Камчатке и Сахалине, где неоген распространен очень широко, это морские мелководные терригенные и континентальные толщи, в том числе и угленосные. Широко распространены здесь и эффузивные образования.

На Сахалине с неогеновыми отложениями связаны богатые месторождения нефти.

## ЕВРАЗИЯ

Уже в конце палеогена этот единый материк испытал общее поднятие и осушение, и на нем началось формирование современной гидрографической сети — закладывались долины современных рек, озера и болота.

Установившийся континентальный режим сохранялся здесь в течение всего неогена, за исключением небольших кратковременных трансгрессий в миоцене, которые развивались в пределах Скифской плиты и на южной окраине Русской платформы. Эти трансгрессии приходили из морского бассейна, заполнявшего предгорные прогибы Альпийско-Гималайского пояса. В результате по южной окраине Русской платформы и в пределах Скифской плиты появлялись опресненные мелководные морские заливы, в которых накапливались главным образом глины и известняки — ракушечники. Плиоцен же представлен почти повсеместно континентальными песчано-глинистыми отложениями. Только в Прикаспийской синеклизе в акачагыльском веке развивалась большая трансгрессия, во время которой море проникало далеко на север по долинам Волги, Камы, Белой, а в долине Маныча

образовался пролив, соединивший Каспий с Черным морем. Другая, апшеронская, трансгрессия была меньшей и распространялась только в южной части Прикаспийской синеклизы. Эти моря были опресненными. Они оставили толщи песков и глин.

В пределах Урало-Сибирской эпипалеозойской платформы неогеновые отложения распространены очень широко: на плитах, во впадинах по долинам рек и на плоских вершинах некоторых хребтов. Это почти исключительно пески и глины континентального происхождения.

К востоку от Енисея до альпийских сооружений Тихоокеанского пояса неоген распространен мало.

На Сибирской платформе в низовьях Енисея и Алдана, на восточном склоне Енисейского кряжа, по Лене, по берегам оз. Байкал и в других неотектонических впадинах известны континентальные песчано-галечные и глинистые отложения неогена до 2200 м мощностью.

В области киммерийских структур Верхояно-Чукотской зоны вдоль северного, а местами и южного склонов хребта Черского, а также на западном склоне и в южной части Сихотэ-Алиня выходят континентальные угленосные плиоценовые отложения.

### ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПЕРИОД

В 1829 г. бельгийский геолог Ж. Денуайе выделил под именем четвертичной системы самые молодые отложения, почти повсеместно перекрывающие более древние породы. А. П. Павлов предложил называть эту систему антропогеновой, так как из этих отложений известны многочисленные остатки ископаемого человека.

На обычных геологических картах четвертичные отложения показаны только в тех местах, где они имеют значительную мощность и где поведение границ более древних геологических образований нам неизвестно. Для четвертичных отложений составляются специальные карты, на которых они расчленены по времени и условиям образования.

Изучением четвертичных отложений занимается наука четвертичная геология, основоположником которой является А. П. Павлов.

Продолжительность четвертичного периода 1,5—2 млн. лет. Он начинается с материкового оледенения Северного полушария и эту часть четвертичного периода выделяют под именем нижнечетвертичной, ледниковой эпохи. Следующая за ней эпоха, когда ледники приняли современные очертания, называется верхнечетвертичной, послеледниковой.

В ледниковую эпоху размеры ледников не оставались неизменными. И поэтому эту эпоху делят еще на ледниковые и межледниковые века. В Западной Европе ледниковые века получили названия: гюнцский, миндельский, рисский, вюрмский. У нас в Европейской части СССР ледниковый отдел также делят на несколько ледниковых и межледниковых ярусов, которые приведены в табл. 13.

Такое деление четвертичного периода и четвертичной системы не единственное. Для стратиграфического расчленения четвертичной системы на отделы используют и палеонтологический метод. По органическим остаткам ее делят на плейстоцен (нижний отдел) и голоцен (верхний отдел). Такое двухчленное деление четвертичной системы оказывается недостаточно детальным и поэтому еще в 1932 г. на конференции Международной ассоциации по изучению четвертичного периода было решено делить его на четыре эпохи, а систему на четыре отдела: эоплейстоцен, мезоплейстоцен, неоплейстоцен и голоцен.

Таблица 13  
(по С. С. Кузнецову)

Отделы и эпохи	Ледниковые и межледниковые ярусы и века		Животный мир СССР	Человек
1	2		3	4
Современный (голоцен)	Послеледниковое время		Современная фауна	<i>Homo sapiens</i>
Новочетвертичный (неоплейстоцен)	Новочетвертичное (вюрмское) оледенение	Позднеледниковое время	Верхнепалеолитическая фауна: <i>Elephas primigenius</i> , <i>Rhinoceros antiquitatus</i> , <i>Rangifer tarandus</i>	↑
Валдайское оледенение (вюрм III)—от 1500 до 25 000 лет до н. э.		<i>Homo sapiens fossilis</i>		
Межледниковая эпоха		↑		
Калининское оледенение (вюрм II)		<i>Homo neanderthalensis</i>		
Межледниковая эпоха		↑		
Московское оледенение (вюрм I)—от 42 000 до 62 000 лет до н. э.	Днепровско-Московская (рисс-вюрмская) межледниковая эпоха	Позднемустьерская фауна (обледененная хазарская), много <i>Bovinae</i> , остатки <i>Elephas aff.</i> , <i>Trogonterii</i> , <i>Ursus spelaeus</i> , <i>Hyaena spelaea</i>	<i>Homo heidelbergensis</i>	
Среднечетвертичный (мезоплейстоцен)	Днепровское (рисское) оледенение — от 110 000 до 190 000 лет до н. э.	Лихвинско-Днепровская (миндель-рисская) межледниковая эпоха	Хазарская фауна: <i>Elephas trogonterii</i> , <i>Bison priscus var. longicornis</i> , <i>Equus caballus chasaricus</i> , <i>Equus caballus missi</i>	↑ <i>Homo heidelbergensis</i>
Древнечетвертичный (эоплейстоцен)	Лихвинское (миндельское) оледенение (середина его около 490 000 лет до н. э.)	Тираспольская фауна: обилие быков ( <i>Bos</i> ) и слонов ( <i>Elephas wustii</i> ), <i>Megaceras verticornis</i> , <i>Rhinoceros mercki</i>	↑ <i>Homo pekinensis (sinantropus)</i>	
Таманская фауна: <i>Elasmotherium caucasicus</i> , <i>Elephas meridionalis</i> , <i>Ovinae</i> , <i>Canidae</i>		↑ <i>Homo pekinensis</i>		
	Ярославско-лихвинская (юнц-миндельская) межледниковая эпоха	Предполагаемая фауна скифских глин		

Отделы и эпохи	Ледниковые и межледниковые ярусы и века	Животный мир СССР	Человек
1	2	3	4
Древнечетвертичный (эоплейстоцен)	Ярославское (гюнцское) оледенение (середина его около 700 000 лет до н. э.)	Хопровская фауна: <i>Elephas meridionalis</i> , <i>Hipparion</i> sp., <i>Mastodon arvernensis</i> , <i>Trogontherium</i> , <i>cuvieri</i> , <i>Machairodus</i> , <i>Elasmotherium</i> , <i>Equus stenonis</i> , верблюды, олени	<i>Pithecanthropus erectus</i>

*Elephas* — слон, *Elasmotherium* — эласмотериум (семейство носорогов), *Rhinoceros* — носорог, *Ovinae* — овцы, *Rangifer* — род оленей, *Canidae* — волк, *Bovinae* — полорогие (овцы, козы, антилопы и др.), *Hipparion* — лошадь (трехпалая), *Mastodon* — хоботные, *Ursus* — медведь, *Hyaena* — гиена, *Bison* — бизон, *Equus* — лошадь, *Megaceras* — род оленей, *Trogontherium* — трогонтериевый слон, *Machairodus* — саблезубый тигр.

### ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

Самая замечательная особенность органического мира четвертичного периода — наличие мыслящего человеческого существа, в котором, как писал Ф. Энгельс, природа дошла до познания самой себя. О том, какие стадии прошел человек в своем развитии, мы уже говорили в главе 15 при описании плацентарных млекопитающих. Эти стадии указаны и в табл. 13. Другие организмы представлены в основном теми же группами, которые живут на Земле сейчас, и только некоторые из них (мамонты, сибирские или волосатые носороги, титанотерии, гигантские олени, первобытный бык и некоторые другие) к настоящему времени вымерли.

Для стратиграфии четвертичных отложений главную роль играют кости наземных животных, остатки растений, археологические документы, ледниковые отложения и, в значительно меньшей мере, остатки беспозвоночных и растений, населявших морские водоемы. Эти остатки содержатся в отложениях, имеющих очень ограниченное распространение по берегам современных морей.

### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Четвертичная система в подавляющем большинстве случаев сложена континентальными осадками. Среди них наиболее широко распространены ледниковые, а также отложения приледниковых равнин, озер, несколько меньше отложения рек, болот. Это глины, пески, алевролиты, реже галечники, брекчии, соленосные и гипсоносные породы, суглинки, супеси, моласса, ракушечники и, наконец, лёссовидные суглинки, лёсс. Из всех этих пород наиболее интересной породой, происхождение которой не совсем ясно, является лёсс. Он развит на больших площадях в ГДР, Венгрии, у нас на Украине. Сейчас наиболее широко распространена теория его ледниково-эолового происхождения. По этой теории лёсс представляет собой пыль, которая выдувалась из моренных отложений, остающихся при отступлении ледника, уносилась к югу и осаждалась в прилежащих степях.

В четвертичное время сформировались также почвенный покров и современная кора выветривания.

Среди четвертичных отложений Малого Кавказа и на Большом Кавказе в районе Эльбруса, Казбека, в верховьях Самура распространены вулканогенные образования четвертичного периода (липариты, дациты, андезиты, их туфы и туфобрекчии). Выходы этих пород приурочены к молодым разломам, а также к кратерам древних вулканов.

## ОСНОВНЫЕ СОБЫТИЯ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА

В четвертичное время, как и во все другие времена, происходили тектонические движения, но продолжительность четвертичного периода столь мала, что эти движения не могли привести и не привели к таким крупным изменениям в строении земной коры и географии Земли, как в предыдущие периоды.

Геосинклинальный режим в это время сохранялся по берегам Тихого океана в области Тихоокеанского кайнозойского тектонического пояса. Здесь происходили очень интенсивные блоковые движения по крупным разломам, формирование геосинклинальных прогибов и желобов, геосинклинальных котловин, геоантиклинальных зон и складчатых сооружений, очень активно развивались эффузивные процессы и накапливались эффузивно-осадочные отложения мощностью более 2000 м. И сейчас этот пояс является областью развития современного вулканизма и очень мощных тектонических и сейсмических процессов.

В Альпийско-Гималайском складчатом поясе происходило интенсивное поднятие складчатых сооружений и активное прогибание краевых прогибов и межгорных впадин, в которых накапливались мощные толщи отложений молассового типа. Прогибание сопровождалось вулканическими процессами, связанными с зонами разломов. Поднятие складчатых сооружений приводило к усилению эрозионной деятельности, в результате чего рельеф Альпийско-Гималайского складчатого пояса становился все более сложным и расчлененным. По-прежнему, как и в неогене, наблюдаются интенсивные движения в Тянь-Шане, Алтае и других областях эпиплатформенного орогенеза.

Более древние складчатые сооружения и платформы испытывали общее поднятие и были областями господства континентального режима.

В результате всех этих преобразований был сформирован современный возвышенный расчлененный рельеф Земли и произошли значительные изменения климата.

Четвертичный период — типичная геократическая эпоха, характеризующаяся резкой климатической зональностью. Начало этого периода — время развития мощных материковых ледников, с которыми связаны значительные преобразования. Уже в конце неогена климат в северном полушарии стал очень холодным и суровым, и на вершинах поднявшихся горных сооружений и в полярных областях (на Канадском щите, в Гренландии, Скандинавии, на Полярном Урале, Таймыре) начали скопляться массы льда, давшие начало горным и материковым ледникам. На всех материках северного полушария широко распространены морены, зандровые пески, ленточные глины, друмлины, озы, камы, конечные морены, «бараньи лбы», «курчавые» скалы, ледниковые озера и ледниковые долины — трюги. В горных областях — на Кавказе, в Альпах, Кордильерах и других — моренные отложения древних ледников распространены значительно ниже современных морен, вплоть до предгорных равнин.

Установлено, что оледенение было не одно, и что эпохи более сурового климата чередовались с эпохами потепления. Такой вывод был сделан на основании изучения моренных отложений, которые чередуются, переслаиваются с отложениями иного, не ледникового происхождения.

Чередование ледниковых и межледниковых эпох обусловило значительные и неоднократные перемещения животных и растений. В ледниковые эпохи теплолюбивые формы оттеснялись к югу, а в межледниковые — различные животные и растения проникали далеко на север. В сравнительно узкой экваториальной полосе и областях, прилежащих

к экватору, климат был более или менее постоянным, и органический мир этих областей также оставался более постоянным.

Наибольшим из всех ледников был рисский (рис. 95), у нас — днепровский. Он спускался в Азии до  $60^\circ$  с. ш., в Европе — до  $50^\circ$  с. ш., в Северной Америке — до  $40^\circ$  с. ш. На Русской равнине два языка (по долинам Днепра и Дона) этого ледника доходили до Днепропетровска и Волгограда.

На материках южного полушария устанавливается лишь высокогорное оледенение Анд, Килиманджаро, Кении, Австралийских Анд.

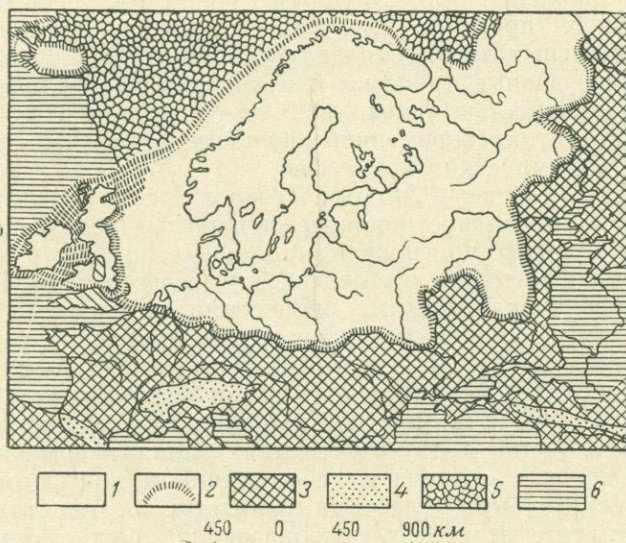


Рис. 95. Карта максимального (рисского) оледенения в Европе.

1 — область материкового льда; 2 — краевая зона материкового льда; 3 — экстрагляциальная область; 4 — горные ледники; 5 — плавающие льды; 6 — море

Установлено, что в истории Земли материковые оледенения имели место неоднократно: в конце докембрия, в девоне, в верхнем палеозое, в четвертичном периоде. Известно также, что образование ледников происходит в условиях полярного климата при достаточно большом количестве выпадающих осадков.

В настоящее время существует целый ряд гипотез, пытающихся объяснить, почему на Земле имеют место периодические изменения среднегодовых температур, и климат становится то более теплым, то более холодным, вплоть до появления ледников.

Наиболее интересной является гипотеза, связывающая оледенения с процессами горообразования и перестройки структуры и рельефа Земли. Установлено, что оледенения развиваются в конце тектонических этапов, когда рельеф становится особенно контрастным, появляются значительные горные массивы, происходит общее поднятие материков. Поверхности поднимающихся материков оказываются в условиях более высоких и холодных слоев атмосферы. На вершинах высоких гор, находящихся выше снеговой границы, начинают образовываться горные ледники. Лед отражает солнечные лучи в 30 раз больше, чем горные породы. Таким образом, появление ледников в свою очередь способствует похолоданию климата, накоплению огромных масс льда. Все это может в конце концов привести к наступлению ледниковой

эпохи. Это очень интересная гипотеза, но она не может объяснить чередование ледниковых и межледниковых эпох.

Четвертичная история морей и рек. В послеледниковое время произошло наступление моря на северное побережье Европы и Азии и образовались современные северные моря — Белое, Баренцево, Карское море, Восточно-Сибирское и др. Образование этих морей многие связывают с ледниками и их таянием. Под тяжестью льда северные окраины материков были опущены. После того как льды растаяли и произошла разгрузка, эти окраины начали подниматься, однако это поднятие происходило медленно, с запаздыванием. В это время освобожденные ото льда области и были затоплены морем. После отступления последнего ледника образовалось Балтийское море.

Каспийское, Черное и Средиземное моря в начале четвертичного времени представляли собой обособленные бассейны, располагавшиеся в пределах еще очень подвижной зоны. Они были отделены друг от друга Эгейской сушей и Предкавказской низменностью. Из этих трех бассейнов только Средиземное море было связано с океаном и имело нормальную соленость. Каспийское море в четвертичном периоде несколько раз трансгрессировало в Прикаспийскую низменность. Эти трансгрессии Каспия (бакинская, хазарская, хвалынская) были связаны с таянием ледников и частично с колебательными движениями земной коры.

Черное море. В начале четвертичного периода это был также замкнутый солоноватоводный бассейн, очертания которого мало чем отличались от современного Черного моря, а по солености и характеру фауны он был похож на современное Каспийское море. В ресс-вюрмское время суша, разделявшая этот бассейн и Средиземное море, опускается, на ее месте образуются Эгейское и Мраморное моря, и Черное море получает связь со Средиземным. Во время последнего вюрмского оледенения произошло поднятие дна Босфора, в результате чего прекращается доступ тяжелых соленых вод из Средиземного моря, создается застойный режим и появляется сероводородное заражение. Около 5000 лет тому назад началось углубление Босфора, в результате чего снова появился приток более соленых вод. Эта последняя стадия — современное Черное море.

История рек северного полушария также тесно связана с развитием ледников и движениями земной коры. Долины европейских рек построены сложно: они имеют несколько надпойменных террас — свидетелей нескольких эрозионных циклов. Террасы образовались в результате оживления эрозионной деятельности рек в момент бурного таяния ледников, когда в речные системы поступало огромное количество талых вод и живая сила рек резко возрастала. Так формировались террасы у рек, текущих к югу, — Волги, Дона, Днепра и других.

Реки, берущие начало в области альпийских сооружений, такие, как Кубань, Терек и другие, также имеют несколько надпойменных террас, но их образование обусловлено иными причинами — неравномерными поднятиями, которые происходили в области альпийских структур. Поднятия в верховьях рек приводили к увеличению уклона дна, вследствие чего увеличивалась живая сила воды и начинался новый эрозионный цикл. Он приводил к формированию новой поймы и очередной надпойменной террасы.

## ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА В КАЙНОЗОЕ

С начала кайнозойской эры до настоящего времени на Земле происходили преобразования, в результате которых строение земной коры, география Земли и органический мир приобрели современный облик.

Альпийский тектогенез сформировал складчатые сооружения, к которым приурочены самые высокие на Земле горы. Эти сооружения образуют мощный Альпийско-Гималайский пояс, протягивающийся в широтном направлении от Гибралтара до Восточных Гималаев включительно, где он сливается со складчатыми структурами Тихоокеанского кайнозойского тектонического пояса. Последний в свою очередь представляет гигантский пояс современных геосинклинальных областей и молодых, альпийских складчатых сооружений, формирование которых продолжается и в настоящее время.

Одновременно с формированием горных сооружений в геосинклинальных областях происходило также опускание крупных блоков земной коры, которые дали начало глубоким впадинам морей и межгорным впадинам.

В пределах древних и молодых платформ альпийские движения носили характер глыбовых перемещений по разломам, что привело, с одной стороны, к омоложению рельефа материков (Евразия, Северная Америка), и, с другой стороны, — к их распаду, который начался еще с мезозоя и продолжался и в кайнозой (Африка и другие материки).

Все эти преобразования сопровождалось образованием зон глубинных разломов и очень напряженным эффузивным вулканизмом. В целом ряде мест на земном шаре — в Африке, Исландии, в Альпийско-Гималайском и Тихоокеанском поясах эти процессы происходят до сих пор.

Что касается альпийских интрузий, они по своим масштабам и металлоносности значительно уступают более древним интрузиям. Однако в некоторых местах, например на Кавказе, альпийские интрузии резко преобладают над более древними, и с ними связаны основные рудные месторождения.

Наиболее богатый комплекс полезных ископаемых кайнозоя связан с процессами экзогенными, причем самое большое богатство составляют нефть и уголь.

С кайнозойскими интрузиями в пределах СССР связаны минеральные воды (с лакколитами Минераловодского района) и ряд рудных месторождений в Закавказье — хромитовые и железные руды, полиметаллы, вольфрам, молибден и др.

В результате всех сложных событий, развивающихся в геосинклинальных поясах и на платформах, окончательно оформились современные материки с их очень сложным строением и сложным, сильно расчлененным рельефом. Все это сопровождалось значительными изменениями географии, климата и органического мира.

Теплый и влажный климат начала кайнозоя, благоприятный для развития пышной растительности и разнообразного животного мира, к четвертичному периоду постепенно сменился более холодным и суровым. Оледенения Северного полушария обусловили вымирание многих форм растительности и животного мира. Из всех групп организмов, населяющих Землю, это суровое испытание лучше всего выдержали покрытосеменные, хвойные растения и плацентарные млекопитающие.

Перечислим коротко основные особенности органического мира Земли в кайнозойскую эру.

1. В кайнозой господствующее положение занимают покрытосеменные цветковые высшие растения. Из голосеменных хорошо представлены хвойные, а из споровых — папоротники.

2. Кайнозой — эра высших плацентарных млекопитающих, которые уже в начале кайнозоя расселились по Земле очень широко — они заселили сушу и приспособились к жизни в воде и воздухе.

3. Важнейшим событием в развитии органического мира Земли в кайнозое является появление мыслящего существа — человека.

4. Главными руководящими группами беспозвоночных кайнозоя являются пелециподы, гастроподы, нуммулиты.

5. В настоящее время Земля населена значительно более высоко организованными растениями и животными, чем те, которые жили в конце мезозоя. Значит, в кайнозое продолжалась эволюция органического мира.

## ГЛАВА 24

### ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Все в природе изменяется и развивается, ничто не остается неизменным, застывшим, вечным. Вечна только материя, которая, находясь в непрерывном движении, испытывает различные превращения, изменяет свои формы. Эти изменения и превращения материи не беспорядочны. Они подчиняются определенным законам, многие из которых уже разгадало человечество.

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Уже к началу 20 века было установлено, что в жизни Земли главную роль играют тектонические движения. Они изменяют строение земной коры и рельеф земной поверхности. Это приводит к климатическим изменениям, что не может не отражаться на характере организмов, населяющих ту или иную область.

К началу 20 века была установлена также неоднородность свойств и строения земной коры. В результате были выделены геосинклинальные и платформенные области. Последующее изучение земной коры показало, что кроме этих двух крайних ее типов существуют и другие. В настоящее время в пределах материков выделяют три основных типа земной коры: геосинклинальный, платформенный и краевых прогибов. Затем, особенно после того как стали широко применяться геофизические методы исследования, была установлена неодинаковость строения и свойств земной коры под материками и под дном океанов и были выделены материковый и океанический типы земной коры.

Таким образом, в настоящее время можно говорить по крайней мере о пяти основных типах земной коры: геосинклинальном, платформенном, краевых прогибов, материковом и океаническом. Эти типы связаны постепенными переходами.

Изучение геосинклинальных областей показало, что они развиваются от стадии прогибания к стадии формирования складчатых горных сооружений, и что ликвидация геосинклинального режима всегда происходит в результате складчатости. Изучение истории тектонических движений позволило выяснить, что интенсивность тектонических движений на Земле в разное время была неодинаковой, и всю историю Земли можно условно разделить на тектонические этапы, эпохи тектогенеза. Следующая очень важная закономерность заключается в том, что геосинклинальные области, появившиеся на Земле в различные этапы геологической истории, были построены и развивались неодинаково.

Существует и иное, «циклическое» направление, сторонники которого считают, что история Земли может быть разделена на несколько «тектонических циклов», ничем не отличающихся или мало отличающихся друг от друга. Каждый цикл, по представлению этих ученых, начинался тем, что на всем земном шаре одновременно закладывались такие же или почти такие же геосинклинальные области, какие существовали и раньше. Они развивались так же, как и более древние геосинклинальные области. Цикл заканчивался превращением этих областей в складчатые горные сооружения.

Эволюция геосинклинальных областей. Сторонники эволюции геосинклинального процесса утверждают, что характер тектонических процессов не остается неизменным, постоянным, что «тектонические циклы» не были одинаковыми. Они выделяют не «циклы», а этапы развития Земли и считают, что каждый из этих этапов имеет свои особенности, а геосинклинальные области, появившиеся в разные тектонические этапы, очень отличались друг от друга и развивались неодинаково.

Мы уже имели возможность сравнить разные по возрасту докембрийские геосинклинали, начиная с первых протогеосинклиналей, с их очень простым строением и мало контрастными движениями, до рифейских, значительно более сложно построенных геосинклинальных областей. Эволюция геосинклинального процесса прослеживается не менее отчетливо и в последующее время.

В нижнепалеозойских геосинклинальных областях движения были уже значительно более контрастными, и в этих областях впервые в истории Земли появляются глубокие некомпенсированные прогибы\*. Герцинские геосинклинальные области отличаются еще большей контрастностью и дифференцированностью движений, а складчатые сооружения, возникшие в этих областях, очень разнообразны и отделены от соседних платформ краевыми прогибами, формирование которых начинается только с этого этапа развития Земли. Все более древние сооружения краевых прогибов не имеют. В процессе развития палеозойские складчатые сооружения дают начало молодым платформам.

Совершенно особое место в геологической истории Земли занимают мезозойские геосинклинали, мезозойская складчатость и созданные ею сооружения — киммериды. Многие геологи считают, что их главные особенности определяются не временем их заложения и развития, а тем, что они расположены между материковыми платформами и талассократоном Тихого океана, в области которого земная кора построена и развивалась существенно иначе, чем под дном других океанов.

Альпийская геосинклинальная область отличается от всех других, во-первых, тем, что почти вся она образовалась на месте более древних сооружений: она наложена на герциниды и на край древней платформы. Во-вторых, между временем формирования более древних структур, на которые она наложена, и ее заложением имел место значительный перерыв. В это время успели образоваться отложения платформенного типа, в результате чего между древними и молодыми геосинклинальными формациями лежат платформенные образования. Для альпийских сооружений, образовавшихся на месте этой геосинклинальной области, характерны крупные шарьяжи («скибовая» зона Карпат и др.), а также наличие глубоких котловин с океаническим типом земной коры (Черное море, Средиземное, Южный Каспий).

\* Некомпенсированные прогибы характеризуются тем, что скорость их прогибания значительно больше, чем скорость осадконакопления, в результате чего они имеют значительную глубину.

Работами последних лет установлена еще одна очень важная закономерность, заключающаяся в том, что, начиная с герцинского этапа, Атлантическая и Тихоокеанская части нашей планеты развивались по-разному, что Земля имеет дисимметричное строение.

Эволюция платформ. В геологической истории Земли имела место не только эволюция геосинклинальных областей, но и эволюция платформ. Каждая платформа появляется на месте геосинклинального складчатого сооружения, которое в настоящее время слагает ее фундамент. Выравниваемые процессами денудации горные сооружения на определенной стадии развития начинают испытывать глыбовые дифференцированные движения, в результате чего появляются щиты, плиты, синеклизы, впадины и прогибы. В пределах плит формируется платформенный чехол. Перемещение блоков фундамента сопровождается появлением в осадочном чехле небольших складок и сбросов, иногда значительной амплитуды. Эти движения нередко приводят и к распаду платформ, и образованию на их месте или в их пределах океанических впадин и геосинклинальных и краевых прогибов. В пределах этих новых элементов происходит перерождение земной коры, которое выражается в ее «океанизации», а также в увеличении подвижности и активности. С примерами этих превращений мы встречались неоднократно: распад Гондваны и Лавразии в мезозое, образование краевого прогиба Большого Донбасса в пределах Русской платформы в палеозое, усиление подвижности земной коры в области Тянь-Шаня, Алтая, Саян и других участков молодых платформ в результате «неотектонической» активизации земной коры и др.

Эти общие закономерности развития характерны для всех платформ.

Однако, сравнивая историю Русской, Сибирской и других древних платформ в каждом периоде геологической истории Земли, можно легко убедиться, что она не была совершенно одинаковой и что история каждой платформы имеет свои особенности.

И, наконец, еще одна особенность этих зон земной коры состоит в том, что молодые платформы по своему строению, развитию и характеру отложений отличаются от древних: для молодых платформ характерна значительно большая контрастность и амплитуда перемещений; структуры молодых платформ имеют более мелкие размеры и линейные, а не изометрические формы, и среди этих структур, кроме щитов, массивов, плит, синеклиз и других, наблюдаются также структуры, которые на древних платформах отсутствуют, — хребты (Урал), кряжи (Большой Каратау), гряды (Западный и Восточный Каратау на Мангышлаке), линейные прогибы и др. \*

Проведенное сравнение показывает, что в развитии земной коры имела место не только эволюция геосинклинального процесса, но и эволюция платформ, а значит эволюция тектонических процессов вообще, и что состав и строение земной коры становились все более сложными и разнообразными.

Изучение огромного материала по истории развития земной коры позволило сделать еще один, главный вывод: изменение характера тектонических процессов и тех форм, которые созданы этими процессами, так же как и изменение общего строения земной коры, носят направленный и необратимый характер.

К чему же направлены эти изменения?

Разные ученые отвечают на этот вопрос по-разному, что связано с недостаточной изученностью земной коры. В данном учебнике не имеется возможности изложить все представления по этому вопросу с

\* Особенности строения молодых платформ описаны ниже.

критическим разбором каждого из них. Поэтому ниже приводится лишь их краткое изложение.

I. Раньше всех других появились представления о том, что развитие земной коры идет по пути разрастания платформ и ликвидации геосинклинального режима. Лишь иногда в пределах платформ прогибание приводит к качественному перерождению платформы и появлению вторичных геосинклиналей (Донбасс). Однако в последующее время эти геосинклинали в результате складчатости снова превращаются в жесткие участки, которые причленяются к платформам. Все это не изменяет общей направленности процесса.

Эти представления вытекали из идеи постепенного охлаждения Земли.

II. Дальнейшие исследования показали, что в различных местах в геосинклинальных складчатых сооружениях имеются выступы догеосинклинального древнего фундамента. Отсюда был сделан вывод о том, что геосинклинальные области не существовали извечно, а появились за счет дробления более древних сооружений, и что ведущим процессом в развитии земной коры был процесс распада единого древнего основания — «панплатформы», или «сиалического фундамента», и образования геосинклинальных областей.

III. Изучение океанической земной коры заставило, во-первых, выделить новый океанический тип земной коры. Во-вторых, оно привело к мысли о том, что океанические желоба и островные дуги, развитые по берегам Тихого океана, представляют современные геосинклинальные системы, и что развитие этих систем приводит к превращению земной коры океанического типа в земную кору континентального типа. Некоторые ученые считают этот процесс — процесс «континентализации» — ведущим. По их представлениям, геосинклинальные области зарождаются в земной коре океанического типа. В них накапливаются мощные осадочные и осадочно-вулканогенные толщи. Затем происходит складкообразование, внедрение магмы, метаморфизм. В результате формируется складчатый фундамент, на котором в последующее время накапливается осадочный чехол, и эта область превращается в континентальную платформу.

IV. Изучение истории земной коры позволяет утверждать, что в жизни земной коры очевидно имел место и обратный процесс — процесс «океанизации» земной коры. Примером является распад Гондваны и Лавразии и образование Индийского и Атлантического океанов. Поэтому некоторые ученые считают, что в развитии земной коры имело место сочетание ее «континентализации» и «океанизации».

Процесс развития земной коры в этом случае представляется в следующем виде. Первоначально земная кора по своим свойствам была близка к океанической платформе, рельеф которой характеризовался развитием вулканических форм. А. П. Павлов называл эту стадию лунной стадией. В тех местах, где вулканическая деятельность на предшествующей стадии была очень активной, возникли центры охлаждения. Это привело к появлению разрывов, вдоль которых закладывались желоба — эвгеосинклинали и компенсационные поднятия — эвгеоантиклинали. Они становились областями активной тектонической и магматической деятельности. Развитие этих областей приводило к появлению материковой коры, т. е. происходил процесс «континентализации». По В. Е. Хаину, в результате этого процесса к концу архея формируются огромные материковые платформы. Эти платформы в последующее время раздробляются, и в раннем протерозое намечаются «основные черты современного структурного плана Земли» (древние платформы и разделяющие их геосинклинальные пояса — Северо-Атлантический, Урало-Сибирский и др.). Далее происходят уже извест-

ные нам события — платформы разрастаются за счет геосинклинальных областей. В последующее время в области этих платформ появляются впадины субокеанического типа (Черное море), подвижные прогибы (Донбасс), глубоко опущенные рифтовые блоки (Красное море) и т. д., т. е. земная кора материкового типа в итоге преобразуется в земную кору океанического типа.

## ЭВОЛЮЦИЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ И ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Для эпох активного развития тектонических движений и эпох, следующих за ними, характерны возвышенный сильно расчлененный рельеф, значительное сокращение площадей, занятых морскими бассейнами, господство суши и резко выраженная климатическая зональность. В такие эпохи накапливались главным образом обломочные и грубообломочные отложения. Химические и органогенные осадки в это время отлагались в небольших количествах. Из химических осадков только соли накапливались в озерах и лагунах, оставшихся от морских бассейнов.

Такие эпохи получили название геократических.

С течением времени рельеф выравнивался, поверхность материков все больше превращалась в полуравнину со слегка неровным рельефом. Климат становился более ровным, теплым, влажным, так как широко развивающиеся трансгрессии создавали на платформах большие мелководные, легко прогреваемые солнцем, моря. Такая обстановка благоприятствовала широкому развитию химических процессов. В морях и на континентах в это время накапливались часто почти чистые химические и органогенные осадки. Такие эпохи — эпохи широких трансгрессий и господства моря — называют талассократическими.

## ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Изучение ископаемых остатков животных и растений с несомненностью доказывает, что эти изменения носили направленный характер: органический мир Земли развивался, эволюционировал в сторону появления все более высокоорганизованных форм.

Эволюция органического мира, его направленное развитие — первая, главная закономерность развития органического мира Земли.

Вторая закономерность — чередование длительных этапов медленных и постепенных изменений органического мира с относительно более короткими этапами значительных и очень крупных преобразований. Для иллюстрации этого положения достаточно вспомнить о тех изменениях, которые произошли в составе флоры и фауны в конце палеозоя и мезозоя. Тогда имело место вымирание за сравнительно короткий срок многих более древних групп, на смену которым приходили новые, более высокоорганизованные.

Третья закономерность заключается в том, что растения в своем развитии опережали животных и «обновление» флоры происходило на полпериода раньше, чем «обновление» фауны. Несомненно, это связано с тем, что наземные организмы, особенно растения, наиболее чувствительны ко всем климатическим изменениям и они первые реагировали на эти изменения. Очевидно существуют и иные, пока что неизвестные нам причины такого опережающего развития растений.

Четвертая закономерность заключается в том, что смена одних органических форм другими происходила не одновременно и не во всех группах организмов сразу, как когда-то утверждали катастрофисты. Например, подавляющее большинство споровых вымирает в конце палеозоя, но сигиллярии живут еще и в триасе, папоротники же представлены очень хорошо даже в современной флоре. Земноводные к концу палеозоя вымирают. Однако в триасе еще доживают свой век отдельные группы стегоцефалов, а лягушки, саламандры и некоторые другие земноводные живут на Земле до сих пор.

Так на протяжении геологической истории, наряду с преобразованием структур и рельефа Земли и палеогеографическими изменениями развивался и совершенствовался и органический мир Земли.

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Региональная геология изучает геологическое строение и геологическую историю отдельных участков земной коры — районов, областей, стран, материков.

Она имеет большое теоретическое и практическое значение, так как позволяет выяснять особенности и закономерности геологического строения и развития Земли, а также наличие и площади распространения тех или иных полезных ископаемых. Поэтому региональные исследования были всегда тесно связаны с развитием производительных сил страны.

### ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ СССР

Дореволюционный период. Люди стали использовать камни, медные и железные руды, золото и серебро очень давно, во времена каменного и бронзового века. Несколько позже человек научился добывать и применять и горючие полезные ископаемые. В России с незапамятных времен были известны «горщики» и «рудознатцы», которые умели по целому ряду признаков находить нужные камни и руды. Свой опыт они передавали из поколения в поколение, почти не оставив никакого печатного материала.

В 16 веке появляются первые работы, пытающиеся обобщить опыт «горщиков» и «рудознатцев» — «Книга Большого чертежа» и «Чертеж Сибирской земли», а в 1700 г. Петр I создает первое государственное учреждение «Приказ рудокопных дел», которое управляло рудниками и занималось поисками золота, серебра, меди, свинца, железа и других полезных ископаемых.

В 1725 г. в России была создана Академия Наук. Во второй половине 18 века по инициативе М. В. Ломоносова она организует географические путешествия по России, результатом которых явился ряд работ по географии и геологии: «Описание земли Камчатки» С. П. Крашенинникова, «Дневные записки путешествий 1768—1771 года» И. И. Лепехина, работы Р. Палласа по Сибири и работы М. В. Ломоносова «О слоях земных», «Первое основание металлургии или рудных дел» и «Слово о рождении металлов от трясения Земли».

Большое значение для развития геологических исследований в России имело открытие Московского Университета (1755 г.) и Петербургского Горного института (1773 г.). Из этих учебных заведений выходят первые отечественные горные инженеры и геологи.

В 1809 г. появляется первая сводная работа по геологии России «Опыт минералогического землеописания Российского государства» академика В. М. Севергина. В конце 18 и начале 19 века составляются и первые геологические карты: геолого-петрографическая карта Нерчинского горного округа в масштабе 1:120 000, составленная Д. Лебеде-

вым и М. Ивановым (1789—1794 гг.), карта Донецкого края Е. Ковалевского (1829 г.), геологическая карта Европейской России П. Г. Гельмерсена (1842 г.) и карта Европейской части России, составленная английским геологом Р. Мурчисоном (1846 г.). Кроме того Р. Мурчисон, А. А. Кайзерлинг и Э. Вернейль написали большую обобщающую геологические наблюдения работу — «Геология России». Она вышла в 1845 г.

В середине 19 века геологическим изучением России уже занимались не только Горный департамент и Академия Наук, а и Петербургское минералогическое общество, и Московское общество испытателей природы, и преподаватели-геологи, такие, как Н. А. Головкинский, А. А. Иностранцев, И. В. Мушкетов, Г. Е. Щуровский, И. Д. Черский, В. О. Ковалевский и другие. Однако все эти работы в общем не носили характер планомерных длительных исследований крупных территорий, что было крайне необходимо для развития горного дела и промышленности.

Для проведения таких исследований в 1882 г. в России открывается Геологический комитет, директором которого сначала был Г. П. Гельмерсен. Его очень скоро сменил А. П. Карпинский, а затем, после избрания А. П. Карпинского президентом Академии Наук, директором Геолкома стал Ф. Н. Чернышев. Геологический комитет начинает планомерную геологическую съемку и составляет геологическую карту России в масштабе 1 : 420 000 (десять верст в одном дюйме). Первыми стали сниматься районы, важные в промышленном отношении: Донбасс, Алтай, золотоносные районы Сибири, полоса вдоль строящейся тогда Сибирской железной дороги.

В Сибири в это время работали В. А. Обручев, Г. Д. Романовский, А. А. Краснопольский и др. В начале 20 века в Томске создается школа сибирских геологов, которой руководили В. А. Обручев и М. А. Усов. Она сыграла очень большую роль в изучении геологии Сибири, Кузбасса, Алтая и Центрального Казахстана.

В 1897 г. был созван первый в России Международный геологический конгресс, на котором русская геологическая наука предстала уже как равная среди равных.

В начале 20 века начинается изучение нефтяных районов Кавказа. Эти работы проводят Н. И. Андрусов, И. М. Губкин и др. И. М. Губкин руководит также работами по открытию новой нефтеносной области между р. Волгой и Уралом — Волго-Уральской нефтеносной провинции. Под руководством А. А. Танеева ведется геологическое изучение Карагандинского угольного бассейна. На Урале А. Н. Заварицкий изучает месторождения железа и меди, Н. К. Высоцкий — месторождения платины.

Однако, несмотря на усилия многих выдающихся геологов, к 1917 г. геологической съемкой было покрыто только 10% всей территории России, так как царское правительство не понимало значения геологических исследований, Геолкому недоставало средств, горная промышленность была развита слабо, экономика России была очень отсталой.

В царской России было разведано и добывалось всего 8 металлов: железо, марганец, золото, платина, медь, свинец, ртуть. Неметаллические полезные ископаемые совсем не изучались, за исключением асбеста и графита. Промышленность редких металлов отсутствовала.

Послереволюционный период. Октябрьская революция открыла неисчерпаемые возможности для развития производительных сил нашей страны. В первые же годы Советской власти был поставлен вопрос о превращении отсталой аграрной России в могучую индустриальную державу. Нужна была минерально-сырьевая база для строительства огромного количества новых предприятий.

В первые же годы после революции изучаются угли Подмосковского бассейна и нефтяные месторождения на Ухте и в Поволжье. Одно за другим открывают целый ряд крупных месторождений: в 1925 г. П. И. Преображенский открыл Соликамское месторождение калийных солей, в 1926 г. на Кольском полуострове А. Е. Ферсман нашел Хибинские месторождения апатитов и нефелинов, в этом же году М. П. Русаков открыл Коунрадское месторождение меди. Примерно в это же время издается и первая геологическая карта СССР.

В 1929 г. XVI Всесоюзная партийная конференция одобрила первый пятилетний план развития народного хозяйства. Основной его задачей было превращение СССР из страны аграрной в высокоиндустриальную.

Второй пятилетний план поставил задачу завершить техническую перестройку всего народного хозяйства. Основной задачей плана третьей пятилетки была задача увеличения производства средств производства. Решением всех задач, поставленных перед геологической службой страны, руководил Геолком, а в 1930 г. было организовано Главное геологическое управление (ГГРУ). Геологический комитет был преобразован в Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт (ЦНИГРИ), который затем был превращен во Всесоюзный геологический институт (ВСЕГЕИ).

К 1940 г. геологической съемкой было покрыто уже 65,8% всей территории СССР.

В результате всех работ Урал превратился в мощную промышленно-сырьевую базу, в Поволжье и Башкирии было открыто «Второе Баку», совершенно изменили свой облик Сибирь, Среднеазиатские республики, Кавказ, Дальний Восток, Украина и другие районы нашей страны.

В годы Великой Отечественной войны советские геологи решали жизненно важные для нашей страны задачи. Под руководством К. И. Сатпаева в Казахстане были открыты и быстро введены в эксплуатацию месторождения марганца, необходимого для черной металлургии, быстро развивалась промышленность редких металлов, осваивались месторождения хрома в Актюбинской области и т. д.

В 1946 г. для руководства геологическими работами было создано Министерство геологии СССР.

В послевоенные годы появились и стали широко применяться новые методы исследования земной коры: геофизические, аэрофотосъемка, бурение опорных скважин. В результате применения новых методов были сделаны очень важные открытия: найдены новые месторождения цветных и редких металлов в Казахстане, бокситов — в Казахстане, Салаире и Саянах, железных руд и угля — в Кустанайской области, коксующихся углей и железных руд — в Южной Якутии и Восточном Забайкалье, нефти и горючих газов — в Западной Сибири, на Сибирской платформе, Мангышлаке, в Ставрополе, Белоруссии, месторождения алмазов в Якутии и много других очень ценных полезных ископаемых.

К началу 1967 г. у нас в стране было выявлено и разведано более 15 000 месторождений важнейших полезных ископаемых и вся территория Советского Союза была покрыта среднемасштабной геологической съемкой.

Открытие огромного числа крупных месторождений было бы невозможно без значительных успехов советской геологической науки. Ученые создавали новые приборы и машины, обобщали огромный фактический материал и направляли поиски и разведку месторождений полезных ископаемых.

Уже в 30-е годы появляются крупные теоретические работы, а также работы, обобщающие материал по изучению геологического строе-

ния СССР. В 1933 г. выходит в свет первая тектоническая схема СССР, составленная А. Д. Архангельским и Н. С. Шатским. В 1937 г. появляется «Краткий очерк геологической структуры и геологической истории СССР» — коллективный труд под редакцией А. Д. Архангельского и Н. С. Шатского, в 1938 г. — «Основы геологии СССР» А. Н. Мазаровича — первый учебник по геологии СССР, и в 1941 г. «Геологическая история и геологическое строение СССР» А. Д. Архангельского.

В 40-е годы выходит ряд обобщающих работ по отдельным регионам СССР: Д. В. Наливкина — по Средней Азии, А. П. Герасимова и В. П. Ренгартена — по Кавказу, В. А. Обручева и Н. С. Шатского — по Сибири, В. П. Нехорошева — по Алтаю, Н. Т. Кассина — по Казахстану и т. д.

Одновременно с развитием региональной геологии развиваются исследования в области других наук, создаются новые методы исследования, появляются новые идеи, теории, гипотезы.

Летом 1937 г. на заседаниях и экскурсиях XVII сессии Международного геологического конгресса были продемонстрированы большие успехи в изучении геологии и в развитии промышленности Советского Союза и, в частности, была показана первая геологическая карта СССР масштаба 1 : 5 000 000.

В послевоенный период научные исследования в Советском Союзе проводятся особенно широко. Ученые занимаются изучением связи процессов тектонических и процессов осадконакопления, палеогеографическим анализом, развивают учение о геосинклинальных и платформенных областях и т. д.

В 1953 г. выходит первая «Тектоническая карта СССР» под редакцией Н. С. Шатского (масштаб 1 : 4 000 000), а в 1956 г. — второе издание этой карты в масштабе 1 : 5 000 000 под той же редакцией. В этом же 1956 г. издаются и геологические карты в масштабах 1 : 5 000 000 и 1 : 2 500 000 под редакцией Д. В. Наливкина и первая в Советском Союзе металлогеническая карта Центрального Казахстана под редакцией К. И. Сатпаева. Большим достижением советских ученых является вышедшая в 1965 г. «Тектоническая карта Евразии» под редакцией А. Л. Яншина, составленная Геологическим институтом Академии наук СССР.

В настоящее время советская геологическая наука развивается в трех основных направлениях: 1) поиски и разведка полезных ископаемых, 2) составление геологических карт, 3) научные исследования.

Все эти работы возглавляет Министерство геологии СССР и Академия наук СССР.

Для развития науки, в том числе и геологической, в Советском Союзе созданы все возможности. Кроме Всесоюзного геологического института у нас имеются Геологический институт Академии наук СССР, геологические институты республиканских академий наук и филиалов Академии наук СССР, лаборатории, научно-исследовательские институты, геологические кафедры институтов и университетов и ряд других учреждений.

## МЕТОДЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИИ

Основным методом региональной геологии является геологическая съемка. Она заключается в изучении обнажений — выходов коренных пород на дневную поверхность и искусственных выработок — канав, шурфов, скважин. Изучение обнажений позволяет выяснить возраст, состав и происхождение пород, условия их залегания, а также наличие полезных ископаемых.

В настоящее время визуальная геологическая съемка дополняется геофизическими работами, бурением и аэрофотосъемкой.

Геофизические методы основаны на том, что разные горные породы имеют неодинаковые физические свойства. В равнинных областях, где коренные породы лежат под толщей четвертичных отложений, с помощью специальных приборов измеряется сила тяжести, электропроводность, плотность, величина теплового потока и другие величины, выражающие различные физические свойства горных пород. По получаемым значениям судят о том, какие породы слагают данную область, как они залегают, какова их мощность. Это значительно удешевляет стоимость геологических работ, так как позволяет бурить без керна, а иногда и совсем не бурить.

Аэрофотосъемка производится в хорошо обнаженных районах. На получаемых снимках поверхности отражены особенности геологического строения: смена разных по составу пород, тектонические контакты и другие детали, которые могут быть не замечены в процессе визуального изучения обнажений. Аэрофотосъемка увеличивает точность работ и позволяет производить съемку труднодоступных районов.

Глубокое бурение. Глубокие, или как их называют, опорные скважины на платформах бурятся до кристаллического фундамента, а если последний лежит глубоко, скважины бурят на технически возможную глубину.

В результате геологической съемки составляются различные геологические карты, стратиграфические колонки, разрезы.

Геологические карты имеют разный масштаб и содержание. В настоящее время приняты масштабы: 1:10 000 000, 1:5 000 000, 1:2 500 000, 1:1 000 000, 1:500 000, 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000, 1:5 000 и более крупные. Все карты масштаба 1:1 000 000 и мельче называются обзорными. Карты более крупного масштаба носят уже специальный характер.

Геологические карты, на которых цветами и индексами показаны области выходов тех или иных по возрасту геологических образований, называются обычными геологическими или стратиграфическими картами. Карты, на которых показаны области опускания и поднятия и тектонические структуры — складки, сбросы и т. д., их простираение, углы падения, называются тектоническими. Карты, на которых линиями равной глубины залегания показано поведение какого-то определенного горизонта (нефтесодержащего пласта, слоя фосфорита, конгломерата и т. д.), называются структурными.

Кроме этих карт часто составляются палеогеографические карты, а в случае необходимости и ряд других специальных геологических карт — карты полезных ископаемых, четвертичных отложений, геоморфологические и др.

Стратиграфическая колонка представляет собой сводный вертикальный разрез всех отложений, распространенных в данном районе.

Геологический разрез — это вертикальный разрез земной коры, сделанный по линии определенного направления и показывающий характер залегания пород.

Весь этот большой и разнообразный графический материал, дополненный текстовым описанием, дает полное представление о геологическом строении района.

## ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ СССР

Территория Советского Союза очень велика — около 25 млн. км<sup>2</sup>. Она очень разнообразно и сложно построена. Поэтому изучение геологического строения СССР невозможно без предварительного разделения ее на естественные геологические районы.



Рис. 96. Тектоническая схема СССР, по тектонической карте СССР и сопредельных стран, м-ба 1:5 000 000, с изменениями

**Докембрические платформы:** 1 — выступы фундамента, сложенного архейскими и протерозойскими складчатыми комплексами (щиты); 2 — выступы фундамента, сложенного байкальским складчатым комплексом; 3 — Ангаро-Ленский краевой прогиб; 4 — районы с неглубоким залеганием фундамента (подземные склоны щитов и антеклиз); 5 — районы с глубоким залеганием фундамента (синеклизы).

**Области палеозойской складчатости:** 6 — области с поверхностным залеганием каледонского складчатого комплекса; 7 — районы с поверхностным залеганием герцинского складчатого комплекса; 8 — краевые прогибы герцинской складчатости; 9 — плиты эпигерцинских платформ.

**Области мезозойской складчатости:** 10 — районы с поверхностным залеганием складчатых пород; 11 — средние массивы; 12 — краевые прогибы.

**Области кайнозойской складчатости:** 13 — зона внешних антиклинорий; 14 — зона внутренних антиклинорий и впадин; 15 — средние массивы; 16 — краевые прогибы.

**Области кайнозойской складчатости современного тектонического пояса:** 17 — районы с поверхностным залеганием складчатых пород; 18 — вулканогенный комплекс Чукотско-Катазатского пояса.

**Структурные обозначения:** 19 — границы геосинклинальной складчатости различных тектонических периодов; 20 — антиклинальные системы и антиклинории; 21 — оверга.

**О в я с н е н и я ц и ф р а к а р т е.** *Русская платформа:* 1 — Балтийский щит; 2 — Украинский щит; 3 — Белорусская антеклиза; 4 — Воронежская антеклиза; 5 — Волго-Уральская антеклиза; 6 — Тиманское поднятие; 7 — Московская синеклиза; 8 — Печорская синеклиза; 9 — Бяско-Камская впадина; 10 — Прикаспийский синеклиз; 11 — Украинская синеклиза; 12 — Польско-Литовская (Польско-Германская) синеклиза; 13 — Балтийская синеклиза; 14 — Брестский прогиб; 15 — Припятский прогиб; 16 — Пачелмский прогиб.

*Сибирская платформа:* 18 — Алданский щит; 19 — Байкальская складчатая зона и сводовое поднятие Станового антиклинория; 20 — Ангаро-Ленский краевой прогиб; 21 — Анабарская антеклиза; 22 — Енисейское поднятие; 23 — Туруханское поднятие; 24 — выступ фундамента платформы в северной части Восточного Саяна; 25 — Туруханская синеклиза; 26 — Вилюйская синеклиза.

**Области палеозойской складчатости:** 27 — Таймыр и Северная Земля; 28 — Восточный Саян; 29 — Западный Саян; 30 — Кузнецкий Алаш; 31 — Тунно-Ола; 32 — Салаир; 33 — западная зона Центрального Казахстана; 34 — северная зона Тянь-Шаня; 35 — Томь-Колывальская зона; 36 — Кузнецкий бассейн; 37 — Алтай; 38 — восточная зона Центрального Казахстана; 39 — южная зона Тянь-Шаня; 40 — Урал; 41 — Новая Земля; 42 — Предуральский краевой прогиб; 43 — Хатангский прогиб; 44 — Западно-Сибирская плита; 45 — Тургайская синеклиза; 46 — Туранская плита; 47 — Скифская плита (погребенные герцидные северного Предкавказья и Крыма); 48 — Добруджа; 49 — герцидные Монголо-Охотского складчатого пояса.

**Области кайнозойской складчатости:** Тетиса: 50 — Карпаты; 51 — Предкарпатский краевой прогиб; 52 — Крым; 53 — Мегантиклинорий Большого Кавказа; 54 — Рионская впадина; 55 — Куринская впадина; 56 — Малый Кавказ; 57 — Копет-Дат; 58 — Предкопетлянский краевой прогиб; 59 — Памир; 60 — Предпамирский прогиб.

**Области мезозойской складчатости:** 61 — Верхоянская зона; 62 — Янская зона; 63 — Олойская впадина; 64 — Алайско-Чукотская зона; 65 — Колымский срединный массив; 66 — Зырянская впадина; 67 — Омолонский массив; 68 — Тайтоносский массив; 69 — Охотский массив; 70 — Прейдерхонский краевой прогиб; 71 — Сихотэ-Алиньская складчатая область.

**Область кайнозойской складчатости современного тектонического пояса Азии:** 72 — окраинный вулканический пояс; 73 — Корякско-Камчатская зона; 74 — Сахалин

Районирование земной коры в пределах СССР, как и всей земной коры в целом, производится по возрасту последней складчатости геосинклинального типа — главной или основной складчатости, в результате которой данный участок земной коры утратил геосинклинальные свойства и перешел в платформенную стадию развития. Однако хронологические границы между складчатостями разного возраста являются в значительной мере условными, и поэтому при выделении отдельных районов учитываются и другие особенности: история тектонического развития, тип формаций и др.

По возрасту основной складчатости, с учетом истории тектонического развития и других особенностей, в пределах Советского Союза выделяются следующие области (рис. 96).

1. Области докембрической складчатости — древние Русская и Сибирская платформы.

2. Области рифейской (байкальской) складчатости — Тимано-Печорская и Сибирская (Байкальская складчатая область, часть Восточного Саяна, Енисейский кряж, Туруханское поднятие)\*.

3. Области раннепалеозойской (каледонской) складчатости — Северный Тянь-Шань, часть Центрального складчатого Казахстана и Горного Алтая, Кузнецко-Саянская область, Западное Забайкалье и некоторые острова Северной Земли.

\* Области байкальской складчатости включают в состав древних платформ, считая, что «байкальская складчатость завершила формирование... фундамента древних платформ» (Тектоника Евразии).

4. Области позднепалеозойской (герцинской) складчатости — Урал и Новая Земля, Центральные и южные дуги Тянь-Шаня, юго-восточная часть Центрального Казахстана, Рудный Алтай, Таймыр, Западно-Сибирская, Туранская и Скифская плиты и Монголо-Охотская область.

5. Области мезозойской (киммерийской) складчатости — Верхояно-Чукотская и Сихотэ-Алинь.

6. Области кайнозойской (альпийской) складчатости — Восточные Карпаты, Горный Крым, Кавказ, Копет-Даг, Памир.

7. Кайнозойская тектоническая зона Тихоокеанского кольца — Корякско-Камчатская складчатая система, Сахалин, Курильские и Алеутские острова.

8. Чукотско-Катазиатский вулканогенный пояс.

## ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ

Древние платформы возникли на месте докембрийских геосинклинальных областей, которые к концу докембрия превратились в сложно построенные складчатые сооружения. Эти сооружения образуют первый ярус древних платформ — их фундамент. Второй ярус платформ — их осадочный чехол — был сформирован уже в платформенную стадию развития.

На протяжении всей геологической истории древние платформы испытывают медленные колебательные движения, которые обычно носят дифференцированный характер. В результате в пределах платформ возникают нарушения, среди которых различают нарушения фундамента и чехла.

Нарушения фундамента обычно охватывают большие площади. Это структуры первого и второго порядка. Среди них различают положительные — щиты, антеклизы, поднятия, своды, седловины и отрицательные — плиты, авлакогены, перикратонные прогибы, синеклизы, впадины, прогибы.

*Щиты* — это области устойчивых поднятий, появившиеся еще в докембрии, в пределах которых преобладают процессы размыва и поэтому они не перекрыты, или лишь на небольших участках перекрыты осадочным чехлом.

*Массивы* — выходы фундамента на поднятиях, расположенных в пределах плит; они появились после докембрия в результате глубокого эрозионного среза.

*Антеклизы* — области поднятия фундамента, расположенные в пределах плит и перекрытые сравнительно маломощным (первые сотни метров и лишь иногда 1—2 км) чехлом осадочных образований. К сводовым частям антеклиз мощность чехла уменьшается. Н. С. Шатский определил антеклизы, как структуры остаточные — «они погружались вместе со всей плитой и покрывались осадками, но не испытывали, по-видимому, крупных самостоятельных поднятий и обособливались, как структуры, лишь в результате интенсивного прогибания соседних синеклиз».

*Седловины* — поднятия фундамента типа подземных мостов. Они отделяют синеклизы и связывают антеклизы. Например, Латвийская седловина разделяет Московскую и Балтийскую синеклизы и соединяет Балтийский щит и Белорусскую антеклизу.

*Плиты* — обширные области преобладающего погружения фундамента, в пределах которых накапливается более или менее мощный осадочный чехол, повсеместно или почти повсеместно перекрывающий складчатый фундамент.

*Авлакогены* — узкие грабенообразные прогибы, обладающие значительной подвижностью и заполненные отложениями значительной

мощности. Они формируются на самом раннем этапе развития платформ, нередко взаимно пересекая друг друга и образуя целую сеть. Позже на таких системах закладываются синеклизы.

*Перикратонные прогибы* — это области длительного погружения, возникающие по окраинам плит на их внешних углах. Они обычно ограничены разломами. Их называют еще *окраинными синеклизами* и *экзогональными впадинами*. Значительная мощность отложений (в Прикаспийской синеклизе более 16 км) — характерная черта перикратонных прогибов.

*Синеклизы* — обширные погруженные части плит, в пределах которых осадочный чехол имеет мощность несколько километров (3—4, а иногда и более 10). Площадь их может быть более 1 млн. км<sup>2</sup>.

*Поднятия, своды, впадины, прогибы* — это структуры, осложняющие плиты, синеклизы и антеклизы.

Углы падения в пределах всех вышеописанных структур обычно измеряются долями градуса или несколькими градусами и очень редко наблюдается более крутое падение. Эти структуры отделены друг от друга или зонами разломов или флексурами, или зонами перехода ступенчатого характера.

В результате дифференцированных глыбовых перемещений фундамента, в платформенном чехле также возникает целый ряд структур более мелкого масштаба и их называют структурами более высоких порядков. К ним относятся плакантиклиналы, брахискладки, купола, флексуры и различные формы соляной тектоники. Лишь некоторые нарушения чехла, например валы, являются структурами второго порядка.

*Плакантиклиналы* — пологие антиклинальные асимметричные складки. Одно их крыло обычно имеет падение 30—75°, другое — очень пологое, с углами падения не более нескольких долей градуса. Для плакантиклиналей, кроме того, очень характерно уменьшение угла падения пластов от ядра к крыльям, т. е. от более древних пород к более молодым, а также уменьшение мощности пластов и выпадение отдельных горизонтов в сводовых частях складок.

*Валы* — это цепочки, чаще всего плакантиклинальных поднятий, протягивающиеся полосой на сотни километров при ширине в несколько десятков километров. Они осложняют синеклизы, прогибы, склоны антеклиз.

## ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЕЙ

Каждая складчатая область состоит из отдельных структурных элементов. Группируясь, они образуют крупные структуры — основные элементы складчатых областей. К ним относятся: антиклинории, синклинории, складчатые зоны, срединные остаточные массивы, массивы ранней консолидации (внутренние массивы), прогибы, впадины и глубинные разломы. Все это структуры первого порядка.

*Антиклинории* — это сложно построенные складчатые сооружения, в ядрах которых выходят породы нижних структурных этажей. Они возникают обычно на месте геоантиклинальных поднятий. Очень крупные, сложно построенные антиклинории называют *мегаантиклинориями*.

*Синклинории* — это сложно построенные области прогибания, заполненные смятыми в складки отложениями верхних структурных этажей. Синклинории возникают на месте геосинклинальных прогибов.

Антиклинории и синклинории, группируясь, образуют складчатые зоны.

*Срединные остаточные массивы* — это обломки существовавших ранее структур, на месте которых в процессе дробления сформировались геосинклинальные прогибы. Эти массивы построены так же как и платформы. Они определяют простираание более молодых структур, которые «обтекают» эти массивы.

*Массивы ранней консолидации (внутренние массивы)* — это участки геосинклинальной области, испытавшие более раннюю складчатость, чем вся остальная область. С них начинается «отмирание» этой области. В настоящее время эти массивы лежат в ядрах более молодых сооружений.

*Впадины и прогибы* образуются в момент поднятия молодой горной страны, в орогенную стадию развития геосинклинальной области. Различают внутренние (межгорные) и краевые прогибы и впадины. Они образуются внутри складчатой страны за счет опускания отдельных ее участков, имеют обычно более или менее изометричную форму и ограничены зонами разломов, к которым приурочены излияния магмы. В этих впадинах накапливаются отложения орогенного яруса, сложенного молассой, красноцветными, угленосными, соленосными, нефтеносными и вулканогенными формациями. Мощность всех этих отложений около 10—15 км, а иногда и несколько больше. Залегают они обычно почти спокойно, и только по окраинам, в приразломных частях, наблюдаются линейные складки с довольно крутыми углами падения.

Межгорные прогибы и впадины бывают унаследованные и наложенного типа. Унаследованные образуются на синклинориях, т. е. в тех местах, которые и в предшествующие стадии развития были зонами преобладающего прогибания. Впадины наложенного типа формируются на различных структурах.

Кроме этих впадин и прогибов, в настоящее время выделяют еще впадины особого типа — впадины тихоокеанской группы или, как их еще называют, внегеосинклинальные или внеплатформенные. Об этих впадинах уже говорилось выше.

Все вышеописанные структурные элементы граничат, как правило, по зонам глубинных разломов. Значительная часть этих разломов закладывается еще в момент зарождения геосинклинальной области. Часть разломов образуется позже, в момент прогибания и, наконец, многочисленные глубинные разломы формируются в орогенную стадию. Главные, более древние разломы обычно проходят параллельно простираанию геосинклинальных и геоантиклинальных зон и образующихся на их месте антиклинориев и синклинориев. Многочисленные более молодые разломы пересекают эти основные структуры в поперечном и диагональном направлениях. В результате складчатые области имеют блоковое строение.

Глубинные разломы являются также проводящими путями магмы и определяют пространственное размещение интрузивных и эффузивных процессов.

## ГРАНИЦЫ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ СО СКЛАДЧАТЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ

Древние платформы граничат с соседними геосинклинальными складчатыми сооружениями по краевым швам и краевым прогибам.

*Краевые швы* — это зоны длительно развивающихся глубинных разломов древнего заложения, по которым складчатые геосинклинальные сооружения нередко надвинуты на платформу.

*Краевые прогибы* — это области активного прогибания, возникающие между платформами и складчатыми геосинклинальными сооруже-

ниями. Они наложены на краевые швы. Активное формирование краевых прогибов происходит в орогенную стадию — они заполняются молассовой, красноцветной, паралической угленосной, нефтеносной и соленосной формациями. Эффузивы обычно отсутствуют. Толща осадочных образований, заполняющих прогиб, имеет мощность до 15—18 км.

Краевые прогибы состоят из отдельных впадин, имеющих вытянутую форму и отделенных друг от друга поперечными поднятиями. В поперечном сечении прогибы асимметричны: их наплатформенное крыло всегда пологое, другое же, примыкающее к складчатой области, значительно более крутое. Отложения, заполняющие краевые прогибы, ближе к складчатым геосинклинальным сооружениям смяты в линейные складки, вытянутые вдоль этих сооружений. По направлению к платформе линейные складки сменяются куполами, брахискладками, флексурами — типичными платформенными структурами.

По краевым прогибам граничат с платформами герцинские, киммерийские и альпийские сооружения, причем особенно широко распространены альпийские краевые прогибы.

## ГЛАВА 26

### ОБЛАСТИ ДОКЕМБРИЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

#### РУССКАЯ ПЛАТФОРМА

Русская (Восточно-Европейская) платформа располагается в основном в пределах Русской или Восточно-Европейской равнины и Скандинавского полуострова (см. рис. 96). На востоке, по Предуральскому краевому прогибу она граничит с Уралом. Далее ее граница следует вдоль Мугоджар, по р. Эмбе к заливу Кайдак, где она почти под прямым углом поворачивает на запад и, пересекая северную часть Каспия, направляется к г. Астрахани. Отсюда она проходит к Донбасу, огибает последний с севера и запада, резко поворачивает на восток, огибает с востока Мариупольскую глыбу и, пересекая северную часть Азовского моря, Перекопский перешеек и мелководную часть Одесского залива, выходит к устью Дуная и Добрудженскому хребту, а затем проходит вдоль Восточных Карпат. Дальше граница не совсем ясна. Часто ее проводят по крупному разлому, который отделяет Польско-Датский прогиб от Балтийской синеклизы и других структур Русской платформы. Следуя вдоль этого шва, она подходит к южной оконечности Скандинавского полуострова и вдоль норвежских каледонид следует до Варангер-Фьорда и далее к Шпицбергену, а затем поворачивает на восток и под водами моря направляется к Уралу.

Фундамент Русской платформы на значительной части ее площади был сформирован в архее и протерозое в результате саамской, беломорской и карельской эпох складчатости. В северо-восточной части — на Тимане, в Печорской синеклизе, на полуостровах Канин Нос и Рыбачий и о. Среднем, а также в Польско-Германской синеклизе и юго-восточной части Прикаспийской синеклизы фундамент более молодой — байкальский.

В пределах Русской платформы (рис. 97) выделяется два щита — *Балтийский* и *Украинский* и три антеклизы: *Воронежская*, *Волго-Уральская* и *Белорусская*. К положительным структурам фундамента относятся также *Латвийская седловина*, соединяющая Балтийский щит с Белорусской антеклизой, и *поднятие Тимана*.

Между поднятиями фундамента располагаются области его погружения — синеклизы и прогибы. Самая большая по площади *Московская синеклиза* занимает центральную часть платформы. Юго-во-

сточный угол платформы занят самой глубокой Прикаспийской синеклизой. Прикаспийская и Московская синеклизы соединены узким и глубоким Пачелмским прогибом. В юго-западной части платформы, между Украинским щитом и Воронежской антеклизой располагается

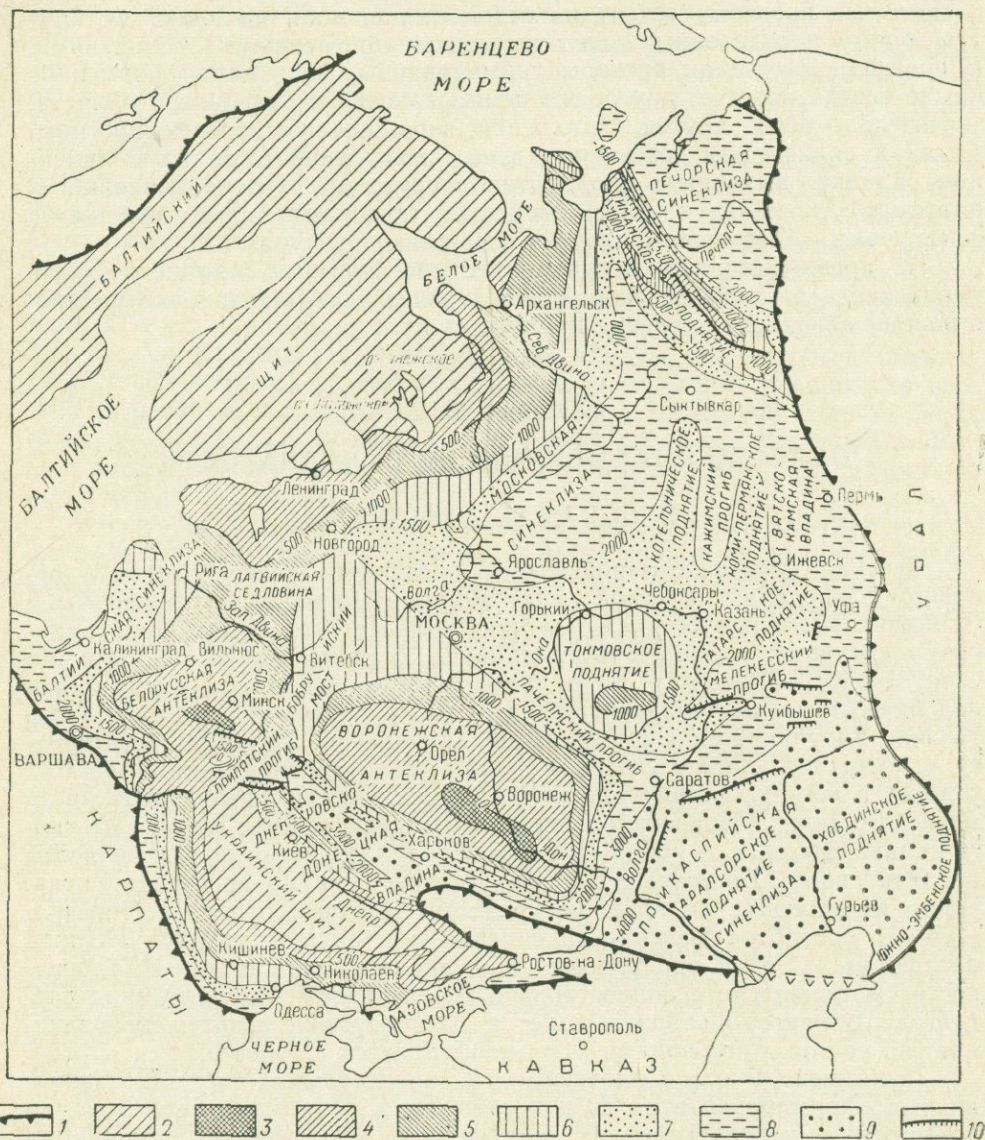


Рис. 97. Схема тектоники Русской платформы («Тектоника нефтеносных областей СССР», 1957, с изменениями):

1 — границы платформ; 2 — щиты и выступы докембрийского фундамента; 3—9 — участки платформы с различными глубинами залегания поверхности фундамента (3 — до 0, 4 — от 0 до 500 м; 5 — от 500 до 1000 м; 6 — от 1000 до 1500 м; 7 — от 1500 до 2000 м; 8 — от 2000 до 3000 м; 9 — более 3000 м); 10 — уступы фундамента

Днепровско-Донецкая впадина (Украинская синеклиза). В западном направлении она переходит в Припятский прогиб. В северо-восточном углу, между Уралом и Тиманом располагается Печорская синеклиза, южнее которой, между Татарским поднятием Волго-Уральской антеклизы и Предуральским краевым прогибом, выделяется Вятско-Кам-

ская впадина. И, наконец, еще две — Балтийская и Польско-Германская синеклизы занимают западную окраину Русской платформы. Польско-Германская впадина расположена за пределами СССР.

### ГЛАВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ

Докембрий. Анализ метаморфических пород архея показывает, что земная кора в пределах Русской платформы в начале архея находилась в догеосинклинальной, нуклеарной стадии развития. В архее же, в области Русской платформы, появились и первые «протогеосинклинали», на месте которых в результате саамской и беломорской эпох складчатости сформировались саамиды и беломориды, и в конце архея на месте платформы уже существовали отдельные участки древних складчатых сооружений, разделенные зонами прогибания. Эти участки выделяются в пределах Балтийского и Украинского щитов, а также в области Воронежской антеклизы. Осадочный чехол не позволяет проследить эти структуры в других частях платформы.

Протерозойские геосинклинальные области Русской платформы образовались уже за счет раздробления саамид и беломорид. Накопившиеся в них толщи, впоследствии претерпевшие глубокий метаморфизм, были смяты в складки в результате карельской складчатости. Карельские складчатые сооружения соединили воедино разрозненные более древние архейские глыбы, в результате чего была сформирована значительная эпикарельская часть фундамента Русской платформы.

В рифейское время к северо-востоку от сформировавшейся части Русской платформы (Печорская синеклиза), а также к юго-востоку (Прикаспийская синеклиза) и к западу (Польско-Германская синеклиза) от нее закладываются новые геосинклинальные области. В них накапливались обломочные отложения, сидеритовые и оолитовые руды и карбонатные породы водорослевого происхождения, спилито-кератофировые и флишеподобные толщи. Все эти отложения в байкальскую эпоху складчатости были сильно смяты и прорваны многочисленными интрузиями гранитоидных пород. Они выходят на полуострове Рыбачьем, о. Кильдин и на Тимане. Байкалиды, причленившись к эпикарельской части Русской платформы, окончательно сформировали ее фундамент.

Одновременно с развитием рифейских геосинклинальных областей в эпикарельской части Русской платформы происходило активное формирование авлакогенов — Пачелмского, Кинельского, Двинского, Полесского и др. Несколько позже в центральной части платформы начинает прогибаться очень большой участок, давший начало Московской и Балтийской синеклизам. Эти области прогибания являются местами накопления разнообразных эффузивно-осадочных образований континентального и морского происхождения. Таким образом, в рифее на Русской платформе уже развивается трансгрессия.

Нижний палеозой. События, которые развивались на Русской платформе в первой половине палеозоя, были в значительной мере обусловлены процессами, происходившими в Грампианской геосинклинальной области. Прогибание последней, обычно сопровождалось прогибанием значительной северо-западной части платформы, где в кембрии, ордовике и силуре развивались трансгрессии, приходившие из Грампианской области. Когда же к концу силура в Грампианской области поднялись складчатые горные сооружения, Русская платформа также испытала общее поднятие, и ее северо-западная часть пол-

ностью освободилась от моря. В последующее время это была область устойчивых поднятий, и осадконакопление здесь если и происходило, то, как правило, в континентальных или лагунных условиях.

В результате такого развития событий кембрийские, ордовикские и силурийские отложения распространены преимущественно на северо-западе Русской платформы — в Прибалтике, Южной Швеции. Они есть и в Подолии, и на Тимане. Морские отложения представлены синими глинами, песками, песчаниками, известняками, горючими сланцами — кукерситами. Кроме морских отложений на Русской платформе известны и лагунные и континентальные — мергели и глины, изредка содержащие гипс и соль, а также песчаники и щебень.

Уже в начале палеозоя на платформе закладываются почти все синеклизы и антеклизы, хотя некоторые структуры имели еще иные очертания.

В верхнем палеозое Русская платформа развивалась в тесной связи с Уральской геосинклинальной областью: прогибание последней обычно сопровождалось значительным прогибанием прежде всего восточной части платформы, и здесь раньше, чем в других областях платформы, развивались широкие трансгрессии и происходило интенсивное осадконакопление. Когда же в конце палеозоя в Уральской геосинклинальной области поднялись горные складчатые сооружения, Русская платформа также испытала поднятие.

В нижнем девоне платформа, поднимавшаяся в конце каледонского тектогенеза еще остается континентом. Ясно выраженное опускание платформы начинается с эйфельского века. Оно охватывает восточную половину платформы, и здесь развивается большая трансгрессия. Это море оставило на востоке платформы толщи битуминозных известняков — нефтепроизводящие толщи Волго-Уральской нефтеносной провинции. В центральных частях оно было более мелководным, и здесь распространены не карбонатные, а обломочные отложения. На западе же развиты преимущественно континентальные красноцветные и лагунные гипсоносные отложения. В конце девона море остается лишь на юго-востоке платформы.

В карбоне на платформе снова развивается большая трансгрессия, которая и на этот раз начинается на востоке, а затем распространяется в центральные, западные и северные области платформы. И в этом бассейне накапливались преимущественно известняки, с которыми, как и с девонскими отложениями, на востоке связана нефть. Однако каменноугольное море Русской платформы не было устойчивым. Береговая линия его беспрестанно меняла свои очертания, а иногда, например в визейском веке, от моря освобождалась значительная часть платформы. Отступающее море оставляло лагуны и озера, в которых накапливались железные руды, угленосные, бокситоносные и песчано-глинистые отложения. Порой на этой равнине накапливались и пестроцветные континентальные толщи.

В начале перми на Русской платформе еще существовал морской бассейн, оставшийся от карбона, но она уже переходит к общему поднятию, и в кунгурском веке море превращается в серию многочисленных лагун, а в уфимском — и лагуны исчезают. Появление казанского замкнутого моря несколько нарушает последовательный ход событий, но не изменяет его. Вскоре поднятие охватывает всю платформу, и уже в татарском веке на ней устанавливается континентальный режим. Такой ход событий обусловил очень большую фациальную пестроту пермских отложений. Они представлены известняками, доломитами, ангидритом, гипсом, солями, в том числе и калийными, красноцветными обломочными породами континентального происхождения, угленосными и нефтеносными отложениями.

Во второй половине палеозоя происходит и дальнейшее усложнение структуры платформы: на юге в девоне формируется прогиб Большого Донбасса, а в области Волго-Уральской антеклизы — Казанско-Сергиевский прогиб. Эта перестройка сопровождается образованием разломов и эффузивными процессами.

В области щитов Балтийского и Украинского образуются интрузивные массивы — Хибинский и Мариупольский.

К концу палеозоя окончательно оформляются современные очертания Московской и Балтийской синеклиз и разделившей их Латвийской седловины.

Мезозой. В мезозое областью наиболее активного прогибания и осадконакопления является южная окраина Русской платформы, расположенная рядом с Альпийско-Гималайским геосинклинальным поясом.

В течение всего триасового периода на платформе еще сохраняется континентальный режим. Осадконакопление происходит в основном только в нижнем триасе. В это время накапливаются континентальные пестроцветные песчано-глинистые отложения. На юге, в Прикаспийской синеклизе, осадконакопление происходит не только в нижнем, но и в верхнем триасе, причем здесь, кроме континентальных отложений, иногда встречаются и горизонты морских осадков, оставленных небольшими трансгрессиями, приходившими сюда из Альпийско-Гималайского пояса. В триасе окончательно оформились контуры Волго-Уральской антеклизы.

В нижнеюрскую эпоху происходит прогибание южной и северо-восточной частей платформы, и в конце нижней юры здесь развивается трансгрессия, которая приходит из Альпийско-Гималайского пояса и с севера.

В конце среднеюрской эпохи эти две трансгрессии сливаются и образуют большое море. Это море и меридионально вытянутый волжский бассейн, который появляется в конце юры (после кратковременного поднятия платформы в конце кимериджского века), оставляют темные глины, пески, фосфориты, горючие сланцы, а на юге — и известняки.

В нижнемеловую эпоху на платформе сохраняется обстановка, возникшая в волжском веке. Только в конце этой эпохи, в связи с поднятием северной половины платформы, меридионально вытянутый бассейн исчезает, а на южной прогибающейся половине появляется теплое открытое море. Оно оставило в основном толщи белого мела и мелоподобных мергелей. К концу мелового периода этот бассейн значительно сокращается и остается только на юго-востоке платформы.

Кайнозой. Кайнозойская история Русской платформы является непосредственным продолжением ее мезозойской истории.

В палеогене значительная часть Альпийско-Гималайского пояса была еще занята обширным геосинклинальным морем Тетис. Это море трансгрессирует на южную, прогибающуюся часть Русской платформы, в результате чего здесь появляется бассейн, в котором накапливаются кварцевые и глауконитовые пески, опоки, глины, мергели. Кроме морских отложений, в южной половине платформы развиты угленосные толщи (Днепровский буроугольный бассейн) и континентальные кварцевые пески.

Поднятие в Альпийско-Гималайском поясе складчатых сооружений сопровождается поднятием Русской платформы и регрессией моря. В конце палеогена оно остается только в Прикаспийской впадине, а в неогене платформа полностью освобождается от моря.

В начале четвертичного периода на севере платформы появляются мощные покровные ледники, оставившие разнообразные

моренные, флювиогляциальные и лимногляциальные отложения, а после их отступления здесь развивается значительная трансгрессия, приводящая к образованию Балтийского, Белого и Баренцева морей.

На юге платформы в четвертичное время происходят трансгрессии Каспия, связанные с эпохами бурного таяния ледников, а также накапливаются лёсс и лёссовидные суглинки.

## ЩИТЫ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

### БАЛТИЙСКИЙ ЩИТ

В фундаменте Балтийского щита выделяют пять складчатых комплексов (рис. 98).

Самый древний катархейский складчатый комплекс сложен зеленокаменными породами, гнейсами, мигматитами и гранитами, абсолютный возраст которых 3060—3500 млн. лет. Этот комплекс слагает отдельные блоки среди более молодых складчатых структур.

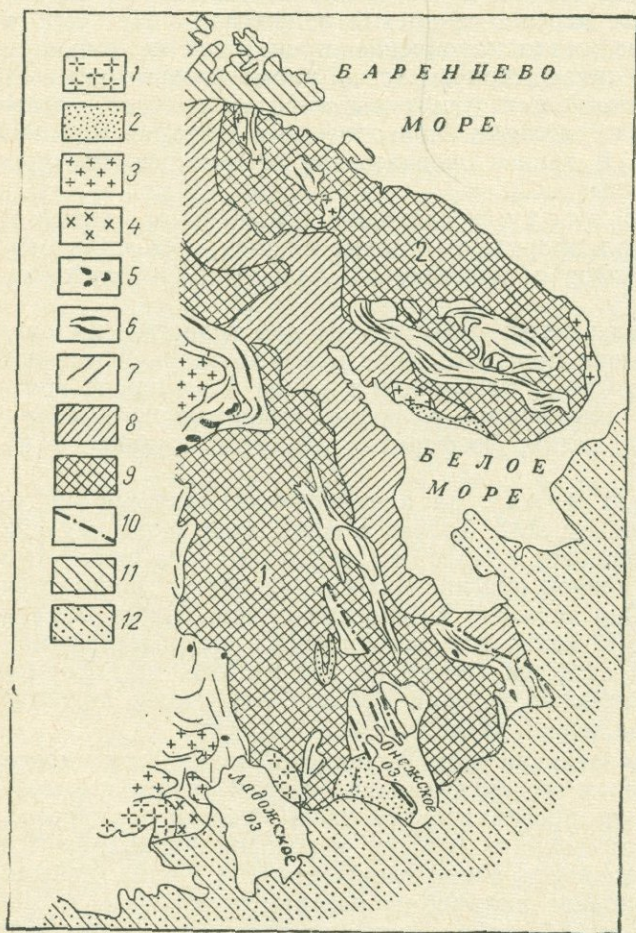


Рис. 98. Тектоническая схема восточной части Балтийского щита, по И. П. Палей.

1 — граниты иотния (рапакиви); 2 — осадочно-вулканогенные образования иотния; 3 — рифейские гранитоиды; 4 — гнейсовидные граниты карелид; 5 — основные интрузии; 6 — основные простирания нижних карелид; 7 — основные простирания верхних карелид; 8 — беломориды; 9 — саамиды и древнейший докембрий нерасчлененные (1 — Карельский массив, 2 — Мурманский массив); 10 — разломы; 11 — байкалиды и карелиды; 12 — нижнепалеозойский чехол Русской платформы

Следующий, более молодой, саамский тектонический комплекс сложен архейскими гнейсами, чарнокитами, сланцами, амфиболитами и очень широко распространенными железистыми кварцитами. Все эти породы образовались в результате глубокого метаморфизма основных вулканогенных пород и терригенных образований. Саамиды — наиболее распространенные тектонические структуры докембрия. В пределах

СССР они слагают большую часть Балтийского щита — Карельский и Мурманский массивы. Преобладающее простирание саамских структур северо-западное и меридиональное.

Третий, беломорский тектонический комплекс сложен более молодыми верхнеархейскими или нижнепротерозойскими метаморфическими породами, аналогичными породам саамского комплекса. Чрезвычайно широко распространены в области беломорид интрузии магматических пород, абсолютный возраст которых 1950—1900 млн. лет (конец архея).

Тектоника беломорид очень сложная: направление складок очень непостоянное, развиты складки течения, структуры будинажа\*, куполовидные структуры. Беломориды слагают крупный прогиб, наложенный на более древнее основание и разделяющий Карельский и Мурманский массивы.

Четвертый протерозойский комплекс — складчатые сооружения карелид — по угловому несогласию, характеру слагающих формаций и некоторым другим геологическим данным разделяется на два яруса: нижнекарельский и верхнекарельский.

*Нижнекарельский ярус* — ранние карелиды — сложен кристаллическими сланцами, гнейсами, филлитами, амфиболитами, кварцитами и измененными эффузивами. В основании развита мощная толща конгломератов, состоящих из гальки архейских пород. Ранние карелиды имеют различное строение: во внутренних зонах геосинклинального пояса развиты узкие сложные складки, а во внешних — простые и пологие. Во внутренних зонах формировались и огромные интрузии гранитоидов, вокруг которых образовались мощные зоны гранитизации. Возраст этих гранитов 1800—1500 млн. лет.

*Верхнекарельский ярус* — поздние карелиды — сложен уже конгломератами, различными песчаниками, метаморфическими сланцами, карбонатными и глинистыми породами, шунгитовыми\*\* сланцами, а также горизонтами спилитовых лав, диабазов и порфиритами. В сланцевых толщах встречаются споры, простейшие водоросли и остатки животных, похожих на ракообразных. Все эти отложения слабо метаморфизованы, слабо смяты и прорваны посторогенными интрузиями гранитов. В советской части Балтийского щита карелиды встречаются лишь в отдельных приразломных прогибах и наложенных впадинах.

На северной окраине Балтийского щита, на острове Кильдине и полуостровах Среднем и Рыбачьем фундамент представлен пятым, байкальским складчатым комплексом. Этот комплекс слагают породы рифейского возраста, которые выделяются здесь под именем гиперборейской формации. Это толща (до 1000 м мощностью) сильно смятых конгломератов, глинистых сланцев и доломитов.

Чехол на щите в пределах СССР почти отсутствует. К нему относят отложения иотнийского комплекса и четвертичные отложения.

Иотнийский комплекс распространен на западном берегу Онежского озера. Его делят на две части: *нижний иотний (субиотний)* и *верхний иотний*. Нижний иотний сложен вулканогенными образованиями, которые прорваны интрузиями гранитов-рапакиви, образующими пластообразные тела. Абсолютный возраст этих гранитов 1500—1700 млн. лет. Верхний иотний представлен розовыми шокшинскими песчаниками с прослоями филлитовых сланцев. Иотний смят только в приразломных зонах, что связано с образованием рифейских надвигов.

\* Будинаж — процесс разделения пластов крепких горных пород, даек и жил на отдельные линзовидные части (блоки) под влиянием тектонических давлений и обтекания этих линз более пластичными породами.

\*\* Шунгит — черная плотная порода, образовавшаяся в результате метаморфизма горючих сланцев.

Четвертичные отложения представлены главным образом ледниковыми и флювиогляциальными образованиями и ленточными глинами.

### УКРАИНСКИЙ (АЗОВО-ПОДОЛЬСКИЙ) ЩИТ

В фундаменте Украинского щита выделяют древнейшие катархейские образования, саамский и беломорский складчатые комплексы (рис. 99).

Катархейские образования встречаются в Приднепровье. Они представлены гнейсами, амфиболитами и гранитоидами. Их абсолютный возраст 2800—3000 млн. лет (архей).

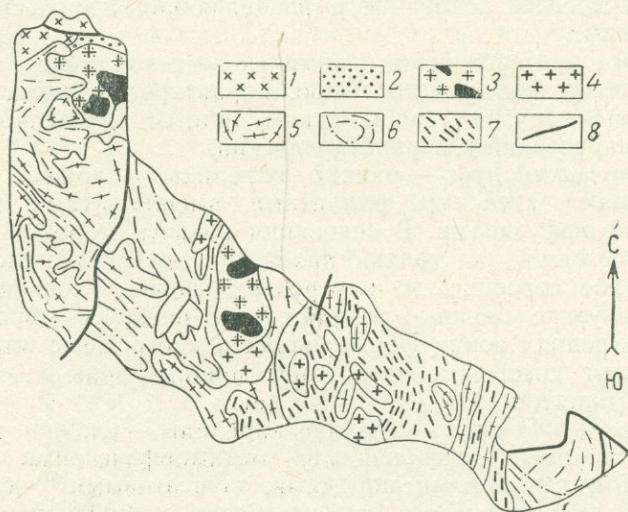


Рис. 99. Украинский щит, по И. П. Палей.

1 — рифейские граниты; 2 — иотнийский платформенный чехол (овручские кварцито-песчаники); 3 — иотнийские граниты-рапаки и ассоциирующие с ними основные породы; 4 — карельские гранитоиды; 5 — беломорские гранитоиды; 6 — основные простирания беломорид; 7 — основные простирания саамид; 8 — разломы

Саамиды слагают восточную часть щита. До недавнего времени эту часть щита считали областью более молодой складчатости. Саамиды сложены криворожским метаморфическим комплексом. Это амфиболиты, сланцы, гнейсы, железистые кварциты, кварцевые и аркозовые песчаники, конгломераты, филлиты. Этот комплекс делят на три серии: *сланцево-амфиболитовую*, *криворожскую* и *гнейсовую*. С криворожской серией связаны богатейшие месторождения железа (Кривой Рог).

До настоящего времени в геологической литературе были широко распространены представления о протерозойском возрасте криворожского комплекса и большей части железистых кварцитов вообще. Теперь, когда возраст докембрийских образований устанавливается не только на основании геологических данных, но и методами абсолютной геохронологии, определено, что абсолютный возраст криворожского комплекса около 2500 млн. лет. Таким образом, криворожский комплекс и подавляющая часть железистых кварцитов имеют архейский возраст.

Беломорский складчатый комплекс образует западную часть Украинского щита. Он сложен гнейсами, мигматитами, чарнокитами. Очень широко распространены также гранитоиды кировоград-жито-

мирского интрузивного комплекса. Абсолютный возраст всех этих пород 1850—2100 млн. лет. Они слагают антиклинории и синклинории северо-западного простирания.

Чехол Украинского щита начинается *овручской серией*. Она сложена осадочно-вулканогенными образованиями, среди которых особенно широко развиты песчаники, очень похожие на шокшинские. Они распространены на северо-западной окраине массива в районе г. Овруча. Залегают они почти горизонтально. Здесь же распространены и иотнийские граниты-рапакиви, образующие так же, как и на Балтийском щите, пластообразные интрузии.

На овручских песчаниках, или прямо на кристаллическом фундаменте, по северной окраине щита и на его юго-западном склоне залегают рифейские отложения, представленные *валдайским*, *волынским* и *полесским* комплексами. Это песчано-глинистые, иногда красноватые толщи, а также эффузивы и их туфы. Из органических остатков в этих отложениях встречаются только споры.

Кроме овручской серии и рифея в строении осадочного чехла щита принимают участие породы верхнего силура, верхнего мела и кайнозоя.

Верхний силур и верхний мел развиты на северо-западном склоне щита. Они представлены песчано-глинистыми породами, известняками и мергелями. Верхнесилурийские отложения содержат фауну брахиопод, кораллов, строматопор. Верхнемеловые — раковины пелеципод, аммонитов, белемнитов.

Кайнозой представлен палеогеном, неогеном и четвертичными отложениями. Наиболее полно развит палеоген. Он сложен кварцевыми и глауконитовыми песками, песками, с фосфоритами, опоковидными алеволитами, буроугольными отложениями (бучакский ярус), глинами и мергелями. В этих породах содержатся разнообразные и многочисленные раковины пелеципод. В районе Николая с харьковским ярусом связаны облитовые марганцевые руды. Полтавский ярус сложен кварцевыми песками континентального происхождения. Неоген начинается верхними горизонтами полтавского яруса. Более молодые отложения неогена представлены известняками-ракушечниками, мшанковыми и литотамниевыми рифовыми известняками, а также пресноводными морскими песками, глинами и серпуловыми известняками. Четвертичные отложения сложены ледниковыми, флювиогляциальными, аллювиальными и делювиально-элювиальными образованиями, лёссом и лёссовидными суглинками.

## АНТЕКЛИЗЫ

### ВОРОНЕЖСКАЯ АНТЕКЛИЗА

Воронежская антеклиза начала формироваться с девона, когда произошло новое прогибание впадины, на месте которой впоследствии возникла Московская синеклиза. В результате образовалась северное крыло антеклизы. Южное ее крыло начало формироваться в карбоне в результате расширения Днепровско-Донецкой впадины (синеклизы).

Докембрийский фундамент антеклизы перекрыт чехлом, мощность которого в сводовой ее части не превышает 100—150 м. В восточной части антеклизы у г. Павловска фундамент очень близко подходит к поверхности, а иногда даже обнажен. Воронежская антеклиза хорошо изучена в районе Курской магнитной аномалии, где она разбурена большим количеством скважин и вскрыта многочисленными горными выработками.

Фундамент Воронежской антеклизы сложен теми же породами и структурными комплексами, что и фундамент Балтийского и Украин-

ского щитов. Пространственные взаимоотношения этих комплексов пока еще выяснены недостаточно. Лучшее всего известно поведение криворожского комплекса, поскольку с ним связаны огромные запасы железных руд Курской магнитной аномалии.

Чехол антеклизы сложен средним и верхним девоном, карбоном, верхней юрой, верхним мелом, палеогеном и четвертичными отложениями (рис. 100, а, б).

Девон развит на своде и северном крыле Воронежской антеклизы. Разрезы девона здесь очень хорошо изучены и являются классическими — с ними сравнивают разрезы других областей платформы.

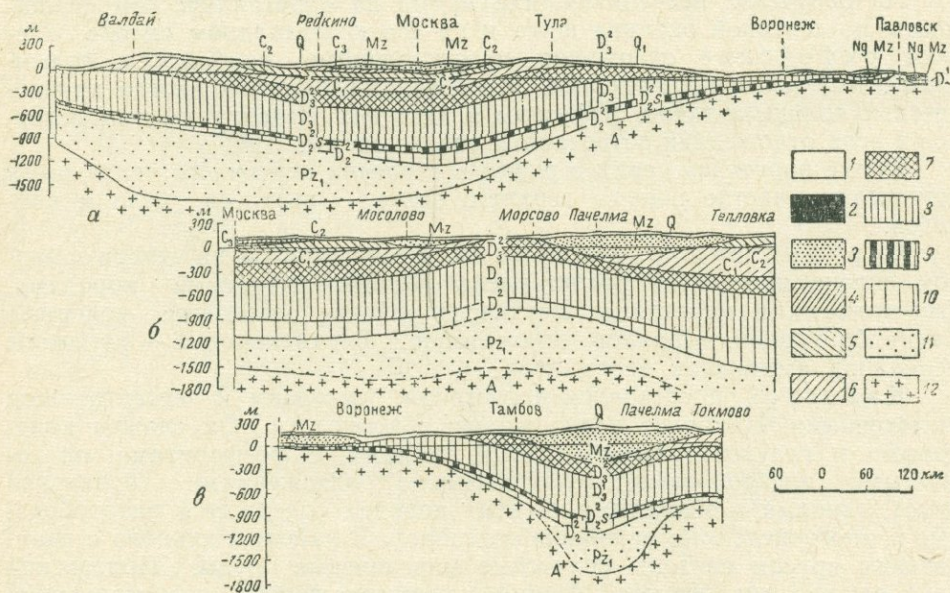


Рис. 100. Схематические геологические профили через центральные части Русской платформы, по М. М. Толстихиной.

1 — четвертичные отложения; 2 — неоген; 3 — мезозой; 4 — верхний карбон; 5 — средний карбон; 6 — нижний карбон; 7 — фаменский ярус; 8 — франкский ярус; 9 — староскольские слои живетского яруса и их аналоги; 10 — живетский ярус; 11 — нижний палеозой и рифей; 12 — породы фундамента

Девон представлен континентальными и лагунными отложениями, иногда содержащими обильные растительные остатки, — пестроцветными песчаниками, гипсоносными доломитами, глинами, линзами гипса, каменной солью и мощной красноцветной песчано-глинистой толщей. Лишь иногда в среднем девоне и в франкском ярусе встречаются известняки, мергели и глины с фауной брахиопод, остракод, кораллов, фораминифер, криноидей, пелеципод, гастропод, панцирных рыб.

Каменноугольные отложения распространены на северном крыле и на юго-восточном склоне антеклизы. Это известняки с прослоями глин, доломитов, песчаников и песков, в которых иногда содержится углистое вещество.

Верхняя юра представлена глинами и песками с обильной фауной аммонитов. Эти породы перекрывают все более древние отложения.

Местами, например на северо-западном склоне антеклизы, скважинами вскрыты нижнемеловые глауконитовые и кварцевые пески и глины, содержащие остатки аммонитов и пелеципод. Верхний мел распространен широко. Это белый мел, мергели, пески с разнообразной фауной аммонитов, белемнитов, пелеципод, фораминифер и т. п.

Палеоген представлен всеми ярусами и распространен на юге и в центральных частях антеклизы. Он очень похож на палеоген Украинского щита. Четвертичные отложения сложены делювием, лёссовидными суглинками, аллювием.

#### ВОЛГО-УРАЛЬСКАЯ АНТЕКЛИЗА

В рифее на месте этой антеклизы существовал Волго-Уральский выступ фундамента, ограниченный прогибами: *Пачелмским* и *Ярославо-Галичским* с юго-запада и северо-запада, *Предтиманским* — с северо-востока, *Камско-Уфимским* — с востока и *Прикаспийской синеклизой* — с юга. *Вятский* и *Кинельский* прогибы проникали в область самого Волго-Уральского выступа.

В девоне вместе со всей восточной частью платформы этот выступ был вовлечен в активное прогибание, и с этого времени здесь накопилась толща осадочных образований мощностью от 800—1700 м в сводовых частях поднятий до 2500—3000 м в прогибах.

Современная Волго-Уральская антеклиза появилась лишь в конце палеозоя и начале триаса как остаточная структура между областями более активного прогибания — Московской и Прикаспийской синеклизами. Тогда же, в конце палеозоя, в результате дифференцированных движений отдельных блоков фундамента сформировались основные тектонические структурные элементы Волго-Уральской антеклизы — поднятия, своды, прогибы (см. рис. 97).

Самое крупное, *Токмовское поднятие* расположено на западе антеклизы. На востоке выделяется *Татарское поднятие* и на севере — *Котельничское* и *Коми-Пермяцкое поднятие*. Между Токмовским и Татарским поднятиями расположены *Мелекесский* и *Казанско-Сергиевский прогибы*. Древний *Пачелмский прогиб* отделяет Токмовское поднятие от Воронежской антеклизы. Между Котельничским и Коми-Пермяцким поднятиями расположен *Кажимский прогиб*.

В чехле антеклизы развиты многочисленные валы: *Окско-Цнинский*, *Вятский*, *Жигулевский*, *Камский* и другие, и флексуры: *Бугурусланская*, *Бузулукская*, *Токаревская* и др.

В фундаменте антеклизы, вскрытом целым рядом скважин, залегают нижнепротерозойские мигматиты различного состава.

Чехол сложен рифейскими, палеозойскими и мезозойскими отложениями (рис. 101).

Рифей встречается только в Мелекесском и Пачелмском прогибах и на склоне Татарского поднятия. Наиболее полный разрез развит в Пачелмском прогибе, где и мощность этих отложений наибольшая — до 2 км. К рифею здесь относят *сердобский комплекс* — толщу красноватых и серых песчаников, гравелитов, конгломератов, аргиллитов, доломитов и глауконитовых песчаников. В этих породах найдены споры рифейского типа. Верхняя часть этого комплекса одними геологами относится к рифею, другими — к нижнему кембрию. К рифею или нижнему кембрию относят и лежащие на этом комплексе пестроцветные песчаники, конгломераты, алевролиты и аргиллиты. Абсолютный возраст всех этих отложений 690—560 млн. лет, что подтверждает их рифейский возраст.

В восточной части антеклизы к рифею относят *нижнебавлинскую свиту*, сложенную эффузивно-осадочными образованиями: песчаниками, алевролитами и доломитами с покровами и силлами базальтов и диабазов.

Кембрийские, ордовикские и силурийские отложения не установлены.

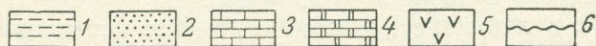
Девон начинается с *верхнебавлинской свиты*. Это толща песчано-глинистых пород континентального происхождения. По остаткам

панцирных рыб в основании этой толщи выделяются *нижнедевонские* отложения. Выше верхнебавлинской свиты залегают песчаники и глины, которые по спорам и псилофитам относятся к эфельскому ярусу, а затем следует толща *средне- и верхнедевонских* отложений — известняки, мергели и доломиты с горизонтами песчаников, песков, алевро-

Отдел	Ярус свита	Мощность м		Опорный горизонт
J-Cr	—	100-300		Подошва баремского яруса
P <sub>2</sub>	Татарский	0-500		Кровля чижнеказанского подъяруса
	Казанский	100-280		
	Уфимская свита	0-200		
P <sub>1</sub>	Кунгурский	0-800		Кровля артинского яруса
	Артинский	0-400		Кровля швагеринового горизонта
	Сакмарский	70-300		
C <sub>3</sub>	—	150-300		
C <sub>2</sub>	Московский	200-500		Кровля верейского горизонта
	Башкирский	20-160		
C <sub>1</sub>	Намюрский и визейский	150-400		Кровля угленосного горизонта
	Турнейский	50-150		
D <sub>3</sub>	Фаменский	150-350		Кровля пашийских слоев
	Франский	60-400		
D <sub>2</sub>	Живетский	0-500		Подошва живетского яруса
?	Бавлинская свита	0->1000		Кровля кристаллического фундамента
?	Крист. фонд.	?		

Рис. 101. Сводная геологическая колонка Волго-Уральской области, по Д. В. Наливкину.

1 — глины; 2 — песчаники, пески; 3 — известняки; 4 — доломиты; 5 — гипсы; 6 — размыв



литов и аргиллитов. В этой толще содержатся остатки брахиопод, кораллов, гониатитов, остракод. В верхней части разреза встречаются прослои гипсов и ангидритов. Рыхлые песчаники и пески нередко насыщены нефтью. Главные *доманиковые* нефтематеринские слои, слагающие среднюю часть франского яруса, особенно широко распространены в восточной части антеклизы. Мощность девонских отложений более 1100 м.

Каменноугольные отложения распространены здесь не менее широко, чем девон, но, как и все более древние отложения, на

поверхность не выходят. Только верхний карбон образует небольшие выходы в областях поднятия фундамента. Карбон, как и девон, нефтеносен. Среди каменноугольных отложений Волго-Уральской антеклизы резко преобладают карбонатные породы с богатой фауной брахиопод, с гониатитами, фораминиферами и др. По простиранию и в вертикальном направлении они нередко замещаются глинами, алевролитами, песчаниками. Иногда в разрезе карбона появляются континентальные красноцветные и угленосные толщи. Угленосные отложения приурочены к визейскому ярусу. Мощность каменноугольных отложений до 1100 м, но она очень непостоянна и в некоторых местах не превышает 200 м.

Пермские отложения образуют почти сплошное поле выходов. Они начинаются сакмарскими и артинскими известняками, содержащими многочисленные фораминиферы и зубы акул. В Предуралье развиты сакмарские мшанковые рифовые известняки, с которыми связаны многочисленные залежи нефти. Кунгурский ярус сложен доломитами, гипсами, ангидритами и солями. В районе Соликамска он имеет большую мощность (сотни метров) и представлен почти исключительно каменной, калийными и магниевыми солями. Уфимский ярус сложен толщей красноцветных песчаников и глин с прослоями гипсов. Казанский — снова представлен известняками с богатой фауной брахиопод и пелеципод. В известняках встречаются прослойки песчаников, количество которых увеличивается к востоку. Восточнее Волги морские отложения казанского яруса сменяются континентальными. Татарский ярус представлен пестроцветной континентальной толщей. Мощность пермских отложений ближе к Уралу превышает 2000 м. В западной части антеклизы она значительно меньше.

Мезозой и кайнозой не имеют здесь широкого распространения. Триас и нижняя юра отсутствуют. Средняя юра сложена песчано-глинистыми породами морского происхождения. Верхняя юра представлена глинами, песками, битуминозными горючими сланцами и горизонтами фосфоритовых желваков. Юрские отложения содержат богатую фауну аммонитов. Мощность юры увеличивается с востока на запад от нескольких десятков до 200—250 м.

Меловые отложения распространены главным образом в южной части антеклизы. Нижний отдел сложен глауконитовыми песками и глинами с фосфоритами и пачками битуминозных сланцев, а верхний — белым мелом, мелоподобными мергелями, а также опоками и песчано-глинистыми отложениями. Датский ярус представлен очень редко. Меловые отложения содержат остатки аммонитов, пелеципод, белемнитов. Их мощность не более 400—500 м.

Из палеогеновых отложений распространены главным образом сызранская и саратовская свиты. Это опоки, опокovidные, глауконитовые и кварцевые песчаники и трепелы. В этих отложениях имеются остатки пелеципод и гастропод. Изредка встречаются эоценовые глауконитовые пески и песчаники с прослоями глин и фосфоритовыми желваками. К олигоцену условно относят залегающие выше этих отложений пески, лишенные органических остатков. Мощность палеогена до 300 м.

Неогеновые отложения сохранились на небольших участках. Это пески и глины с остатками пресноводных и морских моллюсков, оставленные акчагыльской трансгрессией, и континентальные глины, пески и алевролиты с прослоями гравия, относимые к нижнему акчагылу. Мощность неогена несколько десятков метров.

Четвертичные аллювиально-делювиальные и флювиогляциальные образования слагают четыре террасы Волги.

## БЕЛОРУССКАЯ АНТЕКЛИЗА (БЕЛОРУССКО-ЛИТОВСКИЙ МАССИВ)

Это пологое поднятие фундамента, вытянутое с юга на север. Оно разделяет Московскую и Польско-Германскую синеклизы. Латвийская седловина соединяет ее с Балтийским щитом.

В пределах Белорусской антеклизы докембрийский фундамент лежит на глубине 150—500 м, а в некоторых местах и ближе — на глубине 75 м и даже 20 м.

Чехол сложен валдайским комплексом, нижним кембрием, девоном, мелом и палеогеновыми отложениями. Это толща разнообразных пород морского и континентального происхождения.

## ТИМАНСКОЕ ПОДНЯТИЕ

В области Тимана фундамент Русской платформы имеет байкальский возраст. Его выходы образуют узкую полосу, протягивающуюся от полуострова Варангер до Предуральяского прогиба.

На Тимане протерозойские отложения представлены геосинклинальными образованиями, включающими интрузии гранитов, сиенитов, диоритов. Мощностью этих отложений более 7000 м.

Широко распространены здесь силурийские, девонские, каменноугольные и пермские отложения. Это разнообразные песчано-глинистые и карбонатные породы морского, лагунного и континентального происхождения. Особенно широко распространен девон, во многом сходный с девоном Волго-Уральской антеклизы. Интересной особенностью девонских отложений Тимана является наличие в франском ярусе угленосных пачек. Это самые древние на Земле угли. Вторая особенность — широкое развитие базальтовых покровов. Девон и карбон здесь нефтеносны. Палеозойские отложения смяты в сравнительно простые складки.

Из мезозойских и кайнозойских отложений на Тимане представлены только нижний триас, юра, нижний мел и четвертичные отложения. Это исключительно обломочные породы морского и континентального происхождения. Все они залегают почти горизонтально.

Очень широко развиты на Тимане глубинные разломы девонского возраста, которые и были проводящими путями магмы.

## СИНЕКЛИЗЫ

### МОСКОВСКАЯ СИНЕКЛИЗА

Московская (Центральная, Среднерусская, Главная) синеклиза граничит на северо-западе с Балтийским щитом, на юге и юго-западе — с Воронежской и Белорусской антеклизами, на востоке — с Волго-Уральской антеклизой и на северо-востоке — с байкальскими сооружениями Тимана и полуострова Канин Нос (см. рис. 97). Границы синеклизы с соседними поднятиями фундамента носят характер флексур и моноклиналей, осложненных валами и плакантиклиналями. С Тиманом она граничит по глубинным разломам. В осевой части синеклизы нарушения типа плакантиклиналей образуют *Сухонский вал*. Московская синеклиза — очень древняя впадина, заложившаяся над системой грабенообразных прогибов еще в рифее. Современные ее контуры наметились в конце палеозоя.

Глубина залегания докембрийского фундамента в осевой части Московской синеклизы 3,5—4 км. Докембрий вскрыт буровыми скважинами. Он представлен археем, нижним протерозоем и

иотнием. Архей сложен гнейсами, амфиболитами, гранитогнейсами и мигматитами. Нижний протерозой — кристаллическими сланцами, которые встречены только в северной части синеклизы. Все эти отложения очень похожи на архей и протерозой Балтийского и Украинского щитов. Иотний представлен песчаниками с прослоями конгломератов и глинистых сланцев, а также вулканогенными образованиями основного состава.

Осадочный чехол синеклизы сложен породами рифея, палеозоя и мезозоя. Из кайнозойских отложений распространены только четвертичные (см. рис. 100, а, б).

Рифей представлен *валдайским*, или *вендским комплексом*, распространенным в северо-западной части синеклизы. Нижняя часть венда сложена континентальными отложениями: конгломератами и щебнем подстилающих гнейсов, грубозернистыми песчаниками, алевролитами и глинами, а верхняя — ламинаристыми глинами, получившими свое название по наличию в них своеобразных пленочек органического вещества, описанных под именем *Laminarites antiquissimus*. Эти глины — морские отложения, оставленные предкембрийской трансгрессией.

Палеозойская группа отложений начинается на западе и севере синеклизы надламинаритовой толщей, получившей название балтийского комплекса. Она вскрыта скважинами в районе Вологды и Валдая. Это пестроцветные крупнозернистые песчаники и глины без фауны, выше которых залегают «синие» глины с фауной трилобитов нижнего кембрия, а затем светлые эофитоновые песчаники с водорослями *Eophyton*, относимые также к нижнему кембрию. Все это морские отложения. В районе Москвы и восточнее морские отложения нижнего кембрия отсутствуют. Эофитоновые песчаники часто перекрываются палеонтологически немymi фукоидными\* песчаниками, выделяемыми под именем *ижорских слоев*. Некоторые геологи относят ижорские слои к среднему кембрию. Мощность нижнекембрийских отложений несколько десятков метров.

Средний и верхний кембрий в Московской синеклизе отсутствуют.

Ордовик представлен нижним и средним отделами. Это морские отложения: оболочные песчаники и пески, содержащие раковинки *Obolus*, диктионемовые сланцы, обогащенные органическим веществом, глауконитовые пески с бедной фауной трилобитов и брахиопод и толща карбонатных пород — известняков, доломитов, мергелей, глин. В этой толще содержится многочисленная фауна трилобитов, ортоцератитов, прикрепленных иглокожих (*Echinosphaerites* и др.). В известняках среднего ордовика имеются прослои горючих сланцев — кукурситов. Мощность ордовика 200—300 м.

Верхнего ордовика, силура и отложений первой половины девона в Московской синеклизе нет. Средний девон представлен комплексом лагунных и континентальных карбонатно-сульфатных и терригенных отложений с плохими остатками брахиопод, криноидей, обломками костей рыб и другой фауной. Верхний — сложен морскими карбонатными породами с прослоями терригенных образований и многочисленными остатками брахиопод и некоторых пелеципод. Заканчивается разрез девона доломитами, ангидритами, гипсами. Так представлен девон в центральной части синеклизы. В восточном направлении континентальные отложения замещаются морскими, в западном же и северном направлениях, напротив, увеличивается роль лагунных и континентальных осадков.

\* Фукоиды — следы жизнедеятельности животных или следы дождевых струек, оплывин и т. д. Внешне похожи на отпечатки растений.

Каменноугольные отложения в пределах синеклизы образуют широкие выходы на западе, севере и юге. Среди каменноугольных отложений резко преобладают карбонатные породы, в которых имеются многочисленные фораминиферы и раковины брахиопод и гониатитов. Только иногда в известняках встречаются горизонты, прослои и линзы морских и континентальных глин и песков. Визейский ярус сложен существенно иными фациями: континентальными песками, песчаниками и глинами, а также линзами и пластами бурых углей. Мощность каменноугольных отложений 110—400 м.

Пермские отложения представлены фациально пестрой толщей: известняками, доломитово-известняковыми отложениями с прослоями ангидритов, гипсов и солей, красноцветными континентальными отложениями. Из всех этих отложений хорошо охарактеризованы фаунистически сакмарские известняки, в которых встречаются многочисленные фораминиферы из рода *Schwagerina* и известняки и мергели казанского яруса, содержащие богатую фауну брахиопод и пелеципод. Мощность пермских отложений 500—600 м.

Нижний триас представлен континентальными пестроцветными толщами конгломератов, песчаников и глин ветлужской серии, мощностью около 150 м, в которых найдено много остатков наземных позвоночных, рыб, остракод, растений.

Средний и верхний триас, нижняя и часть средней юры отсутствуют.

Средняя юра представлена континентальными песчано-глинистыми отложениями с многочисленными остатками флоры. В районе Тулы и Липецка они содержат болотно-озерные железные руды и прослой бурых углей.

Верхняя юра также сложена песчано-глинистыми отложениями, но уже морского происхождения, с обильной фауной аммонитов. В этих отложениях много фосфоритов, а также глауконита, особенно в нижеволжском ярусе. Верхневолжский ярус отсутствует.

Мощность юрских отложений не более 200 м.

Меловая система представлена в основном нижним отделом. Это кварцево-глауконитовые пески и песчаники с фосфоритами, а также опоки и континентальные белые пески и песчаники. Морские отложения содержат остатки аммонитов, рыб, разнообразные ауцеллы, а континентальные — многочисленные остатки папоротников, хвойных, цикадовых. Мощность меловых отложений 100—200 м.

Кайнозой представлен только четвертичными ледниковыми, флювиогляциальными, а также аллювиальными и делювиальными современными отложениями. На крайнем севере имеются отложения бореальной трансгрессии.

#### ПРИКАСПИЙСКАЯ СИНЕКЛИЗА

Она расположена в юго-восточном углу платформы (см. рис. 97). От Волго-Уральской антеклизы ее отделяет очень крупная *Жадовская флексура*. С запада синеклиза ограничена *Заволжской флексурой*, на востоке и юго-востоке — *Предуральским* и *Северо-Устьюртским прогибами*, на юге по зонам разломов она граничит со *Скифской эпигерцинской* плитой.

Имеющиеся геологические и геофизические данные позволили сделать вывод, что эта синеклиза заложилась на глубоко погруженных и раздробленных байкальских структурах. Ее относят к краеугольным или экзогональным впадинам. Глубина погружения складчатого фундамента синеклизы по геофизическим данным 12—14 км. Поэтому его строение, а также строение нижних горизонтов осадочного чехла выявляют только геофизическими методами. Гравиметрическими и сейс-

мическими исследованиями в фундаменте установлены три поднятия: *Аралсорское* на западе, *Шунгайское* на юго-западе и *Хобдинское* на востоке.

Чехол синеклизы по геофизическим данным также неоднороден. В нем выделяют нижний докунгурский и верхний послекунгурский ярусы.

В нижнем ярусе чехла устанавливаются три основные крупные структуры: *Восточная моноклираль*, развитая в пределах Эмбенского плато, *Урало-Волжская депрессия* и разделяющая их *Уральская флексура*.

Из пород, слагающих нижний ярус, известны только девонские и каменноугольные отложения, вскрытые единичными скважинами.

Для верхнего яруса чехла, который начинается с кунгурских отложений, характерна соляная тектоника. Прикаспийская синеклиза по интенсивности соляной тектоники является уникальной: в ее пределах уже обнаружено свыше тысячи соляных куполов, в том числе соляные купола-гиганты — *Челкар* и *Санкебай-Круглый*, имеющие площадь 80—100 км<sup>2</sup> и высоту соляного штока 8—10 км. Соляные ядра куполов сложены кунгурской, а возможно, и девонской каменной и редко калийными солями.

Самыми древними известными породами Прикаспийской синеклизы являются девонские и каменноугольные. Они представлены известняками и глинистыми сланцами, вскрытыми скважиной на юге Эмбенского бассейна. Обломки этих известняков найдены и у оз. Баскунчак.

Пермь. Сакмарский и артинский ярусы также вскрыты скважинами. Это — глины, известняки и доломиты с остатками брахиопод и фораминифер. Кунгурский ярус распространен повсеместно и представлен толщей гипсов, ангидритов, солей. Мощность кунгурских толщ очень большая 2—6 км. Верхняя пермь сложена маломощными известняками с плохо изученной фауной пелеципод, очевидно, казанского возраста и континентальными мергелистыми глинами с прослоями песчаников и гипсов.

Триас сложен толщей континентальных пестроцветных отложений с остатками наземных позвоночных, рыб, остракод, растений. Средний триас отсутствует, в нижнем триасе встречаются глины с прослоями известняков с богатой фауной пелеципод, аммонитов, костей земноводных. Мощность верхнепермских и триасовых отложений около 1700 м.

Юра, нижняя и средняя, также представлена в основном континентальными отложениями. Это песчаники и глины с остатками флоры см. рис. 91). С отложениями средней юры связаны месторождения углей, разрабатываемые у Актюбинска, и месторождения нефти Урало-Эмбенского бассейна. В толще средней юры имеются и горизонты морских отложений — известняков и мергелей с аммонитами. Верхняя юра представлена уже исключительно морскими отложениями, содержащими остатки аммонитов, — глинами, известняками, мергелями. Мощность юры 700—1000 м.

Меловые отложения в восточной части синеклизы представлены глинами и алевролитами континентального происхождения. На западе распространены преимущественно морские отложения: нижнемеловые песчано-глинистые толщи с фосфоритами и верхнемеловые мергельно-меловые осадки. Эти отложения содержат остатки аммонитов, пелеципод, белемнитов, эхинокорисов. В песках барремского яруса нередко содержится нефть. Мощность меловых отложений около 2000 м.

Палеоген представлен морскими глинами и опоками мощностью 550 м, содержащими богатую фауну пелеципод и гастропод.

Из неогеновых отложений особенно широко распространены акчагыльские и апшеронские глины с прослоями песков и галечников и многочисленными остатками пресноводных и морских моллюсков. Мощность этих отложений до 600 м.

Четвертичные пресноводные пески и глины с многочисленными пелелиподами оставлены трансгрессиями Каспия: бакинской, хазарской и хвалынской. Кроме них выделяются еще новокаспийские слои, сложенные известняками-ракушечниками, а также озерно-болотные, речные и эоловые отложения.

### ДНЕПРОВО-ДОНЕЦКАЯ ВПАДИНА (УКРАИНСКАЯ СИНЕКЛИЗА)

На севере, юге и юго-востоке она граничит с Воронежской антеклизой, Украинским щитом и Донбассом, а на северо-западе переходит в Припятский прогиб, от которого ее отделяет поднятие фундамента (Черниговская седловина). Центральная часть впадины представляет собой грабен, ограниченный с северо-востока и юго-запада зонами глубинных разломов, по которым в девоне формировался прогиб Большого Донбасса. В последующее время эта впадина расширялась за счет опускания прилежащих частей Украинского щита и Воронежской антеклизы и превратилась в грабен-синклиналь. Опускание сопровождалось образованием ступенчатых сбросов, по которым боковые крылья синеклизы граничат с центральным грабеном. Сбросам в фундаменте соответствует система флексур, разнообразных складок и соляных куполов в чехле, особенно многочисленных и резко выраженных в южном крыле. Наиболее крупными соляными куполами являются *Исачковский* и *Роменский*. С соляными куполами связана нефть. В районе города Канева в юрских и более молодых отложениях развиты мелкие чешуйчатые складки, получившие название *каневских дислокаций*. Некоторые считают, что они образовались у края днепровского ледника, который, наступая, сминал перед собой рыхлые осадки. На восточной окраине Днепровско-Донецкой впадины также развита система складок. В центральном грабене развиты широкие пологие складки.

Глубина залегания докембрийского фундамента в области центрального грабена до 5—7 км. Фундамент нигде на поверхность не выходит. Он вскрыт только скважинами на крыльях впадины.

Докембрий представлен гнейсами, мигматитами, розовыми гранитами и кварцитовидными песчаниками типа овручских, которые залегают на коре выветривания гранитов.

Осадочный чехол сложен палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими отложениями. Разрез палеозоя начинается с живетского яруса среднего девона.

Средний и верхний девон представлены терригенными отложениями континентального, морского и лагунного происхождения, содержащими гипс, ангидрит и соли. Кроме того, скважинами вскрыта эффузивная толща среднего девона — базальты и прослой туфов мощностью 1100 м (Черниговская скважина). Общая мощность девона до 1500 м.

Карбон сложен песчано-глинистыми отложениями и известняками, а также пластами угля непромышленной мощности. Мощность карбона несколько сотен метров.

Пермь и триас представлены красноцветными песчано-глинистыми отложениями мощностью около 1000 м. В нижнепермских отложениях содержатся прослой гипсов, а в районе Шебелинки (Шебелинская флексура) развита мощная соленосная толща. С этими же отложениями связано и месторождение газов.

Юра. Нижняя юра здесь отсутствует. Средняя и верхняя — сложены морскими и континентальными песчано-глинистыми отложениями мощностью 300—400 м. С юрскими отложениями также связаны месторождения газов.

Мел. К нижнему мелу местами условно относят немые песчаники и углистые глины до 120 м мощностью. Верхний мел сложен в основании песчаниками, песками и глинами, которые выше сменяются мелоподобными мергелями и белым писчим мелом. В районе Харькова и Купянска толща белого писчего мела имеет мощность 600—700 м.

Палеогеновые отложения, так же как и верхнемеловые, распространены очень широко, но мощность их не более 150—200 м. Они представлены морскими глинами и песками, а на западе континентальными песчаниками.

Неогеновые отложения сложены в основном песками и глинами континентального происхождения мощностью 10—20 м.

Четвертичные отложения представлены мореной максимального оледенения, речным и озерным аллювием и лёссом.

### ПЕЧОРСКАЯ СИНЕКЛИЗА

Она расположена между Тиманом, Пай-Хоем и Уралом. Эта синеклиза начала формироваться на байкальском фундаменте уже в начале палеозоя. В последующее время здесь накопилась толща палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений мощностью до 12 км. Эта толща изучена слабо. Значительно лучше других исследованы девонские, пермские и каменноугольные породы, так как с ними связаны месторождения различных полезных ископаемых.

В осадочном чехле Печорской синеклизы встречаются различные нарушения. Куполовидные поднятия и складки, развитые в осевой части синеклизы, образуют *Печорскую гряду*.

### ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ, ОСОБЕННОСТИ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ

Все полезные ископаемые Русской платформы делятся на две большие группы: полезные ископаемые, сформировавшиеся в доплатформенную стадию развития, и полезные ископаемые, образовавшиеся в платформенную стадию развития.

Первые связаны с процессами магматическими и метаморфическими или имеют вулканогенно-осадочное происхождение. Эти полезные ископаемые залегают в основном в фундаменте платформы. Среди них особенно большое значение имеют *железные руды* вулканогенно-осадочного происхождения, связанные с джеспилитами и магнетитовыми сланцами древнейших складчатых сооружений — саамид. Месторождения этого типа широко распространены в пределах Украинского щита (Криворожское, Кременчугское и др.), на Кольском полуострове и в пределах Воронежской антеклизы (Курская магнитная аномалия). В области Балтийского щита есть также месторождения сульфидных *медно-никелевых* руд (Мончегорское, Печенгское и др.). Они приурочены к интрузиям норитов и перидотитов карельского цикла.

С докембрийской историей Русской платформы связано образование и нерудных полезных ископаемых. Из них особенно большое значение имеют первосортные *строительные материалы*: граниты, габбро-диабазы, шокшинские песчаники, лабрадориты Украины, мраморы и другие, а также месторождения *графита, гранатов, кианита*. На Украине добываются драгоценные камни. С пегматитами и аплитами Карелии, образовавшимися в заключительные этапы беломорского маг-

матического цикла, связаны месторождения *полевого шпата, слюды, кварца*.

Вторая группа полезных ископаемых имеет преимущественно осадочное и лишь некоторые из них — магматическое происхождение. Почти все они приурочены к отрицательным структурам — синеклизам, впадинам. Из них первостепенное значение имеют *горючие полезные ископаемые*.

Главная масса *углей* сосредоточена в палеозойских отложениях. При этом наибольшее значение имеют бурые угли Подмосковского бассейна и каменные угли Печорского бассейна. Огромные запасы имеет недавно открытый Камский угольный бассейн. Все большее значение приобретают угли Львовско-Волынского бассейна и бурые палеогеновые угли Днепровского бассейна на Украине. Все эти месторождения приурочены к синеклизам и впадинам. Эти структуры являются прекрасными хранилищами растительного материала, где он быстро перекрывается толщей осадочных образований, предохраняющих его от уничтожения.

Чрезвычайно богаты на Русской платформе месторождения *нефти и газа*. Давно открыты и разрабатываются месторождения Волго-Уральской области. Издавна добывается нефть на Ухте. Недавно открыты месторождения нефти и газа в Белоруссии, на Украине, в Днепро-Донецкой впадине. Все это преимущественно девонская и лишь частично каменноугольная и пермская нефть. Из месторождений нефти мезозойского возраста немаловажное значение имеют месторождения Урало-Эмбенского бассейна.

Промышленные месторождения нефти и газа, как и угольные месторождения, связаны с отрицательными структурами, а по времени — с этапами значительного прогибания платформ или краевых прогибов.

Основные месторождения *горючих сланцев* сосредоточены в ордовикских и юрских отложениях, хотя горючие сланцы имеются и в отложениях других систем.

С осадочным чехлом платформы связаны также месторождения солей, гипса, ангидрита, марганца, железных руд, бокситов, фосфоритов, строительных материалов, керамических глин и других важных полезных ископаемых. Особенно богатые месторождения *солей, гипса и ангидрита* приурочены к кунгурскому ярусу перми (Соликамск, Прикаспийская синеклиза). Много солей в девонских отложениях. Месторождения солей, гипса и ангидрита также приурочены к отрицательным структурам. Однако палеогеографическая обстановка их образования существенно иная — они формировались в эпохи значительных поднятий.

Очень важное значение имеют месторождения *марганца*, связанные с верхним палеогеном (месторождения Никопольского района и Больше-Токмакское).

Особое положение занимают полезные ископаемые, связанные с магматическими процессами, происходившими уже в платформенную стадию развития Русской платформы. Они еще мало изучены. Из этих полезных ископаемых пока что исключительно важное значение имеют месторождения *апатита и нефелина*, связанные со щелочными породами Кольского полуострова, интрузии которых образовались в девоне.

Из этого далеко не полного описания полезных ископаемых Русской платформы следует, что подавляющее большинство нерудных месторождений сосредоточено в осадочном чехле Русской платформы и приурочено к синеклизам и впадинам, тогда как рудные и другие полезные ископаемые магматического и метаморфического генезиса связаны преимущественно с докембрийским фундаментом и сосредоточены в области щитов и антеклиз. Следует заметить при этом, что щиты и антеклизы еще очень мало изучены. Есть предположение, что они зна-

чительно богаче, и с ними должны быть связаны месторождения редких и рассеянных элементов. В осадочном же чехле платформы во многих местах встречены эффузивные покровы типа трапповых, а местами и трубки взрыва, с которыми могут быть связаны месторождения алмазов.

### СИБИРСКАЯ ПЛАТФОРМА

Сибирская платформа расположена между рр. Енисей и Лена, южной оконечностью оз. Байкал и Хатангским прогибом (см. рис. 96). Она занимает западную часть Восточной Сибири. На западе границу Сибирской платформы проводят по геофизическим данным на 100—200 км западнее р. Енисей от г. Красноярска на юге до Енисейского залива (несколько южнее него) на севере. Далее она почти под прямым углом поворачивает на восток и, пересекая 72 параллель, идет к бухте Нордвик, а отсюда к устью р. Лены. Здесь граница платформы снова под прямым углом поворачивает к югу и по Приверхоянскому прогибу проходит вдоль Лены до впадения в нее Алдана, а затем следует уже вдоль Алдана и Сеттэ-Дабанского антиклинория. С последним она граничит по зоне разломов. В области этого антиклинория граница платформы, сделав еще один поворот, проходит уже в меридиональном направлении и выходит к Охотскому морю. Отсюда она поворачивает на запад и, проходя по границе Станового хребта с Тукурингро-Джагдинским антиклинорием, тянется к южной оконечности оз. Байкал. Далее она поворачивает на северо-запад и по водораздельному гребню Восточных Саян выходит снова к Красноярску.

Фундамент Сибирской платформы, так же как и Русской, был сформирован в докембрийское время в результате саамской, карельской и байкальской эпох складчатости. Байкалиды слагают фундамент платформы на юго-западе и западе, а также в Вилюйской синеклизе. В других областях платформы он сложен саамидами и карелидами. Области беломорской складчатости пока не установлены. Известны лишь многочисленные магматические породы, по времени образования соответствующие беломорскому циклу.

В различных частях платформы ее фундамент выходит на поверхность. Самые крупные поднятия — *Алданский щит* на юго-востоке и *Анабарская антеклиза* на северо-востоке — это выступы более древнего добайкальского фундамента. Сложно построенная *Байкальская складчатая зона*, *сводовое поднятие Станового хребта*, *Енисейское*, *Туруханское* и *Хантайско-Рыбнинское поднятия* — выступы байкальского фундамента. Структуры *Восточно-Саянского выступа* одни относят к байкалидам, другие — к саамидам.

Поднятия фундамента разделены синеклизами, прогибами, впадинами. Некоторые впадины и прогибы располагаются в пределах поднятий фундамента.

Самая крупная — *Тунгусская синеклиза* занимает значительную северо-западную часть платформы и располагается между Анабарской антеклизой и Енисейским, Туруханским и Хантайско-Рыбнинским поднятиями. На востоке между Анабарской антеклизой и Алданским щитом находится другая крупная синеклиза — *Вилюйская*. В восточном направлении она сливается с Приверхоянским предгорным прогибом. К юго-западу от Вилюйской синеклизы располагается *Ангаро-Ленский прогиб*, а к востоку от него небольшой *Березовский прогиб*. Целый ряд прогибов и впадин занимают юго-западный угол платформы — *Верхне-ленская впадина*, *Иркутский прогиб*, *Канская* и *Иркутская впадины*. Эти впадины разделены зонами поднятий. Вся эта область получила название *Иркутского амфитеатра*. В пределах Алданского щита и Байкальской складчатой зоны расположены многочисленные сравнительно небольшие впадины и прогибы — *Чульманский прогиб* и *Байкальская*, *Верхнеангарская*, *Чарская*, *Баргузинская* и другие впадины.

## ГЛАВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ, ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ

Докембрий. Докембрийская история Сибирской платформы очень похожа на докембрийскую историю Русской платформы. Об этом свидетельствуют одинаковый характер докембрийских отложений, сходство тектонических структур и другие особенности строения докембрийского фундамента. Очевидно, докембрийская история Сибирской платформы имеет и свои особенности, но к настоящему времени они выяснены совершенно недостаточно.

Самый древний складчатый комплекс Сибирской платформы — саамский слагает значительную часть Алданского щита и центральную часть Анабарской антеклизы. Архейские метаморфические толщи этого комплекса мало чем отличаются от архейских пород Русской платформы. Их абсолютный возраст 2340—2640 млн. лет. Отличительной особенностью саамид Сибирской платформы является огромная мощность слагающих их пород (15—20 км) и очень большая площадь развития. К началу протерозоя в результате саамской складчатости был сформирован складчатый фундамент центральной части Сибирской платформы, а к западу и югу от саамид располагались геосинклинальные области.

В результате карельской складчатости во внутренних зонах этих областей возникли узкие сложные складки, а породы были глубоко метаморфизованы и гранитизированы. Во внешних же зонах сформировались простые, часто пологие складки, и процессы метаморфизма здесь были значительно слабее. Карельские структуры развиты по южной и западной окраинам Алданского щита и, возможно, в области сводового поднятия Станового хребта.

В рифейское время геосинклинальный пояс протягивался только по окраинам эпикарельской Сибирской платформы к западу, юго-западу и югу от нее. Отложения, накопившиеся в этом поясе, имеют огромную мощность — до 20 км. Они представлены кристаллическими сланцами и гнейсами, метабазами, зелеными и другими сланцами, амфиболитами, мигматитами, магнетитовыми кварцитами и слабо метаморфизованными песчано-глинисто-карбонатными, эффузивными и другими породами. В результате байкальской складчатости они были смяты в складки преимущественно северо-восточного простирания. Окончательная ликвидация геосинклинального режима в байкальском геосинклинальном поясе произошла на границе среднего и верхнего кембрия, т. е. в результате раннекаледонской складчатости.

В конце рифейской эры на Сибирской платформе началось образование прогибов и впадин, в которых формировался орогенный ярус. Такой прогиб, в частности, появился в основании будущей Вилюйской синеклизы. С поднятием байкальских структур Байкальской зоны связано образование Ангаро-Ленского краевого прогиба. На эпикарельской части Сибирской платформы в рифее во многих местах накапливались толщи разнообразных платформенных отложений значительной мощности.

Нижний палеозой. Вся история Сибирской платформы в первой половине палеозоя тесно связана с событиями, происходившими на юге и юго-востоке Урало-Сибирского пояса, где активно развивались каледонские геосинклинальные области.

В отличие от Русской платформы, Сибирская платформа в нижнем палеозое была областью развития широких трансгрессий, и кембрийские, ордовикские и силурийские отложения здесь распространены значительно шире, чем отложения всех других систем. Они имеют мощность в несколько тысяч метров и представлены чрезвычай-

но разнообразными фациями. Особенно широко распространены кембрийские отложения, несколько меньше — ордовикские и силурийские.

В северных и центральных частях платформы эти системы сложены главным образом известняками, доломитами и мергелями, так как в течение всей первой половины палеозоя здесь почти все время существовало открытое теплое море. На южных окраинах платформы в это время была прибрежная равнина, куда море проникало лишь иногда. На этой равнине накапливались континентальные красноцветные песчаники, конгломераты, мергели, аргиллиты, соленосные и гипсоносные отложения, а также известняки и другие породы с богатой фауной трилобитов и брахиопод.

От кембрия к силуру в связи с постепенным поднятием платформы площади, занятые морем, сокращались, и в конце силура на Сибирской платформе повсеместно установился континентальный режим. Это поднятие происходило неравномерно — разные участки платформы поднимались с неодинаковой скоростью, а некоторые из них даже опускались. В результате сформировались многие основные структурные элементы платформы: *Байкало-Алданский щит*, *Анабарская* и *Енисейская антеклизы*, *поднятие Восточного Саяна*, *поперечный грабенообразный прогиб* в области будущей Вилюйской синеклизы, *Путоранская впадина* и некоторые другие элементы Сибирской платформы. В нижнем палеозое происходило также активное прогибание Ангаро-Ленского прогиба.

Верхний палеозой. В это время Сибирская платформа, в отличие от Русской, была областью устойчивых поднятий, в пределах которой господствовал континентальный режим и поэтому девонские, каменноугольные и пермские отложения здесь представлены преимущественно породами континентального происхождения. Областями осадконакопления были формировавшиеся в это время синеклизы и впадины. Их образование было связано с герцинским тектогенезом, который привел к грандиозной перестройке земной коры.

Уже в девоне и раннем карбоне на востоке начинает формироваться *Вилюйская синеклиза* (над заложившимся еще в раннем палеозое грабенообразным прогибом), где накапливаются красноцветные обломочные и туфогенные девонские, каменноугольные, а затем и пермские отложения. На юго-западе платформы в девоне формируется *Рыбинская впадина*, к северо-востоку от нее — *Канская впадина*. В девоне уже существует и Хатангская впадина.

В среднем карбоне начинается прогибание огромной Тунгусской синеклизы, где в среднем и верхнем карбоне и в перми накапливаются угленосные толщи тунгусской серии. Формирование Тунгусской синеклизы сопровождалось образованием многочисленных зон разломов. С верхнего карбона и до нижнего триаса включительно к этим разломам была приурочена мощная вулканическая деятельность. Она привела к образованию туфогенных и лавовых толщ, алмазонасных трубок и других проявлений платформенного магматизма.

В мезозое Сибирская платформа в отличие от Русской остается континентом, и осадконакопление здесь происходит только во впадинах.

В связи с киммерийским тектогенезом строение этого континента очень усложняется. В начале триаса еще продолжалось и к среднему триасу закончилось прогибание Тунгусской синеклизы. Значительно активнее, чем раньше, прогибается Вилюйская синеклиза, которая именно в мезозое приобретает свои современные очертания. В юре на юге и юго-востоке платформы очень активно прогибаются Канская, Иркутская и Рыбинская впадины и закладываются новые прогибы и впадины — *Чульманский*, *Токовский* и др. Все эти впадины и прогибы заполняются юрскими угленосными отложениями.

Перестройка структуры платформы сопровождается образованием

разломов и внедрением и излиянием магмы. С мезозойскими интрузиями связаны месторождения золота.

Кайнозой. В это время Сибирская платформа по-прежнему, оставалась областью устойчивых поднятий. На юго-востоке в кайнозой сформировались самые молодые впадины платформы: *Байкальская*, *Верхне-Ангарская*, *Баргузинская*, *Чарская* и др. Они заполнялись континентальными отложениями, а также потоками и покровами лав. Образование этих впадин связано с неотектоническими движениями.

## ВЫСТУПЫ ФУНДАМЕНТА

### АЛДАНСКИЙ ШИТ

Он граничит на севере с Вилюйской синеклизой, в сторону которой происходит постепенное погружение древнего фундамента платформы, а на юге и северо-западе — со сводовым поднятием Станового хребта и Байкальской складчатой зоной, от которых Алданский щит отделен зонами глубинных разломов (см. рис. 96).

Из всех докембрийских структур в пределах Алданского щита развиты главным образом самские. Они сложены очень мощным (15—20 км) геосинклинальным комплексом архея, который называют *алданским*. Это — гранатовые, кианитовые, рутиловые, силлиманитовые гнейсы, чарнокиты, сланцы, амфиболиты, линзы мраморов и широко распространенные здесь железистые кварциты, а также гнейсовидные гранитоиды и связанные с ними зоны гранитизации и мигматизации.

Карельский складчатый комплекс образует лишь крайнюю, юго-восточную часть щита, а также окружающие Алданский щит с юга и запада поднятия — Олекминскую зону, Чарскую глыбу и сводовое поднятие Станового хребта. Протерозойские отложения этого комплекса представлены кристаллическими сланцами и эффузивами, претерпевшими зеленокаменное изменение. Мощность этой толщи 1000 м. Ее относят к нижнему протерозою.

Выше нее залегают отложения платформенного типа — терригенные и карбонатные породы, в которых встречаются многочисленные строматолиты. С этих отложений начинается осадочный чехол. Их мощность до 8500 м. Одни относят их к верхнему протерозою, другие — к кембрию.

*Кембрийские отложения* сплошным покровом перекрывают весь северный склон щита. Это преимущественно карбонатные породы — известняки, доломиты, мергели, битуминозные известняки, а также сланцы с фауной трилобитов, водорослей и археоциатов. Их мощность несколько больше 400 м. В северном направлении, в сторону Вилюйской синеклизы, она увеличивается.

Кроме кембрийских отложений, чехол щита слагают юрские и четвертичные.

Юра представлена во впадинах и прогибах континентальными угленосными толщами с фауной пресноводных пелеципод и флорой. Мощность юры несколько больше 1000 м. В юрское и в раннемеловое время образовались также многочисленные эффузивные породы, дайки основных пород и интрузии щелочных гранитов.

Четвертичная система представлена аллювиально-делювиальными отложениями.

## СВОДОВОЕ ПОДНЯТИЕ СТАНОВОГО ХРЕБТА

Оно расположено к югу от Алданского щита и сложено различными глубоко метаморфизованными породами: гнейсами, кристаллическими сланцами, амфиболитами, мраморами, иногда кварцитами. Мощ-

ность этих отложений до 7 км. До недавнего времени их относили к протерозою. Однако последующее изучение этих пород, определение времени их образования методами абсолютной геохронологии заставляет делать вывод об их первоначально архейском (алданском) возрасте. В карельское время они были переработаны тектоническими и магматическими процессами. В результате образовались складки Станового антиклинория, имеющие субширотное простирание, а также широко распространенные здесь гранитные интрузии.

Кроме архейских пород здесь известны протерозойские отложения орогенного яруса и мезозойские и кайнозойские отложения небольших впадин тихоокеанской группы, а также посторогенные герцинские интрузии.

#### АНАБАРСКАЯ АНТЕКЛИЗА

В пределах этой антеклизы выделяются три поднятия фундамента и разделяющие их зоны прогибания: *Анабарский массив* и *Мунский* и *Оленекский выступы*. От Анабарского массива эти выступы отделены *Оленекской мульдой* (см. рис. 96).

Самые древние, архейские толщи выходят в ядре Анабарского массива. Это различные гнейсы, в том числе и графитовые, кристаллические сланцы, кварциты, мраморы, кальцифиры\*, амфиболиты, мигматиты. Все эти породы смяты в крупные простые складки северо-западного простирания и прорваны интрузиями ультраосновных пород и гранитоидов.

Верхнепротерозойские отложения образуют небольшие выходы в области Оленекского выступа. Это менее глубоко метаморфизованные осадочные образования: глинисто-слюдястые и серицит-кремнистые сланцы, алевролиты, мелкозернистые песчаники и филлиты. Мощность этих отложений не более 2 км. Толщи эти смяты в узкие крутые складки северо-западного простирания и прорваны интрузиями габбро-диабазов и гранитоидов. Нижний протерозой не установлен.

Чехол антеклизы сложен рифеем и нижним палеозоем.

Рифей начинается базальными конгломератами, гравелитами и песчаниками, выше которых залегают алевролиты, глинистые сланцы, известяки, в том числе и битуминозные, и доломиты. Все это мелководные морские отложения с остатками водорослей и спор рифейского типа. Мощность рифея от 250 до 2000 м.

Кембрий представлен всеми отделами. Это морские мелководные известняки, доломиты, мергели, известково-глинистые битуминозные сланцы, горючие сланцы, изредка встречаются песчаники, алевролиты, конгломераты. В этих породах содержатся многочисленные остатки трилобитов, граптолитов, брахиопод, гастропод, остракод и т. д. Мощность кембрия до 2000 м, однако она очень невыдержана и нередко бывает значительно меньше.

Ордовик представлен преимущественно морскими карбонатными породами: доломитами и известняками с прослоями глин, песчаников и фосфоритов, содержащими многочисленную фауну наутилоидей, брахиопод, трилобитов. Мощность их не превышает 350 м.

Силурийские отложения развиты меньше, чем ордовикские. Нижний силур и нижняя часть верхнего силура сложены граптолитовыми сланцами, доломитами, известняками, мергелями — морскими отложениями мощностью не более 400 м, с богатой и разнообразной фауной брахиопод, кораллов, строматопор. Верхняя часть силура

\* Кальцифиры — метаморфические породы, состоящие из кальцита и доломита и содержащие примесь граната, пироксена, полевого шпата и других минералов.

представлена лагунными красноцветными гипсоносными толщами мощностью 100 м.

В области Оленекского выступа известны небольшие выходы карбонатных отложений турнейского яруса. Здесь же, а также на северном склоне Анабарского массива распространены и пермские песчано-глинистые отложения с прослоями каменного угля. На северном склоне Оленекского выступа выходят отложения нижнего триаса. Это туффиты и аргиллиты мощностью до 150 м.

Широко распространены здесь четвертичные ледниковые, а также аллювиально-делювиальные и озерно-болотные отложения.

### БАЙКАЛЬСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ

Она охватывает огромную территорию, расположенную между Алданским щитом, Ангаро-Ленским прогибом и ранними каледонидами Забайкалья. С Алданским щитом и каледонскими структурами Забайкалья эта область граничит по глубинным разломам.

Байкальскую складчатую область И. Д. Черский, а затем и В. А. Обручев относили к самым древним образованиям Сибири. В. А. Обручев включал их в состав «древнего темени Азии», под которым он понимал территорию, расположенную к югу от Байкала и протягивающуюся от Алтая до Охотского моря. Он рассматривал «древнее темя Азии» как ядро Азиатского материка. Н. С. Шатский отнес ее к области байкальской складчатости и считал, что складчатые структуры этой зоны сформировались окончательно в начале кембрийского периода. Дальнейшее изучение, особенно геологические исследования последних лет, подтвердило правильность представлений Н. С. Шатского.

В байкальской зоне выделяют две основные области: внутреннюю эвгеосинклинальную — область *Баргузино-Витимского синклинория* и внешнюю миогеосинклинальную, к которой относят *Бодайбинский* и *Патомский синклинории* и *Тонодский* и *Нечерский антиклинории*. Кроме них выделяется еще *Предбайкальский краевой прогиб*. Внутренняя и внешняя зоны отделены друг от друга *зоной смятия*, которая протягивается от оз. Байкал к рекам Маме и Муе. К ней приурочены крупные интрузии предположительно девонских щелочных гранитов и сиенитов. Эта полоса образует выпуклую к северо-востоку дугу, параллельно которой протягиваются структуры байкалид (см. рис. 96).

В фундаменте этой области широко распространены протерозойские метаморфические толщи, среди которых встречаются участки, сложенные более древними архейскими и породами. Архейские метаморфические толщи смяты в небольшие сжатые складки и крупные пологие антиклинали и синклинали северо-восточного простирания. Протерозойские отложения слагают крупные антиклинории и синклинории, которые в центральной части внутренней эвгеосинклинальной зоны имеют северо-восточное простирание, а в других местах дугообразно изогнуты в соответствии с зоной разломов, разделяющей внутреннюю и внешнюю зоны. Докембрийские метаморфические толщи прорваны гранитоидными интрузиями, вокруг которых развиты обширные зоны мигматитов.

С угловым несогласием на протерозойских отложениях залегают толщи рифея мощностью 10—12 км. Это метаморфизованные песчано-глинистые и карбонатные породы, а также основные и кислые эффузивы. Эти отложения слагают антиклинории и синклинории, простирание которых чаще всего аналогично простиранию более древних структур. Они прорваны различными интрузиями, среди которых особенно широко распространены позднеорогенные гранитоиды, слагающие огромные массивы.

Кембрийские отложения слагают орогенный ярус байкалид и залегают чаще всего с резким угловым несогласием на более древних толщах или на гранитоидах. Они заполняют узкие грабены и прогибы и представлены обычно красно-бурыми и лиловыми конгломератами и песчаниками, доломитами и известняками, которые содержат нижнекембрийскую фауну трилобитов и археоциат, а на юге распространены и вулканогенные образования. Все эти породы смяты. В приразломных зонах развиты резкие мелкие складки, в осевых частях прогибов складки крупные пологие, часто имеющие характер брахискладок. Мощность кембрия до 2000 м.

В миогеосинклинальной зоне и в пограничных районах байкалид с ранними каледонидами Забайкалья кембрий нередко образует единую толщу с рифеем, и несогласие между ними отсутствует.

Более молодые отложения Байкальской складчатой зоны приурочены к грабенообразным впадинам, образовавшимся в этой области в мезозое и кайнозое.

Мезозой представлен юрскими и нижнемеловыми континентальными конгломератами, песчаниками, мергелями, глинами, бурыми углями и вулканогенными образованиями. Мощность этой толщи до 500 м, а иногда и больше.

Кайнозой представлен неогеновыми и четвертичными отложениями. Они очень разнообразны. Это покровы и потоки базальтов и их туфы, образование которых связано с разломами, по которым формировались самые молодые впадины (Байкальская, Баргузинская, Верхнеангарская и др.), а также толщи обломочных пород, нередко пропитанных нефтью, и бурые угли. Среди четвертичных отложений широко распространены ледниковые, озерно-гляциальные и флювиогляциальные, а также аллювиально-делювиальные и другие наземные отложения.

#### АНГАРО-ЛЕНСКИЙ КРАЕВОЙ ПРОГИБ

Этот прогиб расположен к западу и северу от Байкальской складчатой области. Он отделяет байкалиды юга Сибирской платформы от ее эпикарельской части. Ангаро-Ленский прогиб формировался в момент активного складкообразования и поднятия Байкальской складчатой зоны, т. е. в конце докембрия и в начале кембрия. Он заполнен мощной (3000—4000 м) толщей преимущественно нижнекембрийских отложений.

Ближе к байкальским складчатым сооружениям нижний кембрий представлен алданским и ленским ярусами. *Алданский ярус* сложен терригенными породами, содержащими линзы и пласты гипса и каменной соли. В этих породах содержится много спор. Все это молассовые отложения, накопившиеся у подножия байкалид на прибрежной морской равнине. *Ленский ярус* представлен известняками с богатой фауной трилобитов и брахиопод. Во внутренних частях Ангаро-Ленского прогиба мощность кембрийских отложений меньше — около 2500 м, алданский ярус почти выклинивается, а известняки ленского яруса сменяются соленосной формацией.

Нижнекембрийские отложения в зоне прогиба, прилежащей к байкалидам, смяты в линейные складки северо-восточного простирания. Дальше от байкальских сооружений развиты только узкие длинные асимметричные антиклинальные складки, разделенные участками с горизонтальным залеганием, а еще дальше на северо-запад и юг распространены уже плакантиклинали и валы. Все эти образования перекрыты широко распространенными палеонтологически немymi красноцветными континентальными песчано-глинистыми отложениями верхоленской свиты верхнего кембрия, мощностью до 800 м.

Таким образом, распределение мощностей, характер отложений и характер складчатости Ангаро-Ленского прогиба свидетельствуют о его асимметричном строении. Все это сближает Ангаро-Ленский прогиб с краевыми прогибами. От типичных краевых прогибов он отличается слабым развитием молассовых отложений и отсутствием значительного прогибания фундамента, вследствие чего здесь накопилось всего 3—4 км отложений. Это в 3—4 раза меньше, чем в типичных краевых прогибах. По этим причинам Ангаро-Ленский прогиб относится к краевым условно.

#### ЗАПАДНАЯ ВЕТЬ СИБИРСКИХ БАЙКАЛИД

В этой области выделяют три тектонические зоны. Первая, Енисейско-Туруханская объединяет часть Енисейского кряжа, расположенную к северу от р. Ангары, и Туруханское поднятие. Вторая зона включает северо-восточную часть Восточного Саяна и южную часть Енисейского кряжа. Эта зона представляет большой поднятый блок. Первая зона отделена от второй поперечными разломами, которые проходят вдоль Ангары. Третья зона охватывает юго-западную часть Восточного Саяна и Хамар-Дабан. От второй зоны ее отделяет крупный глубинный разлом — *Главный разлом Восточного Саяна*, к которому приурочены разновозрастные гранитоидные интрузии. Первая и третья зоны были в рифее глубокими прогибами.

Наиболее древние структуры байкалид развиты в области второй зоны. Они сложены архейскими и протерозойскими гнейсами, кристаллическими сланцами, мигматитами, кварцитами и мраморами. Эти породы смяты в разнообразно ориентированные сложные складки, прорваны интрузиями и разбиты многочисленными сбросами, в результате чего эта зона делится на ряд глыб.

Первая и третья зоны сложены более молодыми, протерозойскими и рифейскими, отложениями. Протерозой представлен мраморами, гнейсами, амфиболитами, кварцитами, кристаллическими сланцами. Рифей — мраморами, доломитами, известняками, терригенными породами и зелеными сланцами с горизонтами эффузивов. Все эти породы смяты в складки и разорваны сбросами. В третьей зоне они образуют крупный *антиклинорий Протеросаяна*, опрокинутый на северо-восток. Северная часть первой зоны представляет сложный *горст-антиклинорий*, юго-восточная — крупный *Ангаро-Питский синклинорий*, к востоку от которого расположены *Иркиневский антиклинорий* и *зона Нижне-Ангарских складок*.

Орогенный ярус, выполняющий грабенообразные впадины, слагают континентальные и мелководные молассовые вендские и кембрийские отложения.

#### СИНЕКЛИЗЫ

##### ТУНГУССКАЯ СИНЕКЛИЗА

Это самая большая синеклиза Сибирской платформы, занимающая площадь около 1 млн. км<sup>2</sup>. На западе она граничит с Хантайско-Рыбинским, Туруханским и Енисейским поднятиями, а на юго-западе — с Иркутским амфитеатром. Катангский вал отделяет ее от Ангаро-Ленского прогиба. Дальше, на северо-востоке она граничит с Анабарской антеклизой и на севере — с Хатангским прогибом (см. рис. 96).

Ее внутреннее строение очень сложно. В пределах этой синеклизы существует ряд впадин и поднятий более мелких масштабов, но их местоположение и границы пока что точно не установлены.

Очень большое значение в строении синеклизы имеют зоны глубинных разломов, развитые не только по окраинам, но и в центральных

частях синеклизы, в результате чего ее фундамент состоит из отдельных блоков. К зонам глубинных разломов приурочен трапповый вулканизм. Очень крупная зона разлома (*Ангаро-Виллюйская*) проходит по юго-восточной окраине синеклизы на границе с Катангским валом. Она протягивается от Иркутского прогиба до Виллюйской синеклизы. Другая — *Виллюйско-Котуйская* зона разломов проходит на северо-востоке и третья — *Ангаро-Енисейская* на юго-западе и западе синеклизы.

В пределах Тунгусской синеклизы выделяется три структурных яруса, отделенные друг от друга угловыми несогласиями и перерывами: 1) сложно дислоцированный докембрийский фундамент; 2) слабо смятый нижний ярус осадочного чехла, сложенный нижним, а в западной части и средним палеозоем; 3) верхний ярус осадочного чехла, сложенный спокойно лежащими толщами тунгусской серии (верхний палеозой — нижний триас).

Докембрийский фундамент в пределах синеклизы выходит только в области небольшого *Чадобецкого поднятия*, расположенного к востоку от Енисейского массива. В области этого поднятия докембрий представлен метаморфизованными и сложнодислоцированными толщами протерозоя.

Рифейские отложения не установлены.

Осадочный чехол синеклизы сложен почти исключительно палеозойскими образованиями.

Кембрий сложен известняками и доломитами. В основании разреза и в верхней его части встречаются песчаники, конгломераты и мергели. В кембрийских отложениях встречается фауна трилобитов. Мощность кембрия до 1500 м.

Ордовик. Для нижнего и верхнего ордовика характерны преимущественно карбонатные породы — известняки и доломиты с фауной брахиопод, ортоцератид, остракод, мшанок. Изредка встречаются красочетные конгломераты и песчаники с гипсом. В среднем ордовике преобладают пестроцветные обломочные породы с редкими прослоями известняков и доломитов. Мощность ордовика не более 900 м.

Силур представлен граптолитовыми сланцами, известняками, доломитами, мергелями. В этой толще содержится богатая и разнообразная фауна брахиопод, кораллов, строматопор. Верхняя часть разреза сложена красочетными гипсоносными породами без фауны. Мощность силура не более 500 м.

Девон распространен мало, главным образом в Норильском районе, где он представлен всеми отделами. Это толща морских, лагуновых и континентальных отложений — доломиты, мергели и аргиллиты с прослоями известняков, гипсов и ангидритов, в которой найдены многочисленные остатки панцирных рыб и брахиопод. Мощность этих отложений более 700 м. Здесь же в Норильском районе и в некоторых других местах известны турнейские известняки и доломиты.

После турнейского века начинается прогибание Тунгусской синеклизы, которая именно с этого времени существует как самостоятельный тектонический элемент Сибирской платформы. Она заполняется толщей отложений тунгусской серии. Эта серия делится на три свиты (толщи): продуктивную, туфогенную и лавовую.

*Продуктивная (угленосная) свита* сложена обломочными породами и содержит большое количество пластов каменного угля. Некоторые пласты имеют большую мощность. На контактах с интрузиями траппов угли превращены в графит. Мощность угленосной толщи небольшая — несколько сотен метров и только в западной части синеклизы она увеличивается до 1500 м. Время ее образования карбон — нижняя пермь. Это толща лимнического типа, содержащая большое количество растительных остатков.

*Туфогенная (корвунчанская) свита* сложена агломератами\*, туфами базальтов, порфиринов и андезитов, туффитами, туфопесчаниками, туфобрекчиями, туфоконгломератами. Изредка встречаются горизонты осадочных пород континентального происхождения. Мощность туфогенной свиты от нескольких десятков метров до 700—800 м. Время ее образования по остаткам флоры, рыб и ракообразных (эстерий) определяется как верхняя пермь — нижний триас.

*Лавовая (путоранская) свита* распространена широко и имеет наибольшую мощность (до 1500 м) в области плато Путорана. Сложена она главным образом лавами. Они имеют основной, а на севере и ультраосновной, и щелочной состав. С лавами связаны интрузии того же состава, а также трубки взрыва. Они заполнены агломератами основного и ультраосновного состава и кимберлитом. Возраст этой свиты по остаткам флоры и фауны определяется как триасовый, а возможно, и нижеюрский.

После накопления лавовой свиты прогибание Тунгусской синеклизы, в сущности, прекращается. Из более молодых отложений здесь представлены нижняя юра и четвертичные.

Нижнеюрские континентальные толщи распространены на юго-востоке, где они заполняют Ангаро-Вилюйский прогиб.

Четвертичная система представлена ледниковыми, аллювиальными, делювиальными и озерно-болотными отложениями.

#### ВИЛЮЙСКАЯ СИНЕКЛИЗА

Эта синеклиза представляет собой синклинальную складку, шарнир которой погружается в северо-восточном направлении. Углы падения ее крыльев не превышают 2—3°, причем в юго-западном направлении крылья становятся более пологими.

В пределах синеклизы выделяется ряд осложняющих ее структур. Наиболее крупными из них являются две впадины — *Кемпендяйская* и *Линденская*. Они приурочены к осевой части синеклизы. В Кемпендяйской впадине наблюдается ряд диапировых складок — *Кемпендяйские дислокации*. Это соляные купола. Соль, слагающая ядра этих складок, имеет предположительно нижнекембрийский возраст. Эта синеклиза заложилась еще в кембрийское время как крупный поперечный прогиб в фундаменте Сибирской платформы. В мезозое она развивалась в тесной связи с Приверхоанским предгорным прогибом, с которым она постепенно сливается в низовьях Вилюя. Свои современные очертания она приобрела в юрское и меловое время.

В фундаменте Вилюйской синеклизы лежат байкальские складчатые сооружения. Чехол сложен толщей палеозойских и мезозойских отложений, мощность которых увеличивается в северо-восточном направлении до 8 км.

Кембрийские, ордовикские и силурийские отложения выходят по окраинам синеклизы, на склонах соседних поднятий, при описании которых эти отложения и были описаны. Они глубоко погружаются к осевой части синеклизы. Это толща терригенных, соленосных и карбонатных пород мощностью более 3 км.

Девон выходит в области Кемпендяйских складок. Здесь развита толща (до 500 м) лагунно-континентальных образований среднего палеозоя, перекрывающая соляные купола. Основание этой толщи сложено девонскими красноцветными карбонатными и терригенными отложениями с прослоями гипса, туфов и туффитов. Верхняя часть толщи относится уже к нижнему карбону.

\* «Агломерат — скопления грубых обломков горных пород и минералов, преимущественно вулканического происхождения, ... не окатанных водой». (Геологический словарь).

Пермские отложения по целому ряду геофизических и геологических данных предполагаются в северо-восточной половине синеклизы.

Нижний триас представлен красноцветными аллювиальными образованиями в осевой части синеклизы. Другие отделы триаса неизвестны.

Из всех отложений, заполняющих Вилюйскую синеклизу, лучше всего изучены широко распространенные здесь юрские и меловые.

Юра. Нижний лейас представлен песчаниками и конгломератами с многочисленными остатками спор и пыльцы папоротниковых и голосеменных. Средний и верхний лейас и основание средней юры сложены морской песчано-алевролитоглинистой толщей с прослоями известняков. В этой толще найдена фауна аммонитов и пелеципод. Мощность этих отложений 150—200 м. Верхняя юра образует вместе с нижним мелом единую терригенную толщу с многочисленными остатками флоры, содержащую мощные (10—30 м) пласты угля. Мощность угленосных отложений в осевой части синеклизы до 2000 м. Из юрских отложений в области Усть-Вилюйска получены мощные газовые фонтаны и небольшие притоки нефти.

Верхнемеловые аллювиальные пески и песчаники развиты только в центральной части синеклизы.

В низовьях Алдана известен верхний неоген. Он представлен песчано-глинистыми континентальными образованиями, содержащими кости мамонтов.

Четвертичная система сложена аллювиальными, делювиальными и озерно-болотными отложениями.

#### ХАТАНГСКИЙ ПРОГИБ

Изучен он очень слабо. Его основание сложено палеозойскими отложениями, которые погружаются в сторону прогиба со стороны Таймыра и Сибирской платформы: На палеозое залегают мощные толщи морских отложений триаса и мела. В восточной части они сильно смяты. В западном направлении складчатость становится все более пологой. В районе бухты Нордвик, на востоке, известны соляные купола.

#### ИРКУТСКИЙ АМФИТЕАТР

Эта часть Сибирской платформы отличается сложным строением и слабо изучена. Здесь выделяются (см. рис. 96): *Канская и Рыбинская впадины, Иркутский прогиб, Верхнеленская впадина, Ангаро-Илимский вал* и некоторые другие структуры, в том числе и зоны разломов. Они нередко ограничивают впадины.

В области Иркутского амфитеатра широко распространены рифейские, кембрийские, ордовикские, силурийские и юрские отложения и лишь иногда встречаются континентальные образования верхнего палеозоя.

Рифейские отложения слагают основание платформенного чехла. Это конгломераты, гравелиты, песчаники, элевролиты и доломиты, содержащие значительное количество спор.

Из кембрийских отложений широко распространены нижний и верхний кембрий. Нижний кембрий сложен песчано-глинистыми отложениями с прослоями известняков, доломитов, мергелей, ангидритов и гипсов, соленосной свитой и толщей карбонатных отложений, в которой встречается богатая фауна трилобитов и брахиопод. Мощность нижнего кембрия 1700—3000 м. Среднекембрийские известняки и доломиты небольшой мощности (до 150 м) встречаются редко. Верхний

кембрий, к которому на Сибирской платформе повсеместно относят *верхоленскую свиту*, представлен однообразной толщей красноцветных континентальных и мелководных морских отложений с трилобитами и другой фауной. Мощность этой свиты 200—400 м.

Ордовик сложен толщей пород преимущественно морского происхождения, причем в центральных областях преобладают карбонатные отложения, а ближе к поднятиям (Прибайкальскому и Присаянскому) — песчаники и конгломераты. В этой толще найдено много брахиопод, гастропод, ортоцератид, трилобитов. В верхней части разреза развиты красноцветные толщи с прослоями гипса. Мощность ордовика до 750 м.

Силур сложен красноцветными песчаниками с плохо сохранившейся фауной.

В Канской и Рыбинской впадинах известны континентальные песчано-глинистые отложения девона, карбона и перми. Они подстилают угленосные толщи юры.

Юра заполняет все впадины и представлена песчаниками, конгломератами и алевролитами с пластами каменного и бурого угля, часть которых имеет мощность до 70 м. Угли приурочены к средней юре. Мощность юры 400—800 м.

Четвертичные отложения сложены аллювиальными, делювиальными и озерно-болотными осадками.

#### ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ, ОСОБЕННОСТИ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ

Геологическая история Сибирской платформы не менее, если не более сложна, чем история Русской платформы, и комплекс полезных ископаемых этой платформы чрезвычайно разнообразен.

Полезные ископаемые Сибирской платформы можно разделить на те же две группы, что и на Русской платформе. Первые лежат в фундаменте платформы и связаны в основном с магматическими и метаморфическими процессами, вторые — в чехле. Однако в отличие от Русской платформы, далеко не все полезные ископаемые чехла имеют экзогенное происхождение. Среди них немало таких, которые образовались в результате магматических и метаморфических процессов. Эта особенность связана с тем, что на Сибирской платформе магматические процессы были широко распространены и в платформенную стадию развития.

В геосинклинальную стадию развития на Сибирской платформе сформировались богатейшие месторождения *железных руд*, которые так же, как и докембрийские железные руды Русской платформы связаны с джеспилитами саамид. Крупнейшим месторождением этого типа является Нижнеангарское — одно из месторождений огромного Ангаро-Питского железорудного бассейна. К Алданскому щиту приурочено крупное Южно-Алданское месторождение магнетитовых железных руд.

На Сибирской платформе известны также месторождения *золота*, часть которых связана с докембрием (саамский комплекс). К этой группе относятся месторождения Енисейского, Ленского и Анабарского районов.

К пегматитовым жилам докембрия в Забайкалье и в других областях Сибирской платформы приурочены давно известные месторождения *слоды*, а также *драгоценных и цветных камней*.

К месторождениям полезных ископаемых магматического и метаморфического происхождения, образовавшимся уже в платформенную стадию развития, относятся месторождения сульфидных руд

меди, платины, серебра, кобальта Норильского района, связанные с малыми интрузиями трапповой формации. С мезозойскими щелочными интрузиями связаны месторождения *золота* на Витиме и в северной части Енисейского кряжа. С траппами связаны также месторождения *графита* на р. Курейке и в других местах, образовавшиеся в результате контактового метаморфизма углей, и некоторые другие полезные ископаемые.

Комплекс полезных ископаемых, образовавшихся в платформенную стадию в результате процессов осадконакопления, не менее богат и разнообразен. Как и на Русской платформе, это прежде всего горючие ископаемые.

*Угольные* бассейны Сибирской платформы, в отличие от угольных бассейнов Русской платформы, имеют преимущественно мезозойский, юрско-меловой возраст. Это Вилюйский, Канский, Иркутский, Чульманский и др. В палеозое сформировался только один, но самый большой по площади Тунгусский бассейн. Запасы углей Сибирской платформы, каменных, коксуемых, бурых, различных марок и качества, в сущности, неограниченны.

*Нефть* известна давно, но крупные месторождения открыты всего несколько лет назад. Эта нефть связана с нижнекембрийскими отложениями Усть-Кутского района.

Месторождения *горючего газа* открыты в низовьях Енисея, в районе Усть-Порт, на востоке в долине Лены и в низовьях Вилюя, а также у Якутска. Газ связан с нижнемеловыми и юрскими отложениями.

Широко распространены в осадочном чехле платформы месторождения *каменной соли*, связанные на юге с кембрийскими, а на севере — с девонскими отложениями.

В различных местах встречаются месторождения *каолина, фосфоритов, бокситов* и других полезных ископаемых.

Так же как и на Русской платформе, уголь, нефть, газы связаны с синеклизами, прогибами, впадинами. По времени же образования они приурочены к периодам значительного прогибания, тогда как залежи солей формировались в моменты значительных поднятий всей или части платформы. Что же касается месторождений полезных ископаемых магматического и метаморфического происхождения, на Сибирской платформе, в отличие от Русской, они известны и в пределах синеклиз, хотя подавляющая их часть связана с областями поднятия фундамента.

## ГЛАВА 27

### ОБЛАСТИ ПАЛЕЗОЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

Области палеозойской складчатости представляют собой молодые платформы. В пределах СССР к ним относятся Урало-Сибирская эпипалеозойская платформа, западной ветвью которой является Скифская плита, и Монголо-Охотский пояс.

### ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ МОЛОДЫХ ПЛАТФОРМ

Тектоническое строение молодых платформ в общем сходно со строением древних платформ. Из крупных тектонических элементов, характерных для древних платформ, на молодых платформах отсутствуют только антеклизы. Однако в области молодых платформ выделяются и такие структурные элементы, которые на древних платформах отсутствуют. К ним относятся: кряжи, гряды, зоны поднятий, си-

стемы мегантиклиналей и мегасинклиналей, одиночные мегаантиклина-  
ли, моноклинали и зоны ступеней.

Кряжи — линейно вытянутые выходы фундамента протяжен-  
ностью от 500 до 1000 км. Наиболее крупные кряжи (Урал, Аппалачи,  
каледониды Норвегии) называют хребтами.

Гряды — небольшие (протяженность их не более 100 км) линей-  
ные выходы пород фундамента.

Зоны поднятий — это крупные положительные структуры уд-  
линенных очертаний, состоящие из нескольких отдельных поднятий, рас-  
положенных кулисообразно по отношению друг к другу. К их сводо-  
вым частям нередко приурочены своды и гряды — выступы и вы-  
ходы пород фундамента.

Одиночные мегантиклинали — это крупные антиклиналь-  
ные складки, осложненные, как правило, вторичными структурами.

Мегасинклинали — это крупные синклинальные складки, ос-  
ложненные вторичными структурами и приуроченные к областям по-  
гружения фундамента. В отличие от мегантиклиналей они не встре-  
чаются в одиночку.

Системы мегантиклиналей и мегасинклиналей со-  
стоят из примерно одинаковых по величине мегантиклиналей и мегасинклиналей, расположенных по отношению друг к другу кулисообразно. Эти системы протягиваются на 350—800 км при ширине 100—300 км.

Моноклинали — это структуры, для которых характерен одно-  
сторонний наклон слоев. Они развиты по окраинам плит в виде широ-  
ких (100—200 км) полос протяженностью до 1000 км.

Зоны ступеней образованы сочетанием моноклиналей с поло-  
гим (не более нескольких градусов) падением слоев и разделяющих их  
флексур с крутым (до нескольких десятков градусов) падением. Они  
протягиваются на 300—500 км, имея ширину 50—200 км.

Все вышперечисленные структуры характеризуются очень поло-  
гим падением пластов, которое выражается обычно долями градуса,  
несколькими градусами или первыми десятками градусов. Очень часто  
они осложнены более мелкими нарушениями — брахискладками, соля-  
ными куполами, валами, мульдами и др.

Так же как и древние платформы, молодые платформы состоят из  
фундамента и чехла, но чехол молодых платформ, в отличие от  
чехла древних платформ, имеет двухъярусное строение.

Нижний ярус чехла развит в пределах наиболее древних платфор-  
менных структур, которые сформировались до того как заложилась  
щиты и плиты — в грабенах и плоских обширных депрессиях. Отложе-  
ния этого яруса лежат на породах фундамента с резким угловым несог-  
ласием. Они обычно слабо смяты и лишь местами наблюдаются углы  
падения в несколько десятков градусов.

Верхний ярус чехла сплошным покровом перекрывает нижний ярус  
чехла и фундамент. Между отложениями верхнего яруса и нижележа-  
щими толщами также наблюдается угловое несогласие, более резкое  
в том случае, если отложения верхнего яруса ложатся прямо на  
фундамент.

## УРАЛО-СИБИРСКАЯ ЭПИПАЛЕОЗОЙСКАЯ ПЛАТФОРМА

Урало-Сибирская эпипалеозойская платформа расположена между  
Русской, Сибирской и Баренцовой платформами и альпийскими соору-  
жениями Альпийско-Гималайского складчатого пояса (см. рис. 96).  
С Русской платформой она граничит по Предуральскому краевому про-  
гибу. Краевые прогибы — Предкопетдагский и другие отделяют ее и от

альпийских сооружений Альпийско-Гималайского пояса. Северо-восточная часть Урало-Сибирской платформы граничит с древней Сибирской платформой по Быррангскому краевому прогибу. Восточная ее граница с Сибирской платформой и северная с Баренцовой — неясны. Они проводятся в основном по геофизическим данным в значительной мере условно.

Урало-Сибирская платформа это очень сложно построенное сооружение, формировавшееся с докембрия до четвертичного времени включительно. И сейчас на ее южной окраине — в Тянь-Шане, Алтае и Саянах происходят тектонические движения, для которых характерны очень большие амплитуды и скорости.

Урало-Сибирская платформа включает острова Северной Земли, полуостров Таймыр, острова Новой Земли, Карское море, о. Вайгач, хр. Пай-Хой, Уральский хребет, Казахскую складчатую страну, Тянь-Шань, Алтай, Кузнецко-Саянскую страну, Западно-Сибирскую и Туранскую плиты и Скифскую плиту. Все вышеперечисленные области, за исключением плит, представляют собой выходы палеозойского складчатого фундамента — щиты (Центральный Казахстан) и хребты (Урал и др.). В пределах плит имеются более мелкие выходы фундамента — кряжи, гряды, выступы (выступ Букантау, кряж Большой Каратау и другие).

Геологические и геофизические исследования показывают, что фундамент Урало-Сибирской платформы неоднороден: в нем выделяются области герцинской и каледонской складчатости, а в районе полуострова Ямал и устья Оби он имеет докембрийский возраст. Отдельные докембрийские массивы входят также в состав каледонских и герцинских сооружений Урала, Кузнецко-Саянской страны и других выступов фундамента.

К областям каледонской складчатости относятся северные дуги Тянь-Шаня, значительная северно-западная часть Центрального Казахстана, часть Горного Алтая, Кузнецко-Саянская область. Эти структуры прослеживаются и в фундаменте Западно-Сибирской плиты, куда они протягиваются со стороны Центрального Казахстана и Кузнецко-Саянской страны. Все остальные области Урало-Сибирской платформы, за исключением полуострова Ямал и низовий Оби, имеют позднепалеозойский, герцинский фундамент.

#### ГЛАВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ УРАЛО-СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ

О докембрийской истории этой платформы имеются лишь отрывочные, фрагментарные данные, которые пока не позволяют воссоздать более или менее законченную картину тех событий, которые происходили здесь в докембрии.

В палеозое Урало-Сибирская платформа прошла полный цикл геосинклинального развития и превратилась в горное складчатое сооружение.

Нижний палеозой. В кембрии здесь преобладало прогибание и накапливались различные морские отложения: терригенные, карбонатные и эффузивные. Наряду с этим уже в кембрии в юго-восточной части этого пояса происходили складкообразовательные движения каледонского тектогенеза и здесь возникли отдельные горные сооружения — Кузнецкий Алатау, Горная Шория и другие. Очень активно развивались и эффузивные процессы. Дальнейшее развитие каледонских движений еще более усложняет строение этого пояса: в юго-восточной части поднимаются молодые складчатые сооружения Северного Тянь-Шаня, значительной части Центрального Казахстана, Горного

Алтая и Кузнецко-Саянской области, на Урале закладывается Уралтауская зона глубинных разломов и появляются эвгеосинклиальная восточная и миогеосинклиальная западная зоны и т. д. К концу силура площади геосинклиальных морских бассейнов в Урало-Сибирском поясе значительно сократились.

В ордовике и силуре здесь накопились чрезвычайно разнообразные отложения. В западной зоне Урала — это различные осадочные образования морского происхождения, а в восточной — эффузивно-осадочные толщи. В юго-восточной части пояса, рядом с поднимающимися каледонидами, накапливались толщи разнообразных песчаников и конгломератов, а несколько дальше от них — известняки, флишевые отложения, а местами, например в Казахстане, и толщи эффузивно-осадочных отложений. В областях складчатых горных сооружений образовались интрузивные массивы, к которым приурочены месторождения золота, хрома, никеля, редких металлов и др.

Верхний палеозой. В это время в Урало-Сибирском поясе развиваются герцинские движения. В девоне они происходили еще очень слабо. В областях с геосинклиальным режимом в это время преобладало прогибание и накапливались разнообразные морские отложения. В западной зоне Урала это карбонатные толщи, содержащие нефть, а в восточной, как и в ордовике, — эффузивно-осадочные образования. В области Уралтауской зоны разломов в это время формировались массивы основных и ультраосновных пород и связанные с ними месторождения платины, хрома, никеля.

В карбоне, особенно в среднем, складкообразовательные движения развивались уже очень активно, а к верхнему карбону в Урало-Сибирском поясе почти повсеместно поднимаются складчатые сооружения, в ядрах которых формируются крупные интрузивные тела преимущественно гранитоидного состава. К этим интрузиям приурочены месторождения железа, золота, драгоценных камней, полиметаллов и других полезных ископаемых. Только западная зона Урала и Южный Тянь-Шань по-прежнему оставались областями, в пределах которых сохранялся геосинклиальный режим.

В нижней перми эти области превращаются в складчатые горные сооружения.

Складкообразование и поднятия, происходившие в карбоне и перми, обусловили формирование сложного и пестрого комплекса отложений.

Наиболее полный разрез геосинклиальных отложений карбона и перми имеется в западной зоне Урала. Карбон здесь представлен толщей карбонатных нефтеносных отложений, нижняя пермь — соленосными и гипсоносными отложениями, а верхняя пермь — грубообломочной толщей красноцветных континентальных пород. В восточной зоне Урала развиты только отложения двух первых отделов карбона: нижнего, в котором еще преобладают терригенные морские отложения, и среднего, сложенного толщей обломочных и даже грубообломочных пород морского и континентального происхождения.

В Кузнецко-Саянской стране, Казахстане и других областях каледонской складчатости в девоне, карбоне и перми происходило формирование впадин и прогибов: Минусинских впадин, Кузнецкого прогиба, Тенизской, Чуйской, Джезказганской, Карагандинской впадин, Киргизско-Иссык-Кульского прогиба и других, а также зон глубинных разломов, оконтуривших прогибы и впадины. Эти впадины заполнялись мощной толщей молассовых, континентальных угленосных, а местами и соленосных отложений и эффузивными образованиями. Последние представлены потоками основной лавы и туфами. Особенно широко они распространены в девонских отложениях.

Мезозой. В мезозое начинается платформенный этап развития Урало-Сибирского пояса.

В триасе этот пояс еще представлял собой складчатое горное сооружение, в пределах которого происходило образование грабенов и обширных плоских депрессий, заполнявшихся континентальными угленосными отложениями. Местами по разломам изливались лавы и выбрасывался вулканогенный материал, давший начало вулканическим туфам. Аналогичная обстановка сохранялась здесь и в первой половине юры.

В последующее время в связи с киммерийским тектогенезом здесь происходят глыбовые, блоковые перемещения по разломам и появляются щиты, массивы, плиты и другие платформенные структуры. Области опускания — плиты, прогибы, впадины — становятся местом осадконакопления и развития трансгрессий, особенно широких в верхнемеловое время. Плиты и прогибы заполняются континентальными и морскими отложениями — песками, глинами, опоками и др. С ними связаны месторождения нефти и газа. С киммерийскими движениями связано также образование складок и разрывных нарушений в толщах, накопившихся в грабенах и депрессиях.

В конце мезозоя Урало-Сибирский пояс уже представлял собой платформу.

Кайнозой. В течение почти всего палеогена в области Урало-Сибирской платформы сохранялась примерно та же обстановка, что и в верхнемеловое время: значительные части плит были перекрыты морем, в котором накапливались разнообразные пески, глины, опоки, а на юге — известняки. В конце палеогена Урало-Сибирская платформа испытывает общее поднятие, море покидает области плит, и в конце палеогена, в неогене и в четвертичное время здесь накапливаются континентальные отложения. Только на крайнем севере Западно-Сибирской плиты известны морские отложения четвертичного возраста.

В кайнозое в результате неотектонических движений происходит также формирование современного рельефа Урало-Сибирской платформы, который к этому времени был уже сильно сглаженным, выравненным. Омолаживаются герцинские и более древние складчатые сооружения. Они снова превращаются в высокие горы. Образуются Зайсанская, Джунгарская, Ферганская и другие молодые впадины. Эти движения продолжаются в области платформы и сейчас, причем наиболее активно они происходят на юге.

## ВЫСТУПЫ КАЛЕДОНСКОГО ФУНДАМЕНТА ЮЖНОЙ ОКРАИНЫ УРАЛО-СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

### Географическое положение, границы, тектоническое строение

Кузнецко-Саянская складчатая система занимает юго-восточный угол Урало-Сибирской платформы. Она граничит на северо-востоке с Сибирской платформой, на севере и западе с Западно-Сибирской плитой и Кольвань-Томской складчатой зоной, на юго-западе — с Алтаем и на юго-востоке уходит за пределы государственной границы СССР.

В Кузнецко-Саянской системе выделяют (рис. 102): древние внутренние массивы, ранние и поздние каледониды, значительно отличающиеся друг от друга продолжительностью геосинклинального этапа развития, и прогибы и впадины герцинского возраста.

К ранним каледонидам (их иногда называют салаиридами) относятся структуры Сангиленского массива, Сархойского (Окинского) и Джидино-Прибайкальского синклинория, Джебашского

*антиклинория*, расположенного между Западно-Саянским синклиниорием и Минусинской впадиной, *Батеневско-Беллыкской блоковой зоны*, протягивающейся от поднятия Горной Шории к северо-западному окончанию Протеросаяна и разделяющей Чебаково-Балахтинскую и Минусинскую впадины, структуры *Кузнецкого Алатау*, разделяющего Кузнецкий прогиб и Минусинскую впадину, и некоторые другие более мелкие структуры. Все они отделены друг от друга глубинными разломами и характеризуются глыбово-складчатым или блоковым строением. Разломы и сами структуры имеют северо-западное — саянское (на западе), и северо-восточное — байкальское (на востоке) простирание.

Формирование ранних каледонид происходило начиная с рифея и до среднего кембрия включительно. В верхнем кембрии они уже представляли собой складчатые горные сооружения, где в прогибах накапливались молассовые и молассоидные формации, слагающие орогенный ярус.

К поздним каледонидам относятся *Западно-Саянский синклиниорий*, западные районы Тувы и *Тувинский синклинальный прогиб*. Все эти структуры образуют сложное складчато-глыбовое сооружение. Складчатые структуры поздних каледонид были сформированы в ордовике и силуре.

В последующее время в орогенный этап развития, в Кузнецко-Саянской области образовались средне-верхнепалеозойские наложенные и унаследованные впадины и прогибы: *Тувинский прогиб*, *Усинская впадина*, *группа Минусинских впадин*, включающая *Назаровскую* и *Чебаково-Балахтинскую* (вместе их называют *Чулымо-Енисейской впадиной*), *Сыдо-Ербинскую* и собственно *Минусинскую*, или *Южно-Минусинскую* и ряд других впадин и прогибов.

Поздние каледониды ограничены зонами глубинных разломов, которые сформировались в кембрийское время. В пределах Кузнецко-Саянской страны они распространены очень широко и протягиваются на сотни километров. К этим зонам приурочены интрузии гипербазитов и зеленокаменная формация. По ним в различное время изливались лавы разнообразного состава.

Каледониды Горного Алтая (см. рис. 102) тесно связаны с каледонскими структурами Кузнецко-Саянской страны, к которым они примыкают почти под прямым углом в области юго-западной оконечности Западного Саяна. Каледониды Горного Алтая образуют полосу северо-западного простирания шириной 150—200 км и длиной 1000 км. Здесь выделяются *Холзунско-Чуйский антиклинорий* и *антиклинорий Монгольского Алтая* (за пределами СССР). Они тесно связаны и образуют единую структуру — *Монголо-Алтайский антиклинорий*, ограниченный разломами. На эти структуры накладываются внутренние впадины — *Коргонская*, *Калгутинская* и др.

Геосинклинальное развитие поздних каледонид Горного Алтая закончилось в конце силура — начале девона.

Каледониды Центрального Казахстана. Ранние каледониды в Центральном Казахстане отсутствуют. Значительную часть Центрального Казахстана слагают позднекаледонские структуры. Они образуют большую дугу, протягивающуюся от Чу-Илийских гор к горам Улутая, Кокчетая и Ерментау, а затем на Баян-Аул и хр. Чингиз. Эта дуга опоясывает Джунгаро-Балхашскую зону герцинских сооружений, которая расположена к юго-востоку от нее. Поздние каледониды Казахстана отделены от этой зоны системой разломов. На северо-востоке, западе и юго-западе они граничат с Западно-Сибирской и Туранской плитой. Часть северо-восточной границы проходит по Жарминской зоне разломов, отделяющей каледониды Казахстана от герцинских структур Жарминского синклиниория.

Наиболее крупными структурами этой зоны являются (рис. 103): Улутауский, Кокчетавский, Чингиз-Тарбагатайский, Тектурмасский и другие антиклинории и Восточно-Кокчетавский, Западно-Балхашский и Карагандинский синклинории. К складчатым структурам относится и сложно построенная Джалаир-Найманская зона смятия, протягивающаяся между Тектурмасским антиклинорием и Западно-Балхашским синклинорием. Все эти структуры имеют различное простирание и огра-

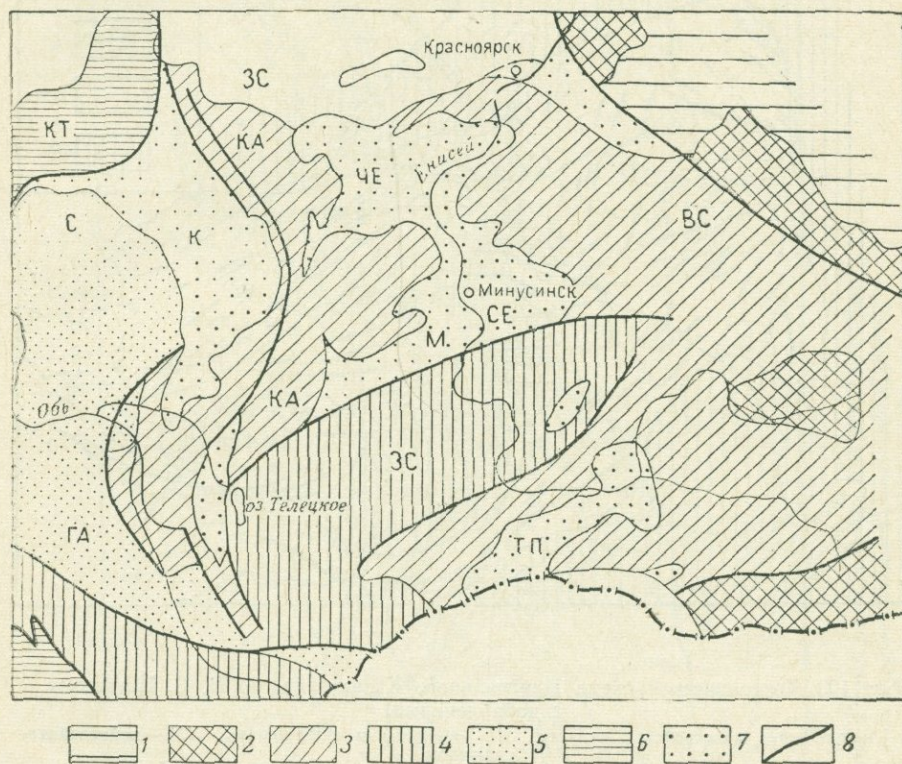


Рис. 102. Тектоническая схема Кузнецко-Саянской складчатой системы, по В. А. Кузнецову.

1 — Сибирская платформа; 2 — выступы докембрийского фундамента; 3 — раннекаледонские складчатые структуры; 4 — позднекаледонские складчатые структуры; 5 — раннегерцинская складчатая зона; 6 — позднегерцинские складчатые зоны; 7 — герцинские прогибы; 8 — глубинные разломы. ЗС — Западно-Сибирская плита; КА — Кузнецкий Алатау; ЧЕ — Чулымо-Енисейская впадина; ВС — Восточный Саян; СЕ — Сыдо-Ербинская впадина; М — Минусинская впадина; ЗС — Западный Саян; Т. П. — Тувинский прогиб; КТ — Колывань-Томская складчатая зона; С — Салаир; К — Кузбасс; ГА — Горный Алтай

ничены или осложнены глубинными разломами, в результате чего они имеют блоковое строение.

На складчатые позднекаледонские структуры накладываются средне-верхнепалеозойские межгорные впадины: Тенгизская, Джезказганская, Карагандинская и ряд других более мелких впадин. Некоторые из них являются унаследованными, например Карагандинская, сформировавшаяся на Карагандинском синклинории. Впадины ограничены зонами глубинных разломов.

Геосинклинальное развитие поздних каледонид Центрального Казахстана началось в рифе и продолжалось во внешней зоне каледонид (Улутау, Кокчетай и другие структуры внешней зоны) до конца силура, а во внутренней, прилежащей к Джунгаро-Балхашской зоне, до середины верхнего девона. Таким образом, внешняя зона каледонид превратилась в складчатое сооружение несколько раньше, чем внутренняя.

Каледониды Северного Тянь-Шаня (рис. 104) образуют полосу шириной 100—150 км, протягивающуюся на 1500 км. «Главная структурная линия Тянь-Шаня» (главный разлом), протягивающаяся от хр. Каратау в направлении хр. Терской-Алатау, отделяет их от герцинских структур, которые лежат к югу от этой линии. На севере они граничат с каледонскими и герцинскими структурами Центрального Казахстана. От последних их отделяет ряд неотектонических впадин.

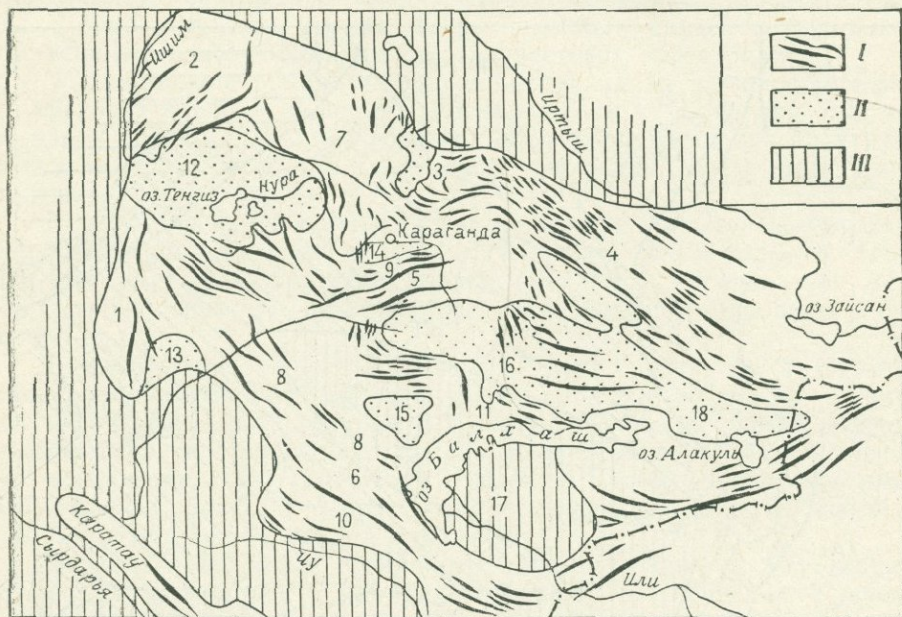


Рис. 103. Тектоническая схема Центрального Казахстана, по Н. С. Шатскому, с добавлениями.

I — направление палеозойских складок; II — впадины и синклиории; III — кайнозойские прогибы.

Антиклинории: 1 — Улутауский, 2 — Кокчетавский, 3 — Ерментауский, 4 — Чингиз-Тарбагатайский, 5 — Тектурмасский, 6 — Бурунтавский. Синклиории: 7 — Восточно-Кокчетавский, 8 — Западно-Балхашский, 9 — Карагандинский, 10 — Джалаир-Найманская зона смятия, 11 — Джунгаро-Балхашское поднятие. Впадины: 12 — Тенгизская, 13 — Джезказганская, 14 — Карагандинская (прогиб), 15 — Джайльминская, 16 — Северо-Балхашская, 17 — Прибалхашская, 18 — Алакульская

Каледониды Северного Тянь-Шаня имеют складчато-глыбовое строение и состоят из системы антиклинориев — *Таласского*, *Терского* и *Кунгейского* и *Киргиз-Иссык-Кульского* синклиория. Они отделены друг от друга и осложнены глубинными разломами. Все структуры имеют северо-западное и субширотное простирание.

На складчатые структуры наложены впадины, образовавшиеся в постгеосинклинальную стадию развития. Одни из них являются унаследованными, другие — наложенными. Это *Киргизско-Иссык-Кульский прогиб*, *Илийская впадина* и ряд более мелких. Впадины ограничены разломами.

Геосинклинальное развитие поздних каледонид Северного Тянь-Шаня закончилось к концу ордовика, то-есть раньше, чем каледонид внешней зоны Центрального Казахстана.

### Стратиграфия и литология отложений

В области каледонской складчатости особенно широко распространены протерозойские, рифейские и нижнепалеозойские отложения.

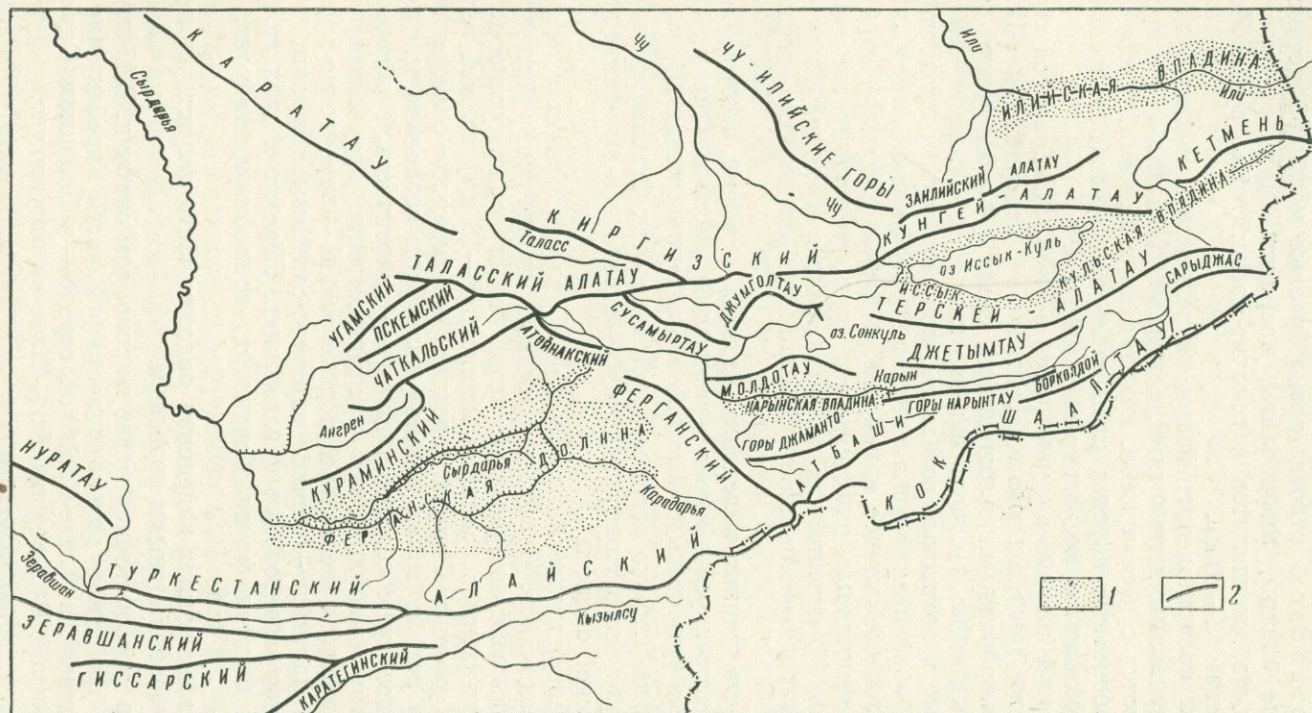


Рис. 104. Схема расположения хребтов Тянь-Шаня.

1 — межгорные впадины; 2 — основные хребты

Докембрий широко распространен в Северном Тянь-Шане и в антиклинориях северо-западной части Центрального Казахстана.

Архей сложен гнейсами, амфиболитами, сланцами, эклогитами, кварцитами, прослоями и линзами мраморов. Широко развиты также зоны гранитизации и мигматизации. Мощность архейских отложений измеряется несколькими километрами.

К протерозою относят разнообразные метаморфические и кристаллические сланцы, амфиболиты, кварциты, мраморы, железистые кварциты типа джеспилитов и гематит-магнетитовые руды. Мощность этих отложений 13—20 км.

Рифей представлен гнейсами, железистыми кварцитами, мраморами, известняками, доломитами, сланцами, лавами и туфами, которые переслаиваются с песчаниками, кварцитами и яшмами. Местами встречаются карбонатные породы, сложенные остатками водорослей. Мощность этих отложений несколько тысяч метров.

Кембрий широко распространен в Кузнецко-Саянской стране, на северо-востоке Центрального Казахстана и в Северном Тянь-Шане. Он сложен разнообразными отложениями, среди которых можно выделить три основных типа: 1) терригенные отложения — сланцы, алевролиты, граувакковые и аркозовые песчаники, конгломераты и брекчии; 2) вулканогенные образования типа спилито-кератофировой формации, претерпевшие зеленокаменное изменение, а также яшмы, порфириты и их туфы и 3) хемогенные, рифогенные и другие известняки, нередко мраморизованные. В известняках найдены археоциаты, трилобиты, брахиоподы, строматолиты. Мощность кембрийских отложений иногда достигает 25 км.

В области ранних каледонид верхний кембрий входит уже в состав орогенного яруса и имеет ограниченное распространение. Он представлен здесь молассовыми и молассоидными отложениями.

Ордовик широко распространен в хребтах Северного Тянь-Шаня, на территории всего Центрального Казахстана и в юго-западной части Алтае-Саянской области.

Характер ордовикских отложений в области ранних и поздних каледонид неодинаков. В области поздних каледонид в ордовике еще продолжалось геосинклинальное развитие, и ордовикские отложения здесь представлены в основном мощной (8—18 км) толщей геосинклинальных формаций. Однако характер ордовикских отложений и их мощность в разных зонах поздних каледонид неодинаковы, так как в ордовике здесь уже создается сложный тектонический рельеф. Рядом с поднятиями накапливались преимущественно граувакковые песчаники и алевролиты, несколько дальше от них — терригенно-кремнистые толщи, а в прогибах — флиш, глинисто-сланцевые породы, а также вулканогенные образования и известняки. Нередко в этих отложениях содержится богатая фауна брахиопод, трилобитов, табулят, граптолитов.

В пределах ранних каледонид ордовик часто отсутствует или представлен грубообломочными породами.

Силур распространен менее широко, чем ордовик. В Центральном Казахстане он развит только в восточной части (хребты Чингизский, Тарбагатайский), в Алтае-Саянской стране — в Западном Саяне и Тувинском прогибе. В Северном Тянь-Шане он отсутствует.

В Центральном Казахстане силур обычно сложен мощной (до 8 км) толщей осадочно-вулканогенных образований. В хр. Чингиз это терригенно-карбонатные отложения, андезито-базальты и редко кислые лавы и их туфы. На юго-западе развиты рифовые известняки, туфогенно-осадочные породы, покровы порфиритов и разнообразные по происхождению конгломераты, песчаники, туфопесчаники, яшмовидные слан-

цы и другие образования. В этих отложениях собрана богатая фауна брахиопод, кораллов, трилобитов, граптолитов.

В Западном Саяне силур сложен геосинклинальными терригенными и карбонатными отложениями мощностью 4—4,5 км.

В *Тувинском прогибе* он представлен сланцево-известняково-алевролитовой свитой флишoidalного типа и красноцветной морской молассоидной свитой. Мощность этих отложений до 3 км.

Девон. К этому времени геосинклинальный режим в пределах каледонской зоны был полностью ликвидирован. В девоне здесь происходило раздробление на блоки складчатого раннекаледонского основания, формировались новые и оживились старые зоны глубинных разломов, закладывались впадины и прогибы, к которым и было приурочено осадконакопление.

В группе *Минусинских впадин* в основании осадочного комплекса залегают кислые и основные эффузивы, вулканические брекчии, красноцветные обломочные породы, а также интрузии сиенитов, габбро-сиенитов, щелочных гранитов. Изредка встречаются морские отложения с фауной брахиопод, кораллов, трилобитов, по которым возраст этой толщи определяется как средне- и верхнедевонский. Выше лежат красноцветная молассовидная формация, а затем карбонатно-терригенные отложения. По остаткам рыб, остракод, а местами брахиопод и кораллов и по растительным остаткам эта толща относится к верхнему девону. Ее мощность до 3 км.

Во впадинах *Центрального Казахстана* девон также сложен эффузивно-осадочными красноцветными толщами, красноцветной молассой и карбонатными морскими отложениями. На юго-западе Джезказганской впадины и по окраинам Чуйской среди девонских отложений развиты галогенные образования. По восточной окраине каледонских сооружений Центрального Казахстана в девоне сформировался своеобразный краевой вулканический пояс. Он протягивается в северо-западном направлении от Западного Прибалхашья к Сарысу-Тенизскому водоразделу, откуда затем резко поворачивает на северо-восток.

В *Северном Тянь-Шане* во впадинах и прогибах известны только континентальные красноцветные песчаники и конгломераты верхнего девона мощностью до 2,5 км, а на востоке — континентальные кислые эффузивы и их туфы.

Карбон и пермь широко распространены в Центральном Казахстане, в Северном Тянь-Шане и в Алтае-Саянской области.

В *Минусинских впадинах* — это терригенные, туфогенные, кремнистые и угленосные отложения. Мощность этой толщи до 4 км. Нижняя ее часть по остаткам рыб и пелеципод относится к нижнему карбону, а верхняя — угленосная, содержащая многочисленные растительные остатки, имеет возраст от верхнего визе до перми включительно.

В *Карагандинском прогибе* каменноугольные и пермские отложения образуют две толщи: нижнюю, карбонатную (200—300 м), по возрасту относящуюся к турнейскому ярусу, и верхнюю, угленосную (2—2,5 км) с прослоями туфов, образование которой началось в визейском веке и закончилось в верхнем карбоне. В карбонатной толще содержатся остатки пелеципод и другая фауна. Угленосная толща по своему происхождению неоднородна: нижняя ее часть — параличская, верхняя — континентальная пестроцветная, содержит угли лимнического типа.

В *Северном Тянь-Шане* карбон представлен красноцветными терригенными отложениями с прослоями карбонатных пород. Иногда встречаются прослойки угля, горизонты порфиритов. Мощность карбона до 2,5—3 км. Пермские отложения в Северном Тянь-Шане отсутствуют.

Мезозойские и кайнозойские отложения распространены в пределах каледонид очень мало. Они встречаются только во впадинах.

Мезозой представлен юрой и лишь иногда мелом. Это обычно песчано-глинистые угленосные толщи с прослоями конгломератов и известняков, а также красноцветные терригенные континентальные и прибрежно-лагунные отложения (мел). Мощность их измеряется сотнями метров и лишь иногда увеличивается до 2 км.

Палеоген и неоген представлены континентальными, морскими и лагунными песчаниками, конгломератами, песками, глинами, мергелями и известняками-ракушечниками, опоковидными породами, гипсом, бобовыми железными рудами. Мощность их не превышает 100 м.

Четвертичные отложения сложены аллювиальными, золовыми, моренными (в области хребтов) и озерными образованиями.

### Полезные ископаемые

Каледонские сооружения очень богаты полезными ископаемыми, образование которых происходило и в геосинклинальную, и в последующую стадии развития каледонид.

Геосинклинальный комплекс полезных ископаемых приурочен в основном к нижнепалеозойским гранитоидным интрузиям и к осадочно-вулканогенным отложениям. Среди них промышленное значение имеют Джекказганское, Бошекульское, Коунрадское и ряд других месторождений *меди* в Казахстане. В Горной Шории, на юге Кузнецкого Алатау, в юго-западной части Восточного Саяна находится ряд крупных месторождений *железа* — Тельбесское, Шалымское, Таштагол и др. *Полиметаллические, вольфрамовые и молибденовые* месторождения Алтае-Саянской страны и Центрального Казахстана также имеют промышленное значение. Давно известны и разрабатываются месторождения *золота* в Кузнецком Алатау, Восточных Саянах и в Центральном Казахстане. В Центральном Казахстане находится также ряд месторождений *редких металлов*.

С интрузиями ультраосновных пород связаны *тальк, слюда*, а с пегматитами палеозойских гранитоидов — неметаллические полезные ископаемые.

С комплексом геосинклинальных эффузивно-осадочных образований связаны месторождения *марганца* в Кузнецком Алатау, *бокситов* в Восточном Саяне, *железистых кварцитов* в Карсакпайском районе в Казахстане, *фосфоритов* в Каратау и ряд других месторождений.

Молодые кайнозойские разломы и более древние, оживившиеся в кайнозое, несут *ртутное оруденение* (Тува, Кузнецкий Алатау, Горная Шория и другие).

Полезные ископаемые, образовавшиеся в постгеосинклинальную стадию развития каледонид, связаны в основном с экзогенными процессами. Из них наибольшее значение имеют месторождения *углей* (Карагандинский, Экибастузский, Минусинский и другие бассейны). С экзогенными процессами постгеосинклинальной стадии развития связано также образование *золотоносных, титаноносных, оловоносных* россыпных месторождений аллювиального происхождения. Чрезвычайно богат и разнообразен комплекс полезных ископаемых, используемых в строительном деле.

### ВЫСТУПЫ ГЕРЦИНСКОГО ФУНДАМЕНТА УРАЛО-СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

К ним относятся: Уральский хребет, Новая Земля, Таймыр, часть островов Северной Земли и ряд выступов южной окраины Урало-Сибирской платформы.

### Тектоническое строение

На южной окраине Урало-Сибирской платформы выступы герцинского фундамента не образуют единого массива, а отделены друг от друга выступами каледонского фундамента. Между этими структурами существуют очень тесная связь и постепенный переход от одних структур к другим. Поэтому границы между ними разными авторами проводятся по-разному и иногда носят условный характер.

Здесь выделяются следующие области выхода герцинского фундамента: Кызылкум-Тяньшаньская, Центрально-Казахстанская, Зайсанская, Анюйско-Чуйский и Уйменско-Лебедской синклинирии, Салаир, Колывань-Томская зона и Кузбасс.

Небольшие выходы герцинского фундамента имеются также в области Мангышлакской и Туаркырской систем дислокаций.

Кызылкум - Тяньшаньская область. Она делится на три основные тектонические зоны (см. рис. 104).

Первая, *Гиссаро-Каратегинская*, протягивается узкой полосой к северу и северо-западу от Душанбе. Это антиклинорий, образовавшийся на месте геоантиклинального поднятия.

Вторая, *Алай-Кокшаальская*, состоит из *Туркестано-Зеравшанского* и *Южно-Ферганского антиклинориев* и разделяющего их синклинория. Она протягивается к северу от Таримского массива.

Третья, *Чаткало-Нарынская*, располагается севернее Ферганской впадины и состоит из двух крупных антиклинориев — *Большого Каратау* и *Большого Нарына*. Это краевая зона герцинид, аналогичная краевой западной зоне Урала.

Центрально-Казахстанская область герцинид. Основными тектоническими элементами этой области являются (см. рис. 103) *Джунгаро-Балхашское* поднятие, расположенное к северу и юго-востоку от оз. Балхаш, и крупные впадины: *Прибалхашская*, *Северо-Балхашская*, *Алакульская*, *Илийская*. Сложно построенное Джунгаро-Балхашское поднятие осложнено глубокими прогибами. Наиболее крупным из них является *Саякская мутьда*.

Герциниды Центрального Казахстана имеют преимущественно северо-западное простирание.

Зайсанская зона. Она расположена между каледонидами Чингиз-Тарбагатайского мегантиклинория и Холзунско-Чуйского антиклинория (рис. 105). *Прииртышским глубинным разломом* вся эта зона делится на две части: юго-западную и северо-восточную. В юго-западной части выделяются следующие основные тектонические элементы: *Жарминский* и *Калба-Нарынский синклинории*, разделяющий их *Чарский антиклинорий* и *Прииртышский шовный антиклинорий*, расположенный к северо-востоку от Калба-Нарынского синклинория и ограниченный с северо-востока Прииртышской зоной разломов. В северо-восточной части расположены *Рудноалтайское поднятие* (Алейский антиклинорий) и *прогиб Южного Алтая*. В юго-восточной части Зайсанской зоны герцинские структуры перекрыты *Зайсанской впадиной*, к юго-западу от которой в хр. Саур и других продолжаются структуры юго-западной окраины этой зоны.

Анюйско-Чуйский синклинорий (прогиб) расположен между каледонскими сооружениями, от которых его отделяют зоны глубинных разломов. На юго-востоке от этого синклинория отходит Уйменско-Лебедской синклинорий (прогиб), похожий на среднепалеозойские прогибы, сформировавшиеся в области каледонид.



*Гиссаро-Каратегинской зон*, где к нему относят метаморфизованные песчаники, сланцы и карбонатные породы.

Кембрий распространен мало, а в области Центрального Казахстана он практически отсутствует. В *Тянь-Шане* известна мощная (до 3 км) толща кембрийских, преимущественно терригенных отложений, и только в верхней части разреза резко преобладают известняки и доломиты с трилобитами и другой фауной. Местами встречаются и эффузивы основного состава.

В области герцинид *Горного Алтая* полный разрез кембрия известен только в области Катунского горст-антиклинория. Здесь развита толща карбонатных, вулканогенно-терригенных и грубообломочных отложений, а также кремнистых и глинистых сланцев. Мощность этой толщи более 8000 м. В ней встречается богатая фауна трилобитов и археоциатов нижнего и среднего кембрия. Широко распространены здесь также отложения горноалтайской свиты, объединяющей верхний кембрий и часть нижнего ордовика. Это толща флишеидного типа, сложенная зелеными и фиолетовыми метаморфизованными терригенными отложениями, не содержащими фауны, мощность которой до 5 км.

Ордовик распространен здесь несколько шире, чем кембрий. В *Чаткало-Нарынской зоне* он имеет небольшую мощность, но представлен всеми ярусами. Нижний ордовик здесь очень тесно связан с кембрием и сложен известняками, глинистыми и кремнистыми сланцами, а средний и верхний — флишеподобной толщей песчаников, алевролитов и глинистых сланцев. В этих отложениях содержится богатая фауна граптолитов, трилобитов, брахиопод, табулят.

В герцинской части *Центрального Казахстана*, в области прогибов, встречаются ордовикские вулканогенные толщи и известняки, преимущественно органического происхождения. Терригенные отложения распространены мало. В области герцинид *Рудного Алтая* ордовикские отложения достоверно не известны. В *Ануйско-Чуйской* и *Уйменско-Лебедской* зонах Горного Алтая известны терригенные отложения, а также мергели и известняки нижнего и среднего ордовика мощностью 1600—1700 м.

Силур широко распространен в области Южного Тянь-Шаня, в центральных районах Казахстана, в Ануйско-Чуйской и Чарышской зонах Алтае-Саянской страны. Во всех этих областях он представлен разнообразными терригенными, карбонатными и эффузивными образованиями, мощность которых изменяется от 0,5 до 6 км. Это грауваки, конгломераты, песчаники, алевролиты, известняки, аргиллиты с линзами известняков, эффузивы и их туфы. В этих породах собрана богатая фауна граптолитов, брахиопод, кораллов.

Девон и карбон распространены в этой области наиболее широко.

Девонские отложения развиты в области Среднего и Южного Тянь-Шаня, Центрального Казахстана, в Алтае-Саянских герцинидах, Ануйско-Чуйском и Уйменско-Лебедском прогибах и в области Рудного Алтая. Во всех этих зонах они представлены толщами вулканогенно-осадочных образований, мощностью от сотен метров до 10 км. Это глинистые сланцы, известняки, доломиты, аргиллиты, песчаники, конгломераты, туфопесчаники и туфоконгломераты, лавы и их туфы. С эффузивами связаны кремнистые сланцы, яшмы. В этих отложениях найдены многочисленные остатки брахиопод, кораллов, мшанок, пелеципод, трилобитов и другой фауны. В *Уйменско-Лебедском* прогибе девон представлен толщей континентальных, лагунных и вулканогенных образований.

В карбоне геосинклинальный режим в герцинской зоне южной окраины Урало-Сибирского пояса был ликвидирован, и здесь возникли

складчатые горные сооружения. Эти преобразования происходили в основном в среднем карбоне. Поэтому нижний карбон здесь сложен еще довольно однообразными геосинклинальными отложениями, а средний и верхний отличаются значительной фациальной пестротой.

В области герцинид *Тянь-Шаня* и *Центрального Казахстана* карбон представлен всеми отделами: нижний — известняками, средний — в одних местах известняками, в других — терригенными породами с прослоями известняков и эффузивов, верхний — терригенными толщами. В Центральном Казахстане верхняя часть визе и намюр иногда угленосны. Мощность карбона более 6 км.

В *Алтае-Саянских* герцинидах нижний карбон представлен морскими отложениями. В области Рудного Алтая это алевролиты и аргиллиты с прослоями песчаников и известняков. В этих породах встречается богатая фауна брахиопод, мшанок и др. На юге Рудного Алтая развиты вулканогенные толщи с прослоями туфопесчаников и кремнистых сланцев. В некоторых синклинальных зонах нижний карбон имеет мощность 4000 м. Средний и верхний карбон в Рудном Алтае сложены лагунными и континентальными отложениями с остатками флоры, а также кислыми эффузивами и их туфами. Значительно реже встречаются морские отложения. Иногда карбон угленосен.

Пермские отложения распространены здесь значительно меньше, чем девонские и каменноугольные. Они обычно представлены молассовыми и вулканогенно-осадочными образованиями. Наиболее полный разрез пермских отложений известен в предгорьях *Алайского хребта*, где мощность их достигает 5 км. Это песчаники, сланцы, известняки с многочисленными фораминиферами, губками, кораллами, брахиоподами и другой морской фауной, и лежащие на них несогласно континентальные конгломераты, песчаники, алевролиты и эффузивы, а также песчано-глинистые угленосные отложения.

В области герцинид *Центрального Казахстана* пермские отложения пока что не выделены. В *Алтае-Саянах* к перми условно относят толщу вулканогенных пород мощностью до 200 м. В *Кузбассе* пермские отложения очень тесно связаны с каменноугольными и составляют с ними единую угленосную толщу. Это песчано-глинистые отложения, конгломераты, туфогенные песчаники, мергели и пласты угля (около 80 рабочих пластов).

Мезозойские отложения распространены на очень ограниченных площадях.

Триас. К нижнему триасу в Тянь-Шане условно относят верхнюю часть вулканогенных образований Чаткальской горной системы, имеющих в основном верхнепалеозойский возраст, а также конгломераты, песчаники и глины в Южной Фергане. Верхний триас представлен пестроцветными континентальными конгломератами, песчаниками и глинами. Мощность триаса 300—600 м. В триасовых отложениях содержатся остатки насекомых, рыб, амфибий, пелеципод и растений.

Континентальные отложения триаса в Кузбассе представлены аргиллитами, алевролитами, песчаниками, конгломератами, а также туфами, туффитами, диабазами. Их мощность 1500 м.

Юрские отложения распространены на юге Ферганского хребта. Это угленосные песчано-глинистые толщи *Восточно-Ферганского угольного бассейна* мощностью от 1000 до 3000 м. Они содержат остатки растений, пресноводных пелеципод, насекомых. Угленосная юра меньшей мощности (100—800 м) известна также в *Южной Фергане* и в некоторых других местах. Это отложения, накопившиеся в крупных озерных впадинах. Континентальными терригенными и угленосными образованиями небольшой мощности сложена юра и в области герцинид *Центрального Казахстана* и в *Кузбассе*.

Меловые отложения широко распространены в *Ферганской впадине*, где они представлены красноцветными конгломератами, глинами и песчаниками, среди которых встречаются горизонты морских терригенно-карбонатных отложений с фауной пелеципод и другой фауной и лагунных гипсоносных образований. Мощность меловых отложений до 1700 м. В других областях меловые отложения встречаются редко и имеют небольшую мощность.

Кайнозой, как и мезозой, распространен только в пределах впадин.

Палеоген сложен морскими, лагунными и континентальными отложениями — зеленые и красные глины, нередко содержащие гипс, косослоистые пески, кварцитовидные песчаники, галечники, конгломераты, опоковидные породы, известняки, доломиты и бобовые железные руды. В этих отложениях содержится фауна пелеципод, гастропод, млекопитающих, пресмыкающихся, а также остатки флоры. Мощность палеогена обычно от нескольких сотен до 1700 м. В Центральном Казахстане и Алтае-Саянах палеоген неотделим от неогена.

Неоген представлен континентальными образованиями. В Ферганской впадине он неотделим от нижнечетвертичных отложений. Это толща глин, песчаников, конгломератов, мергелей с гипсом и солью, в которой встречаются прослои известняков. Она имеет огромную мощность 5—6 км.

Четвертичная система сложена моренными и флювиогляциальными отложениями, лёссовидными суглинками, эоловыми, делювиально-пролювиальными, аллювиальными и некоторыми другими образованиями.

### Полезные ископаемые

Герциниды южной окраины Урало-Сибирской платформы очень богаты различными полезными ископаемыми.

Многочисленные и разнообразные месторождения связаны с массивами позднепалеозойских гранитоидов. В Южном Тянь-Шане это месторождения *молибдена, вольфрама, магнетита, халькопирита, полиметаллов, меди* и других полезных ископаемых. В Центральном Казахстане к гранитоидам Успенской зоны смятия приурочены месторождения *полиметаллов*. С 18-го века известны и разрабатываются *полиметаллические* месторождения Рудного Алтая, где выделяется несколько рудных поясов, приуроченных к определенным структурно-фациальным зонам. В пределах каждого пояса расположены месторождения *свинца, цинка, меди, серебра, золота*. На востоке Калба-Нарынской зоны известны месторождения *вольфрама* и *олова*, а на западе Калбы развиты *золоторудный пояс* и *молибденовые* и *вольфрамовые* месторождения. К северо-востоку от Рудного Алтая располагается *Горноалтайский редкометальный пояс*.

Кроме вышеуказанных известны и другие полезные ископаемые, связанные с магматическими и метаморфическими образованиями средне-позднепалеозойского возраста, причем, кроме рудных, среди них встречаются и нерудные полезные ископаемые.

В послегеосинклинальную стадию развития в этой области формировались полезные ископаемые исключительно осадочного происхождения. В Тянь-Шане к ним относятся месторождения нефти в Ферганской впадине, *бурых и каменных углей, соли* и разнообразных *строительных материалов*. В области герцинид Центрального Казахстана известны *угольные, марганцевые* и *железо-марганцевые* месторождения, а также россыпные месторождения *титана, золота* и *олова*, связанные с древними аллювиальными отложениями рек. В Алтае-

Саянской области большое значение имеют различные *строительные материалы*. Известны также небольшие залежи каменных углей и некоторые другие полезные ископаемые.

## УРАЛ

Урал представляет собой меридионально вытянутый выступ герцинского основания Урало-Сибирской платформы (см. рис. 96).

От Русской платформы он отделен *Предуральским краевым прогибом*. В восточном направлении в сторону Западно-Сибирской плиты складчатые структуры Урала постепенно погружаются и перекрываются мезо-кайнозойским осадочным чехлом. По геофизическим данным и данным глубокого бурения складчатые структуры Урала прослеживаются под осадочным чехлом на 100—200 км восточнее и на 400—500 км южнее их выходов на поверхность. На севере они перекрываются водами Ледовитого океана и только на Новой Земле выходят структуры, являющиеся продолжением западной зоны Урала.

### Тектоническое строение

Урал состоит из узких линейно вытянутых антиклинориев и синклинориев. В ядрах антиклинориев выходят структуры древнего догерцинского (доуральского) основания Урала. Простираание этих древних структур иногда совпадает с простираанием структур Урала. Однако гораздо чаще такое совпадение не имеет места. Особенно резкое отличие наблюдается на севере.

Антиклинории и синклинории Урала отличаются очень выдержанным меридиональным простираанием. Лишь в некоторых местах оно отклоняется от меридионального. Это особенно характерно для Северного Урала, где меридиональные простираания сменяются северо-восточными и северо-западными.

С запада на восток на Урале выделяются следующие зоны (рис. 106): 1) *Предуральский краевой прогиб*, 2) Краевые поднятия типа антиклинориев (*Башкирский, Кваркушский, Приполярного Урала, Полярного Урала, Пай-Хоя, о. Вайгач* и *южного острова Новой Земли*), 3) Западно-уральские синклинории (*Зилаирский, Нязепетровский, Верхнепечорский, Лемвинский* и ряд других на крайнем севере Урала), 4) *Уралтауская зона антиклинориев* (Центрально-Уральский антиклинорий), 5) Зеленокаменные синклинории (*Магнитогорский, Тагильский, Войкарский, Шучьинский*), 6) *Урало-Тобольский антиклинорий* (антиклинальная зона гранитных интрузий), 7) *Кустанайский* (Аятский, Восточно-Уральский) *синклинорий*.

Все эти структуры отделены друг от друга зонами глубинных разломов. Главный глубинный разлом (*Уралтауская зона разломов*) проходит по восточной границе Уралтауского антиклинория. По этой зоне все структуры восточного Урала опущены по отношению к западным.

Предуральский краевой прогиб состоит из системы более мелких прогибов, отделенных друг от друга небольшими поперечными поднятиями. С юга на север выделяются: *Бельский, Юрюзанско-Соликамский, Северо-Уральский, Воркутинский и Коротаихский прогибы* и разделяющие их поднятия — *горст Каратау, Полюдов Камень, поднятие Чернышева и антиклиналь Чернова*.

Формирование этого прогиба началось со среднего карбона и закончилось на юге в нижнем триасе, а на севере — в верхнем триасе. За это время в прогибах накопились мощные (до 9—10 км) толщи верхнепалеозойских преимущественно обломочных пород орогенного яруса (рис. 107). Это молассовые отложения. На севере с молассой связана параличская угленосная формация. В южной части про-

гиба, в тех местах, куда обломочный материал не поступал, так как этому мешали тектонические поднятия, накапливались мало мощные карбонатные отложения и галогенная соленосная формация, и только в конце перми и в этих местах стали накапливаться красноцветные молассовые отложения.

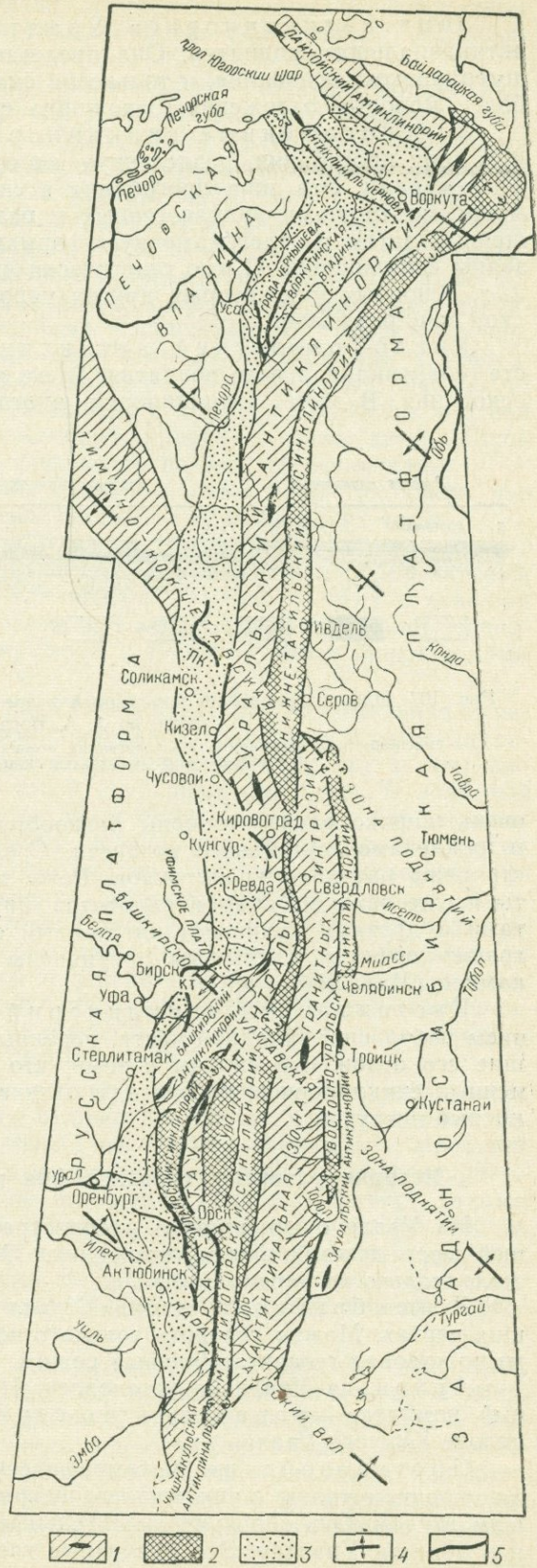
Западное крыло Предуральского краевого прогиба, накладывающееся на край Русской платформы, очень пологое, восточное — значительно более крутое. Породы, заполняющие прогиб, в западной части залегают моноκлинално, погружаясь на восток под углом не более нескольких градусов, и только на юге в Бельском прогибе развиты сложные формы соляной тектоники. В восточном направлении появляются сначала отдельные линейные складки, а еще ближе к Уралу крутые линейные складки, осложненные надвигами, развиты повсеместно.

Краевые поднятия западной зоны Урала. Это сравнительно широкие поднятия с крутыми крыльями. В ядрах этих поднятий выходят древние доуральские структуры.

Западноуральские синклиналии сложены почти исключительно сланцевыми толщами среднего палеозоя, образующими изоклиналные и чешуйчатые структуры. От Западноуральских поднятий, так же как и от Уралтауской зоны, синклиналии отделены глубинными разломами.

Рис. 106. Тектоническая схема Уральской зоны складчатости:

1 — антиклинории и антиклинали; 2 — синклиналии и синклинали; 3 — Предуральский краевой прогиб; 4 — зоны поднятий (ПК — Полюдов край; КТ — Каратау); 5 — разломы



Зона антиклинориев Уралтау возникла на месте геоантиклинального поднятия. Она представляет собой выходы древнего догерцинского основания, и только по окраинам этой зоны встречаются более молодые отложения, заходящие сюда из соседних прогибов.

Зеленокаменные синклинории представляют собой единую зону прогибания, разделенную на отдельные синклинории узкими перемычками. Эта зона прогибания в силуре и девоне заполнялась мощными толщами вулканогенных и осадочных образований, превращенных затем в зеленокаменную формацию, по имени которой и названы синклинории. С нею генетически связаны интрузии ультраосновных, основных и некоторых других пород, приуроченные к Уралтауской зоне разломов.

Урал-Тобольский антиклинорий образовался на месте геоантиклинального поднятия. В его ядре выходят породы древнего основания. В этом антиклинории, в отличие от других зон Урала,

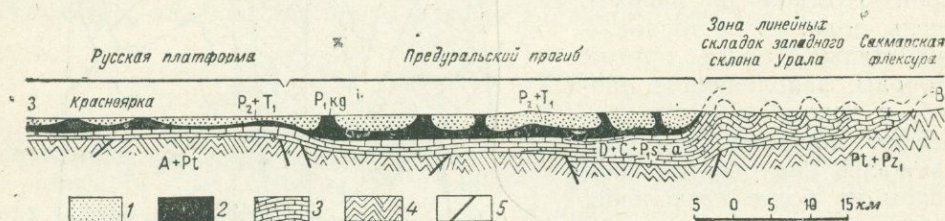


Рис. 107. Идеализированный поперечный разрез части Уральской зоны складчатости, по А. А. Богданову.

1 — красноцветная формация; 2 — галогенная толща кунгурского яруса; 3 — известняки; 4 — додевонский складчатый комплекс; 5 — сбросы

очень широко распространены разнообразные интрузии докарбонового и нижнекаменноугольного возраста. Среди них очень широко распространены батолиты гранитоидов. Реже встречаются сиениты и диориты и еще реже массивы перидотитов, пироксенитов, габбро. С батолитами и другими крупными интрузиями связаны пегматиты, аплиты и гранит-порфиры, к которым приурочены месторождения драгоценных камней (Мурзинка и др.).

Кустанайский синклинорий почти целиком, за исключением небольшой западной части, перекрыт осадочным чехлом. Слагающие его отложения сходны с теми, что развиты в области зеленокаменных синклинориев, но здесь, в отличие от последних, развиты гранитные интрузии.

### История развития, стратиграфия и литология отложений.

На Урале очень широко распространены палеозойские и в меньшей мере докембрийские отложения. Мезозой и кайнозой развиты мало, только по окраинам Урала.

Докембрийская история Урала не восстановлена даже в общих чертах. Можно говорить только о том, что в докембрии на Урале господствовал геосинклинальный режим.

Архей на Урале не установлен. Иногда к нему относят гнейсовый комплекс — тараташскую серию, развитую на западном склоне Южного Урала.

Протерозойские метаморфические породы нередко составляют единую толщу с нижнепалеозойскими и отделяются от них с большим трудом. Они образуют значительные выходы только на юге Урала и в области Уралтау. Это различные гнейсы, кристаллические сланцы,

железистые кварциты, мигматиты, амфиболиты, метаморфизованные эффузивы, мраморы и другие глубоко метаморфизованные образования, пронизанные гранитной магмой.

К рифею относят каратауский комплекс, наиболее полный разрез которого развит в *Башкирском антиклинории*. Это сложный комплекс отложений, в основании которого лежат грубообломочные породы, метаморфизованные эффузивы и их туфы, а выше — доломиты, магнезиты, углистые и глинистые сланцы, известняки с мощными горизонтами железных руд, песчаники, кварциты, филлитовидные сланцы и другие аналогичные образования, в общем сравнительно слабо метаморфизованные. В этих отложениях встречаются многочисленные остатки водорослей. Заканчивается разрез рифея пестроцветными лагуно-континентальными отложениями обломочного происхождения. Мощность всех этих отложений 12—15 км. Н. С. Шатский в 1945 г. впервые выделил их в самостоятельную рифейскую группу. Однако до сих пор далеко не все геологи согласны с этим и выделяют в верхней части этой группы отложений кембрий, ордовик и даже девон. Лишь для нижней части этой толщи рифейский возраст общепризнан.

Кембрийские отложения распространены мало. Возможно, что кембрий входит в состав вышеописанных метаморфических толщ.

На *Новой Земле* известны филлиты, филлитовые и хлоритовые сланцы, прослой кремнистых известняков и песчаники с остатками средне- и верхнекембрийских трилобитов. Мощность этих отложений до 1 км. На *крайнем юге*, в долине р. Сакмары выходят толщи зеленокаменных пород, кварциты и мраморы с археоциатами и брахиоподами нижнего кембрия.

Ордовик. В это время на Урале происходит значительная перестройка и обособление миогеосинклинальной западной и эвгеосинклинальной восточной зон, которые отделяются друг от друга активной формирующейся Уралтауской зоной глубинных разломов. В *западной зоне* в ордовике накапливается толща терригенных и карбонатных отложений с остатками брахиопод, эндоцератид, граптолитов и другой ордовикской фауны. В этой толще встречаются прослой основных эффузивов и их туфов, претерпевших зеленокаменное изменение. Мощность толщи до 4,5 км. В *восточной зоне* резко преобладают вулканогенные образования — спилитовые лавы, претерпевшие метаморфизм и превращенные в амфиболиты и зеленые сланцы. Эти породы переслаиваются с кварцитами, конгломератами, песчаниками, алевролитами и известняками. В них встречаются брахиоподы, трилобиты и другая фауна. Мощность этих отложений более 4 км.

Силур. В *западной зоне* в силуре по-прежнему накапливаются толщи терригенно-карбонатных отложений, составляющих единое целое с толщами ордовика. И только на самом крайнем юге зоны эти отложения переслаиваются с вулканогенными спилито-кератофировыми образованиями. Силурийские отложения содержат фауну граптолитов и брахиопод. Мощность силура в западной зоне 1200—1800 м. В *восточной зоне* в силуре, как и в ордовике, накапливаются вулканогенные образования с прослоями терригенных и карбонатных отложений, содержащих фауну брахиопод и граптолитов. Эти породы нередко образуют многокилометровые толщи.

Девон. В *западной зоне* накапливаются карбонатные отложения, содержащие богатую фауну брахиопод, кораллов и гониатитов, и лишь иногда встречается толща и горизонты терригенно-эффузивных и терригенных образований. Известняки, часто органогенного происхождения, нередко содержат значительное количество битумов и являются нефтематеринскими породами. Это доманик и инфрадоманик. В области Среднего и Северного Урала нижняя часть девона отсутст-

вует. Это связано, очевидно, с эпейрогеническим поднятием западной зоны в конце каледонского тектогенеза, которое удерживалось здесь и в начале девона. Мощность девонских отложений западной зоны не более 2,5 км. В *восточной* зоне по-прежнему накапливались толщи вулканогенных, терригенных и карбонатных отложений, содержащих разнообразную морскую фауну. С вулканогенными отложениями среднего девона на Южном Урале связаны яшмы и другие кремнистые породы. Мощность девона в восточной зоне Урала иногда более 3 км.

В нижнем девоне продолжается начавшееся еще в силуре формирование массивов ультраосновных и основных пород (перидотитов, дунитов, габбро-перидотитов) Уралтауской зоны.

**Карбон.** В *западной* зоне в течение всего карбона по-прежнему накапливаются карбонатные отложения с горизонтами терригенных пород, иногда имеющие характер флиша, и только визейский ярус сложен угленосными отложениями, содержащими промышленные пласты угля (Кизеловский бассейн). В этих отложениях содержится много фауны брахиопод, кораллов, а в угленосной толще много остатков лепидодендронов и другой флоры. Мощность карбона в этой зоне более 3 км. В *восточной* зоне в среднем карбоне происходят значительные складкообразовательные движения, сопровождающиеся общим поднятием зоны. Геосинклинальный режим здесь ликвидируется. В соответствии с этим в этой зоне широко развиты только отложения нижнего карбона, значительно меньше распространены средний карбон и совсем отсутствуют отложения верхнего карбона. Нижний карбон сложен карбонатными, терригенными и вулканогенными образованиями. Визейский ярус и здесь угленосен. В среднем карбоне уже преобладают песчано-глинистые отложения, а верхняя часть разреза нередко сложена континентальными красноцветными образованиями. Морские отложения содержат разнообразную фауну брахиопод, фораминифер, кораллов, гониатитов, а континентальные — многочисленные растительные остатки. Мощность карбона на востоке более 3 км.

Пермские отложения распространены только в *западной* зоне, куда они заходят из Предуральского краевого прогиба (см. рис. 86). Характер этих отложений указывает на то, что в нижней перми в западной зоне Урала тоже происходят складкообразовательные движения и поднятия и, таким образом, полностью формируется Уральская складчатая система.

Сакмарский и артинский ярусы перми представлены в западной части Предуральского прогиба главным образом карбонатными отложениями. В восточном направлении карбонатные породы замещаются все более грубым обломочным материалом, образующимся за счет разрушения поднимающихся герцинид восточной зоны Урала. В этой толще собрана фауна брахиопод, гониатитов, мшанок, многочисленные фораминиферы, рыбы. В кунгурском веке накапливаются доломиты, гипс, ангидрит, а затем и соли — галит, сильвин, карналлит. В этих отложениях найдены многочисленные растительные остатки и редкие пеллециподы, брахиоподы, гониатиты. Верхняя пермь представлена красноцветной континентальной молассой, содержащей редкие органические остатки. Мощность пермских отложений местами более 5000 м.

В мезозое и кайнозое Урал был областью поднятия, и мезо-кайнозойские отложения здесь распространены мало и представлены типичными платформенными образованиями.

К триасу в *западной* зоне Урала относится верхняя часть красноцветных континентальных отложений Предуральского краевого прогиба, а на юге известны континентальные песчано-глинистые отложения нижней и средней юры, в которых содержатся прослой углей, а также линзы бокситов и бурых железняков. На юге западной

зоны известны также континентальные и морские отложения мела, палеогена, неогена и четвертичных, подобные тем, которые развиты в Прикаспийской синеклизе.

В восточной зоне в триасе и юре происходит формирование узких грабен, в которых накапливаются континентальные осадочно-вулканогенные и угленосные отложения с растительными остатками (Челябинский грабен и др.). На Южном Урале известна также юрская кора выветривания и каолиновые глины, а также озерные и речные галечники и пески. В восточной зоне известны и морские верхнеюрские, меловые и палеогеновые отложения, накапливающиеся в береговой зоне моря, существовавшего в области Западно-Сибирской плиты. Это глины, глауконитовые и кварцевые пески и опоки. Неогеновые и четвертичные отложения восточной зоны широко распространены по окраинам Урала и представлены различными континентальными образованиями. Морские отложения встречаются чрезвычайно редко и только на крайнем севере.

### Полезные ископаемые

Урал — издавна известный и давно развивающийся центр горно-рудной промышленности нашей страны. Он чрезвычайно богат полезными ископаемыми, значительная часть которых (железо, платина, хром, никель, асбест и некоторые другие) имеет магматическое и метаморфическое происхождение.

С процессами осадконакопления связано образование железа, алюминия, калийных солей, магнезита, нефти, углей.

На Урале известно несколько сотен месторождений железа. Большая часть из них (гора Магнитная, Высокая, Благодать, Соколовское, Сарбайское, Качарское, а также месторождения Серовского, Ивдельского, Свердловского и некоторых других районов) приурочены к интрузиям кислых, средних и основных пород.

Месторождения хромистого железняка приурочены к змеевикам. Основные из них находятся в области Мугоджар и на восточном склоне Урала. Месторождения меди (Красноуральская группа, Кировоградская, Таналык-Баймакская, Блявинское месторождение, Сибайское, Бурибайское и др.) в основном связаны с зеленокаменными породами среднего палеозоя.

Месторождения платины связаны с интрузиями ультраосновных пород восточного склона Среднего и Северного Урала, а месторождения золота — с гранитоидами Южного Урала.

На Урале известны также многочисленные месторождения марганца, никеля, кобальта, алюминия, цинка и других металлов.

Промышленное значение имеют угли карбона Кизеловского, Алапаевско-Каменского и других более мелких угольных бассейнов и пермские угли Воркуты, а также триасово-юрские угли восточного склона Урала (Челябинское, Буланаш-Елкинское, Кушмурунское и др.). В западной части Предуральского краевого прогиба находятся некоторые месторождения нефти (Ишимбаевское и др.) Волго-Уральской нефтеносной провинции.

Большое значение имеют магнезиты Саткинского, Баженовского и других месторождений и Соликамское месторождение калийных солей. На Урале имеются неисчерпаемые запасы каменной соли, гипса, ангидрита. Во всем мире известны также драгоценные и поделочные камни Урала (изумруды, аметисты, топазы, бериллы, хрустали, яшмы, малахит).

Урал очень богат цементным сырьем баритом, фосфоритами, мраморами, строительными материалами и другими видами сырья. Практически на Урале имеются все полезные ископаемые.

Это крайний северо-восточный выступ герцинского фундамента Урало-Сибирской платформы, пока что еще мало изученный. От Сибирской платформы Таймыр отделен Хатангским прогибом. На Таймыре выделяется три зоны: 1) краевой прогиб, 2) зона карбонатных отложений палеозоя, 3) антиклинорий Северного Таймыра.

*Краевой прогиб* сложен верхним карбоном, пермью и нижним триасом. Это морские песчано-глинистые отложения иногда флишевого типа с прослоями углей и базальтовых траппов. Они смяты в резко выраженные линейные складки.

К северо-западу от прогиба располагается зона карбонатных палеозойских отложений, похожих на палеозойские карбонатные отложения Сибирской платформы и Верхояно-Чукотских киммерид. Эти отложения слагают огромный синклиниорий сложного строения.

*Антиклинорий Северного Таймыра* сложен в основном докембрийскими метаморфическими толщами, прорванными интрузиями нижнепалеозойских и девонских гранитов. До недавнего времени антиклинорий Северного Таймыра относили к каледонским структурам. Устанавливается также сходство этих структур с мезозоидами Тихоокеанского сегмента земной коры.

**ПЛИТЫ УРАЛО-СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ**

В области Урало-Сибирской платформы выделяются Западно-Сибирская, Туранская и Скифская плиты.

Геологическое строение плит начало выясняться лишь с 50-х годов в результате магнитных и гравитационных исследований, глубокого

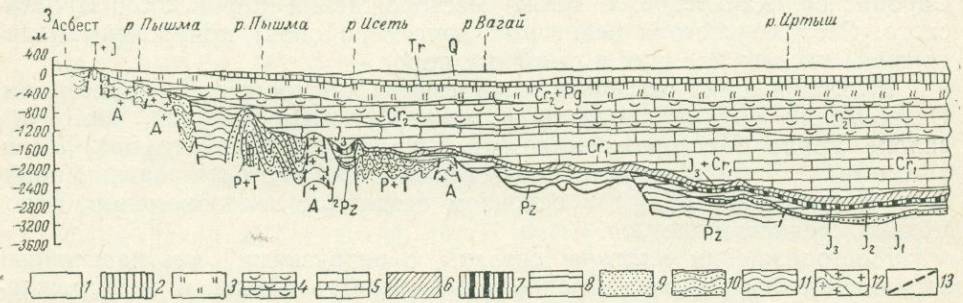


Рис. 108. Схематический геологический разрез части Западно-Сибирской плиты:

1 — четвертичные и неогеновые отложения; 2 — третичные отложения; 3 — отложения верхнего мела и палеогена; 4 — отложения верхнего мела; 5 — отложения нижнего мела; 6 — отложения верхней юры и нижней мела; 7 — отложения верхней юры; 8 — отложения средней юры; 9 — отложения нижней юры; 10 — пермо-триасовые вулканогенно-осадочные отложения; 11 — палеозойские отложения; 12 — архейские породы фундамента (кристаллические и невыясненного состава); 13 — предполагаемые сбросы

бурения и сейсморазведки. Эти методы позволили установить целый ряд особенностей в строении плит и, в частности, двухъярусное строение их чехла.

Нижний структурный ярус чехла сложен главным образом триасом и нижней юрой. Эти отложения нередко сильно смяты, так что местами наблюдаются углы падения до 80°. Кроме складчатых нарушений развиты сбросы, амплитуда которых часто достигает величины 1000—1500 м. Отложения нижнего структурного яруса заполняют узкие грабены, грабен-синклинали и обширные плоские депрессии (см. рис. 108).

Верхний структурный ярус чехла чаще всего начинается с отложений верхней юры или нижнего мела. Эти отложения залегают

на породах складчатого фундамента или нижнего яруса чехла с угловым несогласием и перерывом. Они не смяты и образуют сплошной осадочный покров.

## ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ ПЛИТА

Это самая большая плита. Ее площадь равна 3,5 млн. км<sup>2</sup>. На западе она ограничена Уралом, на юге каледонскими и герцинскими сооружениями южной окраины Урало-Сибирской платформы. Кустанайская седловина отделяет ее от Туранской плиты. На востоке она граничит с Сибирской платформой, на северо-востоке — с Таймырскими структурами. Северная окраина Западно-Сибирской плиты перекрыта водами Карского моря.

Наиболее крупными структурами Западно-Сибирской плиты являются синеклизы: *Омская*, *Ханты-Мансийская*, *Надымская* и *Усть-Енисейская*. В юго-восточном углу расположена значительно меньшая по площади *Тегульдетская впадина*. Все эти структуры отделены друг от друга зонами поднятий — *Тазовской*, *Сунгутской*, *Александровской* и *Средне-Васюганской*. Кроме этих поднятий выделяется еще *Северо-Сосьвинская мегантиклиналь*. По окраинам плиты вдоль Урала и Центрального Казахстана породы залегают моноклинально.

### Стратиграфия и литология отложений и полезные ископаемые

Фундамент Западно-Сибирской плиты изучен очень слабо. Он сложен докембрийскими, палеозойскими и нижнетриасовыми отложениями (рис. 108), которые вскрыты скважинами.

Докембрий представлен биотитовыми и биотит-роговообманковыми гнейсами и плагиогранитами.

Палеозой сложен кремнисто-глинистыми сланцами, песчано-глинистыми отложениями, карбонатными и вулканогенными образованиями. Среди этих отложений в разных местах по остаткам радиоларий, криноидей, брахиопод, мшанок и другой фауне выделяются кембрийские, верхнедевонские, каменноугольные и пермо-триасовые отложения. Габбро-диабазы пермо-триасового и нижнетриасового возраста образуют пластовые залежи, аналогичные траппам Сибирской платформы.

Чехол плиты формировался в основном с верхнего триаса. Его мощность в некоторых местах более 4000 м.

Триас и юра. В *западной части* плиты триас и нижняя, а нередко и средняя юра выполняют грабены и грабен-синклинали. Они представлены песчано-сланцевой угленосной серией, в основании которой залегают эффузивно-осадочные образования. В *центральных частях* плиты угленосные толщи слагают и среднюю юру, а верхняя юра представлена морскими отложениями. В угленосных отложениях встречаются споры и пыльца голосеменных, папоротниковых, отчасти плауновых и хвощей. В *северо-восточной части*, в Усть-Енисейском районе, вся юра представлена в основном морскими терригенными отложениями, содержащими довольно богатую фауну аммонитов, белемнитов, пелеципод. Мощность юры 500—600 м. Кроме углей, с юрой связаны месторождения нефти и газа.

Меловые отложения во многих местах выходят на поверхность. Они очень разнообразны. В *западных частях* плиты мел сложен морскими песчано-глинистыми отложениями и опоковидными породами, оолитовыми железными рудами и глауконитовыми песчаниками. Эти породы содержат довольно богатую фауну пелеципод, аммонитов, белемнитов. На *северо-западе* — прибрежно-морские и лагунные осадки. В *восточной части* плиты мел представлен континентальными обло-

мочными, нередко угленосными отложениями. Общая мощность меловых отложений 1500—3000 м. Мел, как и юра, нефтеносен.

В палеогене вплоть до среднего олигоцена в пределах большей западной части плиты по-прежнему удерживался морской режим и накапливались темно-серые глины, диатомиты, аргиллиты, марганцевые руды, глауконитовые песчаники, опоки и опоковидные глины, глины с линзами сидерита и стяжениями фосфорита. Мощность этой толщи в центральных частях плиты несколько больше 500 м. В ней встречаются аммониты, радиолярии, фораминиферы, пелециподы, гастроподы. На востоке в это время отлагались преимущественно континентальные терригенные отложения. В конце нижнего олигоцена происходит общее поднятие этой области, здесь повсеместно устанавливается континентальный режим и накапливаются толщи континентальных песчано-глинистых отложений мощностью до 250 м. С палеогеном связаны месторождения марганца.

Неоген распространен очень широко и сложен континентальными глинами, мергелями, песками, нередко содержащими гипс. В этих отложениях встречены остатки пресноводных моллюсков. В конце неогена на севере развивается трансгрессия и накапливаются песчано-глинистые морские отложения с остатками остракод, моллюсков, млекопитающих. Мощность неогена до 400 м.

Четвертичные отложения представлены ледниковыми, флювиогляциальными, эоловыми, озерно-речными, озерно-болотными, аллювиальными, морскими (на севере) и другими осадками, мощность которых 100—200 м.

#### ТУРАНСКАЯ ПЛИТА

Она имеет площадь более 2 млн. км<sup>2</sup>. На севере эта плита граничит с Мугоджарами, Уралом и Западно-Сибирской плитой, от которой она отделена *Кустанайской седловиной*, на востоке и северо-востоке — с каледонидами и герцинидами Центрального Казахстана и Тянь-Шаня, на юге и юго-востоке — с альпийскими сооружениями Альпийско-Гималайского пояса. Западная ее граница со Скифской плитой перекрыта водами Каспийского моря. На северо-западе по глубинному разлому она граничит с Прикаспийской синеклизой Русской платформы.

Герцинский фундамент плиты выходит не только по ее окраинам, в граничащих с нею палеозойских сооружениях, но и в пределах самой плиты, образуя *Кызылкумскую зону поднятий* (поднятия Букантау, Тамдытау), *поднятия Туаркырской системы дислокаций* и гряды — *Западный* и *Восточный Каратау* на Мангышлаке и *Султануизда* и *Кульджуктау* в Кызылкумах.

Кроме поднятий фундамента, в пределах Туранской плиты выделяются и другие структурные элементы: своды — *Центрально-Каракумский*, *Кара-Богазский*, *Нижне-Сырдарьинский*; синеклизы — *Тургайская*, *Чуйская*, *Сырдарьинская*; впадины и прогибы — *Барсакельмеская*, *Мургабская*, *Северо-Устюртский*, *Южно-Мангышлакский*, *Ассакеауданский*, *Хорезмско-Измаильский* и *Челкарский*; системы мегантиклиналей и мегасинклиналей — *Мангышлакская*, *Примугоджарская* и *Северо-Приаральская*; одиночные мегантиклиналы — *Нижне-Амударьинская* и *Кассарминская*; моноклиналы — вдоль Предкопетдагского краевого прогиба и другие; зоны ступеней — *Бухаро-Хивинская* и *Жетыйбайская*.

Так же как и в пределах других молодых плит, все эти структуры ослужнены более мелкими нарушениями.

## Стратиграфия и литология отложений и полезные ископаемые

Докембрийские, палеозойские и значительная часть триасовых отложений слагают фундамент Туранской плиты. Во многих местах они выходят на поверхность, а также вскрыты скважинами.

Докембрий представлен гнейсами, метаморфическими сланцами, кварцитами, кремнистыми породами и порфирами протерозойского возраста.

Нижний и средний палеозой сложен кварцитами, мраморизованными известняками, метаморфизованными глинистыми породами, а также терригенными, эффузивными и пирокластическими образованиями. Мощность отложений несколько тысяч метров. Часть отложений не содержит фауны и их условно относят к нижнему палеозою. Другая часть по фауне брахиопод и кораллов разделяется на силурийские, девонские и нижнекарбонные отложения.

В области Кызылкумских поднятий выходят и отложения верхнего палеозоя, представленные известняками и морскими терригенными отложениями, а также континентальными пестроцветными толщами и туффитами. По остаткам фораминифер и флоре среди этих отложений хорошо выделяется средний карбон.

Палеозойские толщи прорваны герцинскими интрузиями гранитов, гранодиоритов, а в Султануиздаге и интрузиями основных и ультраосновных пород.

Пермь и триас выходят на Мангышлаке и в области Туаркырской системы дислокаций. Это пестроцветные песчаники, алевролиты, глинистые сланцы, конгломераты, иногда известняки, туфы и средние эффузивы. Они имеют характер молассы. В этих отложениях встречаются аммониты и пелециподы, позволяющие выделять оба отдела перми и нижний триас. Мощность термо-триаса на Мангышлаке до 6,5 км.

Осадочный чехол плиты сложен рэт-лейасовыми и более молодыми образованиями.

Рэт и лейас представлены аргиллитами, алевролитами и песчаниками, содержащими многочисленные обугленные растительные остатки и пыльцу, споры папоротников, гинкговых, хвойных и других растений. Мощность отложений от нескольких сотен метров до 1,5—2 км. Они заполняют узкие грабены и грабен-синклинали.

Средняя и верхняя юра в западной части плиты сложены толщей отложений, нижняя часть которых представлена континентальными угленосными осадками, а верхняя — морскими терригенно-карбонатными образованиями, содержащими фауну аммонитов. Общая мощность юры 550 м. В восточной части плиты, в Приамударьинском районе юра представлена морскими и континентальными терригенными и карбонатными отложениями, соленосными толщами и континентальными красноцветами. С этой толщей, мощность которой изменяется от 0 до 1,5—3 км, связаны многочисленные месторождения нефти и газа Бухаро-Хивинской области, Центрально-Каракумского свода и Мангышлакского прогиба.

Меловые отложения представлены разнообразными осадками, имеющими очень непостоянную мощность. Особенно разнообразны отложения нижнего отдела. На Мангышлаке это морские песчано-глинистые толщи, известняки и мергели с остатками пелеципод и другой морской фауны и красноцветные континентальные глины. В северо-восточной части развиты только пестроцветные континентальные отложения. Верхний мел на большей части плиты сложен однообразной толщей глини, глауконитовых песчаников, мергелей и известняков, содержащих богатую фауну аммонитов, пелеципод, белемнитов. Как и юра, мел Туранской плиты нефтегазонасен. Его мощность больше 3 км.

Палеоген представлен не менее разнообразно, чем мел. На западе это глауконитовые пески, песчаники, известняки, мергели и глины. Они содержат разнообразную фауну — устрицы, остракоды, фораминиферы, остатки рыб, моллюски. Эти отложения очень похожи на палеоген Кавказа. На *севере*, в Тургайской синеклизе преобладают морские терригенные отложения, а на *юго-востоке* — известняки и доломиты. В этих областях разрез палеогена обычно заканчивается континентальными отложениями. Мощность палеогена не превышает 500 м.

Неоген распространен очень широко. На *западе* он сложен морскими и континентальными отложениями — песками, глинами, оолитовыми и ракушечниковыми известняками, мергелями, гипсом, конгломератами, а в *восточных районах плиты* — континентальными песчано-глинистыми толщами. Морские отложения содержат раковины пелеципод, гастропод. С миоценом связаны месторождения серы в Каракумах. Мощность неогена несколько сотен метров.

Четвертичные отложения представлены в *западной части плиты* песками и глинами бакинской, хазарской и хвалынской трансгрессий. Широко распространены аллювиальные речные и озерные отложения, а также современные эоловые пески.

### СКИФСКАЯ ПЛИТА

Она расположена между Русской платформой и альпийскими сооружениями Альпийско-Гималайского пояса и занимает Дунайскую низменность, Степной Крым и Северное Предкавказье. На западе она граничит с альпийскими структурами, на востоке, под водами Каспийского моря, — с Туранской плитой. В отличие от других плит, имеющих изометричные очертания, она вытянута почти в широтном направлении более чем на 1000 км, имея ширину не более 300 км. Ее считают западным ответвлением Урало-Сибирской платформы.

Почти на всей площади этой плиты герцинский фундамент перекрыт осадочным чехлом, и только в выступе Добруджи и в Донбассе герцинские структуры выходят на поверхность.

Основным структурным элементом ее фундамента является *Скифский синклиорий*. Он начинается в Северной Добрудже и протягивается через северную часть Черного моря, Северный Крым и Предкавказье. На севере по краевому шву синклиорий сочленяется с Украинским щитом. К востоку от щита он граничит с прогибом Большого Донбасса. На юге, в Предкавказье, под Предкавказским альпийским прогибом, Скифский синклиорий сочленяется с прогибом, который относится уже к структурам Кавказа (область Передового хребта). Эта зона сочленения пока что мало изучена.

Кроме Скифского синклиория выделяются *Ставропольский и Средне-Каспийский* (под дном Каспийского моря) *своды*, *Озек-Суатская* и *Тарханкутская* зоны поднятий, *мегантклиналь Карпинского* и *Ейско-Березанская* *мегантклиналь*, а также крупная *Валахская впадина* и *Маньчский прогиб*. Все эти структуры осложнены более мелкими нарушениями.

### СТРАТИГРАФИЯ И ЛИТОЛОГИЯ ОТЛОЖЕНИЙ, ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Самыми древними породами, которые вскрыты скважинами на глубине 1900—3500 м в пределах Степного Крыма и Северного Предкавказья, являются палеозойские сильно смятые и метаморфизованные отложения, слагающие складчатое герцинское основание. Это филлиты, глинистые и песчанистые сланцы, ангидриты,

доломиты и мергели, обычно плохо охарактеризованные фаунистически. В них встречаются остатки фораминифер (иногда единичные), головоногих, пыльца растений, позволяющие выделять отложения верхнего девона, карбона и нижней перми.

Верхняя пермь и триас разбурены скважинами в Восточном Предкавказье. Это толща обломочных пород континентального происхождения.

Платформенный чехол плиты сложен отложениями юры, мела и кайнозоя.

Юра в восточном Предкавказье и в Степном Крыму представлена глинами с прослоями песчаников и конгломератов, а в Ейском районе среди песчаников и глин встречаются прослои углей и эффузивно-туфогенные породы. Все эти отложения на основании микрофауны и фауны пелеципод относятся к средней и верхней юре. Их мощность 250—700 м.

Мел распространен повсеместно. Нижний мел сложен темными, нередко пиритизированными сланцеватыми глинами, алевролитами, песчаниками, в том числе глауконитовыми, и иногда известняками, а верхний — мергелями, известняками, белым писчим мелом. Эти отложения обычно содержат богатую фауну пелеципод. Их мощность очень изменчива, но не превышает 1500 м.

Мезозойские отложения Предкавказья содержат богатые запасы нефти и газа (Ставропольский свод).

Кайнозой в пределах плиты распространен очень широко. Он перекрывает все более древние отложения.

Палеоген в Северном Предкавказье представлен глинами, мергелями и мелководными известняками фораминиферовой серии и глинами и песками майкопской серии. В глинах майкопской серии содержатся многочисленные остатки рыб и редкая фауна моллюсков и фораминифер. В области Тарханкутской зоны поднятий палеоген сложен мелководными известняками-ракушечниками. Мощность палеогена очень непостоянная, но в общем не превышает 1700 м. Палеоген Предкавказья богат газом и нефтью (Ейско-Березанский конденсатный район, Ставропольский свод, Тарханкутская зона поднятий, Озек-Суатская группа нефтяных месторождений).

В неогене до середины среднего миоцена продолжали накапливаться глины и пески майкопской серии. Все более молодые неогеновые отложения представлены здесь очень разнообразно. Это глинистые породы, мергели, ракушечниковые, оолитовые и мшанковые известняки, пески, конгломераты. Они содержат богатую фауну пелеципод и других ископаемых. Известны и континентальные обломочные отложения. Мощность неогена до 2500 м.

Четвертичные отложения сложены песками, глинами и лёссовидными суглинками континентального происхождения местами до 400 м мощности. С современной эпохой связано образование солей в озерах Степного Крыма. В Северном Предкавказье распространены минеральные воды. В недрах Скифской плиты имеются огромные запасы термальных вод.

## ДОНБАСС

### ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Донбасс занимает особое место среди тектонических структур. Его природа разными исследователями понимается по-разному. Наиболее распространенная точка зрения, получившая отражение на последних тектонических картах, принадлежит Н. С. Шатскому. Он относил Дон-

басс к структурам типа краевых прогибов. Этот прогиб отделяет докембрийскую Русскую платформу от герцинских сооружений Скифской плиты. Он заложился в девоне. В последующее время в нем накопилась мощная толща отложений карбона, которые в результате герцинской складчатости были смяты, и на месте прогиба возникло герцинское складчатое сооружение — Донецкий кряж. Со складчатостью связан метаморфизм пород и углей Донбасса. Некоторые исследователи считают Донбасс особой внутриплатформенной геосинклинальной областью и даже киммерийским сооружением, основываясь на том, что и мезозойские отложения здесь смяты в линейные, хотя и очень пологие складки.

Главной осевой структурой, протягивающейся в центральной части Донбасса почти на 300 км, является *Главная антиклиналь*, которая на северо-западе переходит в *Дружковскую антиклиналь*. К северу от нее последовательно располагаются: 1) *Северная (Главная синклинальная) зона*, разделенная поперечным поднятием шарнира на *Боково-Хрустальскую* (на северо-западе) и *Должанско-Сулинскую* (на юго-востоке) части; 2) *Северная антиклиналь*; 3) *Синклинальная зона*, состоящая из серии пологих синклиналей; 4) *Северная складчатая зона* — область куполовидной тектоники; 5) *Преддонецкий прогиб (Задонецкая синклинальная зона)*, отделяющая Донбасс от Воронежской антеклизы. Четвертую и пятую зоны П. И. Степанов называл «*поясом северной мелкой складчатости*».

К югу от Главной антиклинали выделяются: 1) *Южная синклинальная зона*, которая поднятием шарнира делится на *Несветаевско-Шахтинскую* (юго-восточную) *мульду* и *Чистяковскую* (северо-западную), к северо-западу от которой расположена обширная *Бахмутская котловина*; 2) *Южная антиклинальная зона*; 3) *Южная синклинальная зона*, состоящая из серии пологих синклиналей и переходящая на северо-западе в *Кальмиус-Торецкую котловину*.

Все эти структуры осложнены многочисленными разрывными нарушениями.

В юго-восточном направлении структуры Донбасса погружаются под покров мезо-кайнозойских отложений Скифской плиты и постепенно переходят в складчатые сооружения ее герцинского фундамента. На северо-западе они также перекрываются более молодыми образованиями и, постепенно затухая, переходят в платформенные структуры Днепровско-Донецкой впадины.

Донбасс — область выхода угленосных отложений на поверхность. Эту область, а также юго-восточное продолжение Донбасса, где угленосные отложения перекрыты мезо-кайнозоем (Закрытый Донбасс), и Днепровско-Донецкую впадину вместе называют *Большим Донбассом*.

#### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ

Донбасс — очень крупный угольный бассейн паралического типа, сформировавшийся в каменноугольное время. Его угли — каменные, антрациты и коксующиеся — имеют большую промышленную ценность.

Самыми древними породами Донбасса являются девонские, главным образом континентальные осадочно-вулканогенные образования, залегающие на докембрийском кристаллическом фундаменте на юго-западе Донбасса. Это конгломераты, аркозовые и кварцитовидные песчаники, песчано-глинистые сланцы, прослой известняков и доломитов с остатками рыб, немногочисленных брахиопод и растительными остатками, а также порфириды, диабазы, кварцевые порфиры, трахилипариты, туфы. Мощность девона около 750 м.

Каменноугольные отложения распространены повсеместно и имеют мощность 10—12 км. Это песчано-глинистая толща, содержа-

щая более 200 пластов известняков и примерно столько же пластов углей. Имея небольшую мощность (не более 3 м, обычно 0,6—1,2 м), угольные пласты очень выдержаны по простиранию. Они появляются в визейском ярусе и встречаются во всей вышележащей толще до середины верхнего карбона. Наибольшую промышленную ценность имеют угли московского яруса.

Толща каменноугольных отложений содержит нередко обильную фауну брахиопод, фораминифер, растительные остатки. Она разделена на 15 свит: нижний карбон — на пять свит, средний — на семь и верхний — на три. Свиты обозначаются соответственными индексами —  $C_1^1$ ,  $C_1^2$ ,  $C_1^3$ ,  $C_1^4$ ,  $C_1^5$ ,  $C_2^1$ ,  $C_2^2$ ,  $C_2^3$ ,  $C_2^4$ ,  $C_2^5$ ,  $C_2^6$ ,  $C_2^7$ ,  $C_3^1$ ,  $C_3^2$  и  $C_3^3$ , а также последовательно буквами латинского алфавита, начиная со свиты А ( $C_1^1$ ) и кончая свитой Р ( $C_3^3$ ). Этими буквами обозначают обычно пласты известняков, имеющиеся в данной свите, а пласты углей — такой же, но маленькой буквой. Каждая свита имеет также и географическое название. Например, свита К ( $C_2^5$ ) — каменская, свита L ( $C_2^6$ ) — алмазная и так далее. Заканчивается разрез карбона *араукаритовой свитой* Р ( $C_3^3$ ). Она сложена континентальными пестроцветными песчано-сланцевыми отложениями, содержащими остатки стволов араукарий и редкими прослоями известняков.

Пермь развита на северо-западе Донбасса. Нижняя пермь сложена континентальными и морскими отложениями, содержащими зубы акул, многочисленные фораминиферы и другую фауну, а также растительные остатки. Эти отложения делятся на свиту медистых песчаников — пестроцветных песчаников с включениями минералов меди, известняково-доломитовую свиту и соленосную свиту.

Лежащая выше песчано-конгломератовая свита большинством геологов относится к верхней перми. Некоторые относят ее к триасу. Мощность пермских отложений до 2500 м.

Мезозой развит на северо-западе и представлен континентальными и морскими отложениями. Триас сложен пестроцветными песчано-глинистыми отложениями, юра — песчано-глинистыми отложениями с прослоями известняков, мергелей и бурых железняков, мел — песчаниками, мергелями и белым писчим мелом. Мощность мезозоя до 1500 м.

Из кайнозойских отложений распространены палеоген и четвертичные, совершенно аналогичные одновозрастным отложениям юга Русской платформы.

Донбасс — очень важный, давно эксплуатируемый угольный бассейн. Кроме того в Донбассе известно Никитовское *сурьмяно-ртутное* месторождение, *полиметаллы* в области Нагольного кряжа и ряд месторождений неметаллических полезных ископаемых — *флюсовых известняков, строительных материалов, солей* и др.

## МОНГОЛО-ОХОТСКИЙ СКЛАДЧАТЫЙ ПОЯС

Он протягивается в субширотном направлении между Сибирской платформой и каледонскими структурами, расположенными вдоль ее южной окраины, и Северо-Китайской платформой. От этих платформ Монголо-Охотские структуры отделены зонами глубинных разломов. На востоке эти структуры ограничены мезозоидами Сихотэ-Алиня, а на западе — каледонскими структурами Кузнецко-Саянской страны.

Тектоническое строение Монголо-Охотского пояса чрезвычайно сложно, его геологическая история до сих пор очень неясна, а вопрос о времени формирования его тектонических структур долгие годы остается дискуссионным. Целый ряд исследователей относят эту часть зем-

ной коры к герцинидам, другие — к мезозоидам (киммеридам). В настоящее время многие считают, что Монголо-Охотская область является переходной структурой между герцинидами и киммеридами.

Наиболее крупными структурными элементами этой области являются *Хингано-Буреинский массив, Тукурингеро-Джагдинский и Борщовочный антиклинории, Ононско-Газимурский и Хангай-Хэнтэйский* (в пределах Советского Союза расположена лишь меньшая, северо-восточная часть этой структуры) *синклинории и Зейско-Буреинская синеклиза.*

Для этого пояса чрезвычайно характерно широкое распространение впадин и прогибов тихоокеанской группы. К ним относятся *Пришилкинский, Верхнезейский, Амурско-Зейский, Буреинский, прогиб Большого Хингана* и др. Часть этих прогибов и впадин расположена за пределами Советского Союза.

#### СТРАТИГРАФИЯ И ЛИТОЛОГИЯ ОТЛОЖЕНИЙ И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Докембрийская история этого пояса до сих пор неясна. Архей и протерозой развиты в *Хингано-Буреинской зоне* и представлены гнейсами, кристаллическими сланцами, амфиболитами, слюдястыми кварцитами, мраморами и эффузивами основного состава, превращенными в толщу зеленокаменных пород.

Рифей сложен мощной (1,5—3 км) толщей сланцев, филлитов, песчаников, кварцитов, мраморизованных известняков и доломитов.

Палеозой. В раннем палеозое в этой области происходило энергичное прогибание и накопление геосинклинальных формаций.

Кембрий образует лишь небольшие выходы. Он сложен кремнистыми, углисто-глинистыми и другими сланцами, алевролитами, карбонатными породами и прослоями джеспилитов. В этих породах найдены остатки нижнекембрийских брахиопод и архециаты. Мощность этих отложений 1000—2500 м.

К ордовику условно относят толщу доломитов и известняков с прослоями глинистых сланцев и конгломератов, развитую в *Нерчинско-Заводском районе.* Мощность этих отложений около 1500 м.

Силур распространен мало. В *бассейне р. Зей* он представлен толщей 3—4 км, сложенной песчаниками, глинистыми и кремнистыми сланцами, прослоями туфов, туфопесчаников и покровами диабазовых порфиритов. В *Восточном Забайкалье* к силуру относят известняки и доломиты. В силурийских отложениях содержится богатая фауна брахиопод. Мощность силурийских отложений в Восточном Забайкалье 600—700 м.

В конце силура и в начале девона в Монголо-Охотской области происходят каледонские складкообразовательные движения и поднятия. Однако эти движения не привели к ликвидации геосинклинального режима. Более того, в последующее время эта область переходит к еще более активному прогибанию.

Девонские отложения распространены в тех же местах, где и силурийские, но значительно шире. Это разнообразные терригенные, карбонатные, кремнистые отложения, эффузивы и их туфы. Они содержат богатую фауну брахиопод и табулят. Мощность девона до 3000 м.

Карбон. В конце среднего и в начале верхнего палеозоя на севере этой области происходят герцинские складкообразовательные движения и связанные с ними поднятия и формируются многочисленные гранитные интрузии. В результате геосинклинальный режим в большей части этой области ликвидируется. Из всех отделов карбона здесь развит главным образом нижний. В *Восточном Забайкалье* он сложен

песчаниками и глинистыми и кремнистыми сланцами с линзами известняков, содержащих фауну брахиопод. К западу и юго-западу от Восточного Забайкалья распространены также диабазы, ортофиры и другие эффузивы и яшмы. Мощность нижнего карбона до 2500 м.

Пермские отложения развиты главным образом в *Восточном Забайкалье*. Они имеют мощность более 6 км. Это конгломераты, песчаники, алевролиты, аргиллиты с брахиоподами и мшанками, а также туфы и кремнистые породы.

Мезозой. В конце палеозоя и в начале мезозоя вся эта область испытывает общее поднятие, и поэтому отложения нижнего и среднего триаса распространены здесь очень мало. В верхнем триасе по северной окраине этой области начинают формироваться впадины и прогибы тихоокеанского типа, в которых накапливается комплекс песчано-сланцевых морских отложений верхнего триаса мощностью до 3 км. В них содержится такая же фауна, как и в верхнетриасовых отложениях Приморья и Яно-Колымской области. Очевидно, в верхнем триасе на севере Монголо-Охотского пояса существовал крупный прогиб, который соединялся с геосинклинальными прогибами Западно-Тихоокеанской зоны. В пределах этого прогиба выделялись участки более активного прогибания, которые впоследствии дали начало впадинам и прогибам.

В нижней юре зона наибольшего прогибания смещается к югу, к центральной полосе Монголо-Охотского пояса. В этой полосе также появились впадины, в которых накапливались мощные (до 6 км) толщи лейаса. Это главным образом морские отложения, представленные глинисто-сланцевой формацией с фауной аммонитов, пелеципод и другой фауной.

В средней юре в этих впадинах уже отлагаются преимущественно конгломераты. Очевидно, в это время появляются значительные поднятия — источник грубообломочного материала. В более восточных районах эти отложения содержат прослой эффузивов.

На границе средней и верхней юры тектонические движения развиваются более активно; отложения, накопившиеся во впадинах и прогибах, сминаются в довольно сложные складки, поднятия начинают преобладать, появляются новые, оживляются старые разломы, более активно развиваются эффузивные процессы. Морской залив исчезает, и в верхней юре во впадинах накапливаются континентальные эффузивно-осадочные толщи с растительными остатками. Их мощность до 2—3 км.

Меловые отложения имеют здесь ограниченное распространение и приурочены ко впадинам и прогибам типа грабен-синклиналей. Это эффузивно-терригенные и терригенные отложения преимущественно континентального происхождения, среди которых встречаются и угленосные толщи. В этих отложениях найдены кости динозавров и многочисленные растительные остатки. Мощность меловых отложений около 2 км.

В палеогене и в начале неогена происходило общее поднятие этой области, которое в позднем неогене сменилось резко дифференцированными глыбовыми перемещениями. Они привели к созданию современного рельефа этой области и образованию новых разломов, по которым местами изливалась базальтовая лава. В Зейско-Буреинском районе в палеогене и неогене накопилась толща песков, глин и галечников с бурым углем и лигнитом, общей мощностью до 250 м.

Четвертичные отложения аллювиального, озерного, делювиального, эолового, флювиогляциального и ледникового происхождения распространены повсеместно. Иногда они переслаиваются с основными эффузивами.

Во впадинах и прогибах, а также в области поднятий Монголо-Охотского пояса развиты интрузии гранитоидов: на западе — верхнетриасовые и верхнеюрские, на востоке более молодые — верхнеюрские, ниже- и верхнемеловые и палеогеновые.

#### ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Основная масса полезных ископаемых этой области приурочена к интрузиям гранитоидных пород мезозойского возраста. С ними связаны полиметаллы, олово, вольфрам, серебро, сурьма, мышьяк, золото, молибден, а из нерудных полезных ископаемых — флюорит.

Главная масса *полиметаллических* месторождений образует Приаргунский полиметаллический пояс, протягивающийся на юго-востоке этой области. Кроме свинца и цинка здесь встречаются серебро, сурьма и мышьяк. Месторождения *вольфрама* и *олова* образуют другой, оловянно-вольфрамовый пояс, расположенный северо-западнее Приаргунского. Здесь же встречаются и месторождения *полиметаллов*, *молибдена*, *золота*. На крайнем северо-западе Монголо-Охотского пояса развиты месторождения *золота*, *молибдена*, *мышьяка*.

Кроме полезных ископаемых, связанных с мезозойскими гранитоидами, здесь имеются *олово*, *вольфрам*, *золото*, *ртуть*, *железо* и другие металлы, приуроченные к интрузиям и зонам разломов домезозойского и послемезозойского возраста.

Из полезных ископаемых, связанных с экзогенными процессами, известны *железо* (Березовское месторождение), *уголь* (Букачачинское месторождение и др.) и россыпные месторождения *золота* и *олова*.

### ГЛАВА 28

#### ОБЛАСТИ МЕЗОЗОЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

Мезозойские структуры распространены на востоке СССР, где они образуют две области: Верхояно-Чукотскую и Сихотэ-Алиньскую.

##### ВЕРХОЯНО-ЧУКОТСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ

Она занимает большую часть северо-востока СССР и имеет площадь более 3,6 млн. км<sup>2</sup>. На западе, по Приверхоянскому краевому прогибу и крупному разлому, который протягивается вдоль западной окраины Сеттэ-Дабанского антиклинория, эта область граничит с Сибирской платформой. С востока и юга она ограничена Чукотско-Катазиатским вулканогенным поясом, отделяющим ее от кайнозойских сооружений Корякско-Камчатской зоны и Охотского моря. В северном направлении мезозойские структуры этой области прослеживаются на Новосибирских островах и о. Врангеля и далее почти до погруженной на дно моря Гиперборейской платформы. Очевидно, они простираются и в область подводного хребта Ломоносова.

##### ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

В пределах Верхояно-Чукотской области выделяются очень крупные срединные и остаточные массивы, антиклинальные и синклинальные зоны, антиклинории, синклинории, впадины и прогибы (см. рис. 96).

К массивам относятся *срединный Колымский* и *остаточные Омолонский, Тайгоносский* и *Охотский*. Блоки древних кристаллических пород имеются и в других местах. Остаточные Омолонский, Тайгоносский и Охотский массивы — это части древних докембрийских платформ. Огромный Колымский срединный массив построен сложнее: его цент-

ральная часть — это блок древнего кристаллического фундамента, а узкие окраинные поднятия являются структурами герцинского возраста. Мезозойские складчатые сооружения окружают Колымский и другие массивы, повторяя их очертания.

Огромная *Верхоянская антиклинальная зона* протягивается по западной окраине этой области на расстояние 1200 км. Эта зона сложена в основном пермскими отложениями, смятыми в большие линейные, преимущественно коробчатые складки. К югу от Верхоянской антиклинальной зоны расположен *Сеттэ-Дабанский антиклинорий*, в ядре которого выходит древнее складчатое основание.

Восточнее Верхоянской зоны расположена *Яно-Колымская синклиналичная зона*. Самым крупным синклинорием этой зоны является *Иньяли-Дебинский*. Эта зона сложена верхнетриасовыми, а отдельные области (*Иньяли-Дебинский синклинорий*) и юрскими отложениями. Они смяты в простые, обычно коробчатые складки. В области *Иньяли-Дебинского синклинория* развиты сильно сжатые складки. Здесь же имеется очень много нижнемеловых гранитоидных интрузий.

Северо-восточная часть Верхояно-Чукотской области занята *Березовской, Анюйской и Чаунско-Чукотской складчатыми зонами*. Березовская и Анюйская зоны разделены *Олойской впадиной*. Березовская зона сложена эффузивно-осадочными формациями среднего палеозоя и терригенными толщами верхоянского комплекса. В выступах этой зоны выходит складчатое палеозойское основание. Анюйская складчатая зона состоит из небольших горст-антиклинальных поднятий и разделяющих их крупных синклиналичных прогибов. В этой зоне развиты многочисленные интрузии гранодиоритов. Чауно-Чукотская зона, сложенная терригенными толщами верхнего триаса, отличается от Анюйской более простым характером складчатости.

Все вышеперечисленные структуры отделены друг от друга, а также от соседних с ними прогибов и впадин зонами глубинных разломов. Кроме продольных разломов, здесь нередко наблюдаются и поперечные, которые делят основные структурные элементы на отдельные блоки и глыбы.

Кроме вышеперечисленных структур в этой области имеется ряд прогибов и впадин: *Приверхоянский краевой прогиб, Зырянская, Олойская впадины* и др.

*Приверхоянский краевой прогиб* протягивается от устья Лены до *Сеттэ-Дабанского антиклинория*, глубоко вдаваясь в Вилюйскую синеклизу. Поперечными поднятиями (*Китчанское, Хараулахское*) он делится на отдельные впадины: южную — *Алданскую*, начинающуюся от устья Вилюя, *Ленскую* — от Вилюя до дельты р. Лены и *Лено-Анабарскую* — от дельты Лены до Хатангского залива.

*Приверхоянский прогиб* заполнен мощными толщами угленосных верхнеюрских и нижнемеловых отложений, а в средней части и верхнемеловой молассой. Эти отложения имеют наибольшую мощность в приверхоянском, более крутом крыле, где они смяты в резко выраженные линейные складки. Приплатформенное крыло более пологое (падение пластов 1,5—2°), мощность отложений здесь меньше, линейные складки отсутствуют, а вместо них развиты брахискладки.

#### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, СТРАТИГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ ОТЛОЖЕНИЙ

Докембрийская история Верхояно-Чукотской области, в сущности, почти неизвестна. Архей образует здесь небольшие выходы в области срединных массивов. Это кристаллические сланцы, гнейсы, амфиболиты. Протерозой распространен по окраинам *Колымского массива* и на *Чукотке*. Представлен он гнейсами, амфиболитами и сланцами с прослоями кварцитов и мраморизованных известняков. Их

мощность 2—5 км. В области Колымского массива известны и рифейские отложения, сложенные кварцитами, сланцами, известняками и доломитами, содержащими остатки водорослей. Мощность этих отложений до 3500 м.

В нижнем и среднем палеозое Верхояно-Чукотская область имела сложное строение. Она состояла из структур платформенного типа (Верхоянский хребет, древние срединные массивы) и разделяющих их длинных, широких и глубоких субгеосинклинальных прогибов. Во всех этих зонах в нижнем и среднем палеозое накапливались толщи преимущественно карбонатных отложений, а местами и эффузивных образований.

Палеонтологически охарактеризованные кембрийские отложения выходят в *Хараулахских горах*. Это известняки, доломиты, мергели с прослоями песчаников и аргиллитов, содержащие характерную фауну трилобитов. В других областях кембрий представлен аналогичными отложениями, но не содержит фауны и поэтому выделяется условно. В некоторых местах развиты и эффузивы. Кембрий имеет мощность 3,5—4 км.

Ордовик выходит по окраинам *Колымского массива* и в хр. *Сеттэ-Дабан*. Это известняки с прослоями мергелистых и глинистых сланцев и, иногда, песчаников. Эти отложения содержат фауну граптолитов, брахиопод, гастропод. Их мощность 2—4 км.

Силур встречается там же, где и ордовик, и представлен также доломитами и известняками с прослоями мергелистых и глинистых сланцев, содержащими богатую фауну граптолитов и кораллов. Мощность силура до 2—3 км.

Девон распространен в тех же местах, что и ордовик и силур, а также в *Омолонском массиве*. Это карбонатные породы с прослоями глинистых сланцев, песчаников и конгломератов, лагунные отложения — пестроцветные мергелистые сланцы, гипсы, ангидриты, а местами и вулканогенные образования. Девонские отложения содержат фауну брахиопод, панцирных рыб. Мощность девона до 3,5—4 км.

Карбон. В нижнем карбоне в прогибах еще накапливались преимущественно карбонатные породы, содержащие разнообразную и обильную фауну, а местами и вулканогенные толщи. В среднем карбоне в этой области развиваются герцинские движения. На месте субгеосинклинальных прогибов формируются пологие и широкие складки, которые причленяются к окраинам платформенных массивов. Одновременно рядом с этими структурами, а также за счет их дробления закладываются типичные геосинклинальные прогибы, и в последующее время, до конца мезозоя, Верхояно-Чукотская зона развивается уже как геосинклинальная область.

Совершенно изменяется и характер осадконакопления: начиная со среднего карбона и до средней юры включительно в геосинклинальных прогибах накапливаются преимущественно терригенные отложения, образующие мощный (11—13 км) верхоянский комплекс, нередко имеющий флишеидный характер. Это основной геосинклинальный комплекс Верхояно-Чукотской области. И только в областях платформенных массивов и причленившихся к ним герцинских структур по-прежнему накапливаются преимущественно карбонатные отложения небольшой мощности.

Верхний, а иногда и средний карбон, который выделяется условно, составляет основание верхоянского комплекса. Это темно-серые и черные песчаники и сланцы с редкими тонкими прослоями известняков.

Пермь, как правило, сложена такими же породами, как и карбон. В этих породах содержатся брахиоподы, пеллециподы, гастроподы,

гонитаты. В центральных частях области встречаются также песчано-сланцевые толщи с пластами каменного угля. Мощность перми 3,5—7,5 км. В области *Омолонского* и *Колымского массивов* накапливаются известняки, известково-глинистые сланцы, терригенные и туфогенные породы верхнего отдела перми, содержащие богатую фауну. Мощность этих отложений сотни и лишь иногда 2000 м. Нижняя пермь здесь отсутствует.

Триас распространен наиболее широко. Это все та же однообразная песчано-сланцевая толща флишеидного типа, и только в верхней ее части встречаются конгломераты, туфогенные песчаники и туффиты. В этой толще содержится богатая фауна аммонитов, пелеципод, брахиопод, гастропод, белемнитов, наутилоидей. Суммарная мощность триасовых отложений от 2 до 12 км. В области *Омолонского* и *Колымского массивов* нижний триас отсутствует, а средний и верхний представлены так же, как и верхняя пермь.

Юрские отложения распространены также очень широко. Нижняя и средняя юры слагают верхнюю часть верховьянского комплекса и представлены темными песчаниками и сланцами с богатой фауной аммонитов, иноцерамов и другой фауной. В некоторых местах распространены и туфы. Мощность юрских отложений до 4 км. В области *Колымского массива* все три отдела юры сложены вулканогенными образованиями мощностью до 8 км.

В верхнеюрскую эпоху в Верхояно-Чукотской области происходят крупные складкообразовательные движения и поднятия, а в самом конце юры начинается формирование гранитоидных интрузий. И только в некоторых геосинклинальных прогибах геосинклинальный режим сохраняется до раннего мела включительно, и здесь накопились песчаники, туфы и конгломераты. Движения сопровождалось образованием разломов и наложенных и унаследованных впадин, в том числе и Приверхоянского предгорного прогиба. Они заполнялись континентальной угленосной молассой и вулканогенными толщами.

В нижнемеловую эпоху напряженность тектонических движений усиливается. Они приводят к формированию горной страны. В это же время образуется основная масса гранитоидных интрузий и очень активно развивается эффузивная деятельность. В поздне меловое время движения ослабевают. В связи с этим морские отложения нижнего мела распространены только на востоке. Это песчано-глинистые толщи с фауной ауцелл и туфобрекчии. На *Чукотке* известны и терригенные угленосные отложения. Мощность нижнего мела до 1000 м. Континентальные отложения нижнего и некоторых ярусов верхнего мела распространены в *Зыряновской* и других впадинах и представлены угленосными толщами мощностью до 5—6 км.

Кайнозой. В это время в Верхояно-Чукотской складчатой области формировались только некоторые разломы, по которым изливались основные лавы и происходило некоторое (иногда значительное) поднятие отдельных участков. Осадконакопление было развито на очень ограниченных площадях, в пределах которых в палеогене и неогене накапливались континентальные угленосные толщи мощностью в несколько сотен метров.

Четвертичные образования широко распространены на северо-западе и в некоторых других районах. Это морские, озерные, речные и ледниковые отложения.

#### ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Верхояно-Чукотская область богата месторождениями золота, олова и вольфрама. Она является частью *олово-рудно-золотоносного Тихоокеанского пояса*.

Основная масса *золоторудных* месторождений связана с гранитоидными позднеорогенными (меловыми) интрузиями и приурочена к Яно-Колымской области. Месторождения золота известны также в Охотском, Аллах-Юньском, Анюйско-Чаунском и других районах. К Верхояно-Колымской и Чукотской областям приурочены и основные месторождения *олова* и *вольфрама*.

Кроме золота, олова и вольфрама здесь распространены также *полиметаллы, молибден, мышьяк, сурьма, ртуть, кобальт, железо* и некоторые другие металлы.

Из полезных ископаемых осадочного происхождения распространены *уголь* и *строительные материалы*. Уголь связан с позднеюрскими и меловыми отложениями и приурочен к впадинам — Зырянский бассейн и др.

### СИХОТЭ-АЛИНЬСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ

Она протягивается от низовьев Амура до Владивостока и ограничена на востоке Чукотско-Катазиатским вулканогенным поясом, а на западе герцинидами Китая и Монголо-Охотского пояса.

Основными тектоническими элементами этой области являются *Ханкайский срединный массив, Сихотэ-Алинский антиклинорий, Тетюхинский* и *Нижне-Амурский синклинории* и впадины наложенного типа — *Хабаровская, Сучанская* и *Суйфунская*. С юго-востока к Тетюхинскому синклинорию примыкает *Приморский антиклинорий*, а к *Западно-му Сихотэ-Алинскому шву* — *Даубихинский приразломный синклинорий*. Кроме этих структур развиты более мелкие складчатые структуры.

Все вышеперечисленные тектонические элементы граничат по зонам *глубинных разломов*.

В пределах Сихотэ-Алинской области широко распространены *гранитоидные интрузии*.

### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, СТРАТИГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ ОТЛОЖЕНИИ

Докембрийская история Сихотэ-Алинской области совершенно неясна. В *Южном Приморье* распространены архейские и нижнепротерозойские гнейсы, мраморы и кристаллические сланцы. Их мощность несколько километров. Здесь же известны и верхнепротерозойские двуслюдяные сланцы с прослоями метаморфизованных эффузивов.

Рифейские, значительно менее метаморфизованные породы — филлиты, песчаники, кварциты, известняки, доломиты, а иногда и джеспилиты, кремнисто-углистые сланцы и эффузивы, общей мощностью 1500—2000 м, образуют единую толщу с нижним кембрием.

Нижний кембрий представлен известняками, содержащими фауну нижнекембрийских трилобитов, доломитами, кремнистыми сланцами и терригенными образованиями. Его мощность около 2500 м. Рифейско-нижнекембрийский геосинклинальный комплекс слагает *Ханкайский массив* — остаток более древних складчатых сооружений, сформированных раннекембрийской, а возможно и байкальской складчатостью.

Средне- и верхнекембрийская история этой области, а также ордовикская, силурийская и девонская также неясны, так как породы соответствующего возраста распространены здесь очень мало или совсем отсутствуют. Многие геологи считают, что в раннем палеозое древние структуры этой области подверглись раздроблению, и здесь появились геосинклинальные прогибы и остаточные древние массивы типа Ханкайского. Как развивались эти геосинклинальные прогибы, мы пока не знаем. Очевидно, на их месте в результате кале-

донского тектогенеза были сформированы складчатые структуры, которые в последующее время были переработаны более молодыми движениями. Эта переработка, перестройка, начинается уже в девоне. Она приводит к образованию геосинклинальных прогибов совершенно иного простираения, чем раннепалеозойские.

Из всех отложений, накопившихся за этот этап развития, более или менее достоверно известны средний кембрий и нижний девон, но и они выделяются условно, так как палеонтологические остатки в них отсутствуют. К среднему кембрию относят толщу конгломератов, брекчий, песчаников и туфогенных пород общей мощностью до 1000 м. Нижний девон сложен порфиритами, их туфами, песчано-глинистыми и кремнистыми породами и туффитами. Их мощность до 3 км.

В карбоне в этой области существовал ясно выраженный геосинклинальный режим. Каменноугольные отложения сравнительно широко распространены в осевой части Сихотэ-Алинского антиклинория, где они имеют мощность около 6 км. Это толща преимущественно терригенных отложений, содержащих характерную фауну фораминифер. Они сложены песчаниками, алевролитами, филлитовидными и кремнистыми сланцами, в которых встречаются прослой известняков, порфиритов и их туфов.

В конце карбона и в нижнепермское время здесь развиваются герцинские движения. В отличие от Верхояно-Чукотской зоны, здесь эти движения не создают складчатых сооружений и приводят лишь к появлению угловых несогласий и стратиграфических перерывов. В последующее время геосинклинальное развитие прогибов продолжается. Более того, в конце палеозоя и в начале мезозоя площадь геосинклинальных прогибов увеличивается. Герцинская складчатость сопровождалась образованием гранитоидных интрузий, развитых в центральной части Сихотэ-Алиня.

Пермь распространена здесь очень широко и в области Сихотэ-Алиня имеет мощность более 10 км. Она сложена диабазами, диабазовыми порфиритами, спилитами, туфами и туфобрекчиями, песчаниками, алевролитами, глинистыми и кремнистыми сланцами, яшмами и лишь иногда известняками. Возраст этих пород определяется по фауне фораминифер, брахиопод и растительным остаткам. В Южном Приморье, в районе Сучана пермская система заканчивается терригенной угленосной свитой мощностью 250—550 м.

Мезозой. В триасе, а также в нижней и средней юре в Сихотэ-Алинской области начинаются интенсивные движения киммерийского тектогенеза. Наибольшей силы они достигают в верхнемеловое время, когда геосинклинальный режим был ликвидирован здесь полностью. В верхнемеловое время формируется и основная масса гранитоидных интрузий. В это же время образуются и наложенные впадины. В соответствии с этими событиями меняется и характер осадконакопления.

Триасовые отложения наиболее широко распространены в Южном Приморье и вдоль Сихотэ-Алиня. Их мощность 2700—3600 м. Это толщи преимущественно морских конгломератов, песчаников, алевролитов, аргиллитов, известняков, туфогенных песчаников и туфов. Они содержат многочисленную фауну аммонитов и пелеципод. Среди верхнетриасовых отложений встречаются угленосные толщи.

Юра, преимущественно нижний и средний отделы, распространена здесь также очень широко. Это очень мощная (5—6 км) толща, сложенная, как и триас, преимущественно терригенными и эффузивными образованиями, в которых лишь иногда встречаются прослой известняков. В толще содержится многочисленная фауна аммонитов, иноцератов и других пелеципод, гастроподы, губки, брахиоподы. В верхнем отделе развиты континентальные песчаники и конгломераты.

Мел сложен морскими и континентальными отложениями. Это песчано-глинистые сланцы с линзами известняков, нередко имеющие характер флишоидной формации, конгломераты, алевролиты, глинистые сланцы, песчаники, основные и кислые эффузивы и их туфы, туффиты, туфобрекчии, туфопесчаники. В Южном Приморье распространены угленосные толщи (Сучанский и Суйфунский бассейны). В морских отложениях содержится богатая фауна пелеципод и аммонитов, а в континентальных — обильная флора. Мощность меловых отложений 10 км.

В середине верхнего мела в Сихотэ-Алине происходят наиболее активные складкообразовательные движения и поднятия и окончательно оформляются основные структуры этой области.

В кайнозое в Сихотэ-Алине также развивались значительные движения, в том числе и неотектонические. Это были в основном глыбовые перемещения, в результате которых был сформирован современный рельеф этой области. Одновременно с этим самые молодые отложения были смяты в пологие складки и прорваны многочисленными интрузиями, с которыми связаны месторождения олова, полиметаллов, золота и некоторых других металлов.

Палеоген представлен главным образом терригенными угленосными отложениями, а неоген — пресноводными континентальными обломочными толщами. Широко распространены среди палеогеновых и неогеновых отложений и вулканогенные образования. Общая мощность палеогеновых и неогеновых отложений более 1000 м.

Четвертичная система сложена аллювиальными, озерными, золовыми, моренными и другими континентальными образованиями, а местами и эффузивами.

#### ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Сихотэ-Алинь относится к Дальневосточной металлогенической провинции с оловом, полиметаллами, золотом, сурьмой и другими рудами. Они связаны преимущественно с меловыми и палеогеновыми (эоценовыми) интрузиями.

Оловянно-вольфрамовые месторождения приурочены к областям наибольшего прогибания геосинклиналей, в пределах которых развиты мощные терригенные толщи, *полиметаллические* сосредоточены в зонах поднятия, где широко распространены известняки, *золоторудные* и *золото-вольфрамовые* связаны с зонами глубинных разломов.

Месторождения золота развиты по р. Амгунь, *полиметаллов* — в Тетюхе. В Ханкайском районе известны *оловорудные*, *полиметаллические* и *флюоритовые* месторождения, приуроченные к палеозойским интрузиям.

Образование крупных месторождений руд и нерудного сырья связано и с процессами осадконакопления. К ним относятся осадочно-метаморфические месторождения *железа* (Кимкан и др.), месторождения *каменных углей* мелового возраста (Сучанское и др.) и *бурых углей* палеогена (Артемовское и др.). В различных областях известны россыпные месторождения *золота* и *олова*.

#### ГЛАВА 29

### ОБЛАСТИ КАЙНОЗОЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

Области кайнозойской складчатости распространены на юго-западной и южной окраинах СССР. К ним относятся *мегантклинорий Восточных Карпат*, *Крымско-Кавказская зона*, состоящая из складча-

того сооружения Горного Крыма и мегантиклинория Большого Кавказа, структуры Малого Балхана и Копет-Дага и Памир.

Все эти сооружения входят в состав мощного Альпийско-Гималайского пояса.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АЛЬПИЙСКО-ГИМАЛАЙСКОГО ПОЯСА

Альпийско-Гималайский пояс — чрезвычайно сложно построенная область земной коры. Активное его развитие происходило в течение мезозоя и кайнозоя. Этот пояс состоит из разнородных и разновозрастных структурных элементов. Он сформировался на месте обширного и сложно построенного Европейско-Азиатского палеозойского пояса, а в восточной части и на месте древних платформ. Таким образом, он является вторичным, наложенным геосинклинальным поясом.

В строении этого пояса очень большую роль играют крупные срединные массивы и котловины внутренних морей. Они занимают не меньшие площади, чем складчатые геосинклинальные сооружения. Последние обычно «обтекают» эти массивы, протягиваясь между ними и образуя ветви. Это в какой-то мере является доказательством более древнего возраста массивов, которые представляют собой приподнятые (межгорные впадины) или погруженные (морские впадины) участки герцинского или более древнего основания.

В пределах некоторых массивов, образующих котловины внутренних морей (Черного, южной части Каспия, западной части Средиземного моря), земная кора испытала перерождение, которое заключалось в ее «океанизации». В результате эти области земной коры имеют океанический тип строения.

Складчатые зоны также неоднородны. Среди них выделяются герцинские и даже более древние структуры, переработанные затем альпийской складчатостью, мезозойские структуры, являющиеся областями более ранней консолидации, и палеогеновые и неогеновые, образовавшиеся в результате альпийской складчатости.

Глубинные разломы, развитые здесь очень широко, расчленяют этот пояс на отдельные блоки, в результате чего он имеет глыбовое строение.

В настоящее время этот сложно построенный пояс находится в орогенной стадии развития и отличается сильно расчлененным рельефом, повышенной сейсмичностью и активным проявлением вулканизма.

### КАВКАЗ

На Кавказе выделяют следующие основные структурные зоны (рис. 109): мегантиклинорий Большого Кавказа, антиклинорий Малого Кавказа, Рионскую и Куринскую впадины (Рионо-Куринская депрессия) и Индоло-Кубанский и Терско-Кумский краевые прогибы.

Мегантиклинорий Большого Кавказа представляет часть Крымско-Кавказской зоны. Индоло-Кубанский и Терско-Кумский прогибы отделяют его от Скифской плиты. Антиклинорий Малого Кавказа (Закавказье) является восточным продолжением складчатых структур Западного и Восточного Понта, расположенных за пределами СССР. От мегантиклинория Большого Кавказа он отделен Рионской и Куринской впадинами. На юге по зоне разломов Малый Кавказ граничит с нео-

ген-четвертичным вулканическим полем, значительная часть которого располагается за пределами СССР. С востока и запада описываемая область ограничена глубокими котловинами Каспийского и Черного морей.

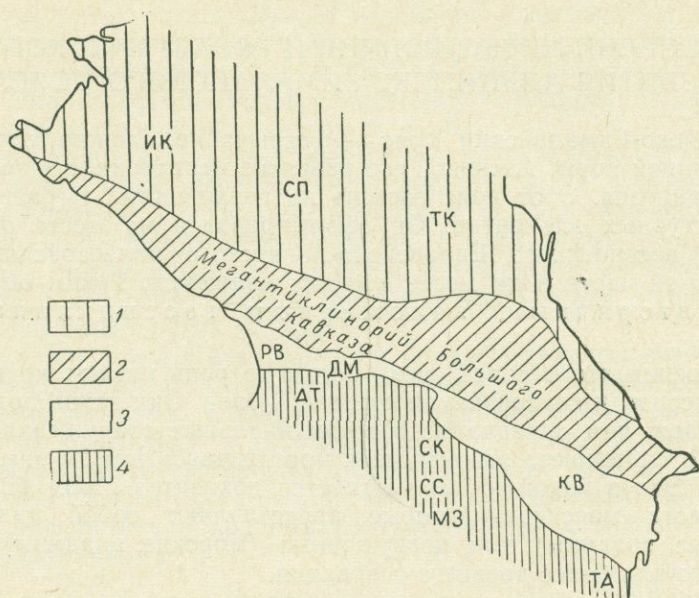


Рис. 109. Схема расположения основных структур Кавказа:

1 — Предкавказье (ИК — Индоло-Кубанский прогиб, ТК — Терско-Кумский прогиб, СП — Ставропольское поднятие); 2 — мегантиклинорий Большого Кавказа; 3 — Рионо-Курильская депрессия (РВ — Рионская впадина, КВ — Куринская впадина, ДМ — Дзиркульский массив); 4 — Малый Кавказ-Закавказье (АТ — Аджаро-Триалетская складчатая зона, СК — Сомхето-Карабахский антиклинорий, СС — Севанский синклинорий, МЗ — Мисхано-Зангезурский антиклинорий, ТА — Талышский антиклинорий)

### ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Мегантиклинорий Большого Кавказа. Это сложное глыбово-складчатое сооружение, протягивающееся на 1500 км и периклинально замыкающееся в области Таманского и Апшеронского полуостровов. Он состоит из ряда кулисообразно расположенных антиклинориев и синклинориев. Антиклинории вытянуты в северо-западном направлении и граничат друг с другом по продольным зонам глубинных разломов. Кроме этих зон развиты и поперечные зоны разломов, которые делят мегантиклинорий на ряд блоков. В сторону Черного и Каспийского морей происходит ступенчатое погружение этих блоков.

Тектоническое строение северного и южного склонов мегантиклинория Большого Кавказа неодинаково. В области *северного склона*, который по системе крупных надвигов надвинут на южный, развиты сравнительно простые широкие складки, осложненные сбросами, взбросами и крутыми надвигами (рис. 110). По характеру складчатости и возрасту слагающих пород северный склон делится на две зоны: западную и восточную. Западная зона характеризуется широким развитием доюрских пород и блоковым строением. Основную часть этой зоны составляет крупный приподнятый блок, сложенный докембрийскими и палеозойскими отложениями, среди которых широко распространены изверженные породы. В восточной зоне северного склона развиты круп-



крутых разрывов, которые в южном направлении становятся все более сложными и постепенно переходят в складчатые структуры мегантиклинория.

Рионо-Куринская депрессия. Это внутренняя впадина, состоящая из *Куринского* и *Рионского прогибов*, разделенных *Дзирульским массивом*. Она заполнена меловыми, палеогеновыми, неогеновыми и четвертичными отложениями. Это разнообразные породы морского происхождения. В западной части они слагают кулисообразно расположенные брахиантиклинальные складки, а в восточной — синклинории и антиклинории, состоящие из сильно сжатых, асимметричных опрокинутых складок, осложненных надвигами.

В основании Рионо-Куринской депрессии лежит погруженный древний срединный массив. В области Дзирульского массива он приподнят и выходит на поверхность.

Антиклинорий Малого Кавказа построен значительно проще мегантиклинория Большого Кавказа. Здесь выделяют *Аджаро-Триалетскую складчатую зону* (северо-западная часть), *Сомхето-Карабахский антиклинорий* (северо-восточная часть), *Севанский синклинорий*, *Мисхано-Зангезурскую антиклинальную зону* (к юго-западу от Севанского синклинория), *Талышский антиклинорий* (юго-восточная часть) и другие более мелкие структурные зоны. Каждая из этих зон состоит из разнообразных структур — сжатых длинных линейных, веерообразных и других складок, нередко опрокинутых и осложненных надвигами.

В области антиклинория Малого Кавказа развиты юра, мел, палеоген, неоген. И только иногда, в ядрах некоторых антиклинориев, например Сомхето-Карабахского, в выступах более древнего основания выходят докембрийские и нижнепалеозойские отложения.

#### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, СТРАТИГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ ОТЛОЖЕНИЙ

Из всех альпийских сооружений Кавказ изучен лучше всего. Однако и его геологическая история выяснена пока недостаточно. Более или менее хорошо известна его мезозойская и кайнозойская история, так как породы этого возраста распространены на Кавказе очень широко. История среднего и верхнего палеозоя выявлена в более общих чертах, а раннепалеозойская и докембрийская почти неизвестны, так как отложения соответствующего возраста встречаются редко и представлены метаморфическими и магматическими образованиями.

К докембрию условно относят гнейсы, метаморфические сланцы, мраморы, амфиболиты, кварциты, граниты и другие породы, выходящие в центральной части *Большого Кавказа*, в области *Дзирульско-го массива* и в ядрах некоторых антиклинориев *Малого Кавказа*.

Нижний палеозой образует выходы по рр. *Баксан* и *Малка* и в области *Дзирульского массива*. Он сложен зелеными и филлитовыми сланцами, метаморфизованными песчаниками, известняками с кембрийской фауной археоциатов, а также эффузивами и туфами. Они слагают толщу мощностью до 5000 м. Ее верхняя часть возможно, относится к ордовику. Характер этих отложений позволяет сделать вывод о том, что в раннем палеозое здесь господствовал геосинклинальный режим и происходили каледонские складкообразовательные движения и поднятия.

В силуре начинается новое прогибание, которое сопровождалось интенсивным вулканизмом. Это прогибание было особенно активным на севере *Большого Кавказа* и юге *Закавказья*, где в это время, очевидно, располагались геосинклинальные прогибы. В них накапливались песчано-глинистые и карбонатные отложения, впоследствии метаморфизованные и превращенные в филлитовидные и глинистые сланцы, кварциты, известняки. В районе г. Кисловодска в известняках най-

дена обильная фауна наутилоидей и пеллеципод. Мощность силура 1500 м.

Девон распространен очень широко в области *Передового хребта*. Он выходит также и в ядрах некоторых антиклинорий *Малого Кавказа*. Это толща терригенных, вулканогенных образований и известняков, содержащих брахиоподы, тетракораллы и другую фауну. Мощность девона до 3 км.

Нижний карбон мощностью более 2000 м представлен разнообразными, часто мраморизованными, известняками с прослоями кремнистых и серицитовых сланцев и мраморов, терригенными отложениями, а также туфогенными породами и лавами. В известняках имеются брахиоподы и кораллы, а в кремнистых породах найдены радиолярии. Выходы нижнего карбона известны там же, где и выходы девона.

В конце нижнего и в начале среднего карбона в этой области происходят крупные складкообразовательные движения герцинского тектогенеза, в результате которых ликвидируется геосинклинальный режим, создаются складчатые сооружения и происходит общее поднятие области. Складчатость сопровождается образованием значительной части гранитоидных интрузий и наземным вулканизмом. В среднем и верхнем карбоне и ранней перми осадконакопление происходит уже в межгорных впадинах, где в континентальных условиях накапливались толщи молассовых и эффузивных образований. В области *Большого Кавказа* средний и верхний карбон сложены лагунно-континентальными песчано-глинистыми угленосными отложениями с многочисленными остатками каламитов, плаунов, папоротников и вулканогенными образованиями. Мощность этих отложений 1300—1600 м. В Закавказье средний и верхний карбон неизвестны.

Пермь выходит в *Передовом хребте*, в области южного склона *Большого Кавказа* и в Закавказье. В области *Большого Кавказа* нижняя пермь представлена красноцветными континентальными отложениями — песчаниками и конгломератами, мощностью от нескольких метров до 4 км, содержащими растительные остатки. В этой толще встречаются горизонты эффузивных образований. Верхняя пермь сложена морскими отложениями, главным образом известняками с фораминиферами. Ее мощность невелика: 200 м. В области *Малого Кавказа* вся пермь представлена известняками, мощностью до 750 м, содержащими обильную фауну кораллов и фораминифер.

Триас сложен платформенными формациями. В области *Передового хребта* это известняки с прослоями мергелей, песчаников, конгломератов и глинистых сланцев, содержащие обильную фауну аммонитов, брахиопод, кораллов и пеллеципод. Мощность триаса здесь 1500 м. В Закавказье триасовые известняки с обильной фауной цефалопод, пеллеципод и гастропод составляют единую толщу с пермскими и имеют мощность 1500 м. Заканчивается триас песчано-глинистой толщей, содержащей углистые прослои.

В конце триаса и в начале юры закладываются глубокие геосинклинальные прогибы. Эти процессы сопровождаются то менее, то более напряженной вулканической деятельностью.

Юра распространена на Кавказе очень широко и представлена всеми отделами.

Нижняя юра *северного склона Большого Кавказа* (рис. 111) представлена темно-серыми и черными аспидными и глинистыми сланцами или песчано-сланцевыми толщами. В этих отложениях найдены аммониты и другая фауна лейаса. Иногда встречаются и угленосные отложения. На *южном склоне* распространены эффузивы. Мощность нижней юры от нескольких десятков метров до 3000 м. В области *Малого Кавказа* нижняя юра представлена аналогичными отложениями, и

только в области Дзирульского массива развиты маломощные известняки.

Средний и верхний отделы юры сложены значительно более разнообразными отложениями, чем ее нижний отдел. В области *Большого Кавказа* средняя юра представлена песчано-аргиллитовыми и алевролитовыми толщами с характерной аммонитовой фауной. Они нередко тонко переслаиваются и приобретают флишевый характер.

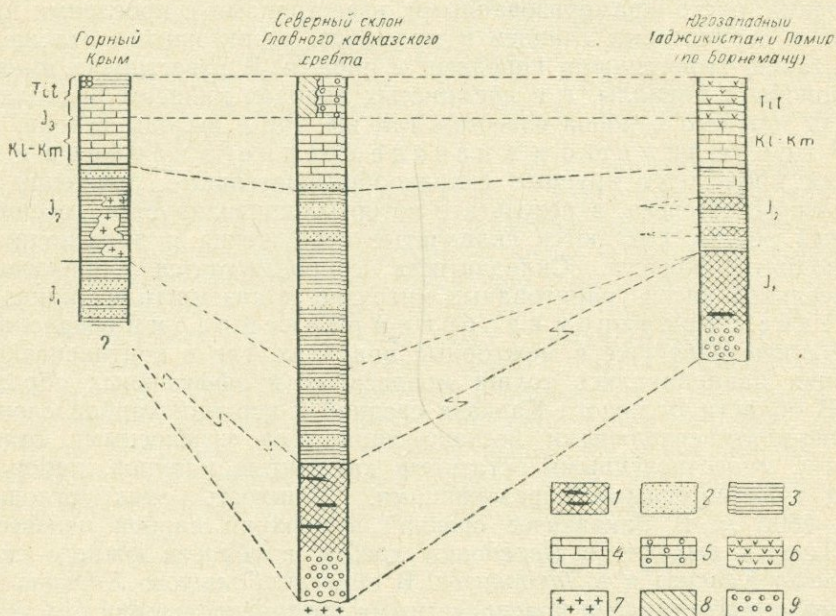


Рис. 111. Строение юрских отложений в Крымско-Кавказской зоне, по Н. М. Страхову:

1 — угленосная толща; 2 — песчаники; 3 — глинистые сланцы; 4 — известняки; 5 — доломиты; 6 — гипс и соль; 7 — изверженные породы; 8 — красноцветные лагунно-континентальные отложения; 9 — конгломераты

На южном склоне развиты мощные, до 2 км, толщи порфиритов и их туфов, а местами и угленосные отложения. Мощность средней юры в области *Большого Кавказа* до 4000 м. Верхняя юра в центральной части Кавказа представлена различными известняками, иногда доломитами и мергелями, содержащими обильную фауну аммонитов, и лишь в основании верхней юры имеются обломочные отложения, а в титоне — гипс. В западной зоне северного склона и на южном склоне *Большого Кавказа* развиты толщи терригенного флиша и только иногда встречаются горизонты карбонатных пород. Мощность верхней юры 1500—2000 м. В области *Малого Кавказа* в средней и верхней юре накопились вулканогенные и осадочные образования мощностью до 5000 м.

В конце юры и в начале мелового периода на Кавказе формируются новые, поздние геосинклинальные прогибы. В меле, палеоцене и эоцене эти прогибы заполнялись флишем и вулканогенными толщами. Параллельно с развитием флишевых прогибов развиваются складкообразовательные движения, происходит формирование надвиговых покровов и поднятий. Геосинклинальные прогибы постепенно сужаются, и в конце олигоцена и начале миоцена эта область вступает уже в орогенную стадию развития. В это время формируются Терско-Кумский и Индоло-Кубанский краевые прогибы и глубокие впадины

и котловины Черного, Средиземного, Каспийского, Мраморного и других морей.

Меловые отложения очень широко распространены по окраинам *Большого Кавказа*, осевая часть которого в меловое время уже была областью поднятия. На *Северном склоне* мел сложен мергелями, известняками и песчано-глинистыми отложениями, иногда имеющими характер флиша, и вулканогенными образованиями. Мощность этих отложений до 1850 м. Они обычно содержат богатую фауну аммонитов, иноцерамов, ежей, фораминифер, белемнитов. В области *южного склона* мел сложен песчано-мергельно-глинистым и терригенным флишем, иногда имеющим мощность несколько километров. В области *Малого Кавказа* распространены в основном верхнемеловые отложения, и лишь в некоторых местах встречаются отдельные ярусы нижнего мела.

Меловые отложения представлены здесь карбонатными и вулканогенными породами, песчаниками и конгломератами.

Палеоген. Он распространен очень широко и, как и меловые отложения, развит по окраинам мегантиклинория *Большого Кавказа*, особенно на Апшеронском полуострове. Мощные его толщи известны в Предкавказском прогибе, Рионо-Куринской депрессии, в области *Малого Кавказа*.

На *северном склоне* и на Апшеронском полуострове он сложен фораминиферовой и майкопской сериями, характер которых здесь такой же, как и в Предкавказском прогибе. Это толща мергелей, мергельных и битуминозных сланцев и листоватых глин, содержащих прослойки песчаников. В этих породах встречаются многочисленные и разнообразные фораминиферы, остатки рыб и другая фауна. Их мощность до 1000 м. В области *южного склона* фораминиферовая свита представлена флишем, глинами, песчаниками и кремнистыми породами. Мощность этих отложений 750—850 м. Выше залегают песчано-глинистые толщи майкопской серии. В области *Малого Кавказа* развит палеогеновый флиш, эффузивные и туфогенные образования. Мощность палеогена здесь около 5 км.

В олигоцене и в начале миоцена эта область вступает в орогенную стадию развития. В это время отдельные активно поднимающиеся антиклинории, сливаясь, образуют длинные системы горных хребтов, разделяющих впадины. Поднятие антиклинориев сопровождается скольжением отдельных пачек пород (под действием силы тяжести), которые образуют шарьяжи. Они характерны для южного склона Кавказа.

Неоген широко распространен в Предкавказском прогибе, в Рионо-Куринской депрессии, на Апшеронском полуострове. Изредка на очень ограниченных площадях он встречается в области *Малого Кавказа*. Неогеновые отложения *Предкавказского прогиба* (Индо-Кубанского и Терско-Кумского) уже описаны раньше. На Апшеронском полуострове миоценовые отложения сложены глинами, мергелями, песчаниками, диатомовыми листоватыми сланцами, содержащими обильные остатки рыб, и прослоями вулканического пепла. Мощность этих отложений 900 м. Плиоцен в фациальном отношении очень пестрый. Часто он начинается мощной продуктивной толщей, сложенной глинами, песчаниками и конгломератами. С этой толщей связаны богатейшие нефтяные залежи Апшерона. Выше залегают песчано-глинистые морские и континентальные отложения, в которых иногда присутствуют горизонты карбонатных пород. В этих отложениях содержится обильная фауна фораминифер, остракод и моллюсков. Мощность плиоцена около 3 км. В *Куринской депрессии* миоцен представлен разнообразными морскими глинами, мергелями, конгломератами, оолитовы-

ми и ракушечниковыми известняками, а начиная с сармата и выше развита континентальная моласса.

Четвертичная система в районе Каспия сложена морскими песчано-глинистыми отложениями бакинской, хазарской, хвалынской и новокаспийской трансгрессий. По Черноморскому побережью она представлена морскими песчано-глинистыми отложениями. В горных районах развиты ледниковые отложения, в Предкавказье — лёссовидные суглинки, по долинам рек — аллювиальные и аллювиально-делювиальные отложения. Широко распространены, особенно на Малом Кавказе, вулканогенные образования — лавы, туфолавы, туфы, образующие крупные покровы.

#### ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Полезные ископаемые эндогенного происхождения на Кавказе распространены в области антиклинорий и связаны с палеозойскими и мезозойскими интрузиями. К последним приурочены наиболее богатые месторождения. На северном склоне Кавказа это Садонское *свинцово-цинковое* месторождение, а на южном — Дзишра. Тырны-Аузская группа *вольфрамо-молибденовых* месторождений имеет также мезозойский возраст. В области Малого Кавказа *медные* и *медно-полиметаллические*, *свинцово-цинковые* и *серноколчеданные* месторождения связаны с юрскими вулканогенными толщами Сомхето-Карабахского антиклинория, а к меловым гранодиоритам этого антиклинория приурочено Дашкесанское месторождение *железа*, а также мелкие месторождения *меди* и *полиметаллов*. С палеозойскими интрузиями и эффузивными толщами связаны *редкометалльные* и *медноколчеданные* (Урупское) месторождения, а также *золото* и *полиметаллы* (Эльбрусское и др.). Третичный магматический комплекс Зангезурского района богат *молибденом* и *медью*.

Кроме вышеперечисленных полезных ископаемых известны также *ртуть* и некоторые другие.

Полезные ископаемые экзогенного происхождения приурочены к прогибам, впадинам, синклиниям. Из них главную роль играет *нефть*. Кавказ — давно известная нефтеносная провинция. Основными районами, где сосредоточены многочисленные и богатые месторождения нефти, являются Майкопский, Грозненский, Дагестанский и Бакинский (Апшеронский). Недавно открыты крупные месторождения нефти в Куринской впадине. Нефть известна во всех отложениях, начиная с юры. Со среднеюрскими толщами в Тквибули и Ткварчели связаны каменные и коксующиеся *угли*, имеющие промышленное значение. В районе Чиатур в основании олигоцена сосредоточены *марганцевые* месторождения. Кроме этих полезных ископаемых на Кавказе есть *стройматериалы*, *соли*, *диатомиты* и др. Широко известны и *целебные минеральные источники* Минераловодского района.

#### ГОРНЫЙ КРЫМ

Складчатое сооружение Горного Крыма представляет собой северную часть сложнопостроенного мегантиклинория, ядро и южная часть которого опущены ниже уровня моря. На северо-западе это сооружение по предполагаемой зоне разломов граничит со Скифской плитой, а на северо-востоке — с Индоло-Кубанским краевым прогибом. В восточном направлении мегантиклинорий Горного Крыма постепенно погружается, замыкается и под водами моря переходит в мегантиклинорий Большого Кавказа. В северо-восточном направлении структуры Горного Крыма переходят в структуры юго-западной части Керченского полуострова.

Геологическая история Горного Крыма до верхнего триаса неизвестна, так как здесь не найдены отложения более древние, чем верхний триас. Местами среди триасовых и нижнеюрских терригенных отложений встречаются глыбы известняков каменноугольного и пермского возраста, но эти «экзотические» глыбы не представляют коренных выходов.

В верхнем триасе и в нижней юре в области Горного Крыма заложился и развивался глубокий геосинклинальный прогиб, в котором накапливались толщи терригенного флиша, давшие начало таврической формации — основной формации, слагающей нижний структурный этаж. Породы таврической формации — таврические сланцы выходят в ядрах крупных антиклиналей. Видимая мощность этой формации до 1500 м. В конце лейаса эти отложения были смяты в складки. Складчатость сопровождалась поднятием.

В последующее время здесь возникают поздние геосинклинальные прогибы. В этих и более ранних прогибах до конца олигоцена накапливаются флишевые и вулканогенные образования, местами карбонатные отложения очень большой мощности. Иногда в прогибах накапливаются толщи конгломератов, терригенные породы, не имеющие ритмичного строения и содержащие сидериты, маломощные прослои угля, линзы гагата. Одновременно с этим происходили и складкообразовательные движения, поднятие геоантиклинальных зон и постепенное сокращение флишевых прогибов.

К концу юры было сформировано ядро Крымского мегантиклинория, а в олигоцене — начале миоцена происходит замыкание всех прогибов и начинается следующая орогенная стадия развития этой области. В эту стадию осадконакопление происходит в активно формирующихся предгорных прогибах, где накапливаются отложения майкопской серии и разнообразные неогеновые битуминозные глины, плитчатые мергели, песчаники, пески, известняки, в том числе и мшанковые рифовые, а также оолитовые железные руды (Керченское месторождение).

Четвертичные морские и озерные отложения слагают четыре террасы Черного моря. Они свидетели четырех трансгрессий этого моря. Во многих местах распространены аллювиальные и пролювиальные образования.

Полезными ископаемыми Крым беден. Известны *железные руды* Керченского полуострова, *сера и угли*, имеющие только местное значение, а также *стройматериалы*.

### ВОСТОЧНЫЕ КАРПАТЫ

Мегантиклинорий Восточных Карпат является продолжением мегантиклинория Западных Карпат, который в юго-западном направлении сменяется Альпийским мегантиклинорием. На западе и юго-западе мегантиклинорий Восточных Карпат граничит с мегантиклинорием Южных Карпат и Венгерской впадиной. От палеозойских структур Чешского массива, Южной Польши, юго-западной части Русской платформы и Валахской впадины он отделен *Предкарпатским краевым прогибом*.

*Предкарпатский краевой прогиб* начал формироваться в конце олигоцена и начале миоцена. В нем выделяют две зоны: внутреннюю (юго-западная часть) и внешнюю.

Внутренняя зона является областью развития очень мощной миоценовой молассы, а в части, примыкающей к Карпатам, — и верхнемелового и палеогенового флиша. Эти отложения местами очень резко смяты. В других местах тектоника более простая. На юго-западе эта зона перекрыта надвигами Скибовой зоны. Внешняя зона прогиба

заполнена толщей молассовой и соленосной формаций нижнемиоценового возраста. Для нее характерны пологие широкие куполовидные поднятия, брахиантиклинали и пологие мульды северо-западного простирания, осложненные сбросами. Внешняя часть прогиба сформировалась за счет погружения краевой части Русской платформы, от которой она отделена системой сбросов с довольно крытым падением и значительной амплитудой.

В области мегантиклинория Восточных Карпат выделяют *внешнюю* и *внутреннюю* зоны, отделенные друг от друга глубинными разломами.

Во *внешней* или, как ее еще называют, *Скибовой зоне* развиты чешуйчатые структуры (скибы), крупные надвиги и шарьяжи. Эти структуры опрокинуты и надвинуты в сторону Предкарпатского прогиба.

Тектоническое строение *внутренней, Магурской зоны* более простое. Для нее характерны крупные линейные складки северо-западного простирания. Здесь имеются многочисленные выступы древнего основания.

Внутреннюю и внешнюю зоны разделяет зона глубинных разломов, (*Утесовая зона*), представляющая собой узкую (от 2 до 20 км) полосу карпатских утесов (клиппенов), протягивающуюся на несколько сотен километров. Отложения этой зоны смяты в самые разнообразные складки, среди которых проходят две гряды массивов и утесов юрских известняков. Эта зона разломов в течение всего мезозоя была местом проникновения магмы. В неогене к ней были приурочены многочисленные вулканические извержения.

Домезозойская история Восточных Карпат неясна, так как все отложения более древнего, чем мезозой, возраста представлены нерасчлененной толщей сильно метаморфизованных пород — гнейсов, кристаллических сланцев, мраморов, филлитов и других. Они выходят в *Раховском (Мармарошском) массиве* в области внутренней зоны мегантиклинория Восточных Карпат.

Герцинская складчатость не позднее нижнего карбона, очевидно, создала здесь сложные складчатые сооружения. Они выявляются геофизическими методами в основании Карпат, а также выходят в соседних областях.

Триасовая и юрская история Восточных Карпат восстановлена лишь в общих чертах, так как эти отложения образуют здесь лишь отдельные выходы в области *Раховского массива*, в ядрах антиклиналей и в *Утесовой зоне*. Они вскрыты и некоторыми скважинами. Это разнообразные карбонатные, терригенные и вулканогенные породы, мощность которых в общем невелика — несколько сотен метров. Они накапливались в геосинклинальном прогибе, на месте которого в конце триаса или в начале юры сформировались складчатые сооружения.

В начале мелового периода в этой области начинают формироваться геосинклинальные прогибы поздней стадии заложения, развитие которых продолжалось до начала миоцена.

Меловые и палеогеновые отложения в этих прогибах представлены почти исключительно флишем и лишь иногда другими терригенными отложениями. Мощность этих отложений несколько тысяч метров.

В конце палеогена и в начале неогена в Восточно-Карпатской области происходит формирование и поднятие складчатых структур Восточных Карпат и заложение, а затем и расширение (за счет прогибания края Русской платформы) Предкарпатского краевого прогиба, куда с молодых гор сносятся продукты разрушения, дающие начало молассе.

В неогене геосинклинальный режим был ликвидирован полностью. Современный рельеф Восточных Карпат был окончательно сформирован в результате неотектонических движений.

Основной комплекс полезных ископаемых Восточных Карпат приурочен к Предкарпатскому прогибу. Он очень богат *нефтью, горючим газом*. Здесь также имеются месторождения *озокерита*. Широко распространены *калийные и каменная соли*. Известны здесь и крупные месторождения *серы*, многочисленные минеральные источники и некоторые другие полезные ископаемые, в том числе *стройматериалы*. Эндогенное происхождение имеют *киноварь*, связанная с зонами разломов, и *свинцово-цинковые руды*.

### КОПЕТ-ДАГ И ПРЕДКОПЕТДАГСКИЙ ПРОГИБ

В настоящее время *Копет-Даг* считают восточным продолжением мегантиклинория Большого Кавказа. В пределах СССР располагается меньшая северная часть Копет-Дага. Это область развития исключительно мезозойских и кайнозойских осадочных образований, и только некоторые изверженные породы имеют герцинский возраст. Мощность мезо-кайнозоя более 10 км.

*Предкопетдагский краевой прогиб* заполнен мощной толщей палеогеновых и неогеновых песчано-глинистых и карбонатных морских отложений, а также континентальными красноцветными терригенными отложениями. С этими отложениями связаны месторождения *нефти*.

### ПАМИР

Памир — мало изученная область высочайших горных сооружений, отдельные вершины которых поднимаются до 7500 м. Он расположен в восточном, Гиндукуш-Гималайском секторе *Альпийско-Гималайского складчатого пояса*. Из всех структур этого сектора в пределах СССР располагаются Северо-Памирский антиклинорий, синклинорий Центрального и Восточного Памира и массив Юго-западного Памира.

*Северо-Памирский антиклинорий и синклинорий Центрального и Восточного Памира* характеризуются широким развитием сравнительно простых тектонических структур — коробчатых и гребневидных складок, которые нередко имеют асимметричную и флексуорообразную форму. Резкие, сильно сжатые изоклинальные складки здесь образуют лишь сравнительно узкие вытянутые зоны, сложенные более пластичными породами.

*Массив Юго-западного Памира*, очевидно, является остатком зон древней складчатости, раздробленных при заложении верхнепалеозойских и мезозойских геосинклинальных прогибов.

С герцинскими сооружениями, расположенными к северу и к востоку, Памир граничит по зонам глубинных разломов, а с Таджикской депрессией и Южным Тянь-Шанем — по сравнительно небольшим и узким прогибам краевого типа. Они заполнены мощной толщей обломочных отложений олигоцен-неогенового возраста.

Геологическая история Памира в общих чертах аналогична истории других областей Альпийско-Гималайского пояса. Существенная разница состоит в том, что в области Памира формирование геосинклинальных прогибов поздней стадии заложения началось раньше, чем на западе, — еще в среднем карбоне — перми. Таким образом, поздний этап геосинклинального развития начинается здесь еще в верхнем палеозое. Что же касается Северного Памира, он с верхнего палеозоя вступает в платформенную стадию развития, и геосинклинальные про-

гибы поздней стадии заложения здесь вообще не образуются, то-есть Северный Памир является областью ранней консолидации.

Полезные ископаемые Памира мало изучены. Здесь известны месторождения *горного хрусталя, свинца и стройматериалов.*

## ГЛАВА 30

### КАИНОЗОЙСКИЙ ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ПОЯС АЗИИ

Этот пояс протягивается на крайнем востоке Азиатского материка и является частью гигантского *Тихоокеанского кайнозойского тектонического пояса*, разделяющего материка и океан. В пределах СССР располагается только северная часть этого пояса. На западе он граничит с Чукотско-Катазиатским вулканогенным поясом, на востоке — с гирляндой глубоководных океанических желобов — Алеутским, Курило-Камчатским, Японским, Кюсю и др.

В пределах этого пояса земная кора имеет очень сложное строение. Здесь располагаются современные геосинклинальные образования и молодые складчатые зоны и выделяются океанический (в области желобов и глубоководных впадин) и материковый (на западе и в области островов) типы земной коры. Складчатые зоны располагаются рядом с материками, а глубоководные желоба и котловины и геосинклинальные поднятия — структурные элементы современных геосинклинальных зон — расположены в приокеанической полосе.

В области Азиатского пояса на территории СССР выделяются следующие тектонические районы: Алеутско-Аляскинская тектоническая система, Корякская складчатая система, Камчатско-Курильская тектоническая система и Сахалинская боковая складчатая система.

Алеутско-Аляскинская тектоническая система протягивается на 4000 км и состоит из трех структурных зон: складчатой зоны юга Аляски, Алеутской геосинклинальной зоны и Алеутского геосинклинального желоба. Первая из них выходит за пределы СССР.

*Алеутская геосинклинальная зона* — это подводный хребет, отдельные вершины которого выступают в виде Алеутских островов.

Современное строение Алеутская дуга приобрела в конце неогена. С этих пор она развивалась как активная сейсмическая и вулканическая зона. Здесь известно 76 действующих вулканов.

*Алеутский геосинклинальный желоб* формировался одновременно с образованием Алеутской островной дуги. Он имеет ширину от 1,5 до 15 км и наибольшую глубину до 7000 м. В некоторых местах в нем накопились толщи осадочных отложений до 2000 м.

*Корякская складчатая система.* Это пучок крупных складок, протягивающихся с юго-запада на северо-восток. В северо-восточном направлении происходит их воздымание, они расходятся и выклиниваются, а в юго-западном погружаются. Значительная их площадь перекрыта водами Берингова моря.

В пределах Корякской складчатой системы выделяются *Хатырский, Восточно-Корякский, Западно-Корякский и Майнский антиклинории* и *Олюторский, Опухско-Пекульнейский, Алякватваамский синклинории* (синклинории протягиваются вдоль побережья). Крупными структурными элементами являются также молодые *Пенжинский и Таловский прогибы.*

Камчатско-Курильская тектоническая система объединяет тектонические элементы Камчатки, Курильскую геосинклинальную зону и Курило-Камчатский геосинклинальный желоб. С во-

стока ее ограничивает вал Зенкевича, на западе — эпимезозойская плита дна Охотского моря. От Сахалина и Японской системы ее отделяет глубоководная Курильская геосинклинальная котловина.

*Камчатка* состоит из разнородных элементов, и ее тектоническое строение пока до конца не выяснено. Основными тектоническими элементами Камчатки являются: Северно-Камчатский и Южно-Камчатский антиклинории, Центрально-Камчатский и Западно-Камчатский синклинории и Центрально-Камчатская впадина.

В восточной половине Камчатки развиты большие сводовые складки северо-восточного простирания, осложненные глубинными разломами и разрывами. Это область интенсивного современного вулканизма и высокой сейсмичности. Здесь сосредоточено 90 вулканов, из которых 28 действующих. Здесь же расположена очень крупная молодая грабенообразная впадина. Восточная половина Камчатки — это область активного современного тектогенеза. В западной половине происходят лишь сводовые поднятия. По современным представлениям структуры западной зоны более древние.

*Курильская островная* (вулканическая) *дуга* является южным продолжением структур Камчатки. Это современная геоантиклинальная область.

*Курило-Камчатский геосинклинальный желоб* проходит к востоку от Курильской дуги. Его глубина местами достигает 10 300 км. Ширина 15—35 км. Дно плоское, перекрыто толщей осадков до 2000 м.

Сахалинская боковая складчатая система — это северная ветвь Японской тектонической системы. Восточная часть Сахалина представляет собой крупное горстовое поднятие, в пределах которого широко развиты разрывные нарушения, и поэтому оно имеет характер складчато-блоковой структуры. На западе Сахалина расположен *Западно-Сахалинский синклинорий*, а на севере — крупный прогиб, заполненный смятыми в складки неогеновыми отложениями.

#### ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, СТРАТИГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ ОТЛОЖЕНИИ

Докембрийские, а возможно, и нижнепалеозойские высокометаморфизованные породы слагают древнее основание этого пояса, выходы которого встречаются очень редко в южной части Южно-Камчатского антиклинория и в области Восточно-Сахалинского горстового поднятия. Значительно чаще здесь встречаются выступы основания, сложенные палеозойскими отложениями. Это главным образом эвгеосинклинальные вулканогенные, вулканогенно-осадочные, кремнистые и терригенные формации, в которых встречаются линзы известняков, содержащих брахиоподы, кораллы и фораминиферы девонского, каменноугольного и пермского возраста. Эти толщи прорваны основными, ультраосновными, а иногда и гранитными интрузиями. Палеозойские отложения выходят в Корякском нагорье, на Сахалине и на Алеутских островах. Мощность их 3—6 км.

Триас и юра имеют очень ограниченное распространение. Их выходы известны в бассейне Анадыря и в некоторых других местах. Это терригенные и терригенно-вулканогенные толщи мощностью до 3 км. Иногда в них содержится фауна, позволяющая выделить некоторые ярусы триаса и все отделы юры.

В юре заканчивается первый этап геосинклинального развития этого пояса, о котором мы почти ничего не знаем, и в меловое время начинается второй этап. Он продолжается до сих пор. В это время в прогибах происходит накопление мощных осадочно-вулканогенных отложений и одновременно развиваются складкообразовательные движения, которые формируют современные складчатые зоны этого пояса. Окончательное их оформление происходит в неогене.

Мел, как и все более молодые отложения, распространен здесь очень широко. В *Корякской зоне*, в *бассейне р. Анадырь* и на *Камчатке*, мел представлен песчаниками, глинистыми сланцами и конгломератами морского происхождения, континентальными обломочными отложениями, а также лавами и туфами. Мощность меловых отложений до 10 км. Морские отложения содержат фауну акул и разнообразных иноцерамов, а континентальные толщи, которыми заканчивается верхний мел, нередко содержат пласты угля рабочей мощности.

На *Сахалине* известны только отложения верхнего мела. Это морские, терригенные и континентальные угленосные толщи, а также туфогенные песчаники и туффиты. Их мощность до 6 км.

Палеоген. На *Камчатке* он сложен песчано-глинистыми толщами, конгломератами, углями и аргиллитами с прослоями и линзами туффитов и туфов. Мощность этих отложений более 3000 м, но иногда она значительно меньше. Они содержат богатую фауну пелеципод. В *Корякской зоне* распространены терригенные и терригенно-вулканогенные образования палеогена мощностью более 9 км. На *Сахалине* нижний палеоген отсутствует, а средний и верхний сложены континентальными угленосными толщами, мощностью до 3 км, и только в верхней части имеются горизонты морских отложений.

Неоген. На *Камчатке* он представлен разнообразными осадочными и вулканогенными образованиями морского происхождения — аргиллитами, песчаниками, туффитами и туфами, глинами и конгломератами, опоками и диатомитами и песчано-сланцевыми образованиями типа флиша. Их мощность до 11—15 км. Они содержат обильную и разнообразную фауну пелеципод и гастропод. В *Корякской зоне* развит главным образом миоцен. Это морские терригенные отложения, опоки, различные вулканогенные образования и континентальные угленосные толщи с пластами бурых углей. Его мощность до 2 км. Плиоцен развит мало и сложен почти исключительно вулканогенными образованиями — различными лавами и их туфами. Мощность плиоцена 500—600 м. На *Сахалине* неоген распространен очень широко и имеет мощность до 7—9 км. Это толща морских песчано-глинистых, континентальных угленосных и вулканогенных образований. С верхним миоценом связаны основные промышленные нефтеносные горизонты.

Четвертичные отложения встречаются повсеместно и имеют мощность иногда до нескольких сотен метров. Представлены они очень разнообразно: это континентальные глины, пески, супеси, вулканические пески, базальтовые и андезитовые покровы, озерные, моренные и флювиогляциальные образования и торф. Часто встречаются и морские песчано-глинистые отложения и галечники.

## ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Этот пояс богат рудными полезными ископаемыми, но они изучены еще очень слабо. С кислыми интрузиями здесь связаны *медь, молибден, цинк, свинец, золото, серебро*. С современной вулканической деятельностью — *сера. Ртуть и сурьма* приурочены к зонам глубинных разломов. В коре выветривания известны *никель* и *кобальт*, образующиеся за счет разрушения ультраосновных пород.

Главное значение в этой области имеют полезные ископаемые экзогенного происхождения — *нефть, газ, уголь*. Основные месторождения их сосредоточены на *Сахалине*. Широко распространены различные *стройматериалы*. На *Камчатке* и *Курильских островах* известны *термальные воды*, которые уже начали использоваться геотермическими электростанциями (*Паужетская электростанция на Камчатке*).

## ЧУКОТСКО-КАТАЗИАТСКИЙ ВУЛКАНОГЕННЫЙ ПОЯС

Это совершенно особая тектоно-магматическая структурная зона, выделенная впервые на тектонической карте Евразии. Она протягивается от Чукотки до южных районов Катазии. Это область верхнемезозойского и кайнозойского вулканизма, расположенная на окраине Азиатского материка и приуроченная к крупнейшей зоне разломов.

Образование разломов, рядом с которыми сформировались приразломные прогибы, началось здесь во второй половине нижнего мела и продолжалось до неогена включительно. Прогибы заполнены лавами андезитового, кислого и основного состава, их туфами, а также континентальными (аллювиальными, угленосными и др.) и морскими отложениями. Они образуют толщу до 6 км.

С эффузивной деятельностью связано образование многочисленных батолитоподобных интрузий гранитоидов, гипабиссальных интрузий лейкократовых гранитов и др.

Чукотско-Катазиатский пояс срезает (а не обходит) мезозойские и более древние сооружения и, следовательно, является наложенной структурой. В некоторых местах (Охотское море и др.) он перекрыт морем. К западу от этого пояса земная кора имеет материковый тип строения, а к востоку расположена область с очень неоднородным, переходным от платформенного к океаническому, типом строения земной коры.

## ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ СССР

Советский Союз занимает обширную территорию — 1/6 часть всей поверхности материков. На этой огромной площади развиты все основные из известных на Земле тектонические структуры. Это создавало и создает чрезвычайно благоприятные условия для развития научной мысли и широких теоретических обобщений, а также является очень важным фактором экономической независимости нашего государства, так как разнообразие тектонических структур обусловило наличие огромного количества всех без исключения полезных ископаемых. Развитие земной коры в пределах СССР шло по пути все большего усложнения ее строения. Одновременно с этим росли и ее минеральные богатства.

Первые сложно построенные крупные материковые массивы возникли к концу карельского этапа развития. Это были Русская и Сибирская платформы. В последующее время к ним последовательно приключались новые складчатые сооружения, увеличивая площади материковых массивов, строение которых становилось все более сложным. Еще в рифее к эпикарельским платформам приключались байкальские структуры, затем, в палеозое — каледонские и герцинские. В конце мезозоя с востока к Сибирской платформе приключались киммерийские складчатые сооружения, а еще дальше к востоку в сторону талассократона Тихого океана заложился новый геосинклинальный Тихоокеанский пояс, активное развитие которого происходило уже в кайнозое. От складчатых сооружений Азии он был отделен мощнейшей зоной глубоких разломов и приуроченным к ней Чукотско-Катазиатским вулкано-генным поясом. До наших дней Тихоокеанский пояс остается очень активной геосинклинальной областью земной коры.

В Европейской части СССР в мезозое в результате дробления герцинских сооружений Европейско-Азиатского пояса появился вторичный очень сложно построенный геосинклинальный Альпийско-Гималайский пояс, существовавший на протяжении двух эр — мезозойской и кайнозойской. Только в неогене он окончательно превратился в складчатый пояс, который в настоящее время находится в орогенной стадии развития.

Одновременно с появлением и развитием геосинклинальных областей и формированием складчатых сооружений в результате преимущественно глыбовых перемещений по разломам усложнялось строение Русской и Сибирской платформы и областей более древней складчатости и формировались новые платформы (Урало-Сибирская). Сравнительно недавно в пределах обширной полосы, протягивающейся от Тянь-Шаня до Монголо-Охотского пояса, началась активизация земной коры. Образование этой зоны эпиплатформенного орогенеза связано с развитием неотектонических движений.

Таким образом, на территории СССР проявились все тектонические этапы.

Известно, что каждый тектонический этап не только своеобразен сам по себе и отличается от предыдущего, но также по-разному проявляется в различных зонах земной коры. Со всем этим связаны, с одной стороны, особенности строения разных зон земной коры и, с другой — своеобразие тех комплексов полезных ископаемых, которые возникают в той или иной области на том или ином этапе ее развития. Так, например, для дорифейской истории древних платформ характерно образование широко распространенных месторождений железа, золота, урана, слюды, графита, асбеста, корунда и первосортных строительных материалов. События, происходившие на Земле в течение палеозойских тектонических этапов (каледонского и герцинского), привели к образованию крупных месторождений железа, полиметаллов, хрома, никеля, платины, меди, нефти, углей, солей. С киммерийским тектогенезом связано образование золото-олово-вольфрамового Тихоокеанского пояса, частью которого являются Верхояно-Чукотская область и Сихотэ-Алинь, а также богатейших месторождений газа, нефти, углей в Азиатской части СССР. В альпийский этап развития, сравнительно бедный рудами, образовались крупнейшие месторождения нефти, приуроченные к северной и южной полосам краевых прогибов Альпийско-Гималайского пояса и краевым прогибам Тихоокеанского пояса.

Все это лишь некоторые общие примеры, подтверждающие, что для каждой тектонической эпохи характерен свой комплекс полезных ископаемых. Соотношение этих комплексов и разновозрастных, и разновозрастных носит очень сложный характер. Установлено, что каждая более или менее крупная область земной коры делится на ряд самостоятельных структурно-формационных зон, отличающихся не только особенностями развития, но и характером металлогении. Положение этих зон определяется в основном глубинными разломами. Поэтому в настоящее время для прогнозирования поисковых работ составляются структурно-геологические карты различных областей и районов Советского Союза. Выявление структурно-формационных зон и глубинных разломов, выяснение общих и частных закономерностей геологического строения и геологического развития территории СССР является необходимым условием успешного выполнения грандиозных задач, поставленных перед геологической службой нашей страны.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>Введение</b>	
Глава 1. Задачи исторической геологии и ее взаимосвязь с палеонтологией и региональной геологией . . . . .	5
Глава 2. Основные этапы развития палеонтологии и исторической геологии . . . . .	6
<b>Основы палеонтологии</b>	
Глава 3. Общие сведения . . . . .	10
Глава 4. Тип простейшие (Protozoa) . . . . .	16
Глава 5. Тип порифера (Porifera) . . . . .	20
Глава 6. Тип археоциаты (Archaeocyathae) . . . . .	22
Глава 7. Тип кишечноротовые (Coelenterata) . . . . .	23
Глава 8. Черви (Vermes) . . . . .	27
Глава 9. Тип членистоногие (Arthropoda) . . . . .	27
Глава 10. Тип моллюски (Mollusca) . . . . .	30
Глава 11. Тип мшанки (Bryozoa) . . . . .	40
Глава 12. Тип плеченогие (Brachiopoda) . . . . .	41
Глава 13. Тип иглокожие (Echinodermata) . . . . .	45
Глава 14. Тип полухордовые (Hemichordata) . . . . .	50
Глава 15. Тип хордовые (Chordata) . . . . .	50
Глава 16. Основы палеоботаники . . . . .	62
Глава 17. Сбор и методы обработки ископаемых остатков . . . . .	71
<b>Историческая геология</b>	
Глава 18. Методы исторической геологии . . . . .	75
Глава 19. Основные черты современного строения земной коры . . . . .	96
Глава 20. Докембрий . . . . .	104
Глава 21. Палеозой . . . . .	109
Глава 22. Мезозой . . . . .	139
Глава 23. Кайнозой . . . . .	155
Глава 24. Основные закономерности развития земной коры и органического мира . . . . .	173
<b>Геология СССР</b>	
Глава 25. Общие сведения . . . . .	179
Глава 26. Области докембрийской складчатости . . . . .	189
Глава 27. Области палеозойской складчатости . . . . .	221
Глава 28. Области мезозойской складчатости . . . . .	254
Глава 29. Области кайнозойской складчатости . . . . .	260
Глава 30. Кайнозойский тектонический пояс Азии . . . . .	272
Глава 31. Чукотско-Катазиатский вулканогенный пояс . . . . .	275
Глава 32. Основные черты геологической структуры и геологической истории СССР . . . . .	275

*Евгения Ефимовна Кузьменко*  
**Историческая геология**  
**с палеонтологией и геологией СССР**

Редактор издательства *В. И. Макеев*  
Техн. редактор *Е. В. Сычева*  
Корректор *Н. А. Громова*

Сдано в набор 15/IX 1972 г. Подписано в печать  
23/1 1973 г. Т-01225 Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub> Бумага № 2  
Печ. л. 17,5 Усл. п. л. 24,5 Уч.-изд. л. 23,7  
Тираж 13 000 экз. Заказ № 1218/2464-1  
Цена 1 р. 11 к.

Издательство «Недра»,  
103633, Москва, К-12, Третьяковский пр., д. 1/19.  
Московская типография № 6 Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете  
Совета Министров СССР по делам издательств,  
полиграфии и книжной торговли.  
109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

## УВАЖАЕМЫЙ ТОВАРИЩ!

В издательстве «Недра»  
готовятся к печати новые книги

**Руководство по учебной геологической практике в Крыму.**  
Учебное пособие. В 2-х томах. Том I. 20 л. 95 к. Авт.: **МИХАЙЛОВ А. Е., МУРАТОВ М. В., НЕМКОВ Г. И.** и др.

Первый том состоит из двух частей: 1) методика проведения учебной геологической практики и 2) атлас руководящих ископаемых мезо-кайнозойских отложений Крыма (триасовая, юрская, меловая и палеогеновая системы).

Книга предназначена помочь обучению студентов первым навыкам полевых геологических исследований в условиях Крымского полуострова, который стал в последние десятилетия естественной лабораторией для многих геологических вузов страны.

Книга представляет собой учебное пособие для студентов и руководство для преподавателей геологоразведочных, горных, нефтяных институтов и геологических факультетов университетов, проходящих учебную геологическую практику в Крыму.

\* \* \*

**Руководство по учебной геологической практике в Крыму.**  
Учебное пособие. В 2-х томах. Том II. 20 л. 95 к. Авт. **МУРАТОВ М. В.**

Второй том посвящен геологии Крымского полуострова, излагаемой с учетом последних данных. В книге уделяется также внимание новейшей геологической истории Крыма в связи с историей Черноморского бассейна и развитием рельефа Крыма. Освещена история развития современного растительного и животного мира Крымского полуострова и геологическая история Черного моря.

Книга представляет собой учебное пособие для студентов и руководство для преподавателей геологоразведочных, горных, нефтяных институтов и геологических факультетов университетов, проходящих учебную геологическую практику в Крыму.

Том II рассчитан, кроме того, на геологов и географов, работающих в пределах Альпийской геосинклинальной области Юга Советского Союза.

**ИВАНОВ А. А. Минеральные соли в недрах Земли. 5 л. 20 к.**

С понятием «соль» у большинства из нас связывается представление об обыкновенной соли, ежедневно употребляемой человеком в качестве приправы к пище. Между тем в природе известно много и других минеральных солей, совершенно непохожих на пищевую соль. Скопления различных соляных минералов образуют месторождения часто с огромными запасами, эти месторождения имеют большое народнохозяйственное значение. В предлагаемой брошюре в доступной для широкого круга читателей форме описывается зарождение и развитие соляного промысла в России, рассказывается о любопытных особенностях геологического строения месторождений солей, о перспективах использования в промышленности минеральных солей.

Брошюра рассчитана на читателей самых различных профессий, интересующихся вопросами образования месторождений природных солей, использованием их в народном хозяйстве, историей развития горного промысла в России.

\* \*

**МАКСИМОВ М. М. Истоки учения о рудных месторождениях. 8 л. 30 к.**

В книге впервые сведен и обобщен обширный научный материал по истории учения о рудных месторождениях. Кратко охарактеризованы крупнейшие рудные месторождения меднокаменного века, бронзового века, античного времени, средневековья, эпохи Возрождения, а для России — первой половины XVIII в. Приведена и по-новому охарактеризована самая древняя в мире (около XIV в. до н. э.) египетская карта золоторудного месторождения. Показана важнейшая роль в развитии учения о рудных месторождениях средневековых ученых Средней Азии Авиценны и Бируни, а также немецкого ученого эпохи Возрождения Г. Агриколы. Дана характеристика состояния учения о рудных месторождениях в России в середине XVIII в. — перед опубликованием трудов М. В. Ломоносова — и выдающееся значение трудов В. И. Геннина, В. Н. Татищева, Г. В. Рихмана, И. А. Шлаттера в развитии этого учения. Кратко изложены представления М. В. Ломоносова о рудных месторождениях.

Рассчитана на широкий круг геологов, преподавателей и студентов геологических вузов и факультетов, а также на лиц, интересующихся историей научных знаний.

Интересующие Вас книги Вы можете приобрести в местных книжных магазинах, распространяющих научно-техническую литературу или заказать через отдел «книга — почтой» магазинов:

№ 17 — 199178, Ленинград, В.О. Средний проспект, 61

№ 59 — 127412, Москва, И-412, Коровинское шоссе, 20

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»



566

PIEDRA 1973