

Е. Е. КУЗЬМЕНКО

ИСТОРИЧЕСКАЯ
ГЕОЛОГИЯ
И ГЕОЛОГИЯ
СССР

Е. Е. КУЗЬМЕНКО

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГЕОЛОГИЯ СССР

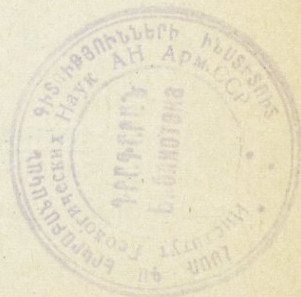
ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

*Допущено Министерством высшего и среднего
специального образования СССР в качестве
учебника для геологических специальностей
средних специальных учебных заведений*

3358



МОСКВА «НЕДРА» 1980



Кузьменко Е. Е. Историческая геология и геология СССР. Учебник для техникумов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М., Недра, 1980. 280 с.

Во втором издании учебника (1-е изд.—1973 г.) 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 территории СССР.

Учебник значительно переработан и дополнен новыми сведениями, новыми иллюстрациями, освещены вопросы взаимоотношения общества и природной среды и рационального использования минерально-сырьевых ресурсов.

Табл. 6, ил. 114.

Рецензент: докт. геол.-мин. наук Г. И. НЕМКОВ.

Евгения Ефимовна Кузьменко

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГЕОЛОГИЯ СССР

Изд. 2-е, переработанное и дополненное

Редактор издательства *В. И. Макеев*
Переплет художника *В. Т. Дружкова*
Художественный редактор *Е. Л. Юрковская*
Технические редакторы *Л. Г. Лаврентьева, А. Е. Матвеева*
Корректор *А. А. Передерникова*

ИБ № 1636

Сдано в набор 03.04.80. Подписано в печать 03.07.80. Т-10059. Формат 70×108^{1/16}. Бумага типографская № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. л. 24,50. Уч.-изд. л. 24,96. Тираж 13 000 экз. Заказ 344/6580—1. Цена 1 р. 10 к.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19
Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

К $\frac{20801-238}{043(01)-80}$ 7—80. 1904040000

© Издательство «Недра», 1980

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебник написан в соответствии с программой курса «Историческая геология и геология СССР» для специальностей «Геология, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» и «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений» геологоразведочных техникумов.

Учебник значительно переработан. Заново написаны главы: «Методы исторической геологии», «Основные черты современного строения земной коры», «Докембрий», «Основные закономерности развития земной коры и органического мира», «Основные черты геологической структуры и геологической истории территории СССР». Переработан и несколько сокращен раздел «Геология СССР». Сокращен и раздел «Основы палеонтологии». В учебнике помещены новые палеогеографические карты и другие иллюстрации. Добавлена глава «Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов».

При составлении учебника автор использовал материал, имеющийся в учебниках по палеонтологии, исторической геологии и геологии СССР, изданных в СССР за последние 15—20 лет, в пояснительной записке к тектонической карте Евразии, а также в целом ряде работ по тектонике, истории развития материков, региональной геологии, философским вопросам естествознания.

В разделе «Историческая геология» выводы об особенностях каждого этапа геологической истории Земли сделаны главным образом на основании анализа развития областей, расположенных в СССР. О других областях даны самые общие сведения, необходимые для понимания общего хода геологического развития Земли.

В учебнике сделаны основные выводы о событиях, имевших место в палеозое, мезозое, кайнозое, дана краткая характеристика истории крупных регионов, и поэтому он может быть в значительной мере использован в качестве учебника для других специальностей геологоразведочных техникумов. Учебник может быть использован также студентами горных и географических факультетов и других смежных специальностей.

Автор выражает признательность всем, кто принимал участие в подготовке учебника в печать, и благодарит всех, кто высказал критические замечания и пожелания по улучшению учебника.

Особенно большую признательность автор выражает рецензенту профессору Московского геологоразведочного института Г. И. Немкову, сделавшему много ценных замечаний, которые позволили значительно улучшить качество учебника.

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1.

ЗАДАЧИ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ И ЕЕ ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПАЛЕОНТОЛОГИЕЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИЕЙ

Современное состояние земной коры, ее состав и строение являются результатом разнообразных геологических процессов, происшедших на Земле в течение длительного времени.

Изучение геологической истории земной коры и истории возникновения и развития жизни на Земле — очень важные проблемы современной геологии. Решение этих проблем имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение, так как 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 геологического развития Земли и закономерности развития 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. Она показывает, как развивалась Земля, и тем самым подрывает основы религии и связанного с ней идеализма. С другой стороны, она открывает законы и явления, которые служат основой диалектического материализма. Ф. Энгельс в «Диалектике природы» подчеркивал, что без геологии не может быть выработан целостный исторический взгляд на неорганическую природу.

Основными 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 образовались не только в разное время, но и в разных условиях. Выяснение условий образования древних пород позволяет восстанавливать древнюю географию Земли и процессы, происходившие в прошлом, т. е. производить *палеогеографические реконструкции*. Эту *вторую задачу* решает *учение о фациях и фациальный анализ*. Под фацией понимают породу, характеризующуюся целым рядом признаков, которые отражают особенности физико-географической обстановки образования породы.

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 *историческая геотектоника*. Она восстанавливает время проявления и характер тектонических движений и историю формирования структуры Земной коры.

Четвертой задачей исторической геологии является выяснение закономерностей геологического развития земной коры и Земли в целом. Решать эту задачу помогает региональная геология.

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 и выявлять закономерности ее развития. В свою очередь выводы исторической геологии являются теоретической базой региональной геологии, на которую она опирается в своих исследованиях.

Очень большую роль в выяснении закономерностей геологического развития земной коры и Земли в целом играет также выявление закономерностей возникновения и развития жизни на Земле, так как организмы разрушали горные породы и участвовали в образовании новых пород, определяли химический состав геосфер, а значит, и характер целого ряда геологических процессов и т. д. Выявлять закономерности возникновения и развития жизни на Земле помогает палеонтология.

Палеонтология (palaios — древний, ontos — существо, logos — учение) — наука, изучающая древний органический мир Земли по окаменевшим остаткам организмов — *окаменелостям*. Их изучение позволило установить, что органический мир развивался, и на Земле появлялись все более высокоорганизованные формы. При этом вымершие организмы никогда не появлялись вновь. Это закон эволюционного развития органического мира и необратимости эволюции. Эта особенность развития организмов позволяет использовать окаменелости для определения относительного возраста пород. Кроме того, по окаменелостям можно выяснять условия образования пород, так как особенности строения организмов тесно связаны с особенностями среды их обитания.

Таким образом, между палеонтологией, региональной геологией и исторической геологией существует очень тесная взаимосвязь.

В решении задач исторической геологии очень большую роль играют геотектоника, геофизика, петрография и целый ряд других наук.

ГЛАВА 2.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПАЛЕОНТОЛОГИИ И ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Палеонтология как самостоятельная наука возникла на рубеже XVIII и XIX вв. Ее основоположниками являются Ж. Кювье, Ж. Б. Ламарк, А. Броньяр и К. М. Штернберг.

Ж. Кювье, очень крупный французский ученый, детально описывал вымерших позвоночных животных* и явился основателем палеонтологии позвоночных.

Ж. Б. Ламарк — основоположник палеонтологии беспозвоночных. Он первый создал также теорию эволюции организмов. В 1815—1822 гг. вышел его капитальный труд «Естественная история беспозвоночных животных», в котором были изложены основы этой теории.

Немецкий ученый К. М. Штернберг, работавший в Чехии, и французский ученый А. Броньяр явились создателями палеоботани-

* Ж. Кювье разработал принцип «корреляции частей организма», позволивший по одной кости производить реконструкцию всего скелета неизвестного животного.

ки — науки о древних растениях. Они первые начали изучать ископаемые остатки растений минувших эпох и разрабатывали их систематику.

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 Земли некоторые ученые развивали еще до Дарвина. У нас в России их развивал К. Ф. Рулье, во Франции Ж. Сент-Илер, Ж. Б. Ламарк и др. Но только начиная с 60-х годов XIX в., после появления работ Ч. Дарвина, естествознание, в том числе и палеонтология, получили эволюционное направление. С этого времени начался новый этап в развитии палеонтологии. Палеонтологические исследования принимают чрезвычайно широкий размах. Появляется огромное количество палеонтологических работ по описанию разнообразных групп животных (от простейших до высших млекопитающих) и основных групп растений. 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, которая тоже изучает среду обитания организмов, но с другой точки зрения — как среду осадкообразования.

Развитие палеонтологии очень тесно связано с развитием науки о пластах горных пород — стратиграфией, которая в свою очередь развивалась в тесной связи с горным делом и другими геологическими науками. Эта связь сохранилась до наших дней.

В настоящее время усиливаются связи палеонтологии с биологией современных организмов, расширяются исследования по выявлению биологии древних организмов, причин и закономерностей эволюции организмов, развивается дарвинизм.

Историческая геология, как и палеонтология, появилась в начале XIX в., хотя основы этой науки были заложены значительно раньше трудами многих ученых. В частности, мысли об историческом развитии земной коры были высказаны еще в XVIII в. 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

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

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. Несколькими десятками лет позднее подобные идеи высказывались другими учеными. К числу этих ученых относятся А. Вернер, Д. Геттон, У. Смит, Ж. Кювье, А. Броньяр. Их высказывали и ученые, жившие еще раньше М. В. Ломоносова — Леонардо да Винчи, Н. Стено и др. (XV—XVII вв.).

Однако историческая геология как самостоятельная наука возникла только тогда, когда появился надежный метод определения геохронологической последовательности образования горных пород — *палеонтологический*. Этот метод был впервые предложен и применен в конце XVIII и в начале XIX веков (1799—1808 гг.) английским землемером У. Смитом и французскими учеными Ж. Кювье и А. Броньяром, и потому их заслуженно считают основоположниками исторической геологии. У. Смит по органическим остаткам начал сопоставлять разрезы земной коры, удаленные друг от друга на значительные расстояния, и показал, что по составу органических остатков можно установить последовательность образования слоев. Он составил также первую стратиграфическую шкалу*. Ж. Кювье и А. Броньяр расчленили третичные отложения Парижского бассейна и по характеру органических остатков сумели восстановить геологическую историю этого бассейна, положив тем самым начало исторической геологии. В результате изучения и расчленения отложений разного возраста в течение первых 30—40 лет XIX в. была создана *стратиграфическая шкала* земной коры, а геологическая история Земли была разделена на отдельные отрезки — эры, периоды и другие, составившие *геохронологическую шкалу*. Первые сводные геохронологические шкалы были созданы в Англии, Франции и России. Одной из наиболее удачных была шкала петербургского профессора Д. И. Соколова, который опубликовал ее в своем «Курсе геогнозии» (1839 г.). Это был первый учебник геологии на русском языке.

На этом 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 на Земле периодически повторялись катастрофы или, как он говорил, революции, уничтожавшие все живое. Затем все создавалось заново, но это были уже другие организмы.

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» (1830—1833 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,

* У. Смит. Шкала осадочных образований Англии. 1799.

** Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд., т. 20, с. 352.

дождь, совершают огромные преобразования, так как они действуют 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). Доказав, что все события прошлого происходили под действием тех же сил, которые действуют и сейчас, Ч. Лайель способствовал полному краху идей катастрофистов и, по существу, открыл новую эпоху в развитии геологии вообще и исторической геологии в частности.

После работы Ч. Лайеля появляется фациальный анализ, и геологи начинают восстанавливать события прошлого и древнюю географию Земли. Эти исследования получают особенно широкое развитие в 70—80-е годы XIX в.

В конце XIX и начале XX веков становится ясно, что в жизни земной коры очень важную 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 новый этап в развитии исторической геологии. Геологи изучают тектонические движения, закономерности их развития, выявляют их причины и значение в геологической жизни Земли.

Этот этап развития исторической геологии является также временем крупных теоретических обобщений. К числу наиболее крупных из них 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. Историческая геология из простой летописи событий прошлого превращается в науку, которая выявляет общие закономерности геологического развития Земли.

40-е, 50-е годы XX в. характеризуются широким применением новых методов изучения земной коры — геофизических, аэрометодов, глубокого и сверхглубокого бурения и др. С этого времени начинается качественно новый этап в развитии геологических исследований, так как эти методы позволяют изучать глубокие зоны земной коры и даже верхнюю мантию Земли, что уже стало насущной задачей современной геологии. Эти методы значительно расширили также возможности изучения земной коры в области океанов. Началось планомерное исследование геологического строения океанического дна.

В 1960 г. на XII Генеральной ассамблее Международного геологического и геофизического союза по предложению советских ученых было принято решение о разработке проекта «Верхняя мантия Земли». Большие работы по этой программе должен выполнить Советский Союз — глубинные геофизические исследования в переходной зоне от Азиатского континента к Тихому океану и в других областях СССР, бурение четырех сверхглубоких скважин и др. В осуществлении этого проекта участвуют также США, Канада, Япония и другие — всего 45 стран. В результате всех этих работ получают много данных, которые заставляют пересматривать теоретические положения геологии и представления об особенностях строения и развития отдельных областей земной коры.

Очень важной проблемой, которая в век научно-технического про-

гресса стоит перед человечеством и которая в настоящее время уже решается совместными усилиями ряда стран, является проблема охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

ГЛАВА 3. ОХРАНА ПРИРОДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Взаимодействие общества и природной среды. С появлением на нашей планете разумного мыслящего существа появилась новая геосфера — *ноосфера* — сфера разума (В. И. Вернадский). Деятельность человека приводит к огромным преобразованиям, особенно в поверхностной и приповерхностной частях литосферы, куда проникает техника*. Рост техники делает человека более мощным геологическим фактором, чем стихийные силы. В. И. Вернадский писал, что человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой, творит вторую природу.

В ноосфере происходит грандиозная миграция атомов. За десятилетия рассеивается то, что природа накапливала миллионы лет, и создаются новые концентрации атомов, причем нередко в сочетаниях, не свойственных природе. Для этого человек использует и природные процессы, изменяя лишь их скорость. Однако часто он действует и «вопреки природе», получая вещества, которые в ней не существовали.

Чтобы совершать эти преобразования, человек использует огромное количество энергии — солнечную энергию, энергию, накопленную в углях, нефти, горючих газах, энергию деления ядер. Часть этой энергии производит работу, часть же ее выделяется в виде тепла, что приводит к разогреванию ноосферы.

Человек вмешивается и в биологический круговорот, ускоряет его, вовлекает в него элементы, давно уже из него вышедшие. Сжигая уголь, он освобождает углерод, который снова образует углекислый газ. Подсчитано, что за всю историю человечества на сжигание всех видов топлива было израсходовано 273 млрд. т кислорода и образовалось 322 млрд. т углекислого газа. 90% этого количества кислорода было израсходовано и 90% этого количества углекислого газа было получено за последние 50 лет. В результате содержание CO_2 в атмосфере за это время увеличилось на 15—20%. Снижение содержания кислорода и увеличение углекислого газа в атмосфере Земли губительно для всего живого. Углекислый газ также уменьшает теплоотдачу Земли, что приводит к потеплению климата, таянию океанических льдов и т. д.

В результате деятельности человека с каждым годом увеличивается дисгармония между «природой-натурой» (М. В. Ломоносов) и «второй природой» (В. И. Вернадский).

Научно-техническая революция поставила перед человечеством задачу ликвидировать эту дисгармонию, добиться, чтобы преобразование человеком «природы-натуры» гармонизовало с ее вечными объективными законами, не зависящими от человека. В условиях капиталистического общества, где хозяйство ведется хаотически и учитываются не общечеловеческие интересы, а интересы одного человека или нескольких человек и главным законом которого является закон «прибыль — прежде всего», каждый шаг научно-технической

* Эту часть ноосферы все чаще называют техносферой, а процессы, в ней происходящие, — техногенезом.

революции может привести к нежелательным последствиям, которые разрушают сами основы жизни на Земле.

Социалистическое хозяйство основано на плановом, сознательном и бережном использовании природных ресурсов. Поэтому в социалистическом обществе имеются все возможности для того, чтобы каждый шаг научно-технической революции взвешивался с точки зрения всех возможных воздействий на окружающую среду и самого человека.

Основы социалистического отношения к природе были заложены В. И. Лениным. 14 мая 1920 г. им был подписан декрет об организации Ильменского заповедника, а 13 сентября 1921 г. был опубликован ленинский декрет «Об охране памятников природы, садов и парков». За последние годы у нас в стране принят ряд законодательных актов и постановлений об охране природы, а в 1970 г. в составе Совета Союза и Совета Национальностей образованы постоянные комиссии по охране природы. В июне 1976 г. сессией Верховного Совета утверждены «Основы Законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах». В Государственном комитете Совета Министров СССР по науке и технике создан Межведомственный научно-технический совет по комплексным проблемам окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

Советский Союз расширяет также сотрудничество в этой области со странами СЭВ, зарубежными и международными организациями, так как многие проблемы охраны окружающей среды носят глобальный характер и не могут быть решены только одним государством. Заключены соглашения об охране природы с США, Англией и другими странами.

Все эти и другие мероприятия являются современным развитием ленинских идей об охране природы.

Рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов*. Минерально-сырьевые ресурсы — это часть природных ресурсов. Кроме минерально-сырьевых ресурсов, к природным относятся вода, воздух, почва, леса. Природные ресурсы — источник материальных благ общества. Это естественные производительные силы общества.

С каждым годом человечество использует природные ресурсы все более интенсивно. Это связано, во-первых, с ростом численности населения и, во-вторых, с расширением потребностей людей.

По сравнению с дореволюционной Россией в нашей стране в 1975 г. увеличилась добыча нефти в 40 раз, газа — в 100 раз, угля — в 20 раз, железа — в 24 раза. Особенно быстро возрастает потребление энергетических ресурсов. С начала своего существования человечество использовало 90 млрд. т условного топлива. Половина этого количества была потреблена за последние 25—30 лет.

Наряду с колоссальным ростом потребления минерально-сырьевых ресурсов КПД их остается крайне низким. Огромное количество добываемого сырья составляют отходы при обогащении, транспортировке, переработке и т.д. Однако самые большие потери минерального сырья связаны с неумением извлекать его полно и рационально из недр и перерабатывать наиболее комплексно в полуфабрикат. Более половины запасов нефти при добыче остается в пластах, а потери угля при шахтной его разработке составляют $\frac{1}{4}$ промышленных запасов. Миллиарды тонн угля и руды лежат в заброшенных шахтах и рудниках — в боковых стенках, в опорах, под-

* В данном учебнике не представляется возможным осветить все стороны огромной проблемы «Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов». Здесь будет освещена только одна сторона этой проблемы — рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов.

держивающих кровлю, под поселками и городами. При добыче полезного ископаемого не извлекались также другие попутные ценные компоненты, не использовалась «пустая» порода, из которой можно получать стройматериалы, и др.

Минерально-сырьевые ресурсы, в отличие от других природных ресурсов, практически невосполнимы. Из всех полезных ископаемых сравнительно быстро возобновляются только некоторые строительные материалы — гравий, песок, глина, некоторые россыпные рудные полезные ископаемые и соли. Создалось такое положение, когда природные условия для создания ресурсов ограничены, а технологические возможности их использования и потребность в них очень быстро растут. Поэтому перед человечеством встала проблема активной и рациональной охраны минеральных ресурсов.

В СССР в целях рационального использования минерального сырья разработан комплекс мер: 1) опережающее добычу геологическое изучение недр, что позволяет постоянно обновлять теоретические положения геологии и тем самым положительно воздействовать на практику; 2) наиболее полное и комплексное извлечение из месторождения полезных ископаемых; 3) экономное и безотходное их использование в производстве; 4) вторичное использование ресурсов, их полная утилизация; 5) искусственная концентрация минеральных веществ, рассеянных в процессе их использования; 6) поиски природных и искусственных заменителей дефицитных минеральных соединений. При решении всех этих задач должна решаться еще одна, общая задача — должно быть исключено вредное влияние всех геологических и горных работ на окружающую среду.

ОСНОВЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

ГЛАВА 4.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

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 горных породах.

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 связана с биологией (неонтологией), которая изучает современный органический мир Земли. Палеонтология и биология вместе решают проблему возникновения и развития жизни на Земле.

Палеонтология связана и 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 эволюцией 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. Животные и растения 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. В ней 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. У большинства животных имеются органы чувств, тогда как у растений их нет.

Однако резкая граница между животными и растениями отсутствует. Есть очень большая группа организмов — *прокорютов* — не имеющих еще типичного клеточного ядра и хромосомного аппарата, среди

которых есть и автотрофы, и гетеротрофы. *Прокориоты* — бактерии, синезеленые водоросли, микоплазмы и др. — были первыми живыми организмами, в процессе эволюции которых возникли более высокоорганизованные формы жизни с клеточным ядром и хромосомным аппаратом — *эукориоты*. Есть также растения, которые по способу питания являются гетеротрофными (росянка), а некоторые животные (коралловые полипы и др.) ведут неподвижный образ жизни. Многие растения «чувствуют» музыку, движение воздушных масс, свет.

Все это, а также то, что и 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.

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 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.

Характер биоценоза в том или ином месте моря или океана определяется соленостью, давлением, температурой, природой морского дна, наличием и количеством кислорода и других газов, количеством света и некоторыми другими факторами.

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: *солонатоводные* — 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 живут только в воде с постоянной соленостью — это *стеногалинные* (стенос — узкий, галинос — соленый), другие могут выносить значительные изменения солености — *эвригалинные* (эврис — широкий) организмы.

Температура в верхних зонах моря непостоянна и зависит от того, в каком климатическом поясе располагается та или иная часть бассейна, от смены времен года и дня и ночи. С глубиной колебания температуры сглаживаются, и во всех климатических поясах ниже 1—1,3 км температура одинакова и изменяется очень мало — от минус 1,87 до 2°С. Некоторые организмы не могут жить в условиях резких колебаний температуры. Они называются *стенотермными*. Другие, *эвритермные*, приспособлены к этим изменениям и, как правило, населяют верхние слои воды.

Солнечные лучи и свет. 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, так как без света невозможен фотосинтез.

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

животные 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 прикрепляющиеся организмы, 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.

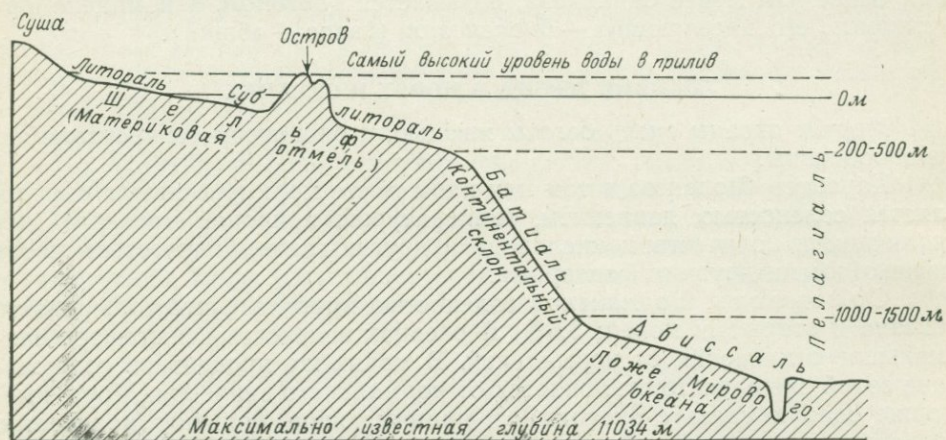


Рис. 1. Биоэкономические зоны (по В. В. Друщицу и О. П. Обручевой, 1962)

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

Неритовая зона (нэритэс — морская ракушка) соответствует шельфу. 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 отливов, и *сублитораль* — остальная часть неритовой зоны, постоянно покрытая водой. Часть неритовой зоны в интервале глубин 200—500 м часто выделяют как *эпibatияльную* (псевдоабиссальную) зону. Неритовая зона моря до глубины 200 м наиболее благоприятна для жизни. Здесь живут многочисленные и разнообразные водоросли, иглокожие, моллюски, черви, ракообразные, мшанки и другие организмы. В эпibatияльной зоне растений нет, а животные имеют глубоководный облик.

Батияльная 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 (батиаль 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. Одни из них прикреплены ко дну или просто лежат на дне — *прикрепленный бентос*, другие — ползают, плавают у дна, зарываются в ил — *неприкрепленный бентос*. Некоторые бентосные образуют отверстия в скалах или механически (высверливают их), или химически (выделяя кислоту). Прикрепленный бентос имеет радиальную симметрию тела. Очень часто эти организмы ведут колониальный образ жизни, некоторые из них имеют слабо развитые органы зрения. Неприкрепленный 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* (плянктон — блуждающее) — пассивно плавающие, парящие, и *нектон* — активно плавающие.

Планктонные организмы обычно мелкие, тело их прозрачное, радиальносимметричное, раковинки тонкие. Они держатся во взвешенном состоянии. Их переносят течения и волны. Некоторые из них 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. Однако палеонтологическая характеристика континентальных отложений очень бедна, так как на континентах преобладают процессы разрушения и сноса, 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 температур 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, иглы морских ежей, кости позвоночных, иголочки губок и т. д.). Мягкое тело сохраняется в ископаемом состоянии исключительно редко. Примером такой исключительности являются трупы мамонтов и волосатых носорогов, находимые 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. Немаловажную роль играют также процессы диагенеза и метаморфизма, которые могут приводить к растворению раковин и перекристаллизации породы, 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 (карбонаты, окислы кремнезема, пирит, лимонит, фосфат), содержащиеся в растворах, циркулирующих в породе, отлагаются во всех пустотах и порах скелета или даже замещают вещество скелета. 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 раковинка 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: 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 т. д.). *Тафоценоз* — это сообщество захоронения, погребения. Тафоценоз со-

ставляют и остатки организмов, живших в этом же месте, т. е. остатки биоценоза — *палеобиоценоз*, и принесенные из других мест, и следы познания живых организмов, отпечатки их лап и т. д.

Для выяснения условий образования пород и древней географии может быть использован только палеобиоценоз. Выделить его можно 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...».

3358 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 *микрпалеонтологии*, открывшей огромную, многообразную часть органического мира Земли, а затем *нанологии* — нового направления в микрпалеонтологии, возникшего в связи с открытием *нанопланктона** — карликового планктона. Он был открыт в результате изучения пород, в первую очередь белого писчего мела, с помощью электронного микроскопа.

ОСНОВЫ СИСТЕМАТИКИ

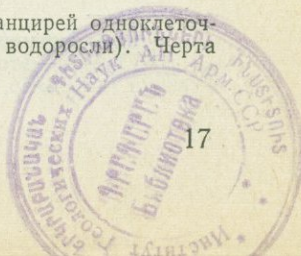
Распределением организмов по группам — *классификацией* занимается наука *систематика*. Первая классификация была составлена К. Линнеем. В основу классификации он взял отдельные морфологические признаки организмов. Такая классификация называется искусственной, так как она систематизирует организмы без учета их родственных отношений.

В настоящее время в науке принята *естественная*, или *филогенетическая классификация***, в которой 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 систематизируются части организмов (например, листья папоротникообразных, споры, пыльца 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 *семейства*, семейства — на *роды*, роды на *виды*. Каждая из этих единиц обознача-

* В 1 см³ писчего мела содержится 10¹⁰—10¹¹ известковых панцирей одноклеточных планктонных водорослей — кокколитофорид (тип золотистые водоросли). Черта мела на доске — остатки многих миллионов этих существ.

** Филэ — род, племя; генезис — происхождение.



ется 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 Spongia (губки).

Остальные многоклеточные — настоящие многоклеточные (Eumetazoa) имеют высоко дифференцированные 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 радиальносимметричное 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), Nemichordata (полухордовые), Chordata (хордовые) и некоторые другие менее распространенные типы.

ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ

ГЛАВА 5.

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 может отставать от поверхности тела и образовывать *раковину*. В протоплазме имеются *вакуоли*. Одни из них служат для выделения жидких и газообразных продуктов окисления организма, другие — пищеварительные вакуоли. Кроме того, в клетке имеются еще особые протоплазматические структуры — *органонды*, которые выполняют различные функции.

* L. — сокращение фамилии К. Линнея.

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

Некоторые одноклеточные имеют минеральный скелет различного состава и строения. Эти простейшие могут сохраняться в ископаемом состоянии.

Простейшие — очень мелкие организмы. Размеры их от 1 мкм до 16 см. Чаще всего 0,1—1 мм. 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. 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

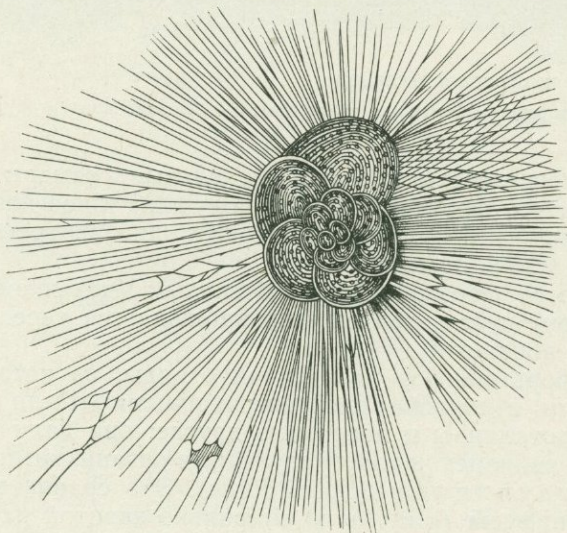


Рис. 2. Современная Rotalia с псевдоподиями

них имеются *ложноножки*, или *псевдоподии* (рис. 2). Вследствие этого саркодовые нередко называются *корненожками* (Rhizopoda).

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 (обитающие на илистом дне) и планктонные организмы. 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 200 м. Часть фораминифер ведет планктонный образ жизни и образует в современных морях сравнительно глубоководные (до 4 000 м) илы.

Большая часть фораминифер имеет раковину, которая состоит или из рогоподобного вещества, похожего на хитин, или из извести, или из

частичек песка, скрепленных хитиноподобным веществом или известью («песчаная» раковина).

Раковина имеет отверстие — *устье*, или *апертуру*, через которое организм сообщается 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 име-



Рис. 3. Представители отряда фузулинид
а — *Fusulina*, вид со стороны устья (сильно увеличено); б — *Schwagerina*

ют 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 *однокammerными*.

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

Подкласс фораминифер делится на отряды, из которых особенно многочисленными и широко распространенными были фузулиниды, нуммулитиды, роталииды и некоторые другие: они дали много руководящих форм* и являлись породообразующими организмами.

Отряд фузулиниды (*Fusulinidae*). Это сравнительно крупные донные фораминиферы (рис. 3) со спирально завитой раковиной, очень часто вытянутой по оси завитывания; 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. Их скелеты образовали карбонатные илы, давшие начало фузулиновым и швагерининовым 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 педагогические планктонные фораминиферы, спирально-коническая или спирально-плоскостная раковина которых состоит из нескольких шаровидных ка-

* Руководящие формы — остатки ископаемых организмов с ограниченным вертикальным и широким горизонтальным распространением. Имеют большое значение для определения относительного возраста пород.

мер. Поверхность раковины покрыта ребрами, нередко состоит из нескольких слоев.

Этот отряд получил широкое развитие в кайнозое. Характерным представителем отряда является *глобигерина* (*Globigerina*) (рис. 5). Их раковины (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 — извест-

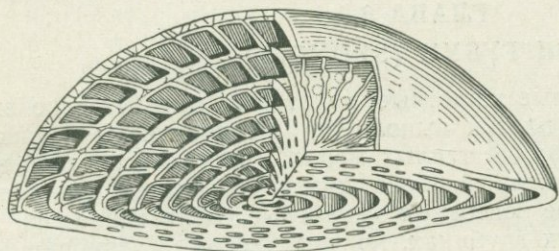


Рис. 4. *Nummulites*



Рис. 5. *Globigerina*

ны 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. Многие из них живут и сейчас.

Подкласс радиоларии (*Radiolaria*)

Радиоларии (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.

Радиоларии — это микроскопические организмы, имеющие чаще всего кремневую (опаловую) раковинку. И только у небольшой группы радиоларий скелет состоит из сернокислого стронция.

Скорлупка радиоларий 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).

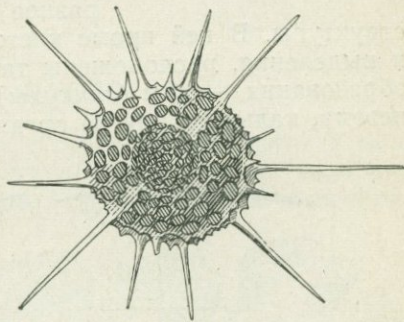


Рис. 6. Радиолария

Геологическое значение и распространение радиоларий. Радиоларии — очень древние организмы. Их остатки известны уже из протерозойских отложений. В палеозое, мезозое и кайнозое радиоларии принимали участие в образовании яшм, опок, радиоларитов. Наиболее широко они были распространены в кайнозое. В современных морях радиолариевые илы накапливаются на глубинах 4000—8000 м, где известковые скелеты других организмов растворяются.

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

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 много микрофауны.

МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ

ГЛАВА 6.

ТИП ГУБКИ (SPONGIA)

Губки — многоклеточные животные, у которых еще нет ясно выраженных тканей, хотя их клетки выполняют неодинаковые функции. Они живут главным образом в теплых морях, иногда в пресной воде, колониями, или ведут одиночный образ жизни. Это всегда прикрепленные бентосные животные, обитающие на разных глубинах, но чаще всего на глубине 150—300 м.

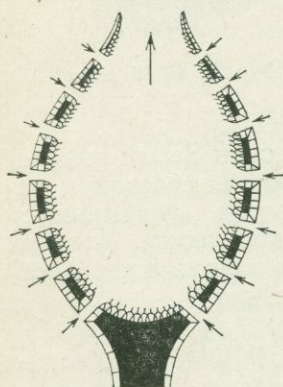


Рис. 7. Схематический вертикальный разрез губки

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 движения воды создается колебанием жгутиков особых *жгутиковоротничковых* 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 — *иголы (спикулы)* или волокна, состоящие из водного кремнезема, кальцита или из органического рогового вещества — *спонгина*.

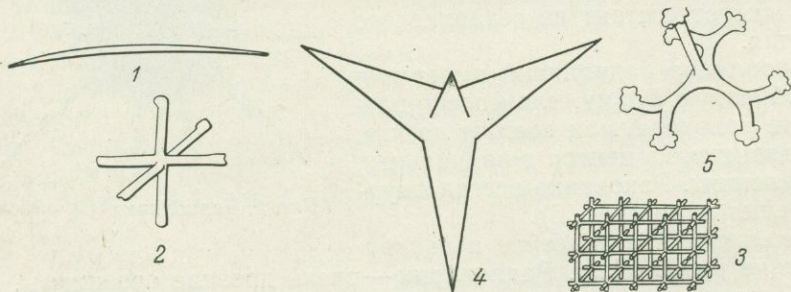


Рис. 8. Спикулы губок.

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

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.

Тип губки в зависимости от состава и строения скелета делится на три класса: известковые губки (*Galcispongia*), обыкновенные губки (*Demospongia*), и шестилучевые губки (*Hexactinellida*)*. В геологическом отношении наиболее интересен последний класс.

Класс шестилучевые губки (*Hexactinellida*). Их скелет состоит из трехосных (шестилучевых) кремневых спикул. Они или сростаются концами, или располагаются свободно в теле губки. Шестилучевые губки появились еще в протерозое, живут и сейчас. Характерный представитель род *Ventriculites* имеет бокалообразную или чашеобразную форму тела (рис. 9); обширную центральную полость и «корневые» выросты для прикрепления ко дну. Стенка складчатая, складки вертикальные. Распространение: юра — ныне, особенно широко в позднем мелу.

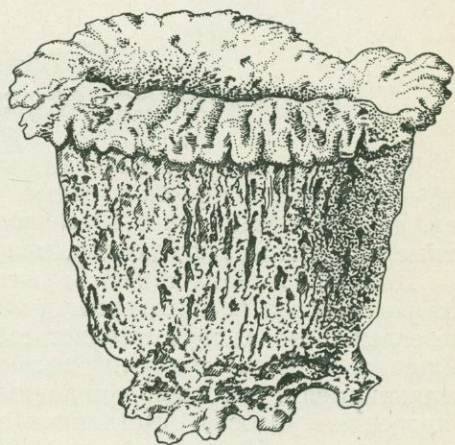


Рис. 9. *Ventriculites*

Геологическое значение и распространение губок. Спикулы губок известны еще из докембрийских отложений. Живут губки до сих пор. В современных теплых морях на небольшой глубине 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 7.

ТИП АРХЕОЦИАТЫ (АРХНАЕОСУАТНИ)

Археоциаты имеют большое сходство с губками. Они 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 пористыми перегородками на камеры, а у некоторых форм име-



Рис. 10. Археоциаты

* Недавно был выделен еще один класс — известковые губки с кремневыми спикулами — *Sclerospongia*, история которого пока неясна.

ются и горизонтальные перегородки, или днища. Размеры археоциат от нескольких миллиметров до 40 см в высоту и 25 см в диаметре.

Археоциаты очень древние животные, появившиеся, очевидно, еще в докембрии. В раннем кембрии они были представлены разнообразными формами и поэтому имеют большое значение для стратиграфии нижнекембрийских отложений. В начале среднего кембрия жили единичные формы, а затем археоциаты вымирают совсем.

ГЛАВА 8.

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 — *септами*. Питаются кишечнополостные преимущественно планктонными микроскопическими организмами. Эти организмы захватываются и отправляются в ротовое отверстие с помощью щупальцев, но предварительно они поражаются *стрекательными* (крапивными) *клетками*, которые имеют спирально свернутую нить и содержат 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, сцифоидные 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 строматопораты. 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 строматопораты (*Stromatoporata*) — колониальные морские животные, имеющие известковый скелет. По форме скелеты строматопор очень разнообразны — ветвистые, шаровидные, цилиндрические, пластинчатые с ровной и бугристой поверхностью (рис. 11). Они состоят из волокнистых горизонтальных пластин, пронизанных вертикальными столбиками.

Геологическое значение и распространение гидроидных. Известковые скелеты строматопор встречаются довольно часто в палеозойских отложениях. Строматопоры имеют большое стратиграфическое значение.

ние для силурийских и девонских отложений. Совместно с коралловыми полипами, брахиоподами и двустворчатыми моллюсками они чаще всего встречаются в известняках.

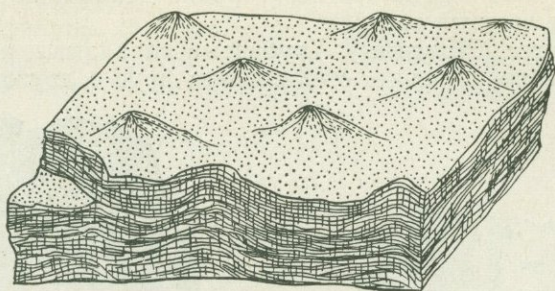


Рис. 11. *Stomatopora*

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 приобя, богатой кислородом, прирастая ко дну и образуя

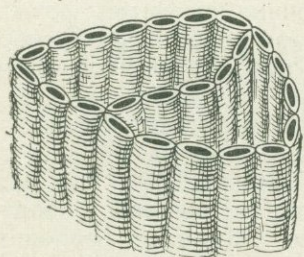


Рис. 12. *Halysites*

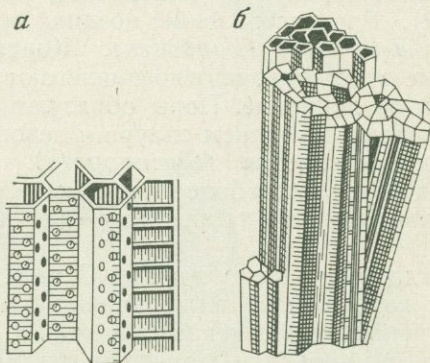


Рис. 13. *Favosites*

а — продольное сечение; б — общий вид колонии

колонии, из которых и состоят коралловые рифы. Некоторые одиночные кораллы живут и на больших глубинах (более 200 м) и при низких температурах (до 0°C).

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 медузональная стадия и смена поколений у них отсутствуют.

Класс Anthozoa по числу и расположению щупалец и перегородок у современных коралловых полипов и строению скелета у вымерших делится на шесть 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 *халазитес* (*Halysites*). Трубочатые кораллиты, имеющие эллиптическое поперечное сечение, соединяются друг с другом своими узки-

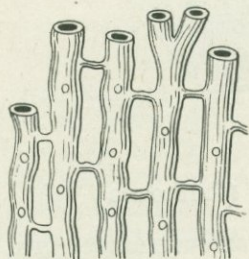


Рис. 14. *Syringopora*

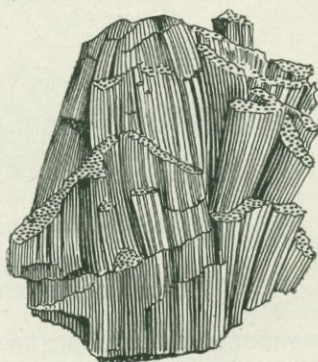


Рис. 15. *Chaetetes*

ми краями, образуя в поперечном сечении цепочкообразные ряды (рис. 12). Распространение: поздний ордовик — поздний силур.

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 позднем силуре и девоне. Жили до перми.

Род *сирингопора* (*Syringopora*). Колонии кустистой формы, состоят из кораллитов более или менее цилиндрической формы, сообщающихся поперечными трубочками (рис. 14.) Распространение: ордовик — пермь.

Подкласс хететиды (Chaetetida). Известковые кораллиты хететид с хорошо развитыми днищами имеют многоугольное или округленное поперечное сечение диаметром до 1 мм (рис. 15). Они слагают массивные полипняки, имеющие форму пластин, желваков, полусфер. Хететиды — вымершие колониальные формы. Жили от ордовика до эоцена, но особенно широко были распространены в карбоне. Представитель: род хететес (*Ghaetetes*). Распространение: средний девон — карбон.

Подкласс четырехлучевые кораллы (*Tetracoralla*), или ругоза (*Rugosa*). 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 вертикальные ребра — *морщины* (*rugae*), по наличию которых их и называют ругозами. Это «ложные ребра». Настоящие ребра образованы 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. 16). 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 туфельки, с массивной толстой крышечкой (рис. 17). Очевидно, коралл лежал на дне плоской стороной, не прирастая ко дну. Характерен для девона.

Род *литостроцион* (*Lithostrotion*). Колониальные кораллы. Колонии кустистые или массивные (рис. 18). Поперечное сечение кораллитов у кустистых форм цилиндрическое, у массивных — многоугольное.

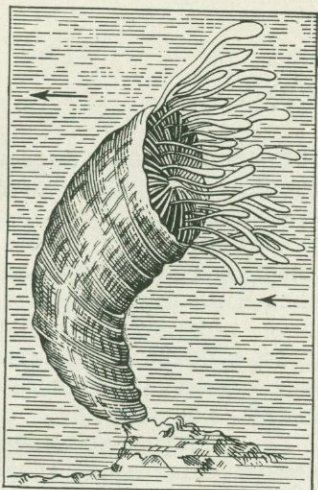


Рис. 16. *Zaphrentis* (реставрация)

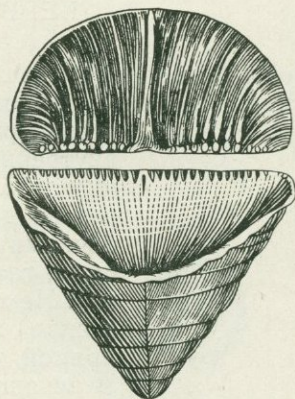


Рис. 17. *Calceola*

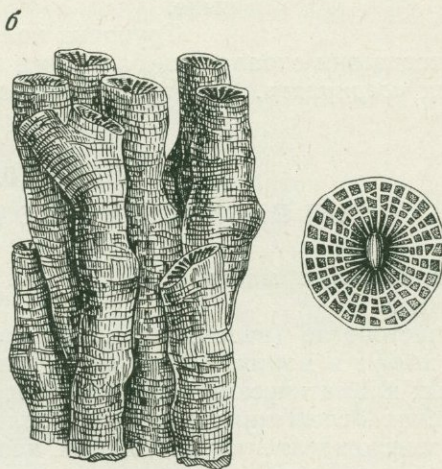
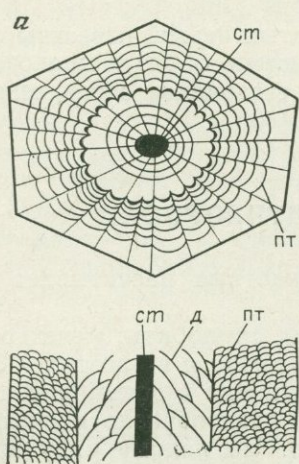


Рис. 18. *Lithostrotion*.

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

По периферии развиты пузырьчатая ткань и дополнительные короткие перегородки. Имеются многочисленные днища, а в центре — плотный, сжатый с боков столбик. Характерен для раннего карбона.

Геологическое значение и распространение класса. Табулята, хететиды и тетракораллы 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 пороодообразовании и в настоящее время сла-

гают мощные толщи коралловых известняков. Самые древние их представители известны из кембрийских отложений. В конце палеозоя они почти полностью вымирают.

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

ГЛАВА 9. ЧЕРВИ (VERMES)

Это очень большая группа животных, объединяющая три самостоятельных типа. 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, плавая, ползая по дну, зарываясь в ил или прирастая трубочками к подводным предметам, а также на суше, главным образом в почве (кольчатые черви). 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*) — поздний силур — ныне спирорбис (*Spirorbis*) — ранний силур — ныне.

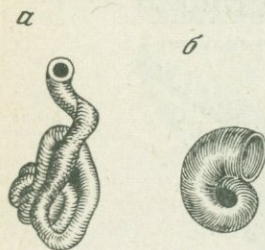


Рис. 19. Черви
а — *Serpula*; б — *Spirorbis*

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

ГЛАВА 10. ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ (ARTHROPODA)

Этот наиболее многочисленный тип животных насчитывает более 1 млн. видов.

Членистоногие (насекомые, раки, крабы, трилобиты, мечехвосты и другие) живут в морях, в пресных водах, в почве и в воздухе самых различных климатических зон. Появились они 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 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 5 подтипов, каждый из которых делится на несколько классов. В геологическом отношении интересен класс трилобитов и в меньшей степени — ракообразных.

Класс трилобиты (*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 nekton-

ный и даже планктонный (мелкие триболиты с длинными шипами) образ жизни.

Триболиты 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 триболитов был более толстый, прочный, и потому в ископаемом состоянии встречается именно эта его часть. В продольном направлении панцирь делился на три части («трилос» — 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 сращения 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 триболиты могли свертываться, поджимая головной щит к хвостовому. Это позволяло им прятать менее защищенную брюшную часть, прикрытую более тонким покровом.

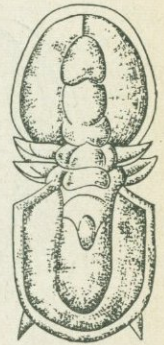


Рис. 20. *Agnostus*

Средняя, более выпуклая часть головного щита, называется *глабелью*. Головной щит и глабель могут иметь самые разнообразные очертания, форму и размеры. По обе стороны от глабели располагаются *щёлки*, 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 триболитов были устроены сложно и разнообразно: они состояли из множества линз (иногда до 15 000). Такие глаза называются *фасеточными* и *агрегатными*. Некоторые триболиты были слепыми. В передней части головного щита располагалась пара усиков — *связков* (органы чувств). Членистые конечности триболитов были двуветвистые. Наружная ветвь служила для плавания и, возможно, дыхания, а внутренняя — для хождения по дну.

Класс триболитов делится на два подкласса: малочленистые (миомеры) и многочленистые (полимеры).

В подкласс *миомеры* (*Миомера*) входят мелкие триболиты, 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 *полимеры* (*Полимера*), или многочленистые, объединены триболиты, у которых туловищный щит состоит из 5 члеников и более. К этому подклассу относится более 1500 родов. Некоторые из них описаны ниже.

Род *олеллус* (*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: ранний 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). 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

членников. Глаза сидят на выступах или стебельках. Азафусы могли свертываться, поджимая хвостовой щит к головному. 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

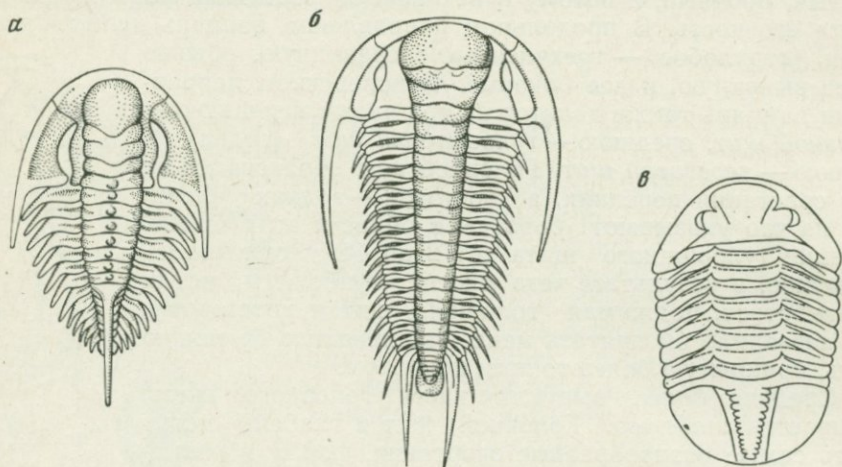


Рис. 21. Многочленистые трилобиты.
а — *Olenellus*; б — *Paradoxides*; в — *Asaphus*

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 пресной воде и даже в лесной почве (Африка) и торфяниках. Из всех ракообразных в геологическом отношении особенно интересен подкласс остракоды, или ракушковые (*Ostracoda*). Остракоды являются эвригалными животными. Они живут в морях до глубины 200 м и в пресноводных бассейнах и ведут планктонный или бентосный образ жизни. Они 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 (рис. 22).

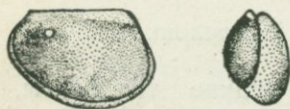


Рис. 22. *Leperditia*

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

Распространение: силур — девон.

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

ГЛАВА 11.

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, обособленное сердце, нервная система. Вороту располагается язычок, покрытый хитиновыми (иногда с примесью известки) зубчиками. Эта терка — *радула* служит для перетирания пищи. Ее нет только у двустворчатых моллюсков. Дышат моллюски жабрами или легкими. Размножаются половым путем. Иногда они гермафродиты. 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 десять 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 червеобразная. 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 — *наружная и внутренняя губы* — 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 которой 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.

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* (*Gerithium*). 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.

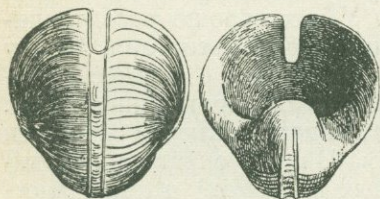


Рис. 23. *Bellerophon*

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 выяснить физико-географическую обстановку.

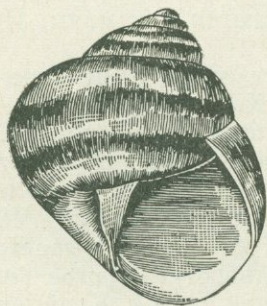


Рис. 24. *Cerithium*

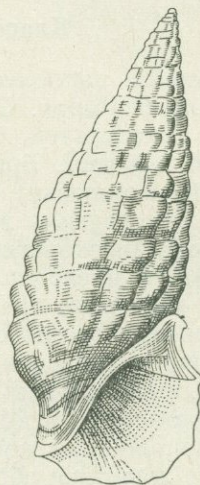


Рис. 25. *Helix*

Класс двустворчатые (*Bivalvia*), или топорonoгие (*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 двустворчатых заключено в раковину, состоящую из двух створок. Створки, 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, ко-

торая у большинства двустворок смещена и завернута в сторону переднего края, а также по некоторым другим деталям строения. Форма раковины очень разнообразная. Поверхность ее или гладкая со струйками нарастания, которые располагаются по концентрическим 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, омываю-

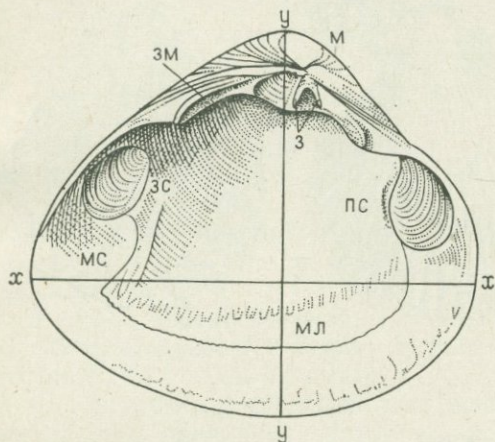


Рис. 26. Строение раковины двустворки (раковина рода *Mactra*).

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

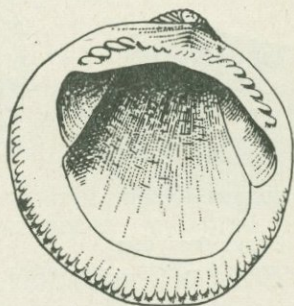


Рис. 27. *Pectunculus*

щая 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. 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, расщепленно зубые, разнозубые и рудисты. Ниже описаны наиболее интересные в геологическом отношении отряды.

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 *ostrea* (*Ostrea*). Неравносторчатая 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.

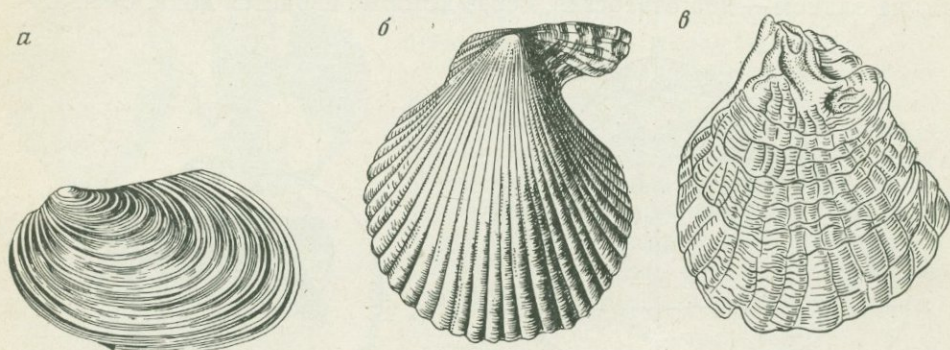


Рис. 28. Отряд беззубые.
а — *Inoceramus*; б — *Pecten*; в — *Ostrea*

Отряд расщепленнозубые. На левой стороне створки имеют один центральный раздвоенный книзу зуб, на правой — два центральных расходящихся зуба. Есть и боковые зубы.

Род *унио* (*Unio*). Раковина обычно удлинённая, 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. Мускула два, хорошо выражены. Мантийная линия без синуса. Распространение: палеоген — ныне.

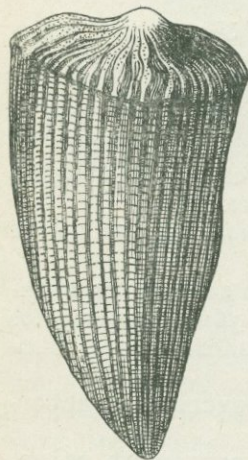


Рис. 29. *Hippurites*

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. Мантийная линия с небольшим синусом. Мускула два, хорошо выражены. Распространение: палеоген — ныне.

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

Род *гинпуритес* (*Hippurites*). Раковина толстостенная (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. Жили в тропических и субтропических морях, обычно прирастая ко дну. Распространение: поздний 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 (Cephalopoda)

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 мускульный 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. Дышат головоногие жабрами. Размножаются только половым путем.

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

Подкласс наружнораковинные (Ectocochlia)

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 морях (мелководные моря на платформах) и лишь некоторые — в глубоководных зонах геосинклинальных бассейнов.

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 (см. 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 трубка, 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 шесть надотрядов: наутилоиден, ортоцератоиден, эндоцератоиден, аммоноиден, актиноцератоиден и бакритоиден.

Надотряд наутилоидеи (Nautiloidea)

Раковина имеет разнообразную форму и строение: трубка прямая или слегка изогнутая, иногда в виде плоскостной спирали. В последнем случае наблюдаются формы с необъемлющими 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

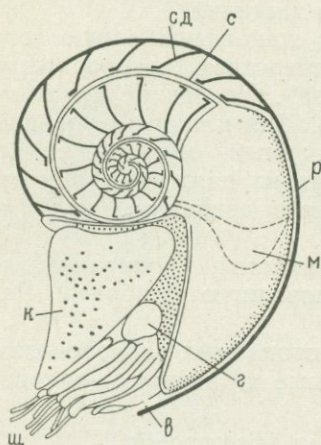


Рис. 30. Схематический разрез наутилуса (ныне живущий) по плоскости симметрии.

к — капюшон; г — глаз; в — воронка; щ — щупальца; м — мускул; р — раковина; с — сифон; сд — сифонная дудка

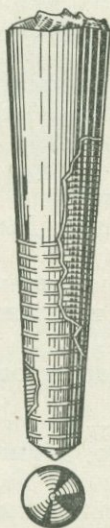


Рис. 31. *Orthoceras*

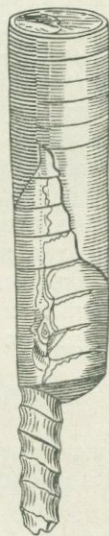


Рис. 32. *Endoceras*

линия почти прямая или слабо волнистая. Сифон занимает обычно центральное положение и лишь иногда приближается к краю. Появились наутилоидеи еще в кембрии. Особенно широко они были распространены в палеозое и мезозое. Типичный представитель — род *наutilus* (*Nautilus*) (рис. 30). Распространение: ордовик — ныне.

Надотряд ортоцератоидеи (Orthoceratoidea)

Раковина прямая или слегка согнутая, имеет вид высокого конуса. Сифон узкий, проходит через центр каждой перегородки. Длина раковины иногда достигала 2 м. С поверхности раковина или гладкая, или имеет поперечные продольные ребра. Перегородки слегка вогнутые, перегородочная линия прямая или со слабыми изгибами. Типичный представитель — род *ортоцерас* (*Orthoceras*) (рис. 31). Распространение: средний ордовик.

Надотряд эндоцератоидеи (Endoceratoidea)

Это очень крупные (до 3—4,5 и даже 9,5 м) головоногие с прямой раковиной и широким сифоном, занимавшим обычно краевое положение. Сифон ($\frac{1}{3}$ ширины раковины) заполнен известковыми конусами, которые вставляются друг в друга. Эндоцератоидеи вели бентосный образ жизни и жили только в ордовике. Характерный род — *эндоцерас* (*Endoceras*) (рис. 32).

Надотряд аммоноидеи (Ammonoidea)

Известковая раковина аммоноидей, размером от нескольких миллиметров до 2,5 м, чаще всего представляет собой трубку, свернутую в плоскую спираль и состоящую из многих оборотов. Некоторые аммоноидеи имели прямую, улитковидную, неправильно скрученную или в раз-

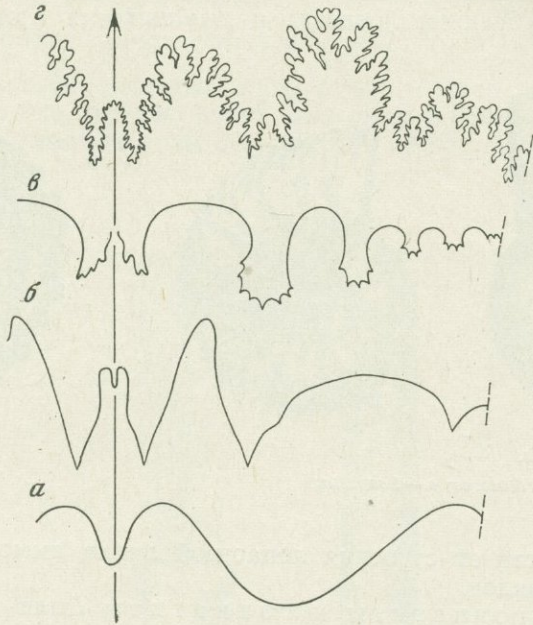


Рис. 33. Типы лопастных линий.

a — агониатитовый; *б* — гониатитовый; *в* — цератитовый;
г — аммонитовый

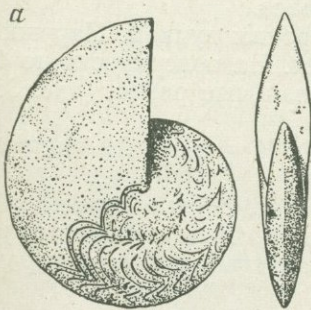


Рис. 34. Агониатиты и гониатиты.

a — *Timanites*; *б* — *Tornoceras*

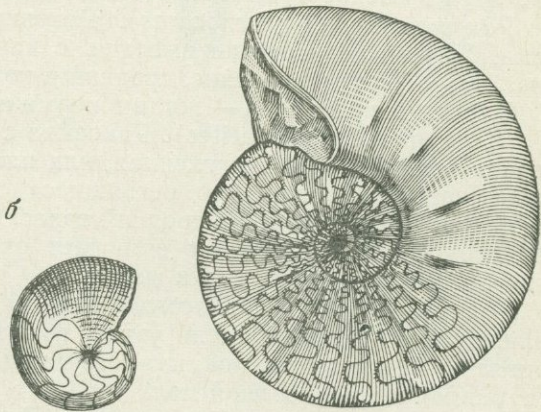


Рис. 35. *Ceratites*

ной степени развернутую раковину, поверхность которой очень часто была покрыта ребрами, бугорками, шипами и другими «украшениями», значительно более разнообразными, чем у наутилоидей. У некоторых поверхности раковины была гладкой. Устье обычно простое, а иногда с боковыми ушками с выемкой или с выступом на внешней стороне. У многих аммоноидей 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, *гонииатитовая* (отличается от агониатитовой значительно большим числом заостренных лопастей и округленных седел), *цератитовая* (имеет мелкозубчатые лопасти) и *аммонитовая* (лопасти и седла рассечены).

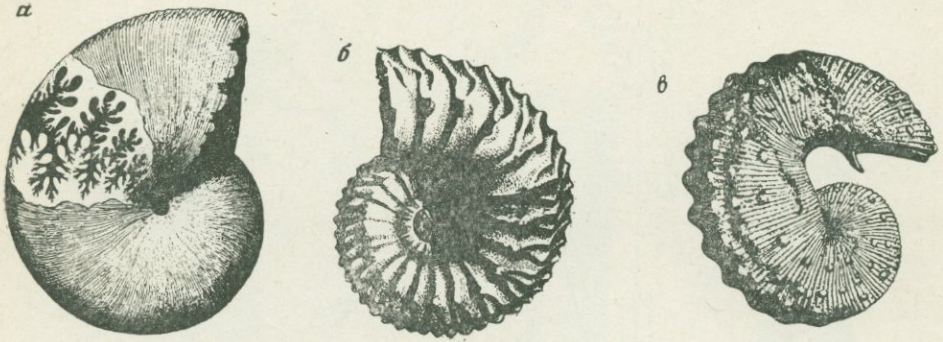


Рис. 36. Аммонитиды.

a — *Pilloceras*; *b* — *Cardioceras*; *v* — *Scaphites*

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

Отряды *агониатиты* и *гонииатиты* были распространены от девона до триаса.

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

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

Отряд *цератиты* — жили в перми и триасе.

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: ранний и средний триас.

Отряд аммонитиды включает около 800 родов. Аммонитиды были распространены в юре и меле.

Род *филлоцерас* (*Pilloceras*). Раковина (рис. 36, а) с сильно объемлющими оборотами, очень узким пупком и высоким овальным сечением, с поверхности покрыта струйками нарастания. Распространение: ранняя юра — поздний 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: поздняя юра.

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

Геологическое значение и распространение. Первые наружнораковинные (наутилоидеи) появляются в кембрии. Они имеют большое зна-

чение как руководящие ископаемые 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 известко-

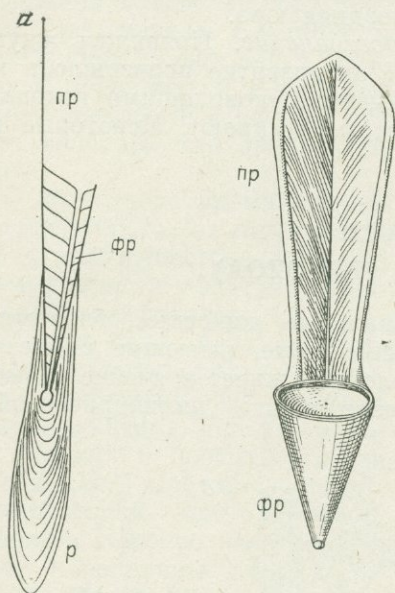


Рис. 37. Строение раковины белемнита.

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

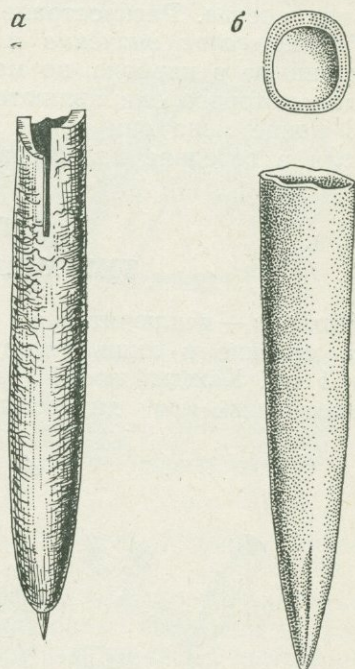


Рис. 38. Белемниты.

а — *Belemnitella*; *б* — *Pachyteuthis*

вый 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: ростра, фрагмокона и проостракума (рис. 37). *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. *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.

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: вторая половина позднего 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: поздняя юра — ранний мел.

Род *цилиндротейтис* (*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: поздняя юра.

Геологическое значение и распространение. Появились внутренне-раковинные в карбоне, но массовое их развитие произошло в мезозое, для которого они являются важными руководящими ископаемыми. В конце мела они почти полностью вымирают. Некоторые роды вымерли в середине палеогена.

ГЛАВА 12. 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

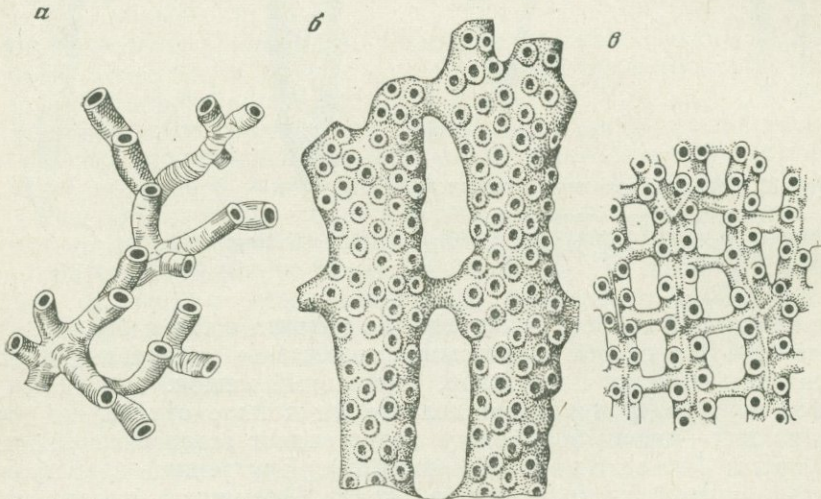


Рис. 39. Мшанки.

а — *Stomatopora*; б — *Polypora*; в — *Fenestella*

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 — ранний триас) и др.

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

ГЛАВА 13.

ТИП ПЛЕЧЕНОГИЕ (БРАХИОПОДА)

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 из фосфата кальция и хитина, или из карбоната кальция. С поверхности она или гладкая, или имеет струйки нарастания, или радиально-ребристая. 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 располагается 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* (возвышение), и лишь иногда встречается обратное соотношение. Замочный край раковины бывает или изогнутым, или прямым. В последнем случае он часто является основанием прямой площадки — *ареи*, 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 створками. 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

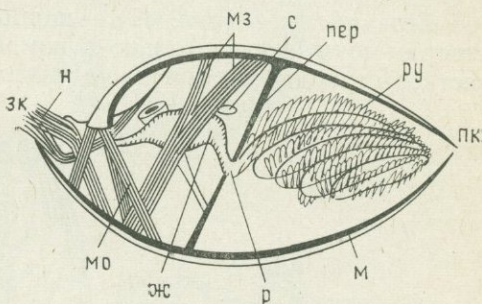


Рис. 40. Схема строения плеченогого (по Л. Ш. Давиташвили, 1958)

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

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 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 извештковых поддержек. Ножка выходит между створками. У прирас-

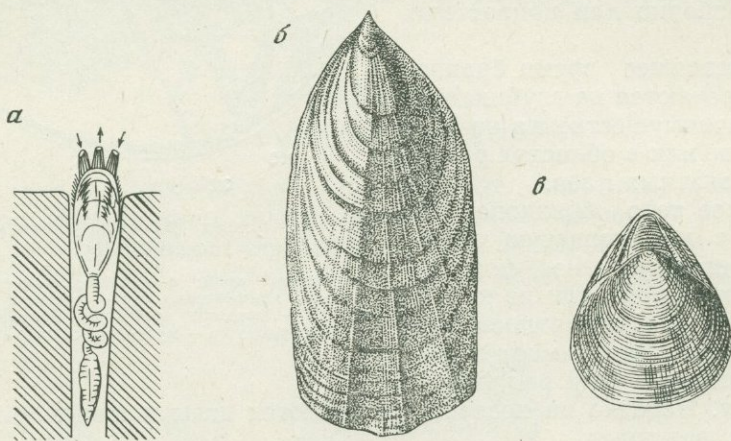


Рис. 41. Беззамковые.

а — *Lingula* (живущая ныне); б — брюшная створка лингулы; в — *Obolus*

тающих форм 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 зарывания в ил или песок. Живут лингулы в литоральной зоне. Распространение: ордовик — ныне.

Род *оболус* (*Obolus*). Раковина маленькая, округлого или овального сечения, с поверхности покрытая концентрическими следами нарастания и радиальными струйками (см. рис. 41, в). 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 относятся большая часть брахиопод. Раковина их двухслойная, сплошная или пронизана тонкими каналцами, в которые входят отростки ман-

тии. У многих замковых брахиопод развита аррея, 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, аррея отсутствует. В брюшной створке имеется дельтириум и крупные зубные пластинки, поддерживающие зубы. Срастаясь, они образуют спондиллий — ложкообразную

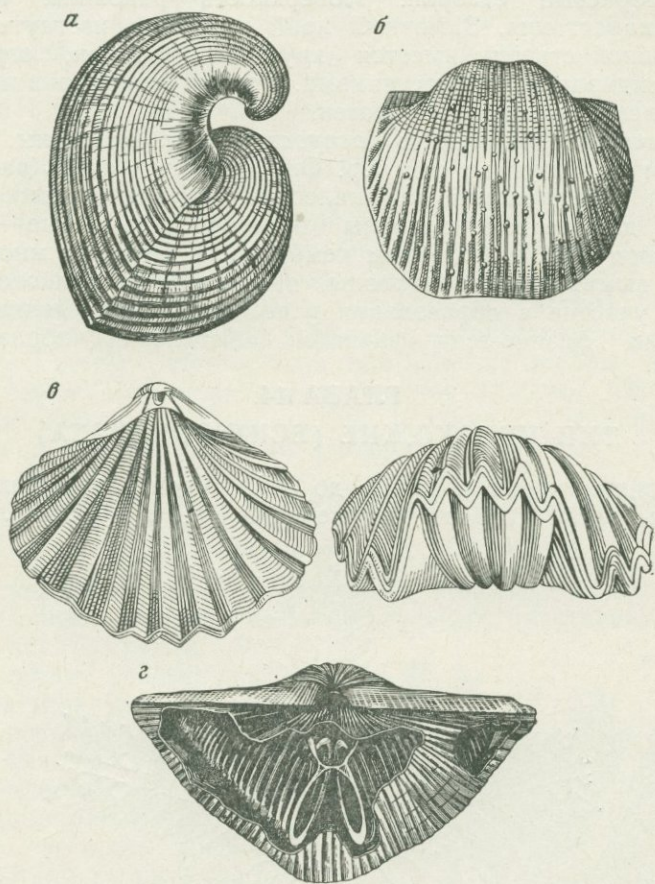


Рис. 42. Замковые.
 а — *Pentamerus*; б — *Productus*; в — *Rhynchonella*; г — *Spirifer*

пластинку, к которой прикрепляются мускулы-замкатели и мускулы-размыкатели. Ручной аппарат в виде крючков. Распространение: силур.

Род *продуктус* (*Productus*). Брюшная створка выпуклая, с широкой макушкой. Спинная — плоская или вогнутая. Аррея 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). Распространение: карбон — пермь.

Род *ринхонелла* (*Rhynchonella*). Брюшная и спинная створки выпуклые, макушка маленькая клювовидная. Замочный край короткий. На брюшной створке сильно развит sinus, 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: поздний 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 дельтидиальными 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 14.

ТИП ИГЛОКОЖИЕ (ECHINODERMATA)

В настоящее время известно до 5000 видов иглокожих. Это морские звезды, офиуры, голотурии, морские ежи и морские лилии. Сре-

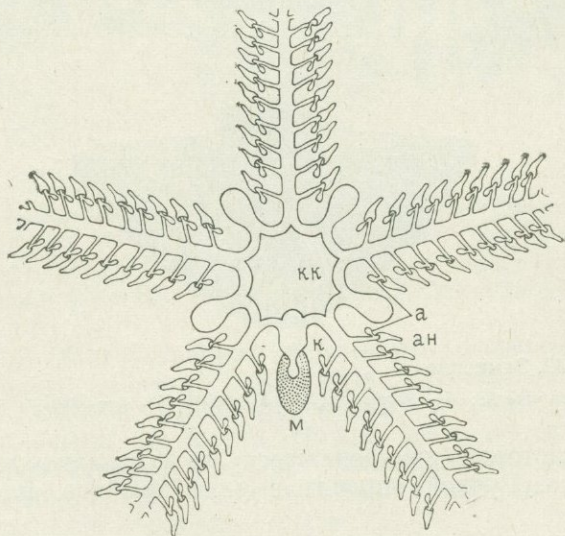


Рис. 43. Амбулакральная система морской звезды.

кк — кольцевой канал; а — ампулы; ан — амбулакральные ножки; м — madreporовая пластинка; к — каменистый канал

ди ископаемых иглокожих известны также морские пузыри, морские бутоны и др.

Все иглокожие, за редким исключением, живут в теплых 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 (амбулакральную)* систему, внутренний (мезодермический) скелет и различные скелетные элементы — придатки, бугорки и особенно иглы.

Скелет иглокожих состоит из известковых решетчатых пластинок и прикрыт сверху кожным покровом. Амбулакральная система (рис. 43) состоит из *каменистого кольцевого* и *пяти радиальных каналов*. От последних отходят два ряда *амбулакральных 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 *амбулакральные ножки*. Последние при этом сильно вытягиваются и присасываются к предметам. Затем вода выталкивается, ножки сокращаются, и животное передвигается. Радиальные каналы с амбулакральными ножками образуют *пять амбулакральных полей*. Между ними располагаются *пять межамбулакральных полей*.

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

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

ПОДТИП ПРИКРЕПЛЕННЫЕ (PELMATOOZA)

Класс морские пузыри (Cystoidea)

Животные эти имели шаровидную, яйцевидную и грушевидную чашечку. Чашечка состоит из многоугольных пластинок, плотно соединенных друг с другом. Ротовое отверстие (иногда прикрытое пластинками) располагается на верхней стороне чашечки. Анальное отверстие прикрыто пластинками, образующими *пирамидку*. *Стебель*, с помощью которого цистоидеи прирастали ко дну, состо-

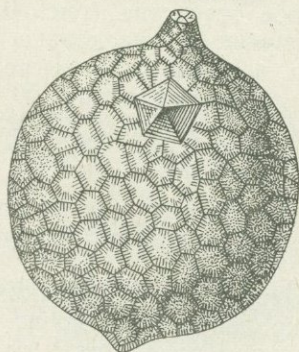
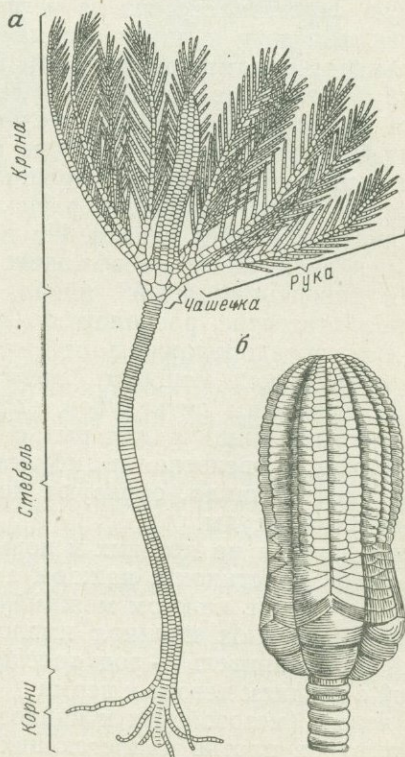


Рис. 44. Echinospaerites

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



ял из члеников различной формы. Жили цистоиде в ордовике, силуре, девоне. Характерный род *эхиносферитес* (*Echinospaerites*) — рис. 44, был распространен в ордовике.

Класс морские лилии (*Criinoidea*)

Тело морской лилии (рис. 45, а) состоит из кроны и стебля; последний иногда отсутствует. 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 пластинок. Пластинки верхнего ряда 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, с помощью которых лилия прикрепляется ко дну (иногда временно). Некоторые лилии прирастают ко дну 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* (*Encrinurus*) — рис. 45, б, был распространен в триасе.

ПОДТИП НЕПРИКРЕПЛЕННЫЕ (*ELEUTHEROZOA*)

Животные этого подтипа или ползают по дну с помощью амбулакральных 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 пластинок, обычно плотно прилегающих друг к другу своими краями. Располагаются они меридиональными рядами, образуя по пяти двурядных *амбулакральных* и *межамбулакральных полей*. Амбулакральные пластинки имеют отверстие для выхода ножек, а межамбулакральные — 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 амбулакральная 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 амбулакральном поле могло меняться от 2 до 20, а в каждом межамбулакральном поле — от 1 до 14. Сопряжение пластинок панциря имело черепицеобразный характер. Типичный представитель — род *археоцидарис* (*Archaeocidaritis*) — 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 количе-

ство 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. Амбулакральные поля слегка извилистые и состоят из мелких пластинок,

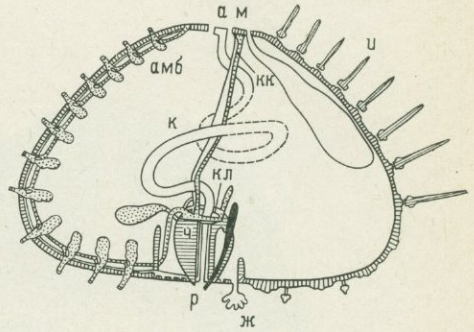


Рис. 46. Схематический срединный разрез правильного морского ежа.

амб — амбулакральная система с амбулакральными 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

вытянутых в поперечном направлении. Межамбулакральные поля значительно шире амбулакральных и состоят из крупных пластинок, имеющих большие и маленькие бугорки для прикрепления игл. Одним из характерных представителей правильных ежей является род *цидарис* (*Cidaris*) — рис. 48. Распространение: поздний триас — ныне.

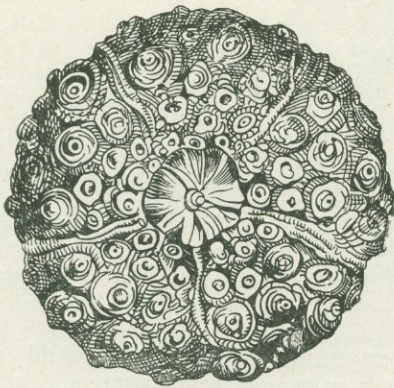


Рис. 47. *Archaeocidaris*

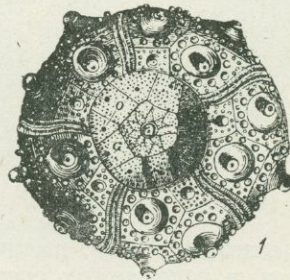


Рис. 48. *Cidaris*

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

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

Род *микрастер* (*Micraster*). Панцирь (рис. 50) сердцевидной формы. Амбулакральные 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: поздний мел — палеоген.

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.

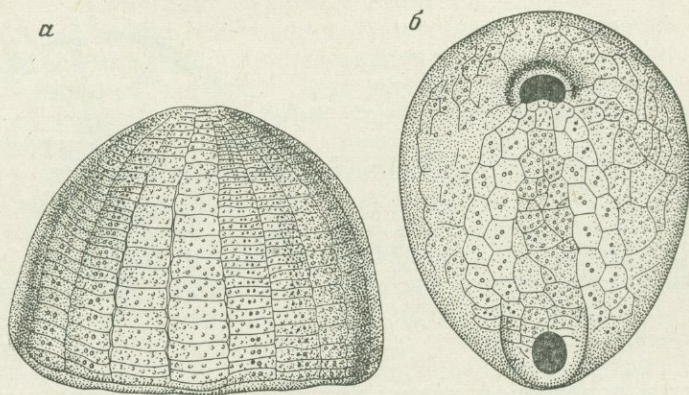


Рис. 49. *Echinocorys*.
а — вид сбоку; б — вид снизу

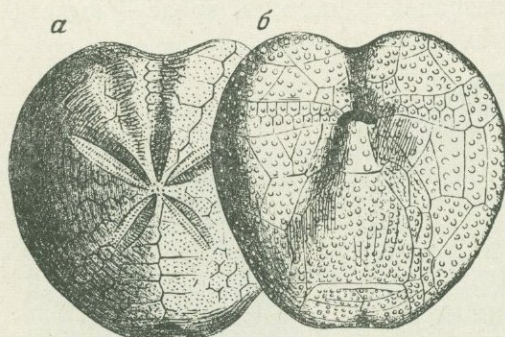


Рис. 50. *Micraster*.
а — вид сверху; б — вид снизу

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 породообразующими организмами. Скопления их скелетных образований дали начало криноидным известнякам.

ГЛАВА 15.

ТИП ПОЛУХОРДОВЫЕ (HEMICHOORDATA)

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.

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

Граптолиты (рис. 51) — морские колониальные организмы с хитиновым скелетом, ведущие планктонный и псевдопланктонный образ жизни. Колония обычно состояла из веточек с ячейками, в которых размещались особи колонии размером в несколько миллиметров.

Род *диктионема* (*Dictyonema*) (рис. 51, а). Колонии кустистой формы, состоящие из многочисленных веточек, соединенных перемычками. Распространение: поздний кембрий — ранний карбон.

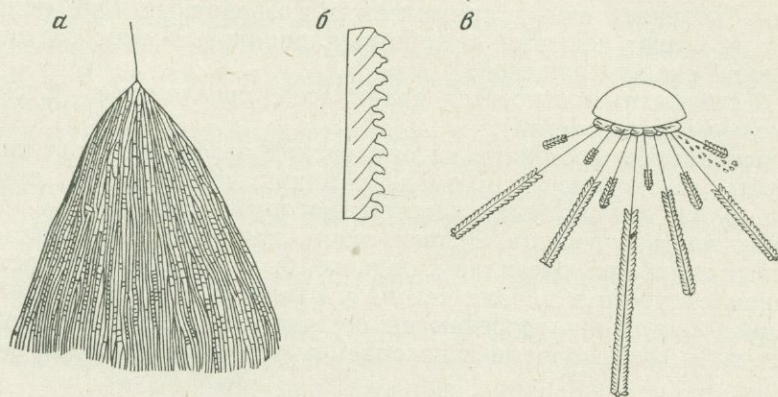


Рис. 51 — Граптолиты.

а — *Dictyonema*; б — *Monograptus* (часть веточки); в — *Diplograptus*

Род *моногрантус* (*Monograptus*) (рис. 51, б). Прямые, разветвленные или спирально закрученные веточки, несущие один ряд ячеек. Распространение: силур.

Род *диплогрантус* (*Diplograptus*) (рис. 51, в). 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 раннем 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.

ГЛАВА 16. ТИП ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)

Хордовые — двустороннесимметричные животные. Название типа происходит от двух слов — *chorba 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 *Craniata*. Ныне известные ископаемые хордовые относятся к подтипу позвоночных.

ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA)

Этот подтип объединяет большое количество наиболее высокоорганизованных животных. Он делится на два раздела: *бесчелюстные* (Agnatha) и *челюстноротые* (Gnathostomi).

РАЗДЕЛ БЕСЧЕЛЮСТНЫЕ (AGNATHA)

Он объединяет самых примитивных позвоночных. Они похожи на рыб, но не имеют челюстей и парных плавников. Имеют сосущий рот. Внутренний скелет хрящевой.

К бесчелюстным относятся два класса: *круглоротые* (Cyclostomi) и *щитковые* (Ostracodermi).

В ископаемом состоянии из ордовикских отложений известны кожные зубы щитковых. Они имели панцирь, состоящий из сросшихся кожных зубов или костных пластин, который покрывал их голову и переднюю часть туловища. Заднюю часть туловища покрывала чешуя. Щитковые появились очевидно в ордовике, были широко распространены в позднем силуре и в начале девона и вымерли к концу девона. В ископаемом состоянии встречаются остатки их костного панциря или кожные зубы. Круглоротые в ископаемом состоянии неизвестны.

РАЗДЕЛ ЧЕЛЮСТНОРОТЫЕ (GNATHOSTOMI)

Они имеют парные конечности (плавники или пятипалые конечности) и челюсти. Внутренний скелет у них хрящевой или костный.

Челюстноротые делятся на два надкласса: рыб и четвероногих.

НАДКЛАСС РЫБЫ (PISCES)

У рыб хорошо развиты 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.

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)

Пластинокожие имели панцирь, который покрывал голову и переднюю часть туловища. Поэтому их называют панцирными рыбами. Головной и туловищный отделы панциря сочленялись подвижно, так что голова могла подниматься и опускаться. Внутренний хрящевой скелет их был частично пропитан известью. Нижняя часть тела пластинокожих плоская. Очевидно, они были донными животными. Некоторые из

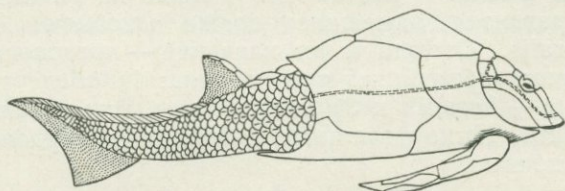


Рис. 52. *Pterichthys*

них — род *птерихтус* (*Pterichthys*) имели парные жесткие длинные конечности — придатки (рис. 52), 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.

Класс хрящевые рыбы (*Chondrichthyes*)

Хрящевые рыбы имеют внутренний хрящевой скелет и хрящевую черепную коробку. Тело их покрыто кожей. В ней располагаются костные чешуи. В ископаемом состоянии встречаются главным образом зубы хрящевых рыб.

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. Тело их покрыто чешуей. Плавники поддерживаются костными лучами. К этому классу относятся три подкласса: кистеперые, двоякодышащие и лучеперые. В геологическом отношении представляют интерес два первых подкласса.

Подкласс кистеперых рыб. Это древние палеозойские, главным образом девонские рыбы. До наших дней сохранился род *Latimeria* (первый экземпляр выловлен в 1938 г.). 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.

Подкласс двоякодышащих рыб. Эти рыбы появились в девоне и живут до сих пор в пересыхающих водных бассейнах. Они очень похожи на кистеперых рыб и, очевидно, произошли от последних. Кроме жабр, у них имеются легкие — видоизмененный плавательный пузырь. 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.

НАДКЛАСС ЧЕТВЕРОНОГИЕ (*TETRAPODA*)

Четвероногие — в основном наземные животные. К ним относятся *земноводные* (*Amphibia*), *пресмыкающиеся* (*Reptilia*), *птицы* (*Aves*) и *млекопитающие* (*Mammalia*). Первые четвероногие появились в верхнем девоне.

Класс земноводные (*Amphibia*)

Это первые наземные позвоночные, еще очень тесно связанные с водоемами, так как они размножаются так же, как и рыбы, откладывая яйца (икринки) в воду. Личинки до превращения во взрослую особь живут в воде, дышат жабрами, имеют хвост и не имеют конечностей. Кожа земноводных тонкая. Она богата железами, выделяющими слизь, и частично выполняет функцию дыхания. Живут земноводные по берегам пресноводных бассейнов. Это холоднокровные животные;

температура их тела непостоянна и зависит от окружающей среды. Дышат 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 1 900 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.

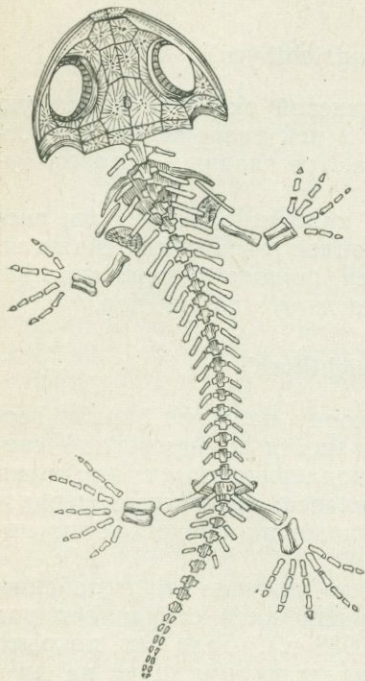


Рис. 53. Скелет стегоцефала.

С позднедевонской эпохи до начала юры жили на Земле древние земноводные, которые имели на черепе костный панцирь. Это *стегоцефалы*, или *панцирноголовые* (рис. 53). 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.

Класс пресмыкающиеся (Reptilia)

Пресмыкающиеся (рис. 54) — 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).

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

Дышали эти животные легкими. Головной мозг у них развит больше, чем у земноводных: есть кора серого вещества, значительно развиты передний мозг и мозжечок.

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. 54. Рептилии верхнего палеозоя (Ходалевиц, Торбакова, 1965).

1 — *Pareiasaurus* sp.; 2 — *Scymnognathus* sp.; 3 — *Inostrancevia*; 4 — *Seymouria*; 5 — *Belodon* sp.;
 6 — *Pteronodon* sp.; 7 — *Rhamphorhynchus* sp.; 8 — *Stegosaurus* sp.; 9 — предсавитель *Ornithosuchia*;
 10 — *Diplodocus* sp.; 11 — *Brontosaurus*; 12 — *Ceratosaurus*; 13 — *Iguanodon*; 14 — *Areoscelis* sp.;
 15 — *Triceratops* sp.; 16 — *Ichthyosaurus* sp.; 17 — *Mososaurus* 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. 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 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 *Scymnognathus*.

Мезозойские рептилии

Динозавры — наиболее многочисленная группа мезозойских рептилий. Они жили на суше. Среди них были и хищники, и растительноядные формы, размером от кошки до 40-метровых гигантов с массивным телом, маленькой головкой, 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. 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, имела 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 функции 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.

Класс птицы (Aves)

Птицы — позвоночные животные, появившиеся в юре и чрезвычайно разнообразно представленные в современной фауне. Это теплокров-

ные животные, температура их тела всегда постоянна, и потому они значительно меньше зависят от окружающей среды, чем холоднокровные.

Птицы 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 увеличивают поддерживающую поверхность при полете.

Головной мозг птиц имеет больший объем, чем у пресмыкающихся. 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.

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

Древние (ящерохвостые) птицы представлены единственным родом *Archaeopteryx* (рис. 55). Отпечатки этих птиц найдены в XIX в. в юрских отложениях Германии. Археоптериксы были величиной с галку, 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, верное расположение хвостовых перьев и такой же скелет, как у современных, но у них еще были зубы (зубастые птицы). В конце мела появились беззубые птицы.



Рис 55. *Archaeopteryx*

Класс млекопитающие (Mammalia)

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

Млекопитающие ведут главным образом наземный образ жизни, но имеются и подземные, и древесные, и полуводные, и водные, и летающие формы.

Млекопитающие появились в конце триаса. В начале кайнозоя они заняли господствующее положение среди позвоночных.

Класс млекопитающие делят на три подкласса: *первозвери*, *низшие звери* и *высшие звери*, или плацентарные. Иногда выделяют еще подкласс *архаических* 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)

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.

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, способными 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. Из всех отрядов рассмотрим отряд приматов.

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.); многие имеют 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 предкоренных зубов. Находки более древних приматов известны с палеоцена. Они похожи на насекомоядных.

Наиболее высокоорганизованными человекообразными приматами являются обезьяны. Человекообразные (гориллы, шимпанзе, гиббоны, 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. Они появились примерно 2,5 млн. лет назад (см. табл. 6). 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 находки древних людей — *археантропов* (появились 700 тыс. лет назад). Древнейшие из них — *питекантропы* (*Pithecanthropus erectus*) жили уже в начале четвертичного периода в Южной Азии. Объем их мозга (850 см³) больше, чем у крупной человекообразной обезьяны, но меньше, чем у современного человека (1500 см³). Они были прямоходящими, умели изготавливать орудия и, возможно, пользовались огнем. Остатки питекантропов найдены на о. Ява. Возле г. Гейдельберга (ФРГ) найдена нижняя челюсть *гейдельбергского* человека, который жил во второй половине раннего плейстоцена. Он близок к питекантропам. В конце раннего и в начале среднего плейстоцена на Земле жили *сиантропы*, остатки которых обнаружены возле г. Пекина. Сидантропы находились на более высокой ступени развития, чем питекантропы и

гейдельбергский человек. Они использовали огонь, объем их мозга 1050 см³.

В середине плейстоцена жили на Земле уже древние люди — *палеантропы*, представителями которых являются *неандертальцы* (*Homo neanderthalensis*). Появились около 350 тыс. лет назад). В СССР их остатки известны из плейстоценовых отложений Крыма и Южного Узбекистана. Объем их черепной коробки составлял около 1400 см³. Они пользовались кремневыми орудиями (человек древнего каменного века).

В середине позднего плейстоцена 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*. Они изготовляли 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 их 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 лагуно-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 17.

ОСНОВЫ ПАЛЕОБОТАНИКИ

Палеоботаника (палеофитология) изучает растения, населявшие Землю в прошлые геологические эпохи. Изучение древних растений

* Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 488 и 490.

имеет большое теоретическое и практическое значение. Их остатки 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. За счет растений образованы угли, торф, нефть, горючие сланцы, диатомит и некоторые другие полезные ископаемые и горные породы.

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 (THALLOPHYTA)

Низшие, или *словцовые*, растения имеют тело, не разделенное на корень, стебель, лист, и не имеют тканей. Тело их — *словвище*, или *таллом*, состоит из одинаковых или почти одинаковых клеток, и только клетки, приспособленные для размножения, устроены иначе. К низшим растениям относятся бактерии, водоросли, грибы, миксомицеты и лишайники, но только бактерии и водоросли имеют геологическое значение, так как они встречаются в ископаемом состоянии и принимают участие в пороодообразовании.

Тип бактерии (Bacteriophyta). Это одноклеточные растения, размеры которых не более нескольких микрометров. 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. Бактерии разрушают горные породы, образуют бурые железняки, известняки, серу и другие породы. Бурые железняки и известняки, образованные за счет жизнедеятельности бактерий, известны еще из архейских отложений.

ВОДОРОСЛИ (ALDAE)

Это огромная группа низших растений, объединяющая 10 самостоятельных типов. Все они имеют хлорофилл 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. Размножаются путем деления, спорами, вегетативным и половым путем.

Водоросли встречаются еще в отложениях архея. 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. Живут преимущественно в пресных водах, реже в морях и еще реже на суше. Они способны жить в воде горячих источников (80° С), 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 доломитизирован-

ные слоистые породы — строматолиты и онколиты*, часто встречающиеся в протерозойских и нижнепалеозойских отложениях. Они имеют огромное значение для стратиграфии позднего протерозоя. Синезеленые водоросли принимали участие и в образовании горючих сланцев кукерситов, которые широко распространены в ордовикских отложениях Прибалтики.

Тип диатомовые водоросли (Diatomeae). Это одноклеточные, обычно одиночные растения, но иногда они образуют микроскопические колонии. Живут в морях и пресных водоемах различных клима-

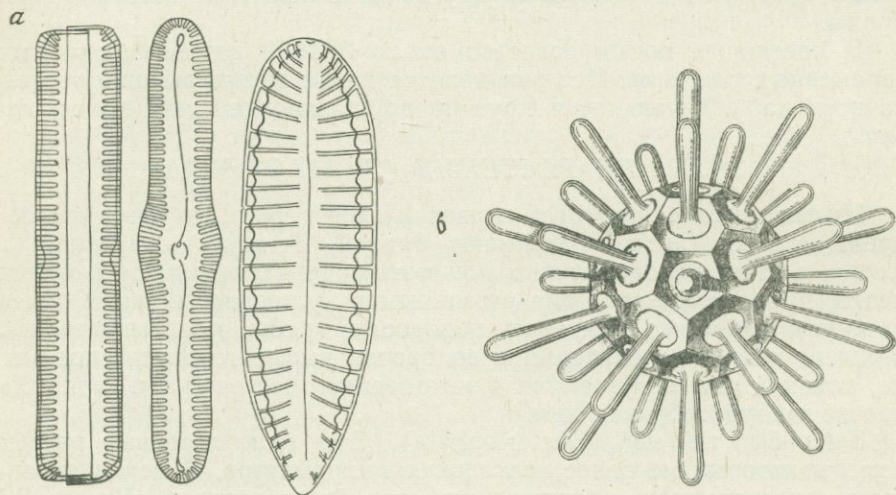


Рис. 56. Водоросли.

a — диатомовые; *b* — кокколитофоры

тических 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. 56, *a*). Скорлупочки этих водорослей слагают опоки, трепелы, диатомиты. 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 *кокколитофорид* она состоит из большого числа известковых пластинок — *кокколитов*, имеющих различную форму и выросты в виде игл, столбиков и т. д. (рис. 56, *b*). Кокколитофориды живут в настоящее время в теплых морях и участвуют в образовании известкового ила. Из пластинок кокколитофорид состоит белый песчий мел. Известны золотистые водоросли с мелового периода.

ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ (СОРМОРФУТА)

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 бурь

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

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: риниофиты, моховидные, плауновидные, членистостебельные, папоротниковидные.

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

СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ

ТИП РИНИОФИТЫ (*RHYNIOPHYTA*)*

Риниофиты — древнейшие наземные или полуводные растения. Росли они главным образом в болотистых местах. Основную их часть составлял вертикальный или стелющийся стебель, покрытый чешуйками или шипами (зачатками листьев). Стебель риниофитов в нижней части переходил в корневищеподобные прямые или клубневидные побеги, стелившиеся по поверхности земли. От них отходили одноклеточные нити — *ризоиды*, выполняющие роль корня. В стебле был один проводящий пучок, окруженный корой, и только у некоторых в нижней части стебля была сердцевина. Кожица коры имела *устьица*, через которые осуществлялся газообмен и наличие которых является бесспорным доказательством того, что риниофиты были наземными растениями. Размножались риниофиты спорами. Они созревали в спорангиях, расположенных на концах веточек.

Типичный представитель: — род *риния* (*Rhynia*) (рис. 57). Распространение: средний девон.

Считают, что *Rhyniophyta* произошли от бурых водорослей. Появившись в силуре, они достигли расцвета в раннем и среднем девоне и вымерли в начале позднего девона. От них произошли три основных типа высших растений: плауновидные, членистостебельные и папоротниковидные.

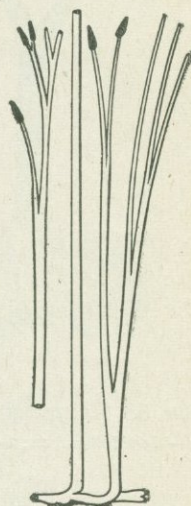


Рис. 57. *Rhynia*

ТИП ПЛАУНОВИДНЫЕ (*LYCOPSIDA*)

Первые плауновидные появились в раннем девоне. Это были кустарниковые растения. Они очень напоминали риниофиты. Настоящие корни у них, как и у риниофитовых, отсутствовали. Их функции выполняла подземная часть стебля с отходящими от нее тонкими ризоидами.

С конца девона и до конца перми были очень широко распространены плауновидные (рис. 58), образующие порядок *лепидодендроновые* (*Lepidodendrales*). Покрывая огромные заболоченные площади, 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 состоя-

*Тип риниофиты до недавнего времени имел иное название — тип псилофиты. Как показали исследования, род *Psilophyton*, по имени которого назывался тип, был выделен по отдельным частям, принадлежащим различным растениям.

нии чаще всего встречаются окаменевшая кора этих растений и окаменевшие корневые образования — *стигмарииты*, 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 растений листья опадали, а след прикрепления листа — *листовая подушечка* и след соудопроводящего пучка — *листовой рубец* — оставались на коре. Для рода *Lepidodendron* (карбон) характерны листовые подушечки ромби-

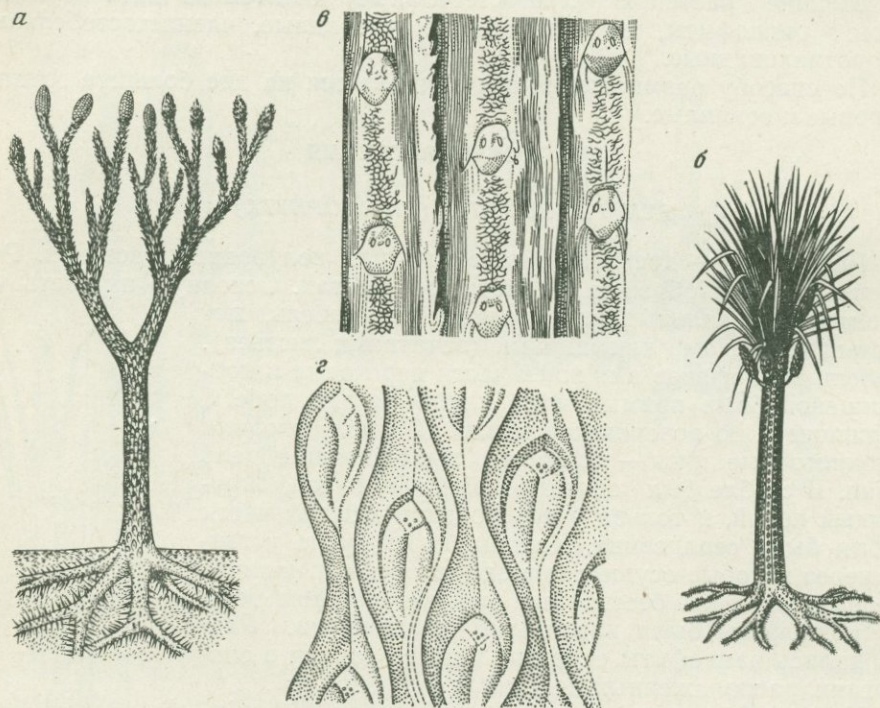


Рис. 58. Плауновидные.

а — *Lepidodendron*; б — *Sigillaria*; в — кора сигиллярии; г — кора лепидодендрона

ческой 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, отходивший от подземного горизонтального корневища, делится узлами на части — *междоузлия*, за что они и получили свое название. Кора гладкая или ребристая.

В геологическом отношении из всех членистостебельных особенно интересны *каламитовые* (рис. 59). Это крупные деревья с ребристым, полым 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*). Типичный представитель — род *каламитес* (*Calamites*), распространенный в среднем карбоне и ранней перми.

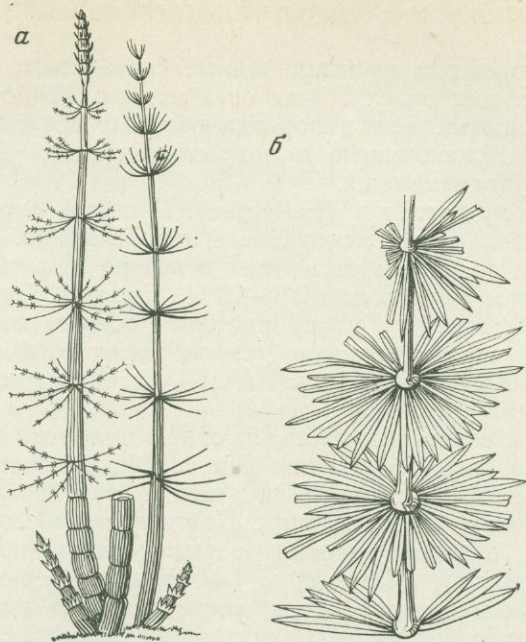


Рис. 59. Членистостебельные.
a — *Calamites*; *б* — *Annularia* (листья каламитовых)

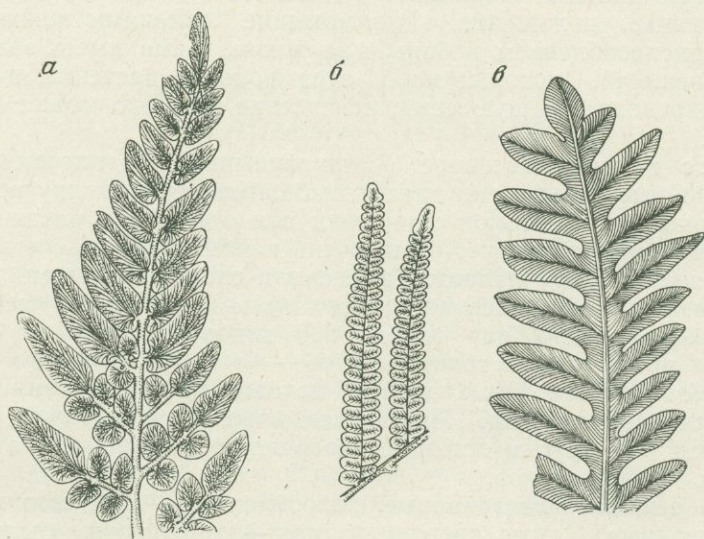


Рис. 60. Листья папоротников.
a — *Neuropteris*; *б* — *Pecopteris*; *в* — *Alethopteris*

В настоящее время папоротниковидные составляют основную часть растений, населяющих сушу. У них есть настоящий корень, стебель и многочисленные листья. Тип папоротниковидные объединяет три класса: папоротники, голосеменные и покрытосеменные. Два последних объединены в группу семенных.

Класс 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. Основную массу растения обычно составляют очень крупные листья — *вайи*. Они очень разнообразны по форме и размерам (от нескольких миллиметров до 30 м). Пластинка листа сложно расчленена.

В ископаемом состоянии листья и споры папоротников очень часто 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*), *невроптерис* (*Neuropteris*), *алетонтерис* (*Alethopteris*) (рис. 60) и другие. Окаменевшие стволы папоротников, встречающиеся очень редко в палеозойских отложениях, описаны под названием *псарониус* (*Psaronius*).

СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

Семенные растения появились в девоне и в конце палеозоя заняли господствующее положение. Размножение семенами явилось очень важным приспособлением в борьбе за жизнь. Семя имеет запас питательных веществ, которые использует молодое растение, и крепкую скорлупу, предохраняющую семя, вследствие чего оно может долго сохраняться.

Класс голосеменные (*Gymnospermae*). К голосеменным относятся хвойные, гинкговые, цикадовые, саговиковые и другие. Семена у них развиваются из голой семяпочки при отсутствии цветка. Голосеменные появились в девоне, были очень хорошо представлены в позднем палеозое, к концу палеозоя вытеснили споровые растения и в мезозое заняли господствующее положение. Многие голосеменные сохранились и живут до сих пор (около 600 видов).

Самые примитивные голосеменные — *семенные папоротники*, глосоптеридиевые и некоторые другие похожи на папоротники, но их листья несли семязачатки. Листья семенных папоротников, если они встречаются без других органов, совершенно неотличимы от листьев настоящих папоротников.

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

Кордаитовые (*Cordaitales*) — деревья с высоким (до 30 м) стволом. Ветви располагались высоко от поверхности земли и несли длинные узкие листья, располагавшиеся спирально. Молодой стебель имел сердцевину, которая быстро разрушалась, а образовавшаяся полость после гибели растений заполнялась осадком. Так возникали слепки с внутренней полости ствола кордаитов, получившие название *артизий*.

Гинкговые (*Ginkgoales*). В настоящее время вид гинкговых — *Ginkgo biloba*. Это крупные деревья (до 30 м) с большими веерными листьями, сидящими на тонком длинном черешке. В древесине гинкговых имеются годичные

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 других голосеменных интересны *беннеттитовые* и *цикадовые*. Внешне они напоминают пальмы или древовидные папоротники. Появившись в начале триаса, были широко представлены в мезозое, а затем значительная их часть вымерла.

Шишки беннеттитовых были внешне похожи на цветок покрытосеменных растений. У них уже был покров, прикрывающий семя. Предполагают, что именно беннеттитовые дали начало покрытосеменным растениям.

Класс покрытосеменные, 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. 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 покрытосеменные 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.

Глава 18.

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 ископаемой фауной и флорой. 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 клеят 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 ориентировка органических остатков по отношению к плоскостям наслоения, 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 закопшек, 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 см³ (100—200 г), в илах и торфяниках 30—50 см³ (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 органических породах, в погребенных торфяниках, древнеозерных сапро-

пелитах 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 рекомендуется перекладывать ватой и не 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 или 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. Плавиновая кислота растворяет кремнистые породы и позволяет освобождать 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 (H₂O₂). 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 макропалеонтологических 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 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: 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 макропалеонтологические остатки фотографируют 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 брахиоподы, 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 поэтому 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 после тщательного изучения всей литературы выясняется, что данный объект отличается от всех видов, выделяют новый вид, но это могут сделать только высококвалифицированные специалисты.

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

ГЛАВА 19.

МЕТОДЫ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Общей методологической основой всех естественных, в том числе и геологических наук является методология диалектического материализма. Она помогает правильно понимать современные процессы и события геологического прошлого, делать выводы, обобщать их. Ее применение в значительной мере обусловило теоретические и практические достижения советской геологии.

На этой общей методологической основе строится уже частная методика отдельных наук.

МЕТОДЫ СТРАТИГРАФИИ

Стратиграфия — это раздел исторической геологии, который выясняет последовательность напластования толщ горных пород и устанавливает их возраст.

Стратиграфия решает следующие задачи:

1) определение последовательности образования пород в каждом конкретном геологическом разрезе;

2) сопоставление и увязка по возрасту пород, слагающих разные разрезы в пределах одного района, и составление местных стратиграфических колонок;

3) сопоставление местных стратиграфических колонок разных районов и составление региональных стратиграфических шкал;

4) сопоставление региональных стратиграфических шкал и составление общей стратиграфической шкалы для всего земного шара.

Стратиграфия является той основой, на которой строится вся историческая геология, так как, систематизируя породы — документы исторической геологии — по времени их образования, она позволяет установить хронологическую последовательность геологических событий — *геохронологию*. Различают *относительную* и *абсолютную геохронологию*. Относительная геохронология устанавливает относительную последовательность событий и образования пород (относительный возраст пород), а абсолютная геохронология позволяет установить, когда происходили те или иные события и образовалась та или иная порода, и выразить это в единицах времени, обычно в миллионах лет.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПОРОД

Для определения относительного возраста пород используются: состав пород, их строение, последовательность напластования, условия залегания, особенности строения толщ, физические свойства пород, палеонтологические остатки. В соответствии с этим существует несколько методов определения относительного возраста пород.

Стратиграфический метод заключается в определении относительного возраста пород по последовательности напластования — нижележащий пласт древнее того, который лежит над ним. Этот метод широко используется при сравнительно простом залегании пластов. В областях со сложной тектоникой, где имеются опрокинутые и лежащие складки, надвиги и т. д., более молодые породы нередко лежат под

более древними (рис. 61). В таких случаях находят подошву и кровлю пластов, выясняют характер структур и лишь затем делают соответствующие выводы о возрасте пород.

Минералого-петрографический метод основан на изучении петрографических особенностей пород. Если в разрезах имеются пласты пород, одинаковые по минеральному составу, структуре, текстуре, условиям образования, и последовательность 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 при сопоставлении близко расположенных разрезов. В отдаленных разрезах разновозрастные породы могут иметь неодинаковые особенности, что обусловлено неодинаковой обстановкой их образования. С другой стороны, породы разного возраста могут иметь одинаковые петрографические особенности, так как в разное время на поверхно-

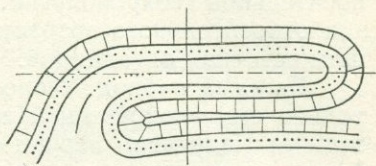


Рис. 61. Схематический разрез опрокинутой складки.

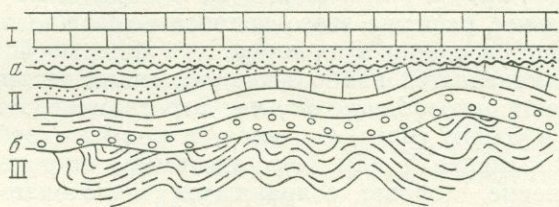


Рис. 62. Сопоставление разрезов толщ, разделенных угловыми несогласиями (составил В. М. Цейслер).

а, б — поверхности несогласия; *I—III* — толщи, разделенные поверхностями несогласий

сти 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.

Структурно-тектонический метод (рис. 62). В основе этого метода лежат представления о том, что тектонические движения происходят одновременно на больших площадях. Толщи пород расчленяются на пачки, отделенные друг от друга угловыми несогласиями. Затем в разных разрезах выделяются пачки, заключенные между разновозрастными угловыми несогласиями. Эти пачки считают разновозрастными. Установлено, однако, что тектонические движения на больших площадях происходят неодновременно и имеют неодинаковую скорость.

В результате толщи пород выводятся на поверхность в разных местах в разное время и размываются в разной степени, и при последующем погружении новые слои осадка будут накапливаться на породах разного возраста, т. е. поверхность осадконакопления не будет везде разновозрастной. Так как и новое погружение не будет происходить на больших площадях одновременно, новое осадконакопление также начнется в разных местах в разное время. В этом состоит недостаток этого метода, и он применяется только в сочетании с другими.

Геофизические методы основаны на том, что разные породы имеют неодинаковые физические свойства — плотность, электросопротивление, радиоактивность и др. Для определения возраста пород используются *электрокаротаж* и *гамма-каротаж*. При электрокаротаже измеряется удельное электросопротивление пород, при гамма-карота-

же — природная радиоактивность. Измерения производят в скважинах с помощью специальных приборов, которые автоматически записывают в виде кривой изменения этих величин. В результате получают *каротажные диаграммы*, изучение и сопоставление которых позволяет выделить и сопоставить однородные пачки пород, их и считают разновозрастными. Этот метод широко используется при изучении плохо обнаженных районов и особенно в нефтяной геологии.

Палеонтологические (биостратиграфические) методы. Это основные универсальные и наиболее надежные методы относительной геохронологии. Сущность этих методов состоит в определении относительного возраста пород по сохранившимся в них окаменевшим остаткам организмов.

Каждый период геологической истории Земли характеризуется только ему свойственной совокупностью различных организмов. При этом последующий период отличается от предшествующего появлением более высокоорганизованных групп организмов. Поэтому если породы в разных, даже далеко отстоящих разрезах содержат одинаковые органические остатки, можно считать, что эти породы образовались в одно время. 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.

Из всех окаменелостей наибольшее значение для определения возраста пород имеют *руководящие формы*. Это окаменелости, которые содержат только в одном горизонте, слое, т. е. имеют небольшое вертикальное распространение. Кроме того, они имеют широкое горизонтальное распространение, хорошо сохраняются в ископаемом состоянии и в одном и том же месте их обычно много. Метод определения возраста пород по таким окаменелостям называется *методом руководящих форм*.

В настоящее время для определения относительного возраста пород используется весь комплекс органических остатков, содержащихся в породе. Так как процесс эволюции органического мира необратим, эти комплексы неповторимы, и для пород определенного возраста характерны лишь им присущие комплексы окаменелостей. Определение относительного возраста пород по таким комплексам называется *методом анализа комплекса форм*.

Наиболее точным из всех палеонтологических методов является *филогенетический метод*, основоположником которого является В. О. Ковалевский. Метод основан на том, что потомки находятся на более высокой ступени развития, чем предки, и не могли жить раньше предков, и поэтому их остатки содержатся в более молодых отложениях. Обычно выбирают одну группу организмов (род, отряд и др.) и прослеживают ее эволюцию.

К палеонтологическим методам относятся также микропалеонтологический, спорово-пыльцевой, процентно-статистический.

Микропалеонтологический метод. Отличается от других палеонтологических методов только тем, что в этом случае изучаются остатки микроскопических организмов — фораминифер, радиолярий и др. Особенно большое значение он имеет для стратиграфического расчленения нефтеносных отложений, о чем уже говорилось выше.

Спорово-пыльцевой метод. Пыльца и споры встречаются в самых разнообразных осадочных породах и даже в некоторых эффузивных. Это микроскопические растительные остатки, имеющие очень стойкую оболочку и потому хорошо сохраняющиеся в ископаемом состоянии. Особенно важное значение они имеют для стратиграфического расчленения континентальных отложений. Кроме того, это единственный метод, позволяющий сопоставлять морские и континентальные отложения,

так как споры и пыльца разносятся очень широко и содержатся не только в континентальных, но и в морских отложениях. Особенно большое развитие этот метод получил в последние 25—30 лет.

Процентно-статистический метод. Основан на определении процентного содержания отдельных видов организмов. Если в двух разных слоях процентное содержание одних и тех же видов оказывается близким, слои считаются одновозрастными. Этот метод формален и используется совместно с другими.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки. Поэтому они обычно используются в комплексе.

Относительный возраст магматических пород определяется по соотношению их с вмещающими осадочными породами (рис. 63).

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 размыва. Если контакт интрузии с вышележащей толщей не является поверхностью размыва, считать интрузию более древней, чем вышележащая толща, нельзя, так как любая интрузия образуется при остывании магмы в глубине и выше нее всегда есть толща, образующаяся еще до внедрения магмы в земную кору.

Если имеется несколько взаимно пересекающихся магматических тел, то магматическое тело, секущее другое, всегда моложе последнего. На рис. 63 жила *A* самая древняя. Она образовалась между ранним (D_1) и поздним (D_3) девонам. Жила *B* самая молодая. Время ее образования — интервал между ранним карбоном (C_1) и ранней пермью (P_1). Жила *Б* образовалась позже жилы *A*, но раньше жилы *B*, между поздним девонам (D_3) и ранним 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 способом.

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 ни было факторов. Для разных химических элементов эта скорость неодинакова. Она устанавливается экспериментально.

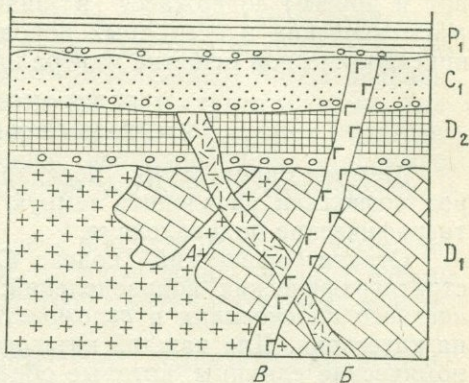


Рис. 63. Стратиграфические взаимоотношения интрузий с вмещающими породами и между собой

Обычно определяется период полураспада — время, в течение которого любое количество данного радиоактивного вещества распадается наполовину с образованием устойчивого изотопа. Зная, какое количество продуктов распада и неразложившегося вещества находится в данной породе, а также период полураспада радиоактивного вещества, можно по специальной формуле определить возраст этой породы.

В настоящее время для определения абсолютного возраста пород широко применяется аргонный метод. При этом используется самопроизвольный распад ^{40}K , конечным продуктом которого является Ar^{40} . Калиевые минералы (калиевые полевые шпаты, слюды, глауконит, сильвин и другие) содержатся в значительных количествах во многих магматических и осадочных породах, аргон же хорошо сохраняется в кристаллической решетке минералов.

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ И СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛЫ

Методы определения последовательности образования горных пород позволили расчленить земную кору на отдельные части или стратиграфические подразделения.

Стратиграфический кодекс СССР* предусматривает три группы стратиграфических подразделений: *основы комплексного обоснования, частного обоснования и вспомогательные*. Эти группы подразделяются на категории. Для каждой категории установлены определенные таксономические единицы, которые образуют таксономические шкалы.

В данном учебнике будут рассмотрены основные стратиграфические подразделения комплексного обоснования (табл. 1) и наиболее часто употребляющиеся вспомогательные стратиграфические подразделения.

Таблица 1

Основные стратиграфические подразделения комплексного обоснования

Категория общих стратиграфических подразделений	Категория региональных стратиграфических подразделений	Категория местных стратиграфических подразделений
Эонотема Эратема (группа)	Горизонт Лона (провинциальная зона)	Комплекс Серия
Система Отдел Ярус Зона Звено		Свита

Вспомогательные стратиграфические подразделения: толща, пачка пласт (слой), маркирующий горизонт.

Общим стратиграфическим подразделением комплексного обоснования соответствуют таксономические единицы геохронологической шкалы.

Общие стратиграфические подразделения

1. Эонотема
2. Эратема
3. Система
4. Отдел
5. Ярус
6. Зона
7. Звено

Геохронологические подразделения

1. Эон
2. Эра
3. Период
4. Эпоха
5. Век
6. Фаза
7. Пора

* Стратиграфический кодекс СССР утвержден Межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК) СССР 10 мая 1976 г. Он определяет системы стратиграфической классификации, относится к числу важнейших геологических документов, способствует повышению качества государственной геологической съемки и других геологических работ.

Геохронологический эквивалент горизонта, лоны, комплекса, серии, свиты — *время*, с добавлением названия соответствующих стратиграфических подразделений (надеждинский горизонт) — надеждинское время, карельский комплекс — карельское время и т. д.).

Совокупность общих стратиграфических подразделений, расположенных в порядке их стратиграфической последовательности и таксономической подчиненности, составляет *общую стратиграфическую шкалу*.

Последовательный ряд геохронологических подразделений в их таксономической подчиненности составляет геохронологическую шкалу, или шкалу относительного геологического времени.

Ярус, зона, звено, горизонт, лона и свита должны иметь *стратотип (стратотипический разрез)* — конкретный и наиболее полный и характерный (типовой) разрез данного стратиграфического подразделения. Другие стратиграфические подразделения обычно стратотипов не имеют, так как они всегда могут быть охарактеризованы суммой стратотипов составляющих их стратиграфических подразделений. Например, отдел, характеризуется суммой стратотипов входящих в него ярусов, и т. д.

Ниже приводится характеристика всех общих и наиболее употребительных региональных и местных стратиграфических подразделений комплексного обоснования, а также некоторых вспомогательных стратиграфических подразделений.

Для выделения общих стратиграфических подразделений используются различные методы стратиграфических исследований, однако ведущими являются биостратиграфические методы. И только для самых древних докембрийских отложений, значительная часть которых не содержит органических остатков, и для самых молодых четвертичных эти методы не являются ведущими.

Эратемы (группы) — это очень крупные стратиграфические подразделения, имеющие обычно значительную мощность (иногда десятки километров), очень большие площади распространения, сложный петрографический состав. Образуются в течение одной эры и отражают особенности геологического развития Земли и органического мира в течение этой эры. Границы между группами проводятся там, где отмечаются наиболее резкие изменения в составе органических остатков. Соответственно границы эр отвечают моментам больших изменений в органическом мире Земли. В настоящее время выделяют архейскую, протерозойскую*, палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую группы (эратемы). Две первые объединяют в *криптозойскую*, а три последние — в *фанерозойскую эонотемы*. В названии эонотем и эратем отражены их относительная древность и соответствие главным этапам развития жизни на Земле**.

Система — часть группы, образовавшаяся в течение одного периода. Для систем часто характерны значительные мощности (до нескольких километров), большие площади распространения, сложный петрографический состав. Система характеризуется типичными для нее семействами или родами фауны и родами и видами флоры. Границы систем проводятся там, где имеют место существенные изменения в фауне и флоре, что бывает обычно связано с изменениями физико-географической обстановки, обусловленными тектоническими движениями. Поэтому на границах смежных систем наблюдаются изменения фациального ха-

* Протерозойскую группу делят на две, иногда три подгруппы, нижне-, средне- (если три) и верхнепротерозойскую, которые часто рассматриваются как самостоятельные группы, о чем еще будет сказано ниже.

** Криптозой (криптос — скрытый, зое — жизнь) — эон скрытой жизни, фанерозой (фанерос — явный) — эон явной жизни, палеозой (палеос — древней жизни, мезозой (мезос — средний) — эра средней жизни, кайнозой (кайнос — новый) — эра новой жизни.

рактера отложений и угловые несогласия. Системы (и соответственно периоды) чаще всего получают географические или этнические названия тех районов, где широко распространены или где находятся их стратотипические разрезы*. Например, пермская система получила свое название по имени бывш. Пермской губернии (ныне Пермская обл.), где она широко распространена и была впервые выделена.

Отдел — часть системы, образовавшаяся в течение одной эпохи. Отделы характеризуются определенными родами и видами фауны и флоры. Отделы называются по их положению в системе: *нижний и верхний* — при двучленном делении системы и *нижний, средний и верхний* — при трехчленном. Эпохи соответственно называются *ранняя, поздняя* или *ранняя, средняя и поздняя*.

Ярус — часть отдела, образовавшаяся в течение века. Он обычно распространен на больших площадях и для него характерен определенный палеонтологический комплекс, в состав которого входят типичные для данного яруса роды и виды, имеющие широкое географическое распространение. Ярусы обычно получают географическое название тех областей, где находятся их стратотипические разрезы.

Зона (хронозона) — часть яруса. Она имеет не повсеместное распространение и обычно характерна для какой-то определенной области. Она характеризуется группой определенных видов организмов, быстро эволюционирующих и имеющих широкое географическое распространение. Название зоны образуется из названия одного или двух характерных видов (например, зона *Amalteus margaritatus*).

Звено объединяет комплексы пород, сформировавшиеся во время одного цикла климатических изменений, который складывается из двух полуциклов теплового режима: потепления (*межледниковье, арид*) и похолодания (*ледниковые, плювиал*). Эти подразделения применяются для расчленения четвертичной системы. Звенья получают названия *нижне-, средне-, верхнечетвертичное и современное*, а пора соответственно *ранне-, средне-, позднечетвертичная и современная*.

Основная таксономическая единица региональных стратиграфических подразделений — *горизонт*. Он устанавливается на основании комплекса признаков: фациально-литологических, палеонтологических и др., из которых для фанерозоя главными остаются палеонтологические. По рангу он примерно соответствует зоне. Горизонт получает географическое название той области, где имеется его стратотипический разрез.

Лона (провинциальная зона) — часть горизонта. Она выделяется по фаунистическому или флористическому комплексу, который отражает наиболее общие черты палеобиоценозов на площади распространения лоны. Характерные виды определяют стратиграфический объем лоны только в пределах ее географического распространения. В других областях и провинциях их стратиграфическое распространение может быть иным.

Наиболее крупной таксономической единицей местных стратиграфических подразделений является *комплекс*. Он объединяет две или несколько серий. Обычно это весьма мощная и сложная по составу и строению совокупность геологических образований, соответствующая крупному тектоническому этапу в геологическом развитии территории. Комплекс обычно используется в стратиграфии докембрия.

Серия объединяет две или несколько свит, для которых характерны какие-либо общие признаки: сходные условия образования, преобладание определенных пород, особенности строения (ритмичность и т. д.) и др. Серии обычно отделены друг от друга крупными стратиграфическими и угловыми несогласиями.

* Из этого правила есть и исключения. Например, меловая система названа так по наличию в ней белого писчего мела, каменноугольная — по наличию угля и т. д.

Свита — основная таксономическая единица местных стратиграфических подразделений. Она представляет совокупность отложений, развитых в пределах какого-либо геологического района, характеризующихся устойчивыми специфическими фациально-литологическими и палеонтологическими особенностями и занимающих определенное стратиграфическое положение в разрезе. Петрографический ее состав может быть и однообразным и разнообразным. Она может также состоять из закономерно чередующихся некоторых типов пород.

Комплекс, серия и свита обычно получают географические названия.

Из вспомогательных стратиграфических подразделений широко используются толща, пачка, пласт, маркирующий горизонт.

Толща — совокупность пород или их ассоциаций, для которых характерны некоторые общие особенности. Чаще всего толщей называют геологическое тело, не имеющее еще достаточного обоснования для того, чтобы можно было назвать свитой или подсвитой. *Пачка* — относительно небольшая по мощности совокупность слоев (пластов), характеризующихся некоторой общностью признаков или одним определенным признаком, что позволяет отличить ее от смежных по разрезу пачек. *Пласт (слой)* — литологически более или менее однородные, относительно маломощные отложения, отличающиеся какими-либо признаками и ясно отграниченные от ниже- и вышележащих пластов. *Маркирующий горизонт* — широко распространенные и развитые на определенном стратиграфическом уровне маломощные отложения (пачка, пласт), выделяемые на основании характерных особенностей слагающих пород, наличия остатков определенных организмов (как характерных признаков породы) или других особенностей, заметно отличающих данный горизонт от подстилающих или перекрывающих отложений.

Для обозначения времени формирования толщи, пачки, пласта (слоя), маркирующего горизонта употребляется выражение «*время образования толщи, пачки, слоя и т. д.*».

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 родового 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, а отсутствие донной фауны — признак сероводородного заражения бассейна, и т. д. Палеонтологические особенности пород нередко играют решающую роль в восстановлении физико-географических условий, которые существовали в то или иное время в той или иной области. Изучением палеонтологических особенностей пород занимается *биономический анализ*.

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. Изучением литологических особенностей пород занимается *литологический анализ*.

Литологический и биомический анализы вместе составляют *фацальный анализ*.

Цвет породы нередко является важным показателем условий ее образования. Например, красноцветные породы континентального происхождения обычно формируются 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 позволяет выяснить характер среды осадконакопления и характер разрушающихся материнских пород

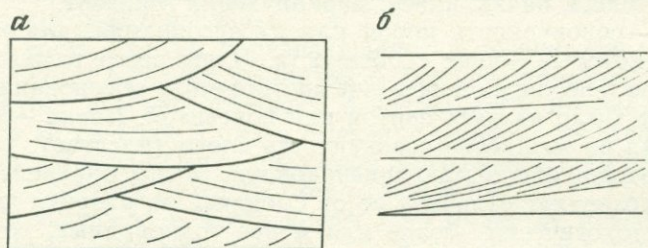


Рис. 64. Типы слоистости

a — перекрестная слоистость прибрежного типа; *б* — косая однонаправленная речного типа

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 физико-географической обстановки образования пород являются некоторые минералы-индикаторы. Например, глауконит, фосфорит, монтмориллонит, 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. 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.

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. 64, *a*) — типична для обломочных отложений мелководной зоны моря (до 70—100 м), косая однонаправленная (рис. 64, *б*) — для русловых потоков, и т. д.

Конкреции сингенетические * также помогают определять характер

* Сингенетические конкреции образуются одновременно с накоплением осадочной толщи (слойки породы огибают такую конкрецию сверху и снизу).

среды осадконакопления. Для мелководных морских отложений характерны бокситовые, железистые (шамозитовые), марганцовистые, фосфатные конкреции. 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 дает возможность определить особенности среды и эпохи осадконакопления, глубину бассейна, соленость, газовый режим, динамику среды, климат и др.

Понятие о фациях. Палеонтологические и литологические особенности позволяют отличать породы, образовавшиеся в одной физико-географической обстановке, от пород, образовавшихся в другой обстановке. Эти особенности обуславливают облик породы или ее *фацию* (facies — лицо, облик). Термин «фация» в таком его понимании впервые предложил швейцарский ученый А. Грессли в 1838 г. В настоящее время под фацией обычно понимают слой, несколько слоев, часть слоя (геологическое тело) с одинаковыми первичными литологическими и палеонтологическими особенностями.

Методы фациального анализа. В основе фациального анализа лежит сравнение палеонтологических и литологических признаков древних пород и современных отложений. Сходство признаков древних пород и современных отложений говорит о сходных условиях их образования.

В основе такого сравнения лежит *актуалистический метод* или *принцип актуализма*, который исходит из того, что на Земле всегда действовали те же геологические процессы, которые действуют и сейчас, и, следовательно, среди древних пород должны быть аналоги современных отложений. Из этого следовал вывод, что изучение особенностей современных процессов и современных отложений позволит понять геологическое прошлое Земли. Эти мысли высказывали многие ученые. Очень широко метод объяснения событий геологического прошлого путем сравнения их с современными геологическими процессами использовал М. В. Ломоносов. Однако как метод научного исследования этот метод стал широко применяться после появления работы Ч. Лайеля «Основы геологии» (1830—1833 гг.), хотя сам Ч. Лайель, развивая этот метод, довел его до *униформизма* — учения о том, что в геологическом прошлом действовали те же силы и с такой же интенсивностью, что и сейчас, и поэтому особенности современных процессов можно без всяких поправок переносить в прошлое. В этом была ошибка Ч. Лайеля*.

Последующее изучение древних пород и современных отложений показало, 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, процессы химического выветривания в докембрийское время

* Ф. Энгельс писал: «Недостаток лайелевского взгляда... заключался в том, что он считал действующие на Земле силы постоянными — постоянными как по качеству, так и по количеству. Для него не существует охлаждения Земли. Земля не развивается в определенном направлении, она просто изменяется случайным, бессвязным образом». Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 352.

происходили не в окислительной, а в восстановительной среде, так как кислорода в атмосфере тогда не было.

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-исторического 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. Источниками материала, из которого они образуются, являются: суша, откуда в моря сносится огромное количество продуктов разрушения, а также организмы и вулканические процессы.

Распределение этого материала в море зависит прежде всего от глубины 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 (фации) принято делить на прибрежные, мелководные, умеренно-глубоководные, глубоководные и весьма глубоководные. Первые три типа отложений накапливаются в области шельфа, глубоководные — в области континентального склона и весьма глубоководные — в области океанического дна.

Прибрежные фации (отложения литоральной зоны). Эти отложения накапливаются в зоне прилива и отлива. Они 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 организмы 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) и береговые валы (до 12 м высотой) обычно сложены галечником, гравием, песком. Весь этот материал хорошо окатан и отсортирован, для него характерны пологая перекрестная слоистость, знаки ряби и волноприбойные знаки. Он перемешан с обрывками водорослей, кусками древесины и битой ракушкой, превращенной в *детритус*. В некоторых местах (побережье Азовского, Северного морей) эти береговые валы сложены почти исключительно ракушкой. В ископаемом состоянии также известны аналогичные образования — *детритусовые известняки*.

Если берега низменные, плоские или береговой уступ сложен глинами и 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 прибрежной зоны среди ископаемых фаций очень важны, так как они очень четко фиксируют положение береговых линий древних морей.

Мелководные фации. 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 полевошпатовые, магнетитовые, гранатовые и др. Мелководные пески хорошо отсортированы и характеризуются перекрестной слоистостью. Среди организмов, населяющих эти пески, преобладают зарывающиеся формы. Раковины у них обычно массивные, толстостенные. 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.

Нередко бухты и заливы обособляются от открытого моря и опресняются или засоляются. В опресненных заливах в нижней части котловины образуются застойные воды, лишенные кислорода, благоприятные для развития серобактерий. В этом случае донные организмы отсутствуют и в осадке содержится много пирита, а иногда и органического вещества. Последнее 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. Органогенные осадки обычно накапливаются там, куда обломочный материал почти не выносятся. Наиболее мелководными из органогенных известняков являются водорослевые, мшанковые и криноидные. Фораминиферовые известняки образуются на глубине около 50 м, коралловые, серпуловые и губковые — на глубинах 20—40 м. Белый писчий мел, состоящий в основном из скорлупок кокколитофорид, накапливается на глубинах от 100 до 200—300 м.

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

Карбонатные осадки накапливаются только в теплых морях, где карбонаты легко выпадают в осадок при изменении температуры или количества углекислоты (СО₂).

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 ре-

зультате 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 до 200—300 м. Встречается он обычно в виде примеси в песках, глинах, известняках. Условия образования глауконита неясны до сих пор.

Фосфатные осадки образуются также только в море на глубине 30—300 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, направленными в сторону берега. Поднимаясь в области более низких давлений и более высоких температур, воды теряют часть CO_2 . Содержание же P_2O_5 увеличивается за счет трупов организмов, падающих сверху. Равновесие нарушается, воды оказываются пересыщенными CaCO_3 и $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$, и эти соединения выпадают в осадок.

Умеренно-глубоководные фации 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. Донная фауна представлена мшанками, морскими ежами, кремневыми губками, некоторыми пеллециподами и гастроподами и одиночными кораллами. Скелетные образования у этих организмов тонкие, хрупкие.

Из *терригенных осадков* здесь преобладают глины. Они образуются за счет медленного осаждения наиболее тонкого материала, выносимого из более мелководных зон, а также глинистых минералов, возникающих в море в результате химических превращений. На отдельных участках накапливаются глинисто-алевритовые осадки.

Органогенные отложения в этой подзоне встречаются редко. Они образуются за счет планктонных организмов, а также иглоочек кремневых губок. Диатомеи, накапливаясь, образуют диатомовые илы, которые затем превращаются в диатомит и трепел, а иглоочки кремневых губок — в губковые илы*. Раковинки фораминифер и птеропод дают начало карбонатным илам.

Отложения коллоидно-химического происхождения здесь представлены пластовыми фосфоритами (до глубины 300 м), а также карбонатными и кремнистыми породами.

Среди ископаемых фаций отложения зоны шельфа распространены наиболее широко.

Глубоководные фации (отложения батимальной зоны) накапливаются на глубине от 200—500 до 2000—3000 м. Движения воды на этих глубинах очень слабые, жизнь 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 глубоководных отложениях присутствуют остатки планктонных формаринифер и иногда активно плавающих животных.

Глубоководные фации представлены преимущественно глинистыми и органогенными илами. Они составляют основную массу осадков. Значительно меньше распространены пески, на склонах возвышенностей — галька.

Глинистые илы различаются по условиям образования и соответственно по минеральному составу и цвету: красные илы (содержат

* Среди ископаемых фаций аналогом губковых илов является спонголит.

окислы железа), синие (присутствуют соединения закисного железа), зеленые (содержат глауконит).

Органогенные илы — глобигериновый, диатомовый и другие — образуются здесь за счет планктонных организмов.

Глубоководные фации среди ископаемых фаций встречаются значительно реже, чем фации шельфа.

Весьма глубоководные фации (отложения абиссальной зоны). Основным источником осадконакопления на дне океанов являются вещества, поступающие в океан в виде истинных и коллоидных растворов и выпадающие в осадок в результате жизнедеятельности организмов и различных химических реакций, а также продукты вулканических извержений, материал, переносимый айсбергами, и планктонные организмы. Накапливается весь этот материал очень медленно.

Наиболее распространенными осадками здесь являются «красная» * глина, известковые и кремневые органогенные илы — глобигериновый, радиоляриевый, диатомовый и др. 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. Распространены здесь также железистые и марганцевые конкреции.

Среди ископаемых фаций аналоги весьма глубоководных отложений достоверно неизвестны.

Морские отложения вулканогенного происхождения. В осадочных отложениях морского происхождения в областях развития вулканической деятельности нередко встречается вулканический ил. Он 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.

КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

На континентах преобладают процессы разрушения и снос 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. Большое непостоянство условий осадконакопления приводит к тому, что континентальные отложения весьма разнообразны и быстро сменяют друг друга как в пространстве, так и в вертикальном разрезе. Это очень важная отличительная особенность этих отложений.

Характер континентальных отложений, накапливающихся в том или ином месте, зависит от рельефа и климата.

В областях с влажным (гумидным) климатом распространены аллювиальные, делювиальные, элювиальные, озерно-болотные отложения. В умеренном климате элювий сложен в основном обломочным материалом, в тропическом и субтропическом — продуктами химического выветривания, которые образуют мощную кору выветривания (100—120 м). С нею связаны месторождения бокситов, каолина,

* «Красная» глина обычно имеет коричневый или шоколадный оттенок и поэтому некоторые геологи предлагают называть ее иначе, а этот термин считают устаревшим.

железных и марганцевых руд. С озерно-болотными отложениями связаны угли.

В областях с засушливым (аридным) климатом широко распространены эоловые и пролювиальные отложения. В озерах накапливаются соли, гипс, ангидрит. Обломочные отложения этих областей часто пестроцветные, красноцветные. С ними связаны медь, цинк.

В областях предгорных равнин и межгорных впадин накапливаются аллювиальные, пролювиальные, водно-ледниковые отложения, образующиеся за счет разрушения гор, а также озерные отложения, характер которых определяется климатом. Много грубо-обломочных отложений.

В областях с холодным полярным климатом развиты моренные, флювиогляциальные, озерно-ледниковые отложения.

Среди ископаемых фаций эоловые пески, делювиальные и пролювиальные, ледниковые, речные, озерные и болотные отложения встречаются довольно часто.

ЛАГУННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Эти отложения называют еще переходными, так как они накапливаются в зоне перехода между сушей и морем. Представлены они главным образом терригенными песчано-глинистыми осадками, отложившимися в лагунах — 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 обычно обломочным материалом, довольно хорошо окатанным и отсортированным. Слоистость — от правильной параллельной до различных видов косой. 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 осадочные формации как естественные комплексы горных пород, отдельные члены которых парагенетически связаны друг с другом. Характер этих комплексов отражает тектонический режим и физико-географическую обстановку их образования. Осадочные формации по целому ряду признаков делятся на группы.

По особенностям тектонической обстановки выделяют формации: 1) геосинклинальных областей, 2) переходные и 3) 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 тысячи 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, осадочно-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 **. Это в подавляющем большинстве случаев морские отложения. Полезными ископаемыми эти формации в общем бедны.

Осадочно-вулканогенные формации. Они сложены разнообразными кремнистыми сланцами, яшмами и другими кремнистыми породами, а также спилитовыми и андезито-базальтовыми породами и их туфами. Это глубоководные отложения геосинклинальных прогибов. Молодые осадочно-вулканогенные формации иногда являются нефтепроизводящими (миоценовые отложения Калифорнии). В архейских и протерозойских отложениях с ними связаны месторождения осадочных железных и марганцевых руд. Эти месторождения сложены кремнисто-железистыми породами *джеспилитами*.

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. Эти пачки называются *ритмами*. Каждый ритм делится на две части: нижнюю, состоящую из обломочных пород (причем размер обломков уменьшается снизу вверх), и верхнюю, сложенную глиной, мергелем или известняком. В зависимости от преобладания терригенных или карбонатных пород различают терригенный и карбонатный флиш.

В пределах флишевой толщи можно выделить свиты, для каждой из которых характерны свои особенности строения ритмов и их сочета-

* Выделяют также магматические и метаморфические формации, но в данном учебнике их описание не представляется возможным и необходимым.

** Крупнообломочные песчаники, в которых присутствуют обломки различных пород. Образуются недалеко от области сноса, разрушения.

ние. Поскольку такие свиты очень хорошо прослеживаются на значительные расстояния, их можно использовать для стратиграфического расчленения и увязки отдельных разрезов.

Флишевые формации образуются 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, обломочного материала поступает все меньше и он 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.

Переходные формации. Они накапливаются рядом с горными сооружениями в краевых* прогибах в момент их активного опускания и в пределах горной области в межгорных впадинах, образующихся в результате дифференцированных глыбовых движений. Соответственно с этим среди переходных формаций различают: формации краевых прогибов и формации межгорных впадин. Мощность этих формаций — сотни и тысячи метров. Характерными переходными формациями являются: молассовая, красноцветная, соленосная, угленосная, нефтематеринская. Вулканогенные образования отсутствуют или распространены крайне мало.

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 равнины неоднократно трансgressирует море, и потому предгорные угленосные формации представляют собой переслаивание континентальных и морских отложений. Такие 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 углем высокой степени углефикации (каменные, антрациты), которая обусловлена главным образом динамическим метаморфизмом.

Межгорные формации накапливаются в межгорных впадинах, образующихся 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 повышения температур и нарастающих давлений преобразуется в нефть. Именно такая обстановка характерна

* Краевые (предгорные) прогибы — зоны перехода от платформы к складчатым сооружениям геосинклинальных областей.

для краевых прогибов, к которым и приурочено подавляющее большинство нефтяных и газовых месторождений.

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

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.

Соленосная формация сложена 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.

Красноцветная формация сложена 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 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 и скоростями и поэтому мощности платформенных формаций значительно меньше, чем других.

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 вулканического происхождения.

Типичными платформенными формациями являются: угленосно-боксито-железистая, глауконито-фосфоритовая, песчано-глинистая, опоковая и карбонатные. Магматические формации распространены сравнительно мало. Это трапповая и некоторые другие. Из всех этих формаций интересны угленосно-боксито-железистая и глауконито-фосфоритовая.

Угленосно-боксито-железистая формация сложена 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 и приурочены залежи полезных ископаемых. В тех случаях,

* Нефтематеринские породы — органогенные или биогенные илы, в которых органическое вещество преобразуется в нефть, находящуюся в них в диффузно-рассеянном состоянии. Отсюда она выжимается в рядом расположенные пористые породы (песчаные или карбонатные) — это коллекторы нефти, нефтесодержащие породы.

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. С различными типами коры выветривания связаны месторождения каолинита, железных руд, бокситов, никеля и некоторых других полезных ископаемых.

Глауконито-фосфоритовая формация, к которой в основном приурочены крупные месторождения фосфоритов, образуется 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 приводят к перераспределению морских бассейнов и участков суши и являются причиной изменения фаций и мощностей отложений как в вертикальном разрезе земной коры, так и в пространстве. Они приводят также к появлению перерывов осадконакопления — *стратиграфических несогласий* или *стратиграфических перерывов*. Поэтому выяснение истории развития медленных вековых колебаний начинается с изучения геологических разрезов. В них выявляются и изучаются стратиграфические перерывы, анализируется фациальный характер отложений, смена фаций, мощности отложений. Стратиграфические перерывы позволяют выяснить время и продолжительность этапов поднятия и размыва. Например, на рис. 63 можно установить, что в разрезе отсутствуют отложения верхнего девона и среднего и верхнего карбона. Очевидно, что в позднем девоне и среднем и позднем карбоне данный участок был приподнят и размывался.

Изучение фациального характера отложений, слагающих разрез, позволяет выявить этапы прогибания и поднятия и их чередование. Например, если вверх по разрезу происходит смена континентальных фаций лагунными, а затем морскими, значит происходило прогибание, и, наоборот, смена морских фаций вверх по разрезу лагунными и континентальными указывает на поднятие.

Характер колебательных движений можно выразить *палеогеографической кривой* (рис. 65). Она строится в виде графика: по горизонтали откладываются отрезки, соответствующие определенным этапам геологической истории, а по вертикали показано, какими фациям представлены отложения, накопившиеся на этих этапах.

Однако палеогеографическая кривая не всегда показывает истинный знак движения. Если количество осадков компенсирует прогибание, глубина бассейна и фациальный характер отложений не изменятся, и кривая не покажет прогибание. Если количество материала больше, чем надо для компенсации, бассейн будет становиться все более мелководным, в разрезе будут появляться все более мелководные отложения и кривая покажет не прогибание, а поднятие дна бассейна. Поэтому фациальные исследования дополняются анализом мощностей.

В общем для восстановления истории медленных вековых колебаний используются два основных метода: метод мощностей и метод фаций*.

* Существуют и другие методы, но в данном курсе описание их не представляется возможным.

Метод мощностей. Если в какое-то время в каком-то месте поверхность, на которой накапливались осадки, оставалась примерно на одном и том же уровне, мощность накопившихся здесь в это время отложений, очевидно, будет выражать величину прогибания, и чем эта мощность больше, тем больше величина прогибания. Можно, построив карту равных мощностей одновозрастных отложений — *карту изопахит* (рис. 66), выявить области более активного и менее активного прогибания и поднятия для данного этапа на данной площади.



Рис. 65. График изменения палеогеографических условий осадконакопления юрских и меловых отложений Подмосковья (составил В. М. Цейслер).

Выявить, изменялся ли уровень поверхности осадконакопления, позволяют фациальные исследования: если в начале и в конце исследуемого этапа накапливались одинаковые по глубине образования фации, значит, глубина бассейна и, следовательно, уровень поверхности осадконакопления не изменялись, и осадков накопилось столько, что они компенсировали прогибание.

Карты изопахит дополняются также специальными «палеотектоническими профилями», на которых показаны состав и мощность отложений (рис. 67), а иногда и фации. На таких профилях кровля изучаемой толщи показывается горизонтальной линией, а мощности откладываются вниз от нее.

Метод фаций. Изучение фациальных особенностей пород позволяет создавать фациальные карты (рис. 68) определенных стратиграфических подразделений. На этих картах выделяются области распространения тех или иных фаций, которые слагают данное стратиграфическое подразделение (ярус, свиту, отдел и т. д.).

Эти карты помогают выяснять целый ряд особенностей палеотектонической обстановки. Например, проследивая на карте изменение характера фаций в пространстве, можно выявить и очертить области поднятия и размыва. По этим картам можно также выяснить, существовала ли область поднятия в момент накопления данного стратиграфического горизонта или появилась позже. Если при приближении к ней появляются все более мелководные фации, очевидно, что эта область на изучаемом этапе была областью поднятия. Если же характер фаций не изменяется в направлении этой области, значит, в это время она была областью прогибания и осадконакопления, а отсутствие соответствующих этому

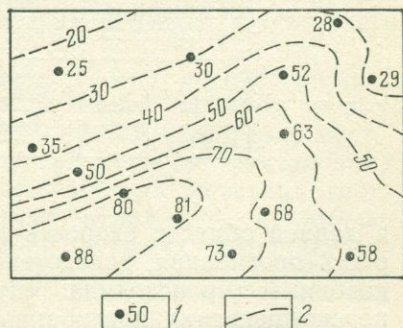


Рис. 66. Карта изопахит (составил В. М. Цейслер).

1 — точки замера мощностей;
2 — изопахиты.

этапу отложений объясняется последующим ее поднятием, которое сопровождалось размытием накопившихся здесь осадков. Наиболее достоверные сведения о распределении областей опускания и поднятия на определенной площади в какой-то момент геологической истории получают, совмещая карту изопахит и фаціальную карту. Если при таком совмещении оказывается, что область развития мелководных отложений совпадает с областью больших мощностей тех же по возрасту

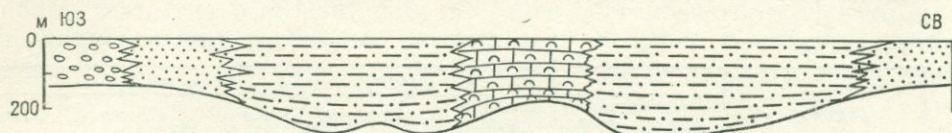


Рис. 67. Фаціальний розріз (составил В. М. Цейслер).

отложений, значит в этом месте происходило активное прогибание, которое компенсировалось осадками.

Можно также дополнительно проанализировать, какими фациями представлены в этой области древние и молодые отложения. Если древние отложения представлены глубоководными отложениями, а молодые — все более мелководными, имеющими большую мощность, то

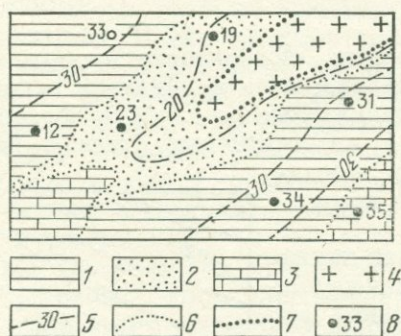


Рис. 68. Схематическая фаціальная карта (составил В. М. Цейслер).

1 — глины с морской фауной; 2 — пески с обломками раковин; 3 — известняки ракушечники; 4 — область отсутствия данного стратиграфического подразделения (суша); 5 — изолинии равных мощностей; 6 — фаціальні границі; 7 — контури распространения отложений; 8 — точки наблюдения

в данной области скорость осадконакопления была больше, чем скорость прогибания, вследствие чего бассейн становился все более мелководным (происходила «перекомпенсация»). Медленная устойчивая перекомпенсация прогибания накоплением осадков в приморской зоне благоприятна для заболачивания и углеобразования. Выявление подобных областей имеет большое значение для научного прогноза. Если же с областями развития глубоководных отложений совпадают области малых мощностей — значит это был некомпенсированный глубокий прогиб*.

Можно анализировать не только отдельные фации, но и их парагенетические комплексы — формации. *Формационный анализ* позволяет создавать более широкие палеотектонические реконструкции, выявлять положение геосинклинальных областей, платформ и других тектонических зон.

Дислокационные движения приводят к изменению первичного залегания пород, появлению различных нарушений и угловых несогласий. Поэтому для того чтобы установить время и характер этих движений, изучают нарушения и несогласия, наблюдаемые в разрезах.

* Изучение многих геологических разрезов на материках показывает, что в большинстве случаев прогибание компенсировалось осадконакоплением.

Анализируя разрезы на рис. 69, можно установить время складкообразования. Очевидно, что оно произошло после отложения самого молодого 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 меньше, тем точнее определяется возраст складчатости.

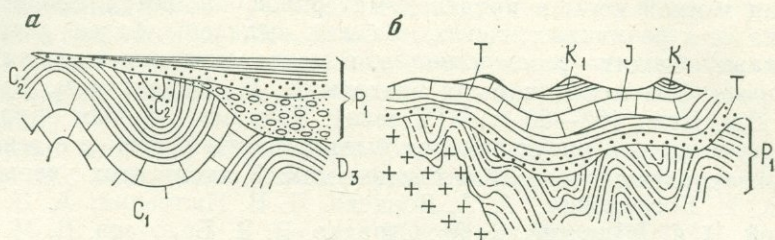


Рис. 69. Типы угловых несогласий (по Н. М. Страхову)

Однако складки могут формироваться и одновременно с накоплением толщи отложений (*конседиментационные дислокации*). В этом случае от крыльев к ядру складки изменяются литологический состав и мощность отложений. Таким образом, анализируя разрез, выясняют не только время складчатости, но и ее особенности.

* * *

Изучение фаций, формаций, истории тектонических движений позволяет производить широкие палеогеографические реконструкции и составлять *палеогеографические карты*, на которых показана древняя география Земли или участка земной поверхности — распределение суши и моря, областей горных сооружений и вулканической деятельности и другие особенности древней географии.

Заканчивая обзор методов исторической геологии, следует сказать, что все вышеперечисленные карты и разрезы имеют огромное практическое значение — они позволяют направлять поиски и разведку месторождений полезных ископаемых, так как размещение последних в земной коре определяется палеогеографическими особенностями эпохи их образования, фациальными особенностями отложений, к которым они приурочены, тектоническим режимом, в условиях которого они формируются.

ГЛАВА 20. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СОВРЕМЕННОГО СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

ТЕОРИЯ ГЕОСИНКЛИНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ 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 неодинаковыми фациями и формациями. 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.

* Изложенный в данной главе материал относится к осадочному и гранитному слоям земной коры. Строение базальтового слоя нам пока почти неизвестно.

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* опоясывают *нагорья* и *равнины*. Это три основных элемента современного рельефа материков.

В начале XX века было установлено, что причиной неоднородности строения земной коры в пределах материков являются неодинаковые свойства ее в различных 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 гг. XIX века). Трудami главным образом советских ученых эти представления были развиты в учение о геосинклинальных складчатых 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, М. В. Муратов, В. Е. Хаин, А. А. Богданов. Из иностранных ученых эти представления развивали Э. Ог, Г. Штилле и др.

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

Геосинклинальные пояса — это наиболее активные и подвижные зоны земной коры, для которых характерны большие скорости и амплитуды движений. Они обычно располагаются между платформами или платформами и океаническими впадинами и вытянуты на огромные расстояния. В разное время в них образуются геосинклинальные области, которые возникают как зоны дробления и на океанической и на материковой коре. Геосинклинальные области — это зоны, состоящие из системы глубоких *геосинклинальных прогибов*, в которых накапливаются мощные (до 30—40 км) толщи осадочных и эффузивных образований, активно развиваются тектонические движения, магматические процессы (подводный и наземный вулканизм, интрузивные процессы), метаморфизм. В результате развития геосинклинальные области превращаются в складчатые области.

Геосинклинальные прогибы — основные элементы геосинклинальных областей. Различают два основных типа геосинклинальных прогибов: *эвгеосинклинали* («собственно» геосинклинали) и *миогеосинклинали* («промежуточные» геосинклинали). Первые обычно располагаются в осевых частях геосинклинальных систем, вторые в их периферических частях. Эвгеосинклинали — это большие глубокие прогибы, образующиеся вдоль разломов. В них активно развиваются все типичные для геосинклинальных областей процессы и раньше и более активно, чем в миогеосинклиналях, развивается складчатость. Миогеосинклинали — широкие, менее активно прогибающиеся впадины не ограниченные разломами. Магматические процессы в них не развиваются или развиваются слабо. Для них характерны карбонатные и глинисто-песчаные отложения.

Кроме геосинклинальных прогибов, в строении геосинклинальных областей принимают участие геоантиклинальные поднятия, срединные массивы, зоны глубинных разломов.

Геоантиклинальные поднятия — области относительно поднятия, расположенные между геосинклинальными прогибами. Нередко они приподняты выше уровня моря и являются областями денудации. Вследствие этого в них накапливаются толщи небольшой мощности с частыми и продолжительными стратиграфическими пере-рывами и размывами.

Срединные массивы — выступы основания, на котором формировалась геосинклинальная область. Если она заложилась на океанической коре, они представляют собой поднятия базальтового основания. Если же она формировалась на материковой коре, эти массивы будут являться «обломками», остатками этой коры и будут иметь складчатый фундамент и чехол (как платформы).

Системы глубинных разломов в геосинклинальных областях развиты очень широко. Они ограничивают различные элементы — геосинклинальные прогибы, геантиклинальные поднятия, остатки древних сооружений, обособляют их, в результате чего возникают самостоятельные *структурно-формационные зоны*, отличающиеся друг от друга характером осадконакопления, магматизма, складчатости, металлогении.

В развитии геосинклинальных областей обычно выделяют два этапа: главный, *собственно геосинклинальный*, и *заключительный, орогенный*.

На первом этапе вначале преобладает прогибание, развиваются трансгрессии и формируются геосинклинальные прогибы, геантиклинальные поднятия и глубинные разломы. В эвгеосинклиналях в это время накапливаются глинисто-сланцевая и спилито-кератофировая формации большой мощности, а также внедряются интрузии ультраосновных пород, приуроченные к зонам разломов, которые являются проводящими путями магмы. Затем толщи отложений сминаются в складки, и на месте геантиклинальных поднятий закладываются и начинают подниматься антиклинории, а на месте геосинклинальных прогибов образуются синклиории. Постепенно поднятия разрастаются, в море появляются гряды островов (кордильеры) — источники обломочного материала. В эвгеосинклиналях в это время накапливаются мощные флишевая и андезитовая формации. В конце этого этапа происходит внедрение крупных гранитоидных интрузий, складкообразование усиливается, геосинклинальные прогибы замыкаются, происходит общее поднятие и на месте области прогибания — геосинклинальной области — появляется сложно построенная складчатая область — *ороген*. Наступает следующий, орогенный этап развития.

В орогенный этап на границе с соседними платформами образуются краевые *предгорные прогибы**, а также образуются ограниченные разломами *межгорные впадины*. В межгорных впадинах вначале отлагаются песчано-глинистые и известковые, а затем лагунные, наземные и пресноводные молассовые отложения, вулканогенные образования, а также нефтеносная, угленосная и соленосная формации. Эти толщи, главным образом по окраинам впадин и в приразломных зонах, сминаются в складки. Все эти отложения впадин слагают *орогенный структурный этаж*. Их мощность до 8—15 км.

В орогенный этап внедряются также большие гранитные батолиты — орогенные интрузии. В последующее время эта область утрачивает большую подвижность, горный рельеф выравнивается, и этот участок земной коры переходит в платформенный этап развития.

В одной и той же геосинклинальной области складкообразовательные движения обычно развиваются неоднократно, и наряду со складчатыми зонами долго существуют и геосинклинальные прогибы. Поэтому эти области часто называют геосинклинальными складчатыми областями.

Складчатые сооружения, образующиеся в геосинклинальных областях, имеют обычно очень сложное строение и состоят из нескольких *геосинклинальных* и *орогенного* структурных *этажей*, которые отделены друг от друга региональными угловыми несогласиями и перерывами

* Характеристика предгорных прогибов дана на с. 97.

и отличаются интенсивностью и планом тектонических дислокаций, формационным составом, степенью метаморфизма пород, их слагающих.

В пределах современных материков и прилежащих к ним зон морей и океанов выделяют следующие геосинклинальные складчатые пояса: *Атлантический, Арктический, Урало-Монгольский, Средиземноморский, Тихоокеанский, Внутриафриканский* и *Бразильский*. Все они, за исключением Средиземноморского и Тихоокеанского, в разное время закончили геосинклинальное развитие и превратились в складчатые пояса и молодые* платформы. Средиземноморский пояс находится в орогенном этапе развития, а Тихоокеанский — в собственно геосинклинальном этапе. Тихоокеанский пояс — в сущности единственный современный геосинклинальный пояс.

ДРЕВНИЕ ПЛАТФОРМЫ

Древние платформы** — это зоны земной коры, скорости и амплитуды движений которых очень невелики. Для них характерны медленные колебательные движения дифференцированного характера. В строении древних платформ выделяются два основных структурных этажа: фундамент и платформенный чехол (рис. 70).

Фундамент — нижний этаж — является сложно построенным складчатым сооружением. Мощность пород фундамента измеряется километрами. Это кристаллические, метаморфические, смятые в резкие складки, и магматические породы. Среди последних преобладают граниты. Все эти особенности фундамента указывают на то, что он представляет собой сооружение геосинклинального типа.

Платформенный 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.

Медленные колебательные движения дифференцированного характера, которые происходят на древних платформах в течение всей геологической истории, приводят к появлению различных структур. Самыми крупными из них являются щиты и плиты.

Щиты появляются на ранних стадиях развития древней платформы как области устойчивых поднятий фундамента. На них преобладают процессы размыва и они не перекрыты или лишь на небольших участках перекрыты платформенным чехлом. *Плиты* — обширные области погружения фундамента, в пределах которых накапливается платформенный чехол. В пределах плит также возникает ряд структур — синеклизы, авлакогены, перикратонные прогибы, антеклизы и другие. *Синеклизы* — обширные, наиболее погруженные части плит, где мощность платформенного чехла 3—4 км, а иногда и больше. *Авлакогены* — узкие глубокие грабенообразные прогибы, заполненные осадочными и вулканоогенными образованиями большой мощности. Они нередко смяты в складки и прорваны интрузиями. Образуются авлакогены главным образом на раннем этапе развития древней платформы. *Перикратонные прогибы* — это области длительного погружения, возникающие на внешних углах плит. Они ограничены разломами и заполнены отложениями большой мощности. *Антеклизы* — области поднятия фундамента в пределах плит, перекрытые сравнительно маломощным (первые сотни метров и лишь иногда 1—2 км) чехлом осадочных образований.

* Молодые платформы, в отличие от древних дорифейских платформ, образовались позже, в послерифейскую историю Земли. У молодых платформ есть свои особенности, о которых будет сказано ниже.

** Древние платформы часто называют эпейрократонами (от греческого «эпейрос» — суша и немецкого «кратон» — платформа).

Поднятия, своды, впадины, прогибы — это структуры, осложняющие синеклизы и антеклизы.

Углы падения пород в пределах вышеописанных структур обычно измеряются долями градуса или несколькими градусами и очень редко наблюдается более крутое падение.

В чехлах древних платформ образуются валы, плакантиклинали*, брахискладки, купола, флексуры и различные формы соляной тектоники. Эти структуры имеют значительно меньшие масштабы, чем вышеописанные. Наиболее крупными из них являются валы. Это цепочки плакантиклинальных поднятий, протягивающиеся на сотни километров.

Для древних платформ, особенно для их фундамента, характерны и *глубинные разломы*, которые разделяют фундамент на отдельные блоки, а также отделяют древние платформы от соседних областей. По разломам 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 иногда связаны месторождения алмазов (Африка, Сибирская платформа). Часть магмы, застывая в разломах, образует небольшие интрузивные тела (лополиты, дайки, силлы и др.).

Древние платформы, например Восточно-Европейская, составляют ядра материков — наиболее устойчивую их часть. Их фундамент сформировался в результате развития первичной земной коры** в течение примерно 2000 млн. лет. Для него характерны очень высокая степень метаморфизма пород и широкое развитие процессов гранитизации и мигматизации. Фундамент древних платформ соответствует гранито-гнейсовому слою материковой земной коры.

В области современных материков выделяют следующие древние платформы (рис. 71): крупные — *Северо-Американская* (7), *Южно-Американская* (13), *Восточно-Европейская* (1), *Сибирская* (2), несколько меньшие — *Северо-Африканская* (8), *Северо-Китайская* (4), *Южно-Китайская* (5), *Индостанская* (11), *Аравийская* (10), *Австралийская* (12), *Антарктическая* (15), *Южно-Африканская* (9) и совсем неболь-

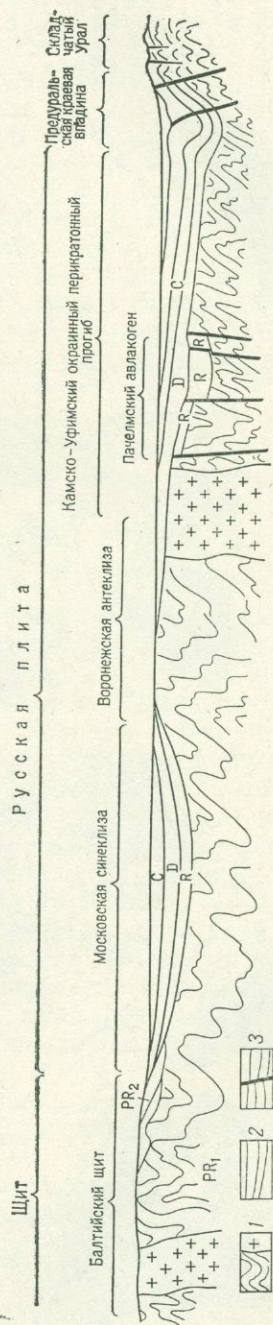


Рис. 70. Схема главных элементов строения древней платформы в разрезе (на примере Восточно-Европейской). 1 — кристаллическое основание платформ с отдельными интрузиями; 2 — осадочный комплекс чехла платформы; 3 — разломы

* Плакантиклиналь — асимметричная антиклинальная складка, одно крыло которой имеет падение 30—75°, другое — не более нескольких долей градуса, причем от ядра к крыльям угол падения уменьшается.

** Первичная земная кора сейчас представляет базальтовый слой древних платформ и Тихого океана, хотя за геологическую историю этот слой претерпел целый ряд изменений.

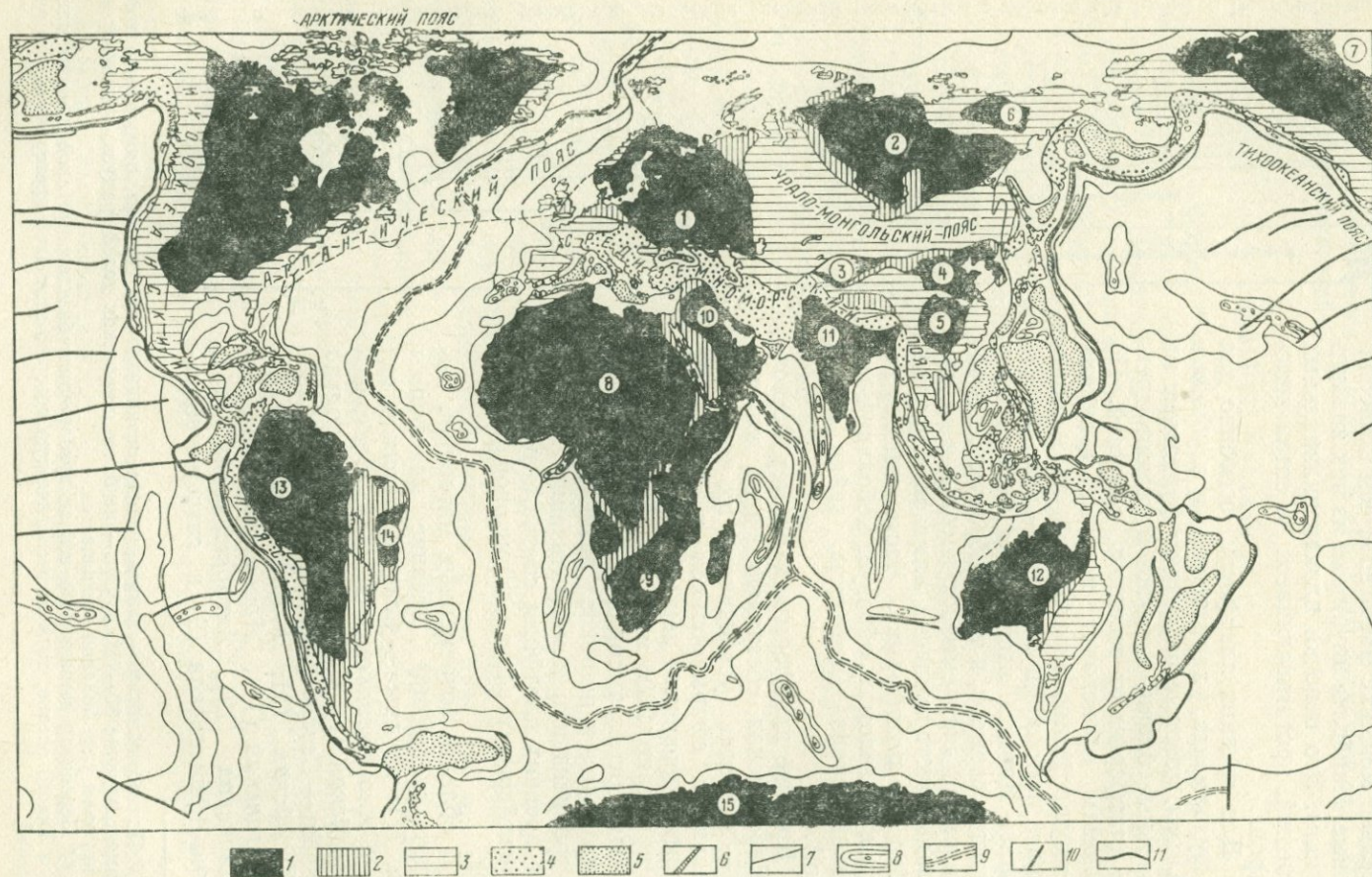


Рис. 71. Главнейшие структурные элементы материков (составил М. В. Муратов).

1 — древние платформы (цифры на карте) — см. текст. Геосинклинальные складчатые пояса: 2 — позднепротерозойские складчатые области, подвергшиеся складчатости и гранитизации в эпоху байкальской и других позднепротерозойских эпох складчатости; 3 — площади складчатых поясов, превратившиеся в молодые платформы (эпибайкальские, эпикаледонские, эпигерцинские, эпимезозойские); 4 — части геосинклинальных складчатых поясов, сохранившие подвижность и являющиеся кайнозойскими и современными геосинклинальными областями; 5 — котловины внутриматериковых и окраинных морей в пределах геосинклинальных областей; 6 — глубоководные желоба. Элементы структуры океанического дна: 7 — границы глубоких частей дна океанов; 8 — океанические вали; 9 — срединно-океанические хребты; 10 — главнейшие разломы; 11 — андезитовая линия — граница таласократона Тихого океана

шие — *Колымская* (6), *Таримская* (3), *Восточно-Бразильская* (14), *Тибетская* и *Индо-Синийская*.

МОЛОДЫЕ ПЛАТФОРМЫ

Кроме древних платформ в пределах материков выделяют и молодые платформы. Различают их по возрасту фундамента: у древних — фундамент сформировался в архее и раннем протерозое, а чехол — в рифее, палеозое, мезозое, кайнозое, а у молодых — фундамент образовался в рифее и палеозое, а чехол — в мезозое и кайнозое.

Молодые платформы более подвижны, чем древние. Они расположены между древними платформами и входят в состав складчатых поясов. Их фундамент образовался в результате развития геосинклинальных областей за более короткий срок, чем фундамент древних платформ. Между фундаментом и чехлом молодых платформ стратиграфический перерыв меньше, чем у древних платформ, и в их осадочном чехле выделяются два структурных этажа. Нижний заполняет грабены и обширные плоские депрессии, причем отложения эти то более, то менее резко смяты. Верхний этаж сплошным покровом перекрывает нижний этаж и фундамент и для него характерно более спокойное залегание.

К молодым платформам различного возраста относятся: *Урало-Монгольский пояс*, *Восточная Австралия* (входит в состав Тихоокеанского пояса), *Арктический пояс*, *Атлантический пояс*, *Бразильский*, *Внутриафриканский* и некоторые другие.

ГРАНИЦЫ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ И СКЛАДЧАТЫХ СООРУЖЕНИЙ

Древние платформы граничат с соседними геосинклинальными складчатыми сооружениями по краевым швам, краевым прогибам и окраинным вулканическим поясам.

Краевые швы — это зоны длительно развивающихся глубинных разломов древнего заложения, по которым складчатые геосинклинальные сооружения нередко надвинуты на платформу. Краевые швы образуются там, где с геосинклинальной областью граничит щит платформы.

Краевые прогибы — это области активного опускания, возникающие в результате прогибания краевых частей платформы — внешняя часть прогиба, и складчатых геосинклинальных сооружений — внутренняя часть прогиба. Они наложены на краевые швы и образуются там, где с геосинклинальной областью граничит опущенный край платформы. Активное формирование краевых прогибов происходит в орогенный этап — они заполняются молассовой, красноцветной, параличской 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, наложенное на складчатую область, 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 — типичными платформенными структурами.

Окраинные вулканические пояса возникают между разновозрастными геосинклинальными системами, когда одна из них уже превратилась в складчатое сооружение или молодую платформу, а другая только еще начинает развиваться. Это зоны глубинных разломов, вдоль которых происходят обширные излияния лав и образуются гранитные и

другие интрузии. В СССР огромный Чукотско-Катазиатский* вулканический пояс протягивается от Чукотки до бухты Ольги на юге и отделяет Тихоокеанский геосинклинальный пояс от мезозойских структур Верхояно-Чукотской области и Сихотэ-Алиня.

ЭПОХИ СКЛАДЧАТОСТИ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

В пределах современных материков складчатый фундамент распространен почти повсеместно. Это значит, что почти каждый участок материковой 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 складчатые сооружения, а затем в платформы. Они происходили на Земле всегда, но интенсивность их была разной.

В соответствии с этим всю геологическую историю Земли делят на *тектонические этапы*, или *этапы тектогенеза*.

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. Процессы складкообразования в течение каждого этапа происходили непрерывно, но в конце этапа (и лишь иногда в начале) они усиливались. Время активного развития складчатости называют *эпохой складчатости*. Именно с эпохой складчатости связано превращение одной или нескольких геосинклинальных областей в складчатые области. Это происходит не строго одновременно в разных областях земного шара, т. е. возрастные границы одних и тех же эпох складчатости в разных областях не одинаковы. Тектонические этапы часто (но не всегда!) называются по эпохам складчатости.

Тектонические этапы и эпохи складчатости довольно хорошо выделяются для фанерозоя. Для докембрия общие для всех материков эпохи складчатости еще только начинают выделяться.

Для дорифейского этапа отчетливо пока установлены *беломорская* (конец архея) и *карельская* (протерозой) эпохи складчатости. В рифее было несколько эпох складчатости. Последняя из них — *байкальская* — была в конце рифея — начале кембрия. Тектонические движения, происходившие в докембрии до рифея, сформировали самые древние складчатые сооружения, которые в настоящее время составляют фундамент Восточно-Европейской, Сибирской и других древних платформ.

В рифее были сформированы складчатые сооружения, которые по имени байкальской складчатости называются *байкалидами*. Они образуют ныне фундамент *эпибайкальских*** платформ.

Тектонические движения кембрийского, ордовикского и силурийского периодов получили название *каледонского тектонического этапа*. Каледонская складчатость закончилась в позднем силуре. В результате этой складчатости сформировались 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 (варисийского) тектонического этапа*. Эти движения очень активно происходили в карбоне и перми. В результате Урало-Монгольский пояс и некоторые другие

* Чукотско-Катазиатский пояс в пределах СССР состоит из Охотско-Чукотского и Сихотэ-Алинского вулканических поясов.

** Приставка «эпи» означает «на». Эти платформы образовались на байкальском фундаменте.

области были превращены в складчатые горные сооружения — *герциниды*.

В настоящее время палеозойские складчатые сооружения представляют собой молодые платформы — *эпипалеозойские платформы*.

Тектонические движения, происходившие в триасе, юре, меле — *мезозойский тектонический этап* — сформировали *мезозоиды*. Они распространены по берегам Тихого океана. Мезозойскую складчатость часто называют *киммерийской* по имени одной из основных эпох складчатости, а мезозоиды соответственно называют *киммеридами*. Мезозоиды в настоящее время представляют собой горные страны с резко расчлененным рельефом и слабо развитым осадочным чехлом. Поэтому отнесение их к молодым платформам — вопрос дискуссионный.

С палеогена начинается кайнозойский тектонический этап, который получил название *альпийского**. Он продолжается до настоящего времени. Альпийская складчатость особенно активно развивалась в Средиземноморском поясе. В результате этот пояс был превращен в складчатый пояс, который в настоящее время находится в орогенном этапе развития и обладает еще значительной подвижностью. Некоторые геологи считают, что здесь еще сохранились реликты геосинклиналей. В Тихоокеанском поясе в результате этих движений были сформированы лишь отдельные складчатые зоны (Восточная Камчатка и др.), и только Андийская геосинклинальная область перешла в орогенный этап развития.

В кайнозое очень большое значение в преобразовании структуры и рельефа земной коры имеют процессы *эпиформенного орогенеза***. Сущность их состоит в том, что в области преимущественно молодых платформ появляются подвижные пояса, где образуются разломы, по которым происходит поднятие одних массивов и опускание других. В результате возникают огромные плоскогорья высотой 3000—4000 м (а иногда и 7000 м) и впадины. Впадины заполняются обломочным материалом, который образует мощную моласу. Такие процессы развивались в неоген-четвертичное время в Центральной и Средней Азии (Тянь-Шань, Алтай, Западный и Восточный Саян, Кузнецкий Алатау) и в некоторых других местах.

Подобные процессы происходят и в области мезозоид (Верхояно-Чукотская) и, в значительно меньших масштабах, на древних платформах, в результате чего возникают нагорья (Средне-Сибирское до 1700 м) и горные массивы.

Характерными структурами областей эпиформенного орогенеза являются *рифтовые впадины* — длинные глубокие рвы, или грабены. На материках известны три системы рифтов: Великие Африканские разломы, Рейнский грабен и Байкальский рифт. С разломами, ограничивающими рифты, связан вулканизм — в Сибири это вулканы Обручева и Мушкетова в верховьях р. Витим.

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, т. е. возраст последней складчатости геосинклинального типа. Такую складчатость часто называют

* Некоторые геологи называют альпийским тектоническим этапом мезо-кайнозойский этап геологической истории.

** Их называют процессами неоген-четвертичной или неотектонической активизации участков земной коры.

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 мезозойских структур. Поэтому в настоящее время районирование материков производится с учетом геологической истории каждого района (такое районирование называется *геотектоническим*). В результате этого в пределах современных материков выделяют древние платформы и области байкальской, каледонской, герцинской, мезозойской и альпийской складчатости (см. рис. 71).

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 геосинклинальный этап развития до рифея и в последующее время формировалась и развивалась как платформа. Такие области называют древними платформами. Это Восточно-Европейская, Сибирская, Северо-Американская, Австралийская и другие вышеперечисленные древние платформы. Они составляют ядра современных материков.

В фундаменте эпибайкальских платформ залегают все докембрийские, в том числе и рифейские, а местами и нижнекембрийские отложения. Чехол же слагают более молодые породы. К байкалидам относятся: Тимано-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-Шриланкийская (к западу и северо-западу от Индийской платформы), Аравийская и некоторые другие.

Фундамент эпикаледонских платформ 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 относится 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 эпигерцинских платформ лежат породы докембрия и палеозоя, а иногда и начала триаса. Чехол же сложен отложениями мезозоя и кайнозоя. Герциниды широко распространены в Урало-Монгольском поясе, в Западной Европе (горы Рейнские, Рудные, Сланцевые и др.), в Северной Америке (Аппалачи), на востоке Австралии и в некоторых других областях.

Мезозойды сложены докембрийскими, палеозойскими и мезозойскими отложениями, а их чехол — кайнозойскими породами. Мезозойды 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. К альпийским сооружениям относятся: Восточные Карпаты, Крым, Кавказ, Копет-Даг, Памир, Альпы, Балканы, горы Малой Азии, Гималаи, Анды, Корьякско-Камчатская область, Сахалин, Курильские, Японские и другие острова Тихоокеанского тектонического пояса.

СТРУКТУРЫ ОКЕАНИЧЕСКОГО ДНА

Геологическое изучение океанического дна позволило выявить следующие особенности его строения и состава (рис. 72).

1. Мощность океанической земной коры колеблется от 4 до 18 км, мощность земной коры на материках изменяется в пределах 25—80 км.

2. В океанах отсутствует гранито-гнейсовый слой, развитый на материках, где он имеет мощность 10—20 км. Иногда в области океанических плит вместо него наблюдается так называемый «второй» слой — слой уплотненных осадков или вулканогенного материала мощностью 1—2 км.

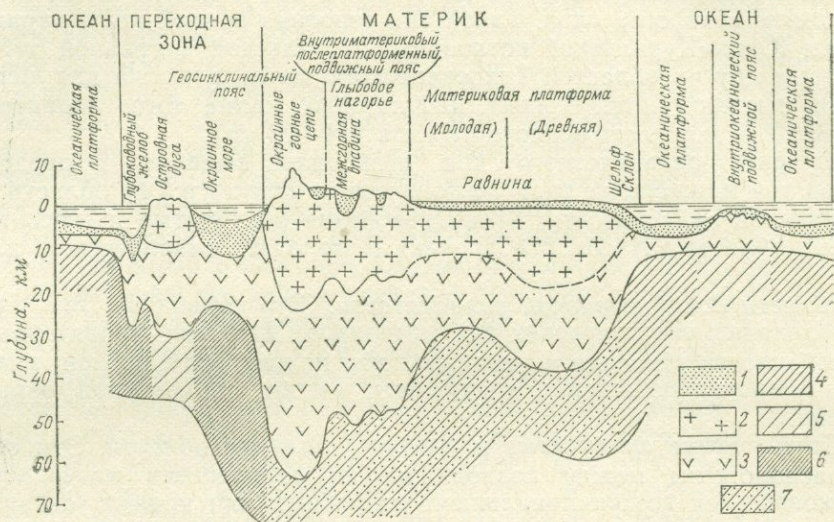


Рис. 72. Основные типы строения коры и ее главные структурные элементы (Хаин, 1964).

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

3. Мощность базальтового слоя в пределах океанов меньше (3—12 км), чем на материках (15—40 км). В настоящее время установлено, что этот слой отличается от базальтового слоя материков. Базальтовый слой материков состоит из метаморфических пород гранулитовой фации метаморфизма, среди которых особенно распространены плагиогнейсы с гранатом и пироксеном и меньшую роль играют другие основные интрузивные породы. Этот слой теперь называют гранулитобазальтовым. Таким образом, ни один слой земной коры не прослеживается повсеместно, и на континентальном склоне материковая кора полностью обрывается.

Переход материковой коры в океаническую происходит по-разному.

В наиболее простом случае структурной границей раздела является континентальный склон. Здесь в результате исчезновения гранитного и материкового базальтового слоев резко уменьшается мощность земной коры и исчезают какие бы то ни было признаки материковых структур.

В другом случае материковая кора отделяется от океанической глубоководным желобом, который проходит или рядом с материком, или по внешней океанической стороне островной дуги. Вдоль этих желобов происходят разломы, уходящие в мантию Земли. Такие желоба очень характерны для Тихого океана. Они окаймляют его со всех сторон и отделяют от Тихоокеанского тектонического пояса.

В наиболее сложном случае между материковой и океанической корой имеется переходная область, где кора имеет субконтинентальный или субокеанический тип строения.

Субконтинентальная кора подобна материковой и отличается от последней меньшей мощностью (18—25 км) и отсутствием резко выраженной границы между базальтовым и гранитным слоем (поверхность Конрада). Такая кора имеет место в области Охотского моря.

Субокеаническая кора подобна океанической и отличается от нее большей мощностью рыхлых осадков (3—6 км, а иногда 8—20 км) и отсутствием «второго» слоя. Такой тип строения земной коры характерен для Южно-Курильской котловины, Курильской островной дуги и некоторых других областей Тихоокеанского пояса, а также для Черного моря и южной части Каспия, для которых, кроме того, характерна значительная мощность осадочного слоя (14—20 км).

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.

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 Средиземноморский пояса. В пределах Средиземноморского пояса геосинклинальный режим почти полностью завершен. Тихоокеанский же — современный геосинклинальный пояс. В пределах этих поясов выделяются глубокие океанические геосинклинальные желоба, геантиклинали 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, в отличие от материковых платформ, которые называют эпейрократонами, 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.

Тихий океан отличается от других океанов не только возрастом. У него есть и другие особенности. Поверхность его дна составляет при-

* Название происходит от греческого слова: «таласса» — море и немецкого «кратон» — платформа.

** Некоторые геологи считают, что типичным талассократоном является только океаническая платформа Тихого океана.

мерно половину всех океанов. Глубоководные равнины (4000—6000 м) занимают здесь значительно большие пространства, чем в других океанах. В его центральной и восточной частях земная кора имеет наименьшую мощность — 4,8—7,5 км. Отсюда к периферии океана мощность земной коры увеличивается. Впадина Тихого океана со всех сторон окаймляется глубоководными желобами и тесно связанными с ними островными дугами, что также существенно отличает его от других океанов. Здесь отсутствуют участки земной коры материкового типа, как это имеет место в области других океанов. И, наконец, еще одна весьма характерная особенность его состоит в том, что он последовательно окаймляется все более древними складчатыми сооружениями*, тогда как берега других океанов срезают под разными углами разные по возрасту структуры материков. Все эти особенности заставляют сделать вывод, что область Тихого океана представляет остаток первичной земной коры (подобно лунной), участки которой последовательно от материков в сторону океана проходили геосинклинальную стадию развития и превращались в кору материкового типа. Эти выводы согласуются с данными о большой древности впадины Тихого океана.

Что же касается других океанических впадин, то полученные в результате их изучения данные заставляют считать, что они имеют вторичное происхождение и возникли на месте материковых массивов.

Талассократоны состоят из ряда котловин — монолитных плит, разделенных поднятиями разного строения и происхождения. Эти плиты (их называют *талассогены*) — относительно спокойные зоны, где происходят дифференцированные движения больших блоков океанического дна, на что указывают сводообразные и валообразные поднятия, гайоты**, поднятые на значительную высоту коралловые рифы, мелководные отложения, вскрытые скважинами в глубоководных зонах океанов***. Кроме того, в области талассократонов 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 подвижные океанические пояса — области современного горообразования и вулканизма. В их осевых частях развиты узкие и глубокие желоба — *рифтовые долины*, по имени которых и сами хребты называются *рифтовыми*. На отдельных участках дна рифтовых долин земная кора отсутствует и выходят ультраосновные породы верхней мантии****. Рифты рассматриваются как осевые трещины растяжения. Эти разломы уходят глубоко в мантию Земли и осложняются многочисленными поперечными разломами (трансформные разломы). В результате земная кора разбита на ряд блоков. К срединно-океаническим хребтам относятся: Срединно-Атлантический и его северное продолжение хр. Мона, Срединно-Индоокеанский с его севе-

* Система глубоководных желобов сменяется молодыми кайнозойскими складчатыми зонами, затем мезозоидами Верхояно-Чукотской зоны, Сихотэ-Алиня, Юго-Восточной Азии и т. д.

** Гайоты особенно распространены в Тихом океане. Это горы с плоскими вершинами, с признаками того, что они в прошлом были на мелководье. Сейчас они находятся на глубинах более 2000 м. Они часто образуют группы и, несомненно, свидетельствуют о погружении блоков.

*** В Тихом океане при глубоководном бурении подводной горной цепи Лайн на 250 м ниже дна вскрыты известняки, подобные рифовым.

**** В 1965 г. советской экспедицией на «Витязе» в середине Индийского океана со склонов рифтовой долины были оторваны и подняты глыбы перидотитов и серпентинитов верхней мантии. Отдельные выходы ультраосновных пород обнаружены и в области срединного хребта в Атлантике.

ро-западной ветвью — Аравийско-Индийским хребтом и некоторые другие. Срединно-океанические хребты образуют единую систему общей протяженностью 80 000 км.

Геологическое изучение океанического дна позволило получить многочисленные данные, которые помогли обстоятельнее разобраться в особенностях развития и причинах тектонических движений земной коры.

Для объяснения характера и причин тектонических движений существует много гипотез. Все основные современные геотектонические

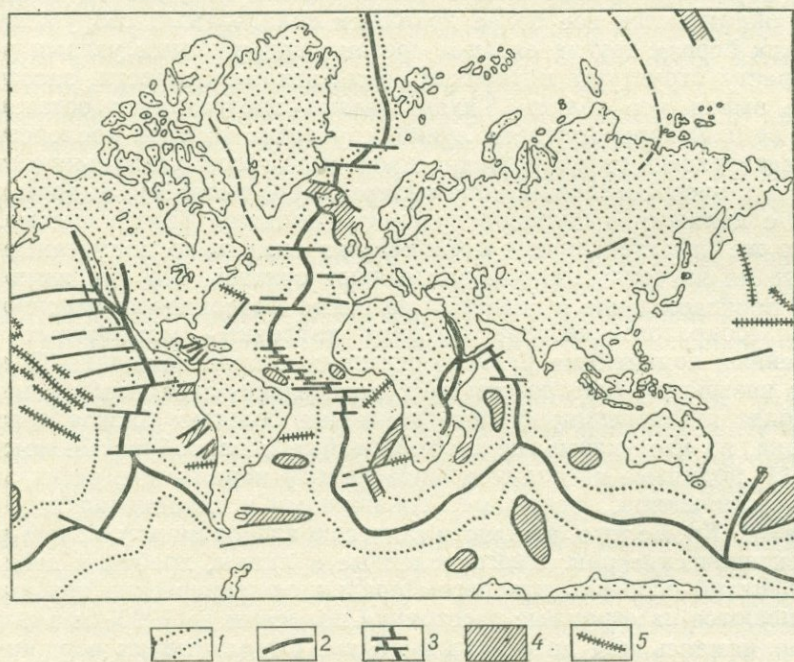


Рис. 73. Мировая рифтовая система (по Б. К. Хейзену, с дополнениями Р. М. Деменицкой).

1 — границы срединно-океанических хребтов; 2 — положение рифтовой зоны; 3 — зоны сдвигов; 4 — асейсмические хребты; 5 — линии вулканов

типотезы в общем делят на две группы: гипотезы *фиксизма* и гипотезы *мобилизма*.

Фиксисты считают, что в тектоническом развитии Земли главную роль играют вертикальные движения и практически отрицают сколь угодно значительные горизонтальные перемещения отдельных глыб литосферы. Одни из них утверждают, что главную роль играют восходящие вертикальные движения, другие — нисходящие, третьи признают чередование тех и других.

Мобилисты, начиная с А. Вегенера (первая треть XX в.), считают, что причиной всех тектонических процессов являются горизонтальные перемещения жестких плит (пластин, глыб) литосферы*. В начале 60-х годов, в связи с многочисленными данными, полученными в результате геологического изучения океанического дна, появился ряд работ иностранных, а также советских ученых (А. В. Пейве, П. Н. Кропоткина, В. Е. Хаина, Л. П. Зоненшайна), в которых были сформулированы основные положения одной из ведущих гипотез мобилизма — «*новой глобальной тектоники*», или «*тектоники плит*».

* Гипотеза А. Вегенера — гипотеза дрейфа континентов.

В основе «тектоники плит» лежат представления о том, что вся литосфера — земная кора и мантия до астеносферы — разделена разломами на ряд крупных плит (рис. 73), в которые «впяяны» гранитные глыбы континентов. Основными границами, разделяющими эти плиты, являются рифтовые зоны срединных океанических хребтов, по которым в земную кору из мантии поступают расплавленные массы, формирующие новую молодую кору, и происходит раздвигание плит или «растекание» — *спрединг* океанического дна. В зонах раздвигов коры проис-

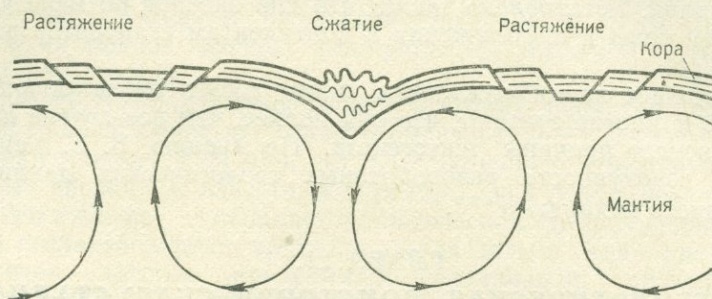


Рис. 74. Направление циркуляции конвекционных потоков в мантии (по В. В. Белоусову, 1963)

ходит заложение геосинклинальных областей. Глубоководные желоба по окраинам океанов являются теми зонами, где края плит погружаются (до глубины 700 км). Здесь происходит постепенное переплавление материала плит. Это процесс *субдукции*. Он компенсирует разрастание океанического дна.

В областях молодых складчатых гор происходит столкновение материковых краев плит, что и приводит к образованию этих гор. Например, широтная полоса гор Альпийско-Гималайской области возникла как результат столкновения Евразии с Африкано-Аравийской платформой, а Анды — как следствие столкновения океанической плиты с Южно-Американским материком. Интересно отметить, что именно рифтовые зоны и области стыка глубоководных желобов с островными дугами являются сейсмически активными зонами океанического дна.

Причиной перемещений плит литосферы являются конвекционные подкоровые течения (рис. 74). Они возникают в результате того, что под действием энергии радиоактивного распада вещество земных недр разуплотняется, становится более легким и всплывает вверх. Вблизи поверхности Земли оно растекается в горизонтальном направлении, охлаждается, уплотняется и вследствие этого опускается вниз. Так возникают потоки подкорового вещества, которые образуют конвекционные петли. Это перемещение потоков и вызывает перемещение плит литосферы. При этом там, где конвекционные потоки поднимаются, образуются сводовые поднятия. Здесь восходящий поток разделяется на две самостоятельные ветви и расходится в стороны. Это вызывает растяжение земной коры и образование разрывов. Так образуются срединно-океанические хребты и осевые трещины растяжения — рифты. Поскольку движение плит происходит в разных точках с неодинаковой скоростью, возникают поперечные — *трансформные разломы*. В тех областях, где нисходящие ветви конвекционных потоков у поверхности сходятся, образуются прогибы, и здесь развивается сжатие, в результате чего возникают складки и разрывы.

Вышеизложенные представления основаны на разнообразных данных. Так, например, измерение величины тепловых потоков показало,

что в области рифтовых разломов величина теплового потока значительно повышена, тогда как вблизи глубоководных желобов она существенно понижена. Изучение магнитного поля океанов показало, что магнитные аномалии на дне океанов образуют полосы, вытянутые параллельно срединно-океаническим хребтам*. Аномалии равной интенсивности, одинаковой формы, ширины и одинакового знака намагниченности** располагаются симметрично по обе стороны от рифтовой долины. Там, где рифты смещены по трансформным разломам, смещены и аномалии. Установлено также, что дно океанов по мере удаления от рифтовой зоны и приближения к континентам становится все более древним и др.

В настоящее время «тектоника плит» имеет очень большую популярность и многие считают, что она полнее, чем все другие представления объясняет причины тектогенеза. По мнению В. Е. Хаина, она объясняет совокупность разнообразных геологических данных с помощью единого механизма***.

ГЛАВА 21.

ДОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ (ДОИСТОРИЧЕСКАЯ) СТАДИЯ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ

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, CO_2 и другие газы, а также смеси, состоящие из легкоплавких силикатных компонентов (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Na_2O , K_2O , MgO , частично Fe_2O_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. Одновременно из базальтической магмы в процессе вулканических извержений выделялись водяные пары, метан, аммиак, азот, CO и CO_2 , H_2 , частично инертные газы, а также HCl , HF , H_3BO_3 , H_2S и др. Они образовали первичную атмосферу, а силикатная магма образовала базальтовый слой — первичную земную кору. Она была очень тонкой, легко проплавлялась и разламывалась. Кроме того, предполагают, что 5—4 млрд. лет назад за счет распада радиоактивных элементов Земля получала тепла в 5—6 раз больше, чем теперь. Поэтому вулканическая деятельность была очень активной — образовывались огромные лавовые поля, вулканические конусы, кратеры взрыва, многочисленные трещины излияния. Было также много метеоритных кратеров. Поверхность Земли на этой стадии была похожа на современную поверхность Луны. Поэтому эту стадию называют *лунной******. Когда температура первичной атмосферы стала меньше 100°C , пары воды, составлявшие 90—95% первичной атмосферы, начали конденсироваться. Так образовалась гидросфера. В ней сконцентрировались легкорастворимые соедине-

* На материках преобладают изометричные, округлые магнитные аномалии.

** В истории Земли происходило изменение полярности Земли — северный полюс становился южным и наоборот. Соответственно в морских осадках по мощности и в горизонтальном направлении в стороны от рифтов знак намагниченности также менялся.

*** В адрес «тектоники плит» высказан ряд критических замечаний, на которых в данном учебнике нет необходимости останавливаться.

**** По современным данным Солнце и планеты Солнечной системы существуют 7—8 млрд. лет.

***** Так назвал эту стадию развития Земли еще в 1924 г. А. П. Павлов.

ния — HCl, HF, H₃BO₃ и другие, а в составе атмосферы остались CO₂, метан (они преобладали), аммиак, инертные газы, пары воды. В верхних слоях атмосферы за счет фотохимических реакций происходил распад CO₂, CO и H₂O и образовывалось небольшое количество кислорода. С появлением гидросферы начали активно развиваться процессы денудации и осадконакопления, и все формы «лунного» рельефа на Земле были уничтожены. На Луне же они сохранились, так как там отсутствуют атмосфера и гидросфера*. Кроме того, значительная часть радиоактивных элементов была вынесена из недр Луны сравнительно быстро и их запасы иссякли, что привело к угасанию вулканической деятельности на Луне.

Таким образом, в догеологическую стадию развития происходила дифференциация вещества Земли и образование ее геосфер. Этот этап продолжался около 1000 млн. лет. Он закончился к моменту образования самых древних из известных докембрийских пород, возраст которых 3700—3980 млн. лет, и началась геологическая стадия развития Земли.

Все вышеизложенное подтверждается целым рядом расчетов и экспериментов, которые проводились различными исследователями: Н. М. Страховым, Д. С. Белянкиным, А. П. Виноградовым и др.

ГЛАВА 22. ДОКЕМБРИЙ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОКЕМБРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ И ИХ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ

Геологическая стадия развития Земли продолжается 4—4,5 млрд. лет. Она начинается с докембрия. Геохронологическое (стратиграфическое) деление докембрия показано в табл. 2**.

Таблица 2

Эпогема (эра)	Эратема (группа) (эра)	Общие подразделения протерозоя	Длительность, млн. лет		Начало и конец, млн. лет	Эпохи складчатости
Криптозойская (криптозой)	Верхнепротерозойская (позднепротерозойская) — PR ₂ или рифейская — R	Вендский—Vd	110	1030	Конец 570 Начало 1600	Байкальская
		Поздний рифей—R ₃	320			
		Средний рифей—R ₂	350			
		Ранний рифей—R ₁	250			
	Нижнепротерозойская (раннепротерозойская) — PR ₁ или карельская — K		900	Конец 1600 Начало 2500	Карельская	
Архейская — AR		1500—2000	Конец 2500— Начало около 4000	Беломорская		

* Вследствие малых размеров Луна не смогла удержать выделяющиеся газы, и они рассеялись в мировом пространстве.

** До недавнего времени протерозой делили на нижнюю, среднюю и верхнюю группы (эры). В таблице учтено решение Уфимского совещания (1977 г.) делить протерозой на нижнюю (карелий) и верхнюю (рифей) группы (эры). В нижний протерозой в таком варианте включают и бывший средний протерозой.

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 метаморфические породы — разнообразные гнейсы, кристаллические сланцы, амфиболиты, мигматиты*, кварциты, железистые кварциты (в том числе джеспилиты), мраморы, филлиты, мраморизованные известняки и доломиты, а также в различной степени метаморфизованные магматические породы. Среди последних особенно много гранитов. Наиболее глубоко метаморфизованы породы архея — для них характерен ультраметаморфизм, несколько меньше — нижнего и среднего протерозоя. Рифей сложен слабо метаморфизованными осадочными образованиями, а также эффузивами и их туфами. Мощностью докембрийских отложений очень большая — несколько десятков километров.

Архейские и нижнепротерозойские отложения очень сильно дислоцированы, причем для архея и частично протерозоя характерна сложная, совершенно особенная складчатость — структуры течения, будинажа**, куполовидные структуры, вертикальное положение шарниров складок и др. Рифей в одних местах залегает спокойно, в других имеет более или менее резко нарушенное залегание.

Сравнительно недавно считали, что в метаморфических породах докембрия не могли сохраниться органические остатки, и палеонтологи почти не занимались этими породами. Однако изучение докембрия показало, что эти представления ошибочны. Оказалось, что в докембрийских, особенно протерозойских, породах содержатся многочисленные и разнообразные палеонтологические остатки — бактерий, водорослей, беспозвоночных, в том числе и многоклеточных. Эти остатки теперь используются для биостратиграфии верхнего протерозоя и выяснения условий формирования пород докембрия Сибири, Урала, Европы, Китая, Монголии. Особенно большое значение имеют многочисленные и разнообразные водоросли и продукты их жизнедеятельности — строматолиты, онколиты и другие, которые образуют известняки и доломиты. В протерозойских, рифейских отложениях встречаются также остатки спор, червей, губок, археоциатов, радиолярий, фораминифер.

Для стратиграфического расчленения толщ докембрия используются: 1) структурно-тектонический метод, 2) соотношение между магматическими и вмещающими породами, 3) радиологические методы, 4) стратиграфический и 5) минералого-петрографический методы.

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 происходили все те эндогенные и экзогенные процессы, которые происходят и сейчас. Однако имеется немало данных, которые позволяют думать, что состав атмосферы, гидросферы, строение и свойства литосферы, а значит и характер гео-

* Мигматиты — это породы, образовавшиеся в результате пропитывания осадочных и других пород неоднородной смесью магмы преимущественно гранитовидного состава.

** 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.

логических процессов, значительно отличались от того, что мы наблюдаем сейчас.

Атмосфера в начале архея состояла из CO_2 , метана, аммиака, инертных газов, паров воды*; на Земле существовала не окислительная, а восстановительная обстановка, и процессы выветривания носили иной характер, чем сейчас. В верхних слоях атмосферы, где в результате фотохимических реакций образовывалось немного кислорода, происходило окисление аммиака и образование свободного азота, который во второй половине архея стал основным газом в составе атмосферы. Тогда же появились и первые земные растения, начался фотосинтез, и в конце протерозоя в атмосфере было примерно 1% кислорода. Одновременно, в связи с изменением состава гидросферы и образованием карбонатов, уменьшалось содержание CO_2 . В результате к концу докембрия атмосфера приобрела азотно-кислородный состав, хотя содержание кислорода и азота было иным, чем сейчас.

Гидросфера. В начале докембрия океан покрывал почти всю планету**. Суша была представлена островами вулканического происхождения. В воде первичного океана были растворены HCl , HF , H_3BO_3 , H_2S , CO_2 и поэтому вода имела кислый состав, вследствие чего в ней был растворен и SiO_2 . Процессы выветривания вулканических пород первичной коры под действием CO_2 приводили к образованию карбонатов Na , Ca , Mg , которые, поступая в океаны, нейтрализовывали кислоты, в результате чего в воде накапливались хлориды и она приобретала хлоридный состав. Во второй половине архея сильные кислоты были полностью нейтрализованы, состав воды стал хлоридно-карбонатный и карбонаты начали выпадать в осадок. Химическим путем выпадали также кремнезем, сидерит, лептохлориты, нередко образующие тонкопереслаивающиеся илы, которые впоследствии превратились в джеспилиты.

В позднем протерозое содержание CO_2 в океанах (как и в атмосфере) уменьшилось, появился кислород, стало возможным образование сульфатов (окислялись сера и H_2S , выделяющиеся при вулканических извержениях). Вода океанов постепенно приобрела хлоридно-карбонатно-сульфатный состав.

Литосфера. Анализ архейских метаморфических формаций показывает, что они образовались в основном из осадочных и вулканогенных пород, но условия их образования не были похожи ни на условия геосинклинальных областей, ни на условия платформ. Очевидно, первичная литосфера обладала особыми свойствами и не была разделена на геосинклинали и платформы. Этот этап ее развития называется *догеосинклинальным (нуклеарным)*.

В архее, как и в догеологическую стадию, по-прежнему на огромных площадях очень активно развивались вулканические процессы. Продукты вулканических извержений вместе с продуктами размыва первичной коры — граувакками***, глинами и другими накапливались в обширных морях. Эти моря были неглубокими, а рельеф островов, откуда этот материал сносился, был мало расчлененным****. Толщи отложений, накопившиеся в первичных морях, превратились затем в чарнокиты*****,

* Водород и частично гелий, которые выделялись в результате дифференциации, так же как и другие газы, довольно быстро рассеялись в космосе, так как это самые легкие газы.

** Вопрос об объеме воды в первичном океане остается дискуссионным: А. П. Виноградов считает, что ее было столько же, сколько сейчас, другие — что ее было меньше, возможно 10% от современного объема.

*** Траувакки состоят из обломков базальтов и вулканических туфов, зерен пироксенов, магнетита и других минералов основных пород.

**** Среди архейских пород почти нет глубоководных отложений и конгломератов.

***** Чарнокиты — гиперстеновые граниты, образовавшиеся при ультраметаморфизме.

амфиболиты, гнейсы и кристаллические сланцы, хорошо сохранившиеся в области Канадского и Алданского щитов и в некоторых других местах.

Уже в первой половине архея, примерно 3 500—3 000 млн. лет назад, в земной коре начали развиваться процессы гранитизации и мигматизации. Гранитоидная магма образовывалась за счет дифференциации вещества Земли, а также в результате метасоматоза и палингенезиса осадочных толщ, мощность которых становилась все больше и они оказывались в условиях воздействия все более высоких температур и щелочных растворов, поднимающихся из глубоких зон Земли*. В середине архея эти процессы развивались очень широко**. Гранитоидная магма образовывала обширные куполовидные поднятия. С внедрением магмы была связана деформация осадочных толщ.

Во второй половине архея, примерно 3 000 млн. лет назад, между зонами гранитизации на первичной коре начали формироваться *протогеосинклинали* — обширные, просто построенные прогибы. В них накапливались песчано-глинистые осадки, продукты вулканических извержений, карбонатные отложения, хемогенный кремнезем и соединения железа, давшие начало джеспилитам, о чем уже говорилось выше.

В архее было несколько эпох складчатости***. Последняя из них — *беломорская* — была в конце архея ~ 2700 млн. лет назад. В результате развития складкообразовательных движений, которые сопровождалась метаморфизмом, мигматизацией и гранитизацией, в протогеосинклиналях были сформированы складчатые структуры — своеобразные гранито-гнейсовые купола и лишь иногда линейно-вытянутые складчатые зоны. Эти структуры образовали первые материковые глыбы — *протоплатформы*****, которые сейчас составляют ядра древних платформ.

В результате событий, развивавшихся в архее, строение и состав земной коры значительно усложнились, она стала более жесткой, консолидированной и в начале протерозоя в ней впервые формируются системы глубинных разломов и она приобретает блоковое строение.

В раннем протерозое образовались и развивались уже настоящие геосинклинальные области, в которых выделялись геосинклинали и геоантиклинали. Эти области формировались на более сложном фундаменте, на месте более подвижных блоков и, возможно, на первичной коре*****. В них накапливались мощные толщи осадочных и вулканогенных образований, но они значительно отличались от архейских формаций — появилось значительное количество конгломератов, аркозов, кварцевых песчаников, очень много джеспилитов, доломитов и др. При этом протерозойские джеспилиты образовывались уже вулканогенно-осадочным путем*****. Появились также доломиты, образовавшиеся за счет водорослей. К ним приурочены залежи шунгитов.

Складкообразовательные движения *карельской эпохи складчатости* (1800—1900 млн. лет назад) превратили эти геосинклинальные области в складчатые сооружения. Это сопровождалось метаморфизмом, внедрением интрузий, гранитизацией.

Карелиды соединили древние массивы и образовали вместе с ними

* Метасоматические гранитоиды, мигматиты и палингенные гранитоиды распространены среди пород архея очень широко.

** Считают, что с этими процессами был связан массовый вынос из мантии воды (и некоторых других компонентов). В результате количество воды на Земле резко возросло.

*** В различных местах их называют по-разному.

**** Протоплатформы (первобытные платформы). Они небольшие по площади. В области Восточно-Европейской платформы их выделяют 14, Сибирской — 8.

***** Существует и иная точка зрения: некоторые считают, что раннепротерозойские геосинклинальные области формировались на первичной базальтической коре.

***** Кремнезем поступал в геосинклинальные бассейны в результате подводных извержений.

крупные материка — фундаменты древних платформ, на которых началось формирование авлакогенов и осадочного чехла.

В рифее формировались уже большие геосинклинальные пояса — Атлантический, Урало-Монгольский, Тихоокеанский, Средиземноморский и Арктический. Они имели уже характерное для настоящих геосинклинальных поясов строение. Многие геологи считают, что в рифее заложилась основа современного структурного плана земной поверхности. Кроме того, в рифее существовали два малых пояса — Внутриафриканский и Бразильский, появившиеся еще в начале протерозоя. В геосинклинальных поясах накапливались терригенные, нередко флишеподобные формации, карбонатная (причем известняки часто имеют водорослевое происхождение), фосфоритоносная, рудоносная, марганцево-железистая (с джеспилитами, но их становится меньше) формации, углистые и графитистые сланцы, эффузивные породы, пирокласты.

В результате *байкальской складчатости* ~ 700 млн. лет назад в этих областях поднялись байкальские складчатые сооружения. В Бразильском и Внутриафриканском поясах образовались байкалиды, которые соединили в Африке Северо-Африканскую, Южно-Африканскую и Аравийскую платформы, а в Южной Америке — Южно-Американскую и Восточно-Бразильскую платформы. Есть много данных, позволяющих считать, что все платформы Южного полушария и Индостан были объединены в единый материк — *Гондвану*.

В больших поясах байкалиды поднялись лишь на отдельных участках. Некоторые из них причленились к древним платформам (на юге и западе Сибирской платформы, северо-востоке Восточно-Европейской и в других местах). К концу рифея площади материков стали больше.

Таким образом, в докембрии происходило постепенное усложнение состава и строения земной коры, формировался гранитный слой и земная кора материкового типа. Одновременно с этим изменялся состав атмосферы и гидросферы и характер процессов осадконакопления: к концу докембрия перестали образовываться чарнокиты, мигматиты, лептиты*, джеспилиты, но зато появилось много пород биогенного происхождения — водорослевые известняки, графитовые и углистые сланцы, появились также сульфаты и галоиды. Среди протерозойских отложений известны также тиллиты** и другие ледниковые образования, указывающие на то, что в протерозое были и области с полярным климатом.

ПОЯВЛЕНИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ И ОРГАНИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ В ДОКЕМБРИИ

Самые древние органические остатки найдены в докембрии Южно-Африканской платформы, в породах, возраст которых 3 200 млн. лет. Это остатки водорослей и бактерий. В СССР самые древние остатки организмов обнаружены в архее Кольского полуострова и Украинского щита. Установлено, что в архее жили уже не только одноклеточные, но и многоклеточные водоросли и даже многоклеточные животные (типа медуз или гидроидных полипов)***. Таким образом, можно сделать вывод, что жизнь на Земле существует не менее 3500 млн. лет.

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, свойствен-

* Лептиты — светлокрасные мелкозернистые древние гнейсы, образовавшиеся за счет метаморфизма эффузивных и осадочных пород.

** Гиллиты — метаморфизованная морена.

*** Остатки многоклеточных водорослей и животных типа медуз или гидроидных полипов обнаружены в архее в районе оз. Онтарио (возраст пород не менее 2000 млн. лет) и в Южной Африке (возраст пород около 2600 млн. лет).

ный исключительно живым организмам — обмен веществ. Ф. Энгельс еще в конце прошлого века писал*: «Жизнь есть 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». Взяв 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, являлись углеводороды, в том числе и метан, содержание которого в первичной атмосфере Земли было очень высоким. Появление свободного кислорода привело к окислению углеводородов, в результате чего образовались органические окислы. Взаимодействуя с аммиаком, они дали начало органическим соединениям, которые в последующее время претерпевали полимеризацию и конденсацию и образовали очень сложные вещества похожие на те, из которых состоят живые организмы, и, в частности, похожие на аминокислоты, из которых строятся звенья белковых молекул.

Однако появление белка еще не означает появления жизни. Носителем жизни является белок (или иные органические соединения), обладающий свойством обмена. Возникновение белковых тел — обособление от внешней среды систем, обладающих свойством обмена, т. е. образование простейших живых организмов, было следующим 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 называют *коацерватными* (coacervatus — накопленный, собранный). Коацерватные капли способны улавливать из раствора различные вещества, которые нередко вступают в химическое взаимодействие с веществом капли, и таким образом претерпевают в коацерватной капле различные химические преобразования. Включая в каплю катализаторы, можно наблюдать, как капля растет, и при соответствующих катализаторе и составе окружающей среды в ней образуются органические соединения — крахмал, мальтоза. Таким образом капли превращаются в устойчивые системы, способные расти, увеличивать свою массу за счет окружающей среды. Такие системы А. И. Опарин назвал *протобионтами*. Наблюдения показывают, что в каплях идут и процессы распада. Если преобладает синтез, капля увеличивается, растет и, когда она достигает определенных размеров, происходит деление, образуются «дочерние» капли. Если же преобладает распад, капля быстро 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.

Развитие живой материи привело к изменению ее структуры — появилось клеточное строение, причем сначала появились *прокорриоты* — одноклеточные организмы без клеточного ядра, среди которых были и автотрофные и гетеротрофные организмы, а затем *зукориоты* — организмы с клеточным ядром и хромосомным аппаратом. Произошло и раз-

* Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 616.

деление организмов по способу обмена — появились животные и растения. Затем появились и многоклеточные существа с системой органов и тканей.

ГЛАВА 23. ПАЛЕОЗОИ

Палеозой — эра древней жизни (палеос — древний, зое — 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. Эту группу (эру) делят на две части: нижний (ранний) палеозой — кембрий, ордовик, силур — и верхний (поздний) палеозой — девон, карбон, пермь*. Стратиграфия палеозоя показана в табл. 3.

Палеозойская эра продолжалась примерно 330 млн. лет.

К началу палеозоя были сформированы крупные устойчивые материковые массивы — древние платформы: Северо-Американская (Канадская), Восточно-Европейская, Сибирская, Северо-Китайская, Южно-Китайская, Тибетская, Колымская, Таримская, Северо-Африканская, Южно-Африканская, Аравийская, Индостанская, Индо-Синийская, Восточно-Бразильская, Южно-Американская, Австралийская, Антарктическая (рис. 75). Последние девять массивов были объединены в один материк — Гондвану.

Между платформами — материками располагались очень крупные геосинклинальные бассейны: Средиземноморский — между Гондваной и платформами Северного полушария, Тихоокеанский — по берегам Тихого океана, Урало-Монгольский — между Восточно-Европейской и Сибирской, Северо-Китайской и Таримской платформами, Атлантический — между Канадской и Восточно-Европейской платформами и Арктический. Восточную ветвь Атлантического пояса, проходящую через Норвегию, Англию и Ирландию, называют Грампианской областью, западную — Аппалачской. В геосинклинальных поясах существовали складчатые зоны, образованные байкалидами, но они занимали в общем незначительные площади.

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, 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.

* Палеозой делят иногда и на три части: нижний (ранний), объединяющий кембрий и ордовик, средний, куда входят силур, девон и нижний (ранний) карбон, и верхний (поздний), включающий средний и верхний (поздний) карбон и пермь.

Таблица 3

Эонитама Эон	Эратема — группа (эра)	Система (период)	Отдел (эпоха)	Ярус (век)	Длитель- ность млн. лет	Эпохи складва- тости	
1	2	3	4	5	6	7	
Фанерозойская (фанерозойский)	Палеозойская — PZ	Пермская (пермский) — P	Верхний (поздне- пермская) — P ₂	Татарский — P ₂ t	45	Герцинская	
				Казанский — P ₂ kz			
				Уфимский — P ₂ u			
			Нижний (ранне- пермская) — P ₁	Кунгурский — P ₁ k			
				Артинский — P ₁ ar			
				Сакмарский — P ₁ s			
		Каменноуголь- ная (каменно- угольный) — C	Верхний (поздне- каменноуголь- ная) — C ₃	Оренбургский — C ₃ O	55	Герцинская	
				Гжельский — C ₃ g			
			Средний (средне- каменноуголь- ная) — C ₂	Московский — C ₂ m			
				Башкирский — C ₂ b			
			Нижний (ранне- каменноуголь- ная) — C ₁	Намюрский — C ₁ n			
				Визейский — C ₁ v			
		Девонская (девонский) — D	Верхний (поздне- девонская) — D ₃	Фаменский — D ₃ fm	70	Герцинская	
				Франский — D ₃ fr			
			Средний (средне- девонская) — D ₂	Живетский — D ₂ gv			
				Эйфельский — D ₂ ef			
Нижний (ранне- девонская) — D ₁	Эмский — D ₁ e						
	Зигенский — D ₁ s						
	Жединский — D ₁ g						
Силурийская (силурийский) S	Верхний (поздне- силурийская) — S ₂		Лудловский — S ₂ ld	30			Каледонская
			Нижний (ранне- силурийская) — S ₁				
	Лландоверийский — S ₁ l						
Ордовикская (ордовик- ский) — O	Верхний (поздне- ордовикская) — O ₃	Ашгильский — O ₃ as	60	Каледонская			
		Верхний карадок- ский — O ₃ k ₂					

Эпохема Эон	Эрагема — группа (эра)	Система (период)	Отдел (эпоха)	Ярус (век)	Длитель- ность млн. лет	Эпохи осажден- ности
1	2	3	4	5	6	7
Фанерозойская (Фанерозойский)	Палеозойская — PZ	Ордовикская (ордовик- ский) — O	Средний (средне- ордовикская) — O ₂	Нижний карадок- ский — O _{2k} 1	60	Каледонская
				Лландейльский — O _{2l} 11		
				Лланвирнский — O _{2l} 1		
			Нижний (ранне- ордовикская) — O ₁	Аренгский — O _{1a}		
			Тремадокский — O _{1t}			
		Кембрийская (кембрийский) Є	Верхний (поздне- кембрийская) — Є ₃	Тремпелионский — Є _{3t}	70	
				Франконский — Є _{3f}		
				Дресбачский — Є _{3d}		
		Кембрийская (кембрий- ский) Є	Средний (средне- кембрийская) — Є ₂	Майский — Є _{2m}	70	
				Амгинский — Є _{2am}		
Нижний (ранне- кембрийская) — Є ₁	Ленский — Є _{1l}					
		Алданский — Є _{1a}				

КЕМБРИЙСКИЙ ПЕРИОД

Он продолжался около 70 млн. лет. Отложения этого периода — кембрийская система — были выделены в 1835 г. английским геологом Седжвиком, который назвал их по древнему названию Уэльса — Камбрия.

ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

В кембрийском периоде жили почти исключительно морские организмы. Растения были представлены в основном синезелеными водорослями.

Животные — все группы беспозвоночных — были еще в общем очень примитивны. Большую часть всей фауны кембрия составляли трилобиты. Они были очень разнообразны. Для трилобитов кембрий — время расцвета. В кембрии жили несвертывающиеся формы — *Olenellus*, *Paradoxides*, *Olenus* и др. Были также распространены беззамковые брахиоподы — *Obolus*, *Lingula*. Ранний кембрий — время широкого развития археоциатов. К концу раннего кембрия они почти полностью вымерли. Остатки других групп беспозвоночных — кишечнополостных, червей, иглокожих и других — немногочисленны. Трилобиты и археоциаты являются важными руководящими формами кембрия. Археоциаты были и пороодообразующими организмами — первыми рифостроящими организмами.

ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

В кембрии в геосинклинальных областях преобладало прогибание (см. рис. 75), развивались трансгрессии и накапливались осадочные

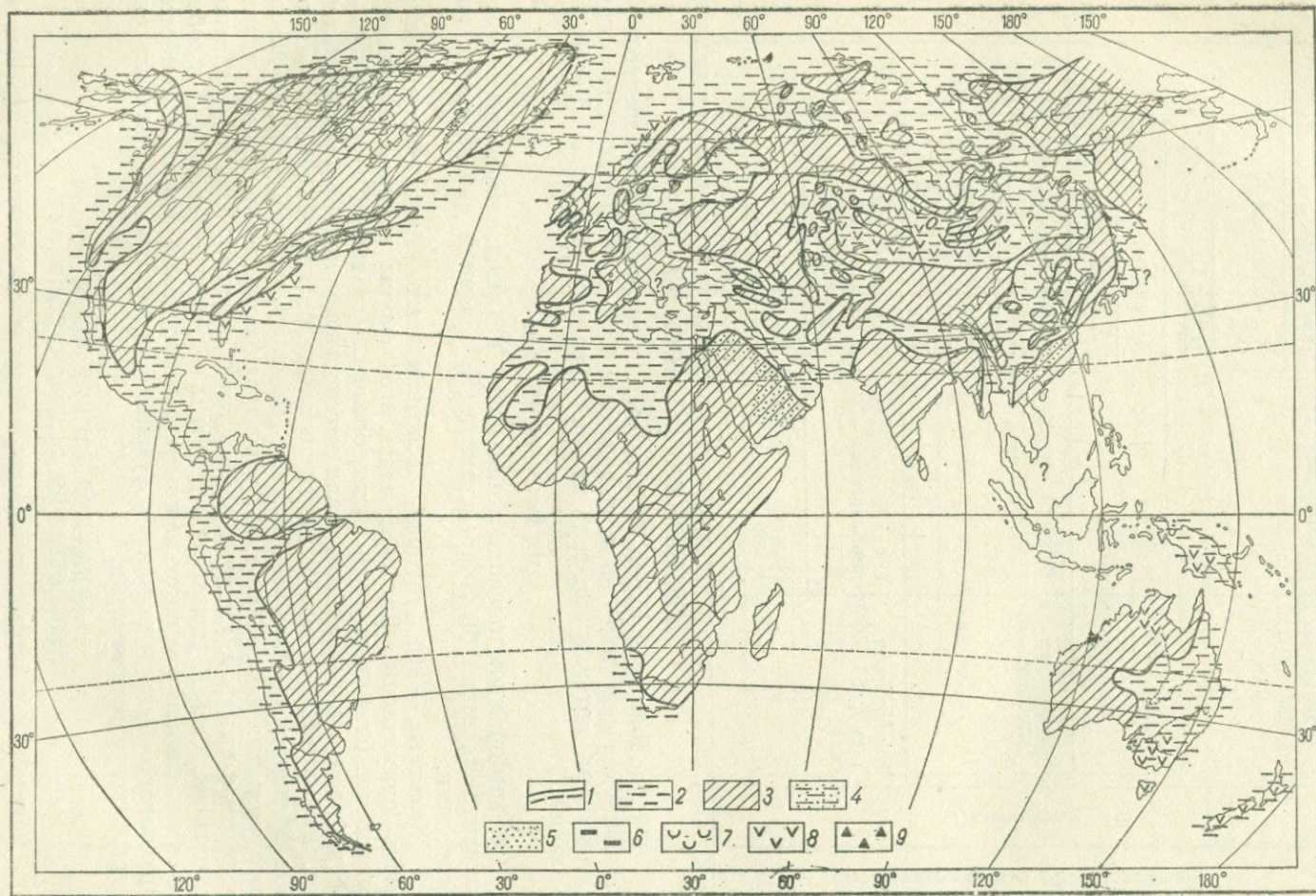


Рис. 75. Палеогеография раннего кембрия (составил Е. С. Левицкий).

Условные обозначения к рис. 75, 77, 78, 79, 81, 82, 84, 85, 88, 89, 90: 1 — границы моря и суши (сплошная линия на континентах, прерывистая в современных морях); 2 — море; 3 — суша; 4 — области чередования морских и континентальных условий; 5 — области континентального осадконакопления; 6 — области угленакопления; 7 — области соленакопления; 8 — области проявления вулканизма; 9 — области накопления ледниковых отложений

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. Только на восточной ее окраине, в Австралии и на северо-западе Африки, развивалась трансгрессия.

В кембрии происходила также значительная перестройка древних платформ, в результате которой начала формироваться большая часть их основных структурных элементов. На Восточно-Европейской платформе в кембрии формировалась впадина, давшая начало современной Московской и Балтийской синеклизам, а также начали 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, формировался Ангаро-Ленский прогиб. Между синеклизамы формировались выступы фундамента: на Восточно-Европейской платформе — Волго-Уральская антеклиза, на Сибирской — Катангская.

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

В палеозое главный этап геосинклинального развития прошли Урало-Монгольский и Северо-Атлантический пояса.

Урало-Монгольский геосинклинальный пояс. В начале кембрийского периода в различных областях этого пояса существовали большие гористые острова, появившиеся в результате байкальской складчатости. Отдельные зоны байкалид присоединились к древним платформам. На северо-западе пояса это Тимано-Печорские байкалиды, на юго-востоке и востоке — Байкало-Енисейские*. Северная окраина последних представляла цепочку меридионально вытянутых вдоль Сибирской платформы островов.

В кембрии в разных областях сложно построенного Урало-Монгольского пояса события развивались по-разному.

В области байкалид кембрий известен в нижнем течении Енисея, где он представлен, как и на прилежащих частях Сибирской платформы, мелководными известняками. На юге Байкало-Енисейских байкалид были горы, и здесь развиты грубообломочные отложения, накапливавшиеся на предгорных равнинах. В Тимано-Печорской области кембрий неизвестен.

В Кузнецко-Саянской области и Западном Забайкалье происходили значительные складкообразовательные движения и формировались горные сооружения — ранние каледониды (салауриды) — Восточный Саян, Кузнецкий Алатау и другие (за исключением Западного Саяна). Эти области вступили в орогенный этап развития.

В других областях этого пояса происходило прогибание, закладывались и расширялись геосинклинальные прогибы, увеличивались площади, занятые морем. В морях накапливались терригенные, карбонатные и эффузивные отложения очень большой мощности (до 15 км).

На месте Урала в начале кембрия в зоне Уралтау также существовал большой гористый остров. Только на северной и южной окраинах этого острова — на Новой Земле и в Мугоджарах — в конце кембрия появлялось море. В позднем кембрии в области Восточного Урала

* К Северо-Китайской платформе и Таримскому массиву с севера также причленилась полоса байкалид.

формировался большой геосинклинальный прогиб, ограниченный с запада горным хребтом. В этом прогибе накапливались вулканогенно-осадочные толщи.

Средиземноморский геосинклинальный пояс. В пределах СССР расположена его небольшая северная часть — Восточные Карпаты, Горный Крым, Кавказ и Закавказье, Копетдаг, Памир, Скифская плита, южная половина Туранской плиты (до Бухарского разлома).

Кембрийские отложения достоверно известны на Северном Кавказе и в области Дзирульского массива. Это известняки с археоциатами и трилобитами, метаморфизованные сланцы, филлиты и песчаники. В других областях этого пояса кембрийские отложения — кварцитовидные песчаники, сланцы, кремнистые породы, известняки, иногда эффузивы — также распространены мало. Анализ этих отложений показывает, что в этом поясе в кембрии существовал морской геосинклинальный режим.

Западная часть Тихоокеанского пояса в раннем и среднем палеозое представляла собой сложно построенную область, состоявшую из структур платформенного типа и широких и глубоких, протягивающихся на очень большие расстояния, прогибов. Эти прогибы имели промежуточный характер между геосинклинальными и платформенными. Одни геологи считают, что это были миогеосинклинальные прогибы, другие называют их особым термином — *субгеосинклинали*. Первые такие прогибы формировались здесь в кембрии. Платформенные массивы располагались в области современных срединных массивов — *Колымского, Омолонского, Охотского, Анадырского* и других. Существует мнение, что устойчивый массив платформенного типа в раннем палеозое существовал и в области Сихотэ-Алиня. Эвгеосинклинальные прогибы располагались дальше на восток в Курило-Камчатской области и в области Японских островов. Их раннепалеозойская история не ясна, так как отложения первой половины палеозоя распространены здесь крайне мало.

В *Верхояно-Чукотской области* на западе распространены толщи (до 2,5 км) известняков, доломитов, мергелей и сланцев с кембрийскими археоциатами, трилобитами и брахиоподами. Все эти отложения имеют несомненно морское происхождение. На востоке же господствовал континентальный режим.

ПЛАТФОРМЫ

Восточно-Европейская платформа (см. рис. 96). Нижнекембрийские отложения распространены в *Балтийской синеклизе* и *Приднестровском прогибе*. Они представлены песками и глинами с морской фауной, которые выходят на поверхность по побережью Финского залива и прослеживаются на северо-восток до Тимана. В центральных частях платформы развиты континентальные песчано-глинистые толщи. 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.

Все это позволяет сделать вывод о том, что в раннем кембрии на северо-западе и юго-западе платформы развивалась трансгрессия, море проникало 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 платформа (за исключением Южной Швеции) приподня-

лась, здесь установился континентальный режим и преобладали процессы размыва.

Сибирская платформа (рис. 76). На Сибирской платформе кембрийские отложения распространены значительно шире, чем на Восточно-Европейской. 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 Анабарского массива, по северному склону Алданского щита, в районе верхнего течения Лены, в долине Ангары и в других местах эти отложения выходят на поверхность.

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 месторождения нефти (Усть-Кутский район).

Анализ всех этих отложений показывает, что в раннем кембрии на Сибирской платформе развивалась очень широкая трансгрессия и 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 уже в среднем кембрии прогибание сменилось поднятием. Устойчивый морской бассейн сохранился лишь 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. Впоследствии накопилось очень много данных, позволяющих считать эти два

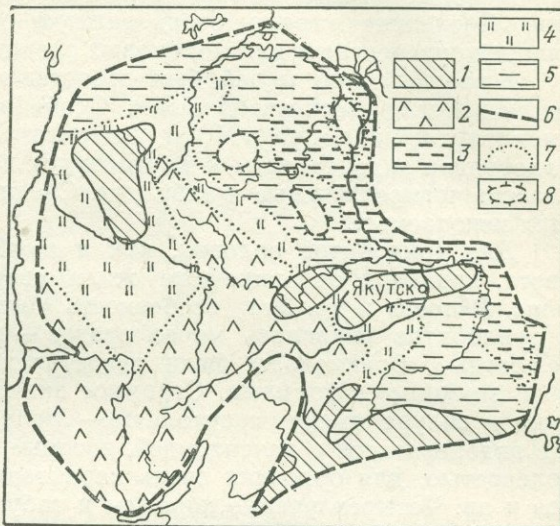


Рис. 76. Палеогеографическая схема Сибирской платформы в раннем кембрии.

1 — суша; 2—5 — области развития морских осадков (2 — терригенные и красноцветные осадки и доломитовые илы с каменной солью и гипсом; 3 — терригенные илы, обогащенные органикой; 4 — доломитовые илы; 5 — карбонатные илы); 6 — границы древней платформы; 7 — границы областей различных условий осадконакопления; 8 — контуры подводных поднятий

* Так назвал Э. Зюсс юго-западную часть Сибирской платформы, где ее граница дугообразно изгибается к югу.

отдела самостоятельными системами, что и было утверждено в 1960 г. XXI сессией Международного геологического конгресса.

Продолжительность ордовикского периода 60 млн. лет.

ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

В отличие от кембрийского периода, в ордовике жизнь была представлена значительно более разнообразно.

В морях жили известывыделяющие 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. Особенно широкое распространение имели трилобиты, брахиоподы, граптолиты, головоногие моллюски из надотрядов эндоцератиты и наутилоидей и коралловые полипы из подклассов четырехлучевые и табулята. Среди этих групп много руководящих ископаемых.

Для трилобитов ордовик, как и кембрий, 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 породообразующими 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 на значительных площадях в ордовике формировались складчатые сооружения. Это сопровождалось образованием интрузивных массивов, а также месторождений железа, золота, никеля, хрома, полиметаллов, фосфора, ванадия, марганца.

На платформах Северного полушария преобладало прогибание и развивались трансгрессии (рис. 77). Гондвана в общем оставалась высоко приподнятым континентом, лишь на востоке расширились площади, занятые морем.

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

Урало-Монгольский геосинклинальный пояс. Область Байкало-Енисейских байкалид этого пояса в ордовике была высоко приподнятой и являлась областью сноса. Только в нижнем течении Енисея по-прежнему было море, в котором накапливались карбонатные илы, давшие начало известнякам. В Тимано-Печорской области начиналось формирование впадин платформенного типа. Рельеф здесь был уже значительно сглажен, и в эту область с востока проникало море.

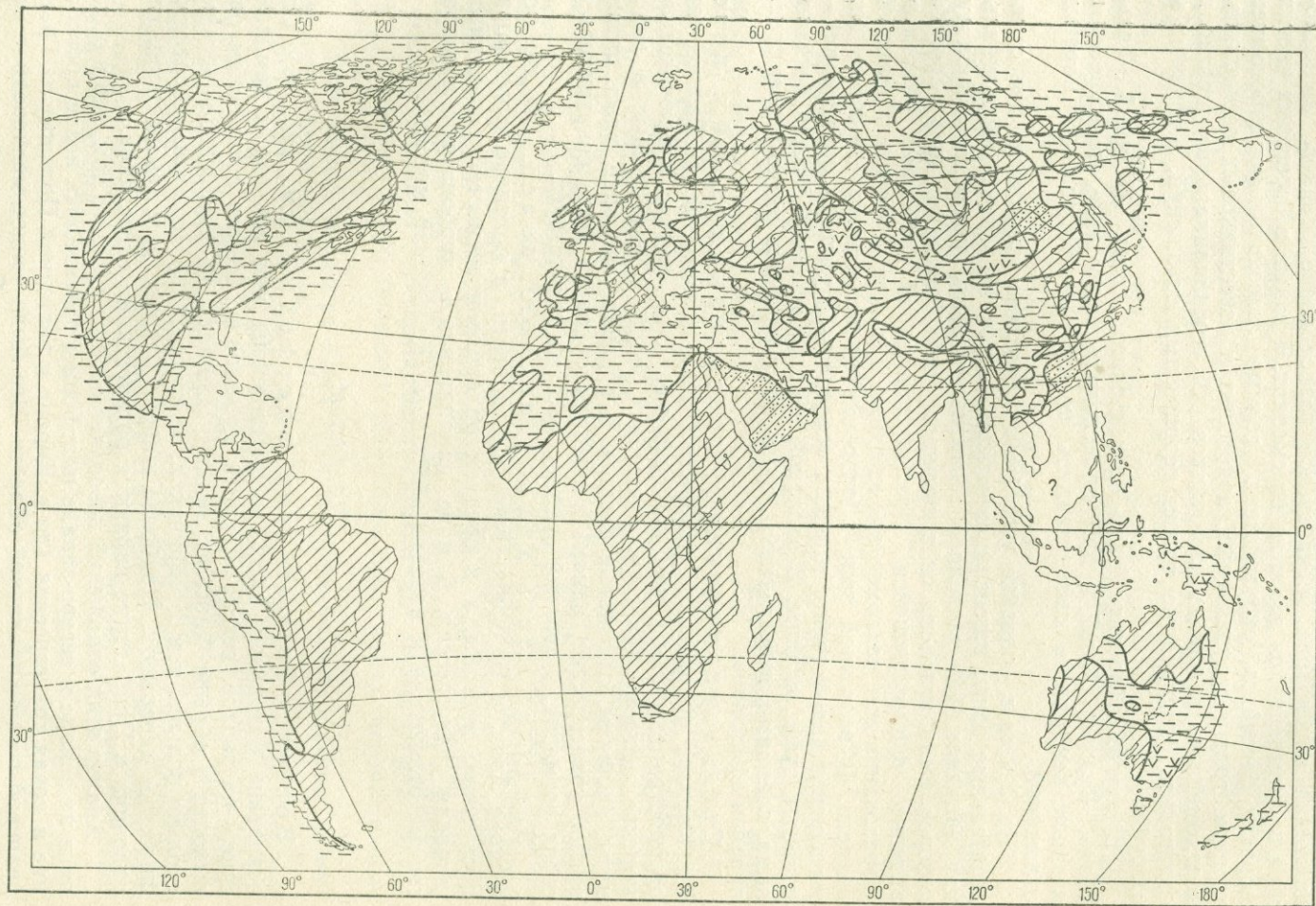


Рис. 77. Палеогеография среднего ордовика (составил Е. С. Левицкий).
Условн. обозн. — см. рис. 75

На юге этого пояса — в Северном Тянь-Шане, Центральном Казахстане, Горном Алтае, в Западном Саяне и в Туве в ордовике происходили значительные складкообразовательные движения и в конце ордовика большая часть этих областей превратилась в горные страны. В теченье всего ордовика здесь широко развивались эффузивные процессы. Областью их наиболее интенсивного проявления был Центральный Казахстан.

Сложность геологической истории, резкая дифференцированность движений обусловили значительное разнообразие осадков. У подножий поднимающихся гор и на их склонах, а также в береговых частях морских бассейнов, окружающих горные массивы, формировались мощные толщи граувакковых, аркозовых и известняковых песчаников, конгломератов и иногда известняков. В геосинклинальных прогибах отлагались флишеидные толщи терригенных отложений, эффузивы и их туфы.

В других областях Урало-Монгольского пояса (Южный Тянь-Шань, Рудный Алтай и др.) происходило прогибание, начавшееся в позднем кембрии, и накапливались толщи разнообразных морских отложений.

На Урале в ордовике уже были отчетливо выражены две самостоятельные зоны: эвгеосинклинальная восточная и миогеосинклинальная западная. Их разделяло геоантиклинальное поднятие Уралтау, которое было отделено от восточного эвгеосинклинального прогиба активно формирующейся Уралтауской зоной глубинных разломов. Образование зон разломов происходило и в других местах Уральской области. В восточной зоне в ордовике накапливались типичные для эвгеосинклиналей толщи морских осадочно-эффузивных образований — спилиты, туфы, сланцы. В западной же зоне ордовик сложен песчаниками, сланцами, известняками, среди которых очень редко встречаются прослой эффузивов.

Средиземноморский геосинклинальный пояс. На Кавказе ордовикские отложения пока неизвестны. В Европе они распространены шире, чем кембрийские. Это почти исключительно морские песчано-глинистые отложения, часто превращенные в кварциты, филлиты, слюдястые сланцы. В среднем ордовике здесь развивалась трансгрессия, однако в позднем ордовике море сократилось в своих размерах, и верхний ордовик местами отсутствует.

Западная часть Тихоокеанского пояса. На северо-востоке Азии, в Верхояно-Чукотской области, в ордовике формировались новые прогибы, а в среднем ордовике повсеместно развивалась широкая трансгрессия. В море накапливались карбонатные и терригенные отложения и изредка эффузивы (Колымский массив).

ПЛАТФОРМЫ

Восточно-Европейская платформа (см. рис. 96). Ордовикские отложения здесь распространены там же, где и кембрийские, — на западе, северо-западе и юго-западе. Вместе с кембрием они выходят в обрыве Финского залива. Площадь их распространения несколько больше, чем кембрийских, от которых они отделены стратиграфическим перерывом. Наиболее широко распространенными породами ордовика в Прибалтике являются органогенные известняки.

Анализ этих отложений позволяет сделать вывод о том, что в ордовике на западе и северо-западе платформы развивались новое прогибание и новая трансгрессия (до г. Кирова и восточной Польши) из Гампианской 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 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 западе и в центральной части платформы было мелководное море, в котором накапливались известняки, глины, песчаники с глауконитом, а в среднем ордовике — и фосфориты. Однако этот бассейн был неустойчивым, и в связи с прогрессирующим поднятием платформы значительные его площади часто превращались в лагуны, где накапливались гипс и красноцветные терригенные отложения. Верхний ордовик распространен значительно меньше, а верхние его горизонты вообще отсутствуют.

СИЛУРИЙСКИЙ ПЕРИОД

В настоящее время в силурийскую систему входит только бывший верхний, готландский отдел.

Продолжительность этого периода 30 млн. лет.

ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

В силурийском периоде жизнь в основном была сосредоточена в море. Из верхнесилурийских отложений известны первые достоверные остатки наземных растений — псилофитов и плауновидных. В морях жили различные водоросли.

Из беспозвоночных животных в морях были широко распространены граптолиты, четырехлучевые коралловые полипы, табуляты, брахиоподы, наутилоидеи и эндоцератиты и трилобиты. Среди этих групп много руководящих ископаемых. Из граптолитов особенно широко были представлены однорядные (*Monograptus* и др.). Для наутилоидей силур был временем их расцвета. В самом конце силура появились первые представители аммоноидей — гониатиты. Коралловые полипы, как и в ордовике, были породообразующими рифостроящими организмами. Трилобиты же начали угасать и к началу девона их осталось лишь несколько родов. Широко развивались в силуре и новые группы животных: морские ежи, морские звезды, морские лилии и остракоды, а из ракообразных — гигантостраки. Однако для стратиграфии силура они не имеют такого большого значения, как ранее перечисленные группы.

Позвоночные в силуре были представлены низшими (хрящевыми) рыбами и бесчелюстными.

В конце силура происходило вымирание или угасание многих групп животных: граптолитов, табулят, цистоидей, трилобитов, наутилоидей и др. На смену им в девоне пришли новые группы, произошло «обновление» органического мира Земли. Это было, очевидно, обусловлено значительными изменениями палеогеографической обстановки: в связи с окончанием каледонского тектогенеза поднялись новые горные сооружения, увеличилась площадь суши, произошло перераспределение климатических зон.

ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

В силуре закончился каледонский тектонический этап. Некоторые геосинклинальные области превратились в горные сооружения, произошло общее поднятие коры и повсеместно к концу силура развивались регрессии моря. Формирование и поднятие складчатых сооружений происходили в большей северной половине Атлантического пояса и в Урало-Монгольском поясе Северо-Атлантические каледониды соединили Северо-Американскую и Восточно-Европейскую платформы, и в северном полушарии появился крупный сложно построенный *Северо-Атлантический материк* (рис. 78). В Урало-Монгольском поясе поднялись каледониды Центрального Казахстана, Северного Тянь-Шаня, Горного Алтая, Западного Саяна и Тувы. Часть появившихся здесь горных сооружений причленилась к Сибирской платформе, и в восточной части Северного полушария появился крупный материк — *Ангарида*. Некоторые из них образовали крупные острова. В других геосинклинальных областях каледонские движения привели лишь к появлению угловых несогласий и создали отдельные устойчивые массивы.

Каледонская складчатость в отличие от последующих эпох складчатости осталась незавершенной: в отдельных областях каледонид слабо развит орогенный ярус, отсутствуют краевые прогибы, в результате каледонских движений не сформировались новые платформенные массивы. Эти и некоторые другие особенности каледонид и позволяют говорить о незавершенности их развития.

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 эти закономерности.

На Гондване в силуре развивалась трансгрессия, но теперь уже на западной окраине. К концу силура это море уходит.

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

Урало-Монгольский геосинклинальный пояс (см. рис. 78). В области *Тимано-Печорских байкалид* этого пояса в силуре существовало мелководное море, в котором накапливались терригенные и карбонатные отложения, и лишь иногда появлялись лагуны и накапливались гипсоносные отложения. В конце силура здесь произошло поднятие и осушение. В *Байкало-Енисейской области* сохранилась та же обстановка, что была в ордовике.

На юге *Урало-Монгольского пояса*, где еще в ордовике поднялись каледонские складчатые сооружения Северного Тянь-Шаня, Центрального Казахстана и других областей, начался орогенный этап развития. В пределах каледонид силурийские отложения или отсутствуют, или представлены наземными грубообломочными красноцветными песчано-глинистыми отложениями (молассовая формация). Местами, например в Восточном Казахстане, происходили эффузивные процессы и накапливались туфы и лавы.

На *Урале*, в *Южном Тянь-Шане*, *Рудном Алтае* и в других областях Урало-Монгольского пояса, где каледонские движения происходили не очень активно, в силуре преобладали прогибание и морской режим. В западной зоне Урала в первой половине силура накапливались терригенные отложения мощностью до 2 км и очень редко эффузивы. В восточной зоне Урала силур, как и ордовик, сложен лавами основного состава, туфами, кремнистыми сланцами и известняками общей мощностью до 5 км. В этой области происходили резкие дифференцированные движения, в результате чего возникли разломы, геосинкли-

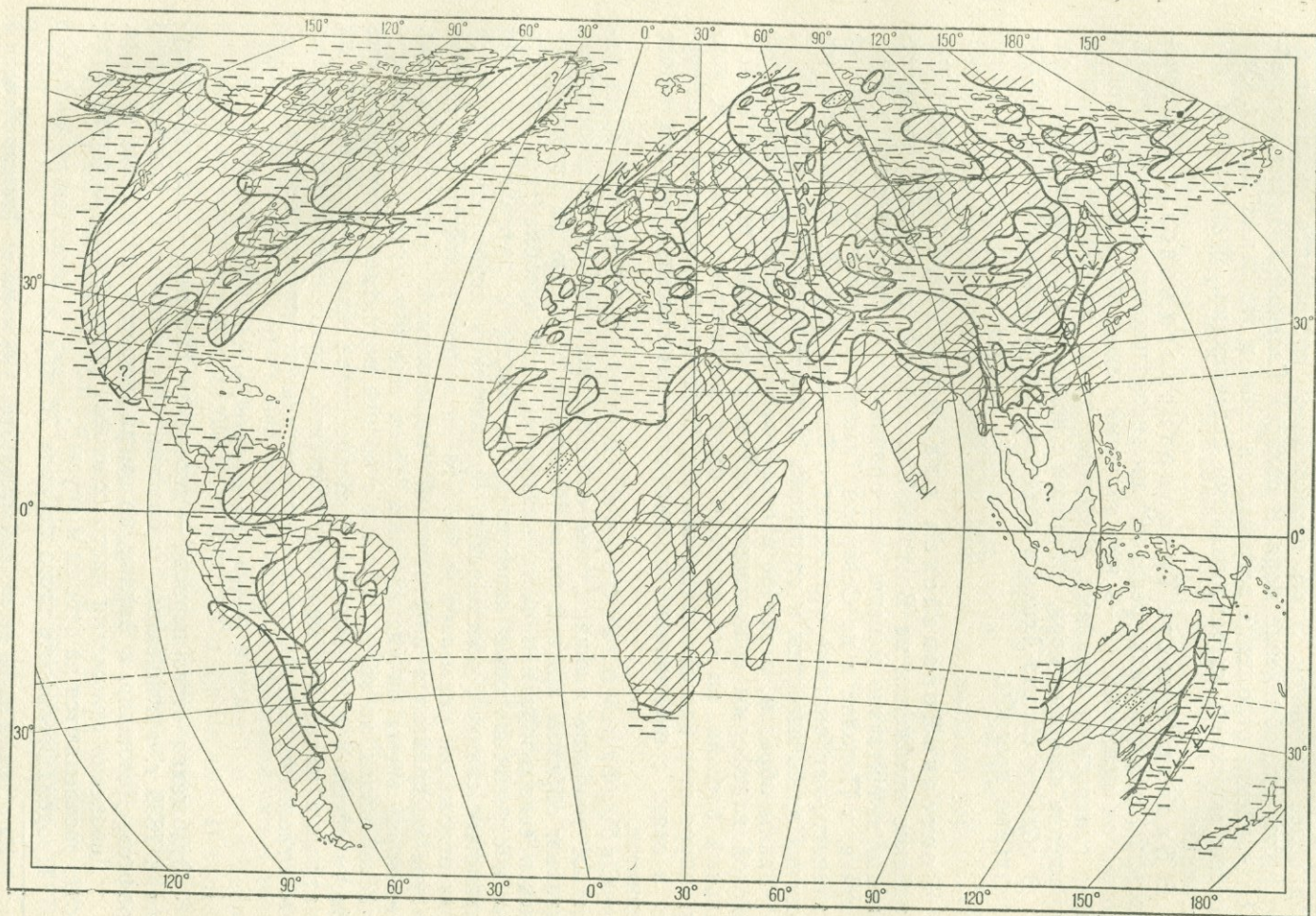


Рис. 78. Палеогеография раннего силура (составил Е. С. Левицкий).

Условн. обозн. — см. рис. 75

нальные прогибы и геоантиклинали, на месте которых позднее формировались основные структуры Урала—антиклинории и синклинории. По разломам изливались лавы. Образовались и небольшие интрузии основных и ультраосновных пород, приуроченные к зонам разломов.

Средиземноморский геосинклинальный пояс. В *северных областях Европы* в силуре были массивы суши и острова, происходили движения по разломам, появились многочисленные вулканы, главным образом подводного типа. В *южных областях* обстановка была более спокойной. Здесь происходило постепенное поднятие и, соответственно, обмеление моря. В области *Главного Кавказского хребта* силурийские отложения встречаются лишь в отдельных местах. Они сложены морскими кварцитовидными песчаниками, филлитами и известняками.

В Западной части Тихоокеанского пояса, в *Верхояно-Чукотской области* силур распространен несколько меньше, чем ордовик. Сложен он мощными (2—3 км) толщами известняков и доломитов, а также глинистыми сланцами. В силуре здесь произошло некоторое сокращение площади моря, связанное с поднятием отдельных участков.

В области *Сихотэ-Алиня* в позднем силуре закладывались геосинклинальные прогибы.

ПЛАТФОРМЫ

Восточно-Европейская платформа (см. рис. 96). Силурийские отложения на Восточно-Европейской 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 Восточно-Европейской платформы существовал, как и в ордовике, внутриконтинентальный бассейн, но его размеры были значительно меньше. К концу силура этот бассейн исчез, так как Восточно-Европейская платформа, в связи с окончанием каледонского тектогенеза, испытала общее поднятие.

Сибирская платформа. Силурийские отложения здесь занимают меньшие площади, чем ордовикские, причем распространен главным образом нижний отдел. Основной областью их развития 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 западе платформы в раннем силуре располагался неустойчивый мелководный морской бассейн. Некоторое время он удерживался здесь еще и в начале позднесилурийской эпохи, но затем, в связи с общим поднятием платформы, она совсем осушается, 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*.

Продолжительность этого периода 70 млн. лет.

* На отделы и ярусы девонская система была расчленена во Франции, Бельгии и Германии.

В результате каледонского тектогенеза палеогеографическая обстановка на Земле очень изменилась. Это привело к значительным изменениям и в органическом мире.

В девоне значительно разнообразнее и богаче, чем в силуре, были представлены растения. В морях и океанах жили различные водоросли: синезеленые, багряные, харовые и др. На континентах в раннем девоне было много псилофитов. В среднем девоне появляются членистостебельные — предки каламитов и хвощей, папоротники, плауны, а в позднем 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, гониятиты, четырехлучевые коралловые полипы, строматопоры, мшанки, лилии, скаты, 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. На суше жили также скорпионы, многоножки, насекомые. Многие беспозвоночные девона являются не только важными руководящими, но и породообразующими формами: четырехлучевые коралловые полипы, строматопоры и мшанки образуют рифовые известняки; лилии (*Cupressocrinites* 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* (рис. 79). К югу от этого материка располагались Китайские платформы. В южном полушарии по-прежнему существовал единый докембрийский материк *Гондвана*, который в течение всего девона оставался высоко приподнятым континентом, и только на его окраине иногда появлялось море.

Геосинклинальные пояса в начале девона были построены сложнее, чем в начале палеозоя. Кроме областей байкальской складчатости, в них появились зоны каледонских складчатых сооружений, особенно обширные в Урало-Монгольском и Атлантическом поясах. Продолжали также развиваться и геосинклинальные прогибы.

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 процессы прогибания и трансгрессии, климат становится влажным, умеренным.

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

В Урало-Монгольском геосинклинальном поясе в девоне существовала очень сложная палеогеографическая обстановка.

В западной *миогеосинклинальной зоне Урала* полный разрез девона развит севернее р. Печоры и южнее р. Белой. На остальной пло-

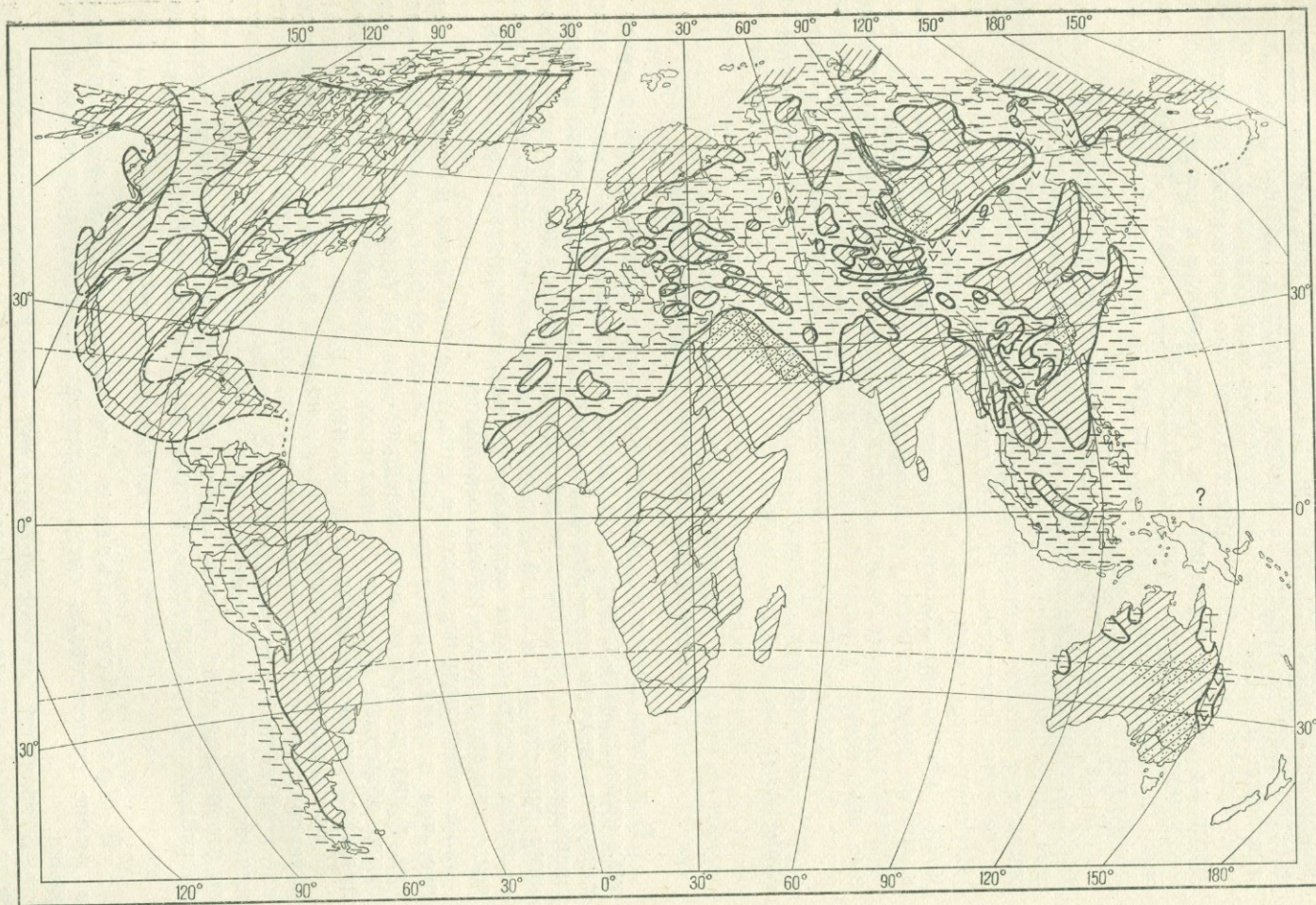


Рис. 79. Палеогеография позднего девона (составила И. А. Гречишникова).

Условн. обозн. — см. рис. 75

щади этой зоны известны только средний и верхний девон. Отсутствие нижнего девона, очевидно связано с поднятием, которое произошло здесь в конце каледонского тектогенеза. 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, считают нефтематеринскими породами Волго-Уральской нефтеносной области. В *восточной эвгеосинклинальной зоне Урала* в море накапливались пески, кремнистые и карбонатные осадки, глины, переслаивающиеся с горизонтами основных и более кислых лав и их туфов. Толщи кремнистых илов, превратившиеся затем в кремнистые сланцы и яшмы, образовались за счет кремнезема, выносимого из глубоких зон во время подводных вулканических извержений. Как и в силуре, формировались интрузии основных и ультраосновных пород.

В других областях Урало-Монгольского пояса было распространено море, в котором накапливались главным образом терригенные отложения, а в Алтае и Казахстане, кроме того, толщи эффузивов и осадочно-вулканогенный материал.

В областях молодых *каледонских сооружений и байкалид* Урало-Монгольского пояса существовала совершенно иная обстановка: здесь по зонам разломов формировались внутренние впадины и прогибы (Тенизская, Джекказганская, Карагандинская, Тувинская, Усинская и многие другие). Они заполнялись молассовыми и красноцветными формациями и эффузивными породами андезито-базальтового и дацитового состава. В первой половине девона в Казахстане сформировался также краевой вулканический пояс. Он отделил каледониды от геосинклинальной области, расположенной к юго-востоку от них. В середине девона произошло общее поднятие этой области и внедрение гранитных интрузий.

Средиземноморский геосинклинальный пояс. В этом сложно построенном поясе, в большей западной его половине, в девоне продолжалось развитие геосинклинальных прогибов, в которых накапливались эффузивные и осадочные формации. Девон распространен здесь широко. На *Северном Кавказе* это глинистые и кремнистые сланцы, эффузивы и их туфы, яшмы.

В области *Юго-Восточной и Юго-Западной Азии* (в том числе и в области Малого Кавказа) и в области *Гималаев* существовали молодые эпибайкальские платформы, и здесь накапливались платформенные формации.

По северной окраине пояса, в том числе на *Скифско-Туркменской плите*, девон распространен мало. В Степном Крыму скважиной вскрыт вулканогенный девон. Очевидно, область этой плиты была геосинклинальной.

В западной части Тихоокеанского пояса сохранялась примерно та же обстановка, что и в первой половине палеозоя. В *Верхояно-Чукотской области* в миогеосинклиналях накапливались карбонатные и терригенные отложения. В *области Сихотэ-Алиня* девон, карбон и пермь представлены геосинклинальными формациями—зеленокаменными, терригенными, кремнисто-вулканогенными, карбонатными. Очевидно, здесь развивались геосинклинальные прогибы, заложившиеся в силуре.

В *Корякско-Камчатской области* распространены вулканогенные формации девона. Здесь в девоне была эвгеосинклинальная зона.

ПЛАТФОРМЫ

Восточно-Европейская платформа (см. рис. 97). Из всех отложений, развитых на этой платформе, девонские распростране-

ны 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 платформе распространены эйфельский и особенно живетский, франкий и фаменский. Нижний девон есть только на западе, где он вскрыт скважинами возле Львова. Это пестроцветные песчано-глинистые отложения. Очевидно, в раннем девоне платформа в основном оставалась еще высоко приподнятым континентом.

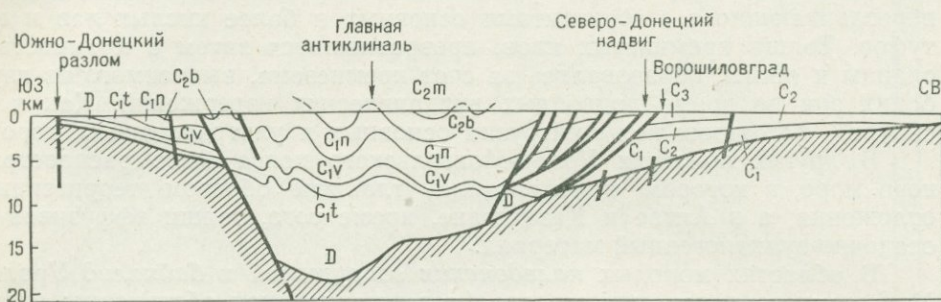


Рис. 80. Схематический разрез Донецкого складчатого сооружения (по В. И. Гладких и В. И. Якимович)

В эйфельском веке Восточно-Европейская платформа, особенно ее восточная часть, переходит к опусканию и со стороны Уральской геосинклинальной области сюда трансгрессировало море, и в живетском веке, а затем в позднем девоне на востоке платформы существовал широкий морской бассейн, в котором накапливались сильно битуминозные карбонатные илы и горизонты песчано-глинистых осадков (см. рис. 98). 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 франком ярусе встречаются горизонты глин и известняков с богатой морской фауной. Очевидно, в франком веке море проникало и в район Главного девонского поля.

В конце девона морской бассейн на платформе стал меньше, море сохранилось только на юго-востоке, в Предуралье.

В девоне произошла значительная перестройка структуры платформы. На юге, в области Украинско-Воронежского выступа фундамента, в среднем девоне возник грабенообразный прогиб северо-западного простирания, ограниченный зонами глубинных разломов (рис. 80) — Днепровско-Донецкий авлакоген (прогиб Большого Донбасса). Он отделил Украинский щит от Воронежской антеклизы. Его формирование сопровождалось вулканической деятельностью. Происходило также интенсивное погружение Московской, Прикаспийской и Печорской синеклиз и Припятского и Приднестровского прогибов. Во многих местах — в Донбассе, и в области Тимана, Волго-Уральской и Воронежской антеклиз, в Припятском прогибе — в среднем и позднем девоне активно развивались вулканические процессы. Вулканизм — щелочно-базальтовый и трапповый — был связан с зонами разломов, которые образовались в результате энергичных перемещений участков фундамента.

В девоне сформировались и интрузивные массивы щелочных пород — Хибинский, Ловозерский (Балтийский щит) и другие.

Сибирская платформа. Девонские отложения распространены на Сибирской платформе меньше, чем силурийские. Представлены они на большей части платформы красноцветными континентальными толщами с солями, гипсом. В северо-западной части платформы (Норильский район, по рекам 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 слагают почти всю верхнюю половину девона.

Таким образом, почти вся Сибирская платформа в девоне представляла собой сушу с сухим жарким климатом, и только на северо-западе и севере иногда появлялось море.

В девоне на Сибирской платформе усилились тектонические движения, образовались Рыбинская и Канская впадины, впадина в области Вилюйской синеклизы. В этих впадинах развивался трапповый вулканизм, приуроченный к разломам, ограничивающим впадины.

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. Мурчисоном и Седжвиком. Свое название эта система получила по широко развитым в ней каменным углям. Каменно-угольный 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, принятое в СССР, представлено в табл. 3.

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 появились и первые хвойные (*Walchia*) и гинкговые. 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 разнообразие растительного покрова в девоне и раннем карбоне. Очевидно, в это время растения жили только в теплом влажном климате. В среднем карбоне в связи с активным развитием герцинских движений произошло поднятие горных систем, сокращение площади морских бассейнов и климат на больших площадях становился все более сухим и резко континентальным, что не могло не сказаться на характере и пространственном размещении организмов, — растения жили уже в разных климатических поясах и на Земле впервые появились отчетливо выраженные фитогеографические провинции, о которых будет сказано ниже.

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 появилось много наземной фауны. Из позвоночных были широко распространены земноводные, особенно панцириголовые —

стегоцефалы. Из отложений верхнего карбона известны и немногочисленные находки первых пресмыкающихся из отряда котилозавров (*Seimuria*). Появились и широко распространились 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: селахиями, ганоидными, двоякодышащими.

Очень разнообразны и многочисленны были морские беспозвоночные. Из них главными руководящими формами карбона являются: брахиоподы, фораминиферы и головоногие моллюски из группы гониатитов, но с более сложной перегородочной линией, чем у девонских форм. Из брахиопод были широко распространены роды: *Productus*, *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.), брюхоногие (*Bellerophon*, *Euomphalus*), морские лилии. Кораллы и мшанки, гидроидные полипы и морские лилии были важными породообразующими организмами. К концу карбона многие брахиоподы и пластинчатожаберные вымирают.

ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

Каменноугольный период отличается от девонского активным развитием герцинских тектонических движений. В результате часть Средиземноморского пояса, Мексикано-Аппалачская часть Атлантического и значительная часть Урало-Монгольского пояса превратились в молодые горные страны (рис. 81). Сложные движения и сложные события происходили 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 среднем и позднем карбоне на значительных площадях Гондваны — в Южной Америке, Центральной и Южной Африке, в Австралии, Индии и Антарктиде образовались 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, южный — у южного окончания Африки.

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

В Урало-Монгольском поясе уже в среднем, а местами в раннем карбоне в восточной зоне Урала, в Зауралье, Рудном Алтае, на юго-востоке Казахстана и в некоторых других областях поднялись складчатые горные сооружения и все эти области вступили в орогенный этап развития. Поэтому здесь распространены только нижний и средний карбон.

В восточной зоне Урала нижний карбон сложен лавами, туфами, яшмами, кремнистыми сланцами, песчаниками 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 была обусловлена

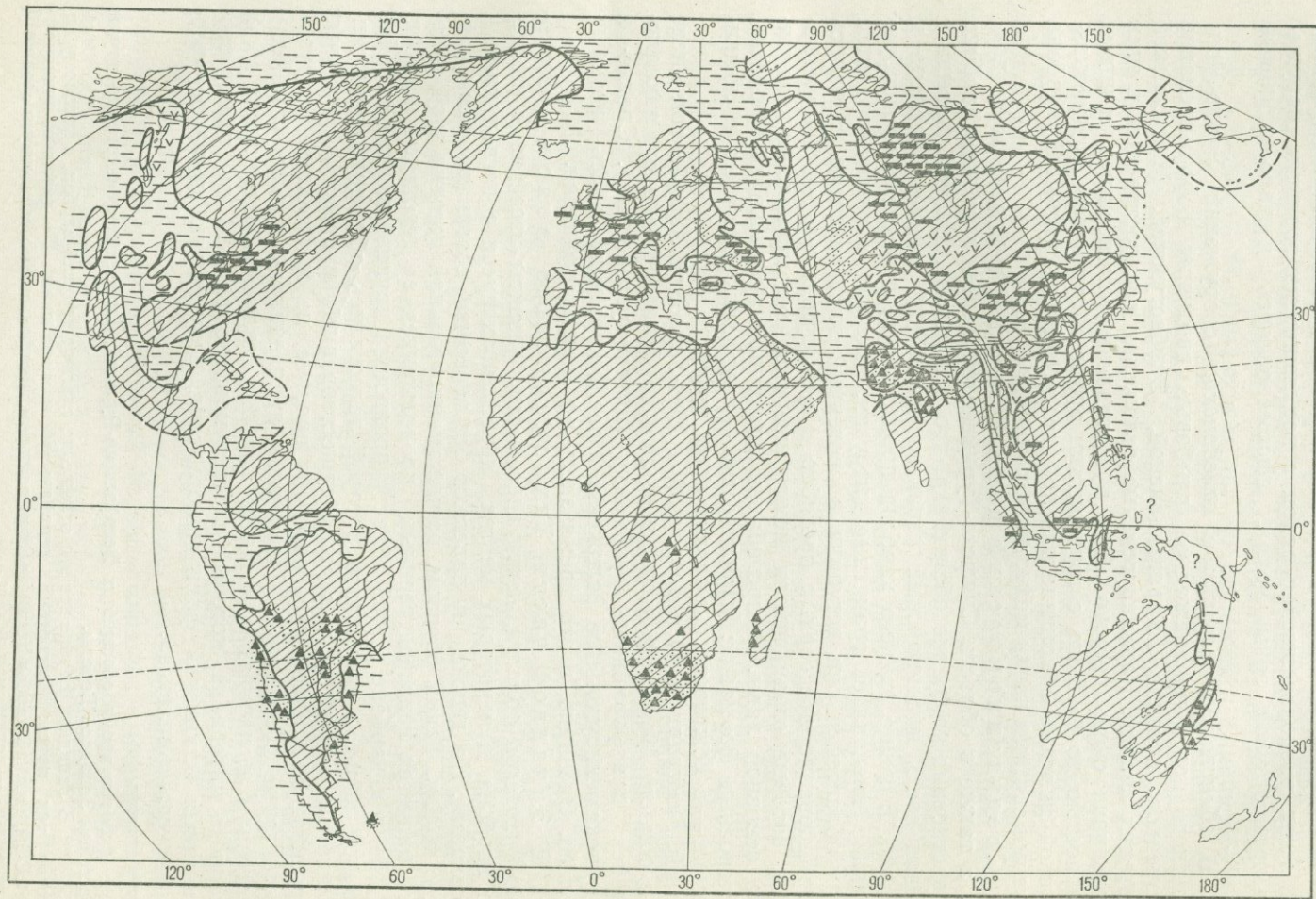


Рис. 81. Палеогеография позднего карбона (составила И. А. Гречишникова).

Условн. обозн. — см. рис. 75

поднятием горных хребтов и вытеснением моря. В это же время формировались 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. Верхний карбон в этой зоне в общем отсутствует.

В *западной зоне Урала* развиты все три отдела карбона. Они представлены мощными слоистыми и массивными известняками и иногда флишем. И только в позднем карбоне, в восточной части западной зоны, располагавшейся рядом с поднявшимися горными сооружениями восточной зоны Урала, сформировались песчано-сланцевые толщи.

В *области байкальских и каледонских* сооружений Урало-Монгольского пояса продолжались глыбовые движения и формирование Кузнецкого прогиба, Карагандинской, Экибастузской, Минусинской и других впадин. Каменноугольные отложения распространены в этих структурах очень широко. Они представлены угленосными толщами мощностью до 4—5 км, с горизонтами туфов и туффигов. В Джезказганской впадине с континентальной пестроцветной молассой карбона и перми связаны пачки медистых песчаников.

Средиземноморский пояс. В западной половине этого пояса, а также в области Скифско-Туркменской плиты в раннем карбоне существовала такая же обстановка, что и в девоне. На это указывает тесная связь и одинаковый характер отложений нижнего карбона и девона. В конце раннего карбона произошло герцинское складкообразование, внедрились гранитные интрузии, началось активное поднятие этих областей и они вступили в орогенный этап развития. Началось формирование предгорных прогибов и межгорных впадин. По разломам, которые ограничивали межгорные впадины, происходило излияние основной лавы. В прогибах и впадинах накапливались моласса, угленосные формации: паралические — в краевых прогибах и лимнические — в межгорных*, местами лавы, туфы**.

В *Гималаях, в Юго-Восточной и Юго-Западной Азии*, в том числе и в *области Малого Кавказа*, в раннем карбоне по-прежнему накапливались платформенные формации (иногда угленосные). Средне- и верхнекаменноугольные отложения распространены здесь незначительно. Очевидно, в это время здесь произошли поднятия.

В Западной части Тихоокеанского пояса, 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, раннекаменноугольная история этой области является непосредственным продолжением ее девонской истории. В среднем карбоне в этой области произошла крупнейшая перестройка земной коры, в результате которой заложились обширные эвгеосинклинальные прогибы, а в ранее существовавших миогеосинклинальных прогибах сформировались довольно простые, не содержащие интрузий складчатые сооружения. Последние причленились к платформенным массивам и, начиная с позднего карбона, являлись источником обломочного материала, который слагает мощную (11—13 км) толщу терригенных отложений флишеидного типа, получившую название «*верхоянского комплекса*».

* В это время образуются Вестфальско-Рурский, Силезский и некоторые другие бассейны Западной Европы.

** В Западной Европе все эти отложения слагают верхний карбон, к которому относят три яруса: намюрский, вестфальский и стефанский. По делению, принятому в СССР, нижний карбон заканчивается намюром, вестфальский соответствует среднему, стефанский — верхнему карбону.

В области *Сихотэ-Алиня* в карбоне сохранялась та же обстановка, что была в девоне.

В *Корякско-Камчатской* эвгеосинклинальной зоне в раннем карбоне, как и в девоне, накапливались вулканогенные образования, а отложения среднего и верхнего карбона отсутствуют. Очевидно, здесь происходила герцинская складчатость и связанные с нею поднятия.

ПЛАТФОРМЫ

Восточно-Европейская платформа (см. рис. 97). По площади распространения каменноугольные отложения занимают здесь второе место после девона. Выходы карбона известны в Московской синеклизе, на Тимане и в других областях. 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, доломитами, доломитизированными известняками, мощность которых измеряется сотнями метров (до 1000 м) и увеличивается с запада на восток (см. рис. 98). Все эти породы накапливались в море, появившемся уже в турнейском веке в результате трансгрессии с востока. Турнейское море занимало западную, восточную и центральную области платформы. Северная ее часть была приподнятой возвышенной сушей.

В ранневизейское время произошло значительное поднятие всей платформы, и море почти повсеместно отступило, оставив плоскую равнину с многочисленными болотами, озерами и реками. Морской режим сохранился только на юге и юго-востоке платформы. В образовавшихся болотах накапливались 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 нижевизейские пески и рыхлые песчаники содержат нефть.

В поздневизейское время началась новая трансгрессия с востока. Она развивалась все шире и в позднем карбоне морской режим установился вплоть до берегов Белого моря. В этом море накопился 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. Только в конце раннего карбона было еще одно значительное поднятие, и море, как и в визейском веке, оставляло почти всю платформу.

В карбоне начал формироваться Предуральский краевой прогиб, который постепенно смещался на запад, в сторону платформы.

Сибирская платформа. В раннем карбоне вся платформа была в основном континентом, на котором осадконакопление происходило лишь на небольших участках. И только на северную и северо-западную окраины в турнейском веке с севера проникало море, в котором накапливались карбонатные отложения.

В среднем карбоне началось опускание огромной западной части платформы и формирование самой большой впадины Сибирской платформы — Тунгусской синеклизы, в которой в последующее время накопились угленосные отложения тунгусской серии. Прогибание Тунгусской синеклизы на ее южной окраине сопровождалось образованием разломов и связанными с разломами вулканическими процессами.

Продолжалось также начавшееся еще в раннем палеозое прогибание Вилуйской синеклизы, где накапливались красноцветные и отчасти туфогенные отложения. Здесь также образовались разломы и происходили вулканические процессы.

ПЕРМСКИЙ ПЕРИОД

В самостоятельную систему отложения пермского периода были выделены в результате работ русских геологов Д. И. Соколова, 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. 3. В Западной Европе и в США оно несколько иное.

Абсолютная продолжительность этого периода 45 млн. лет.

ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

Значительная перестройка земной коры в результате герцинских движений, увеличение площади материков и сокращение морских бассейнов привели к тому, что климат уже в конце карбона стал более сухим и резко континентальным. Это не могло не отразиться на характере органического мира и в первую очередь на характере наземных организмов. В области тропической провинции развивались более сухолюбивые споровые растения (глоссоптериды), а из голосеменных — сфеноптериды, кордаиты, хвойные, цикадовые, гинкговые. В поздней перми они уже заняли господствующее положение, а папоротники, сигиллярии, каламиты и другие споровые почти полностью вымерли. Таким образом, в поздней перми на Земле уже господствовали типичные растения мезозоя. Эту флору называют мезофитовой.

Значительные изменения произошли и в наземной фауне. Появилось большое количество пресмыкающихся — животных, более приспособленных к сухому климату. Это предки динозавров, летающих ящеров, ящериц. Для перми очень характерны звероподобные рептилии. Появились и предки млекопитающих — парейазавры. Жили и земноводные — стегоцефалы. В морях были распространены рыбы.

Из беспозвоночных, как и в карбоне, господствующее положение занимали фузулины и швагеринны, табуляты, некоторые четырехлучевые кораллы, брахиоподы и мшанки, которые нередко являлись породообразующими организмами. Однако и в фауне беспозвоночных произошли значительные изменения: большое значение приобрели пластинчатожаберные и брюхоногие моллюски, появились настоящие аммониты (цератиты). Изредка встречались морские лилии, морские бутоны и другие беспозвоночные.

К концу пермского периода очень многие палеозойские группы животных почти полностью вымерли: четырехлучевые коралловые полипы, продуктиды, спирифериды, фузулины и швагеринны, гониатиты, трилобиты, ортоцератиты, парейазавры и иностранцевии, многие земноводные, рыбы и некоторые другие. На смену им пришли новые, мезозойские группы. Таким образом, в конце палеозоя произошло значительное изменение, «обновление» в животном мире Земли.

ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

В пермском периоде орогенические движения окончательно сформировали герцинские складчатые сооружения. Поднятие горных сооружений сопровождалось поднятием платформ северного полушария. Гондвана по-прежнему оставалась приподнятым континентом, но здесь

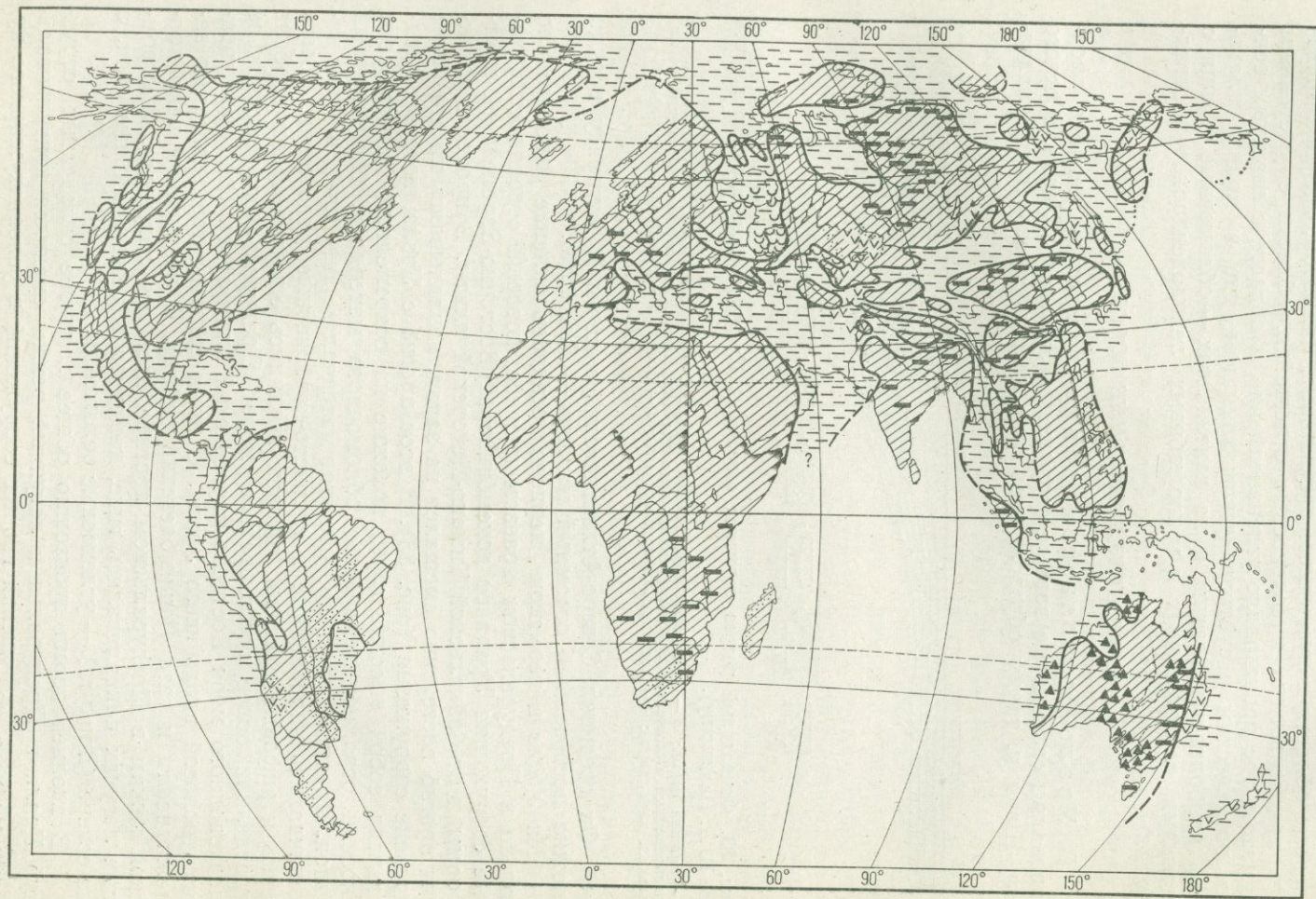


Рис. 82. Палеогеография ранней перми (составила И. А. Гречишникова).

Условн. обозн. — см. рис. 75

происходили дифференцированные движения и формирование многочисленных впадин, которые начали закладываться еще в карбоне. Во впадинах накапливались угленосные и красноцветные отложения (рис. 82). Появились Мозамбикский прогиб между Африкой и Мадагаскаром и прогиб в западной части Австралии. Это позволяет делать вывод о том, что в поздней перми начался распад Гондваны.

Все вышеперечисленные процессы создали сложный рельеф, и климатическая обстановка на Земле стала более разнообразной: существовали области с пустынным засушливым климатом, где накапливались красноцветные и соленосные отложения, области с умеренным климатом, где происходило угленакопление, и области с влажным теплым тропическим и субтропическим климатом, где в морях отлагались карбонатные осадки, а на континентах — обломочные толщи с остатками влаголюбивых и теплолюбивых лепидодендронов и сигиллярий.

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

В Урало-Монгольском поясе в пермском периоде сформировались складчатые горные сооружения Западного Урала, Южного Тянь-Шаня и, таким образом, весь этот пояс превратился в складча-

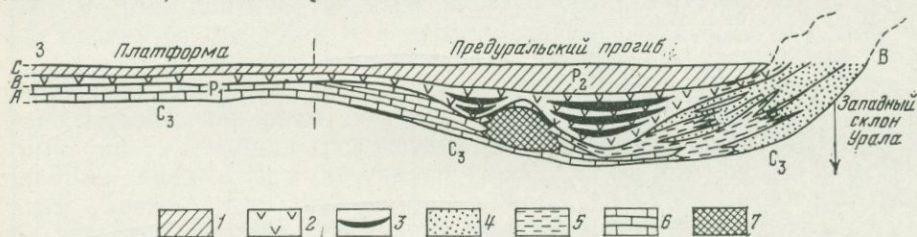


Рис. 83. Фациальный разрез пермских отложений Предуральского краевого прогиба (по В. Д. Наливкину).

А — нижняя пермь; В — кунгурский ярус нижней перми; С — верхняя пермь; 1 — континентальные красноцветные отложения; 2 — лагунные гипсоносные отложения; 3 — соленосная толща (галит, сильвин, карналит); 4 — песчаники и конгломераты; 5 — глины; 6 — известняки; 7 — рифы

тый. Он соединил Северо-Атлантический материк и Ангариду в один сложно построенный огромный материк — *Лавразию*.

На Урале в пермском периоде осадконакопление происходило только в Предуральском краевом прогибе, который отделил складчатые сооружения Урала от докембрийской Восточно-Европейской платформы и от байкальской Тимано-Печорской плиты. В процессе развития прогиб постепенно смещался на запад, накладываясь на эти более древние сооружения (рис. 83). В этот прогиб с Урала, который представлял собой высокие горы, похожие на современный Кавказ, реки сносили огромное количество обломочного материала. На западный склон Предуральского прогиба этот материал не заносился, и здесь накапливались карбонатные и глинисто-карбонатные отложения. Были здесь и рифовые массивы, которые появились еще в позднем карбоне и отделили более глубоководное море Предуральского прогиба от мелководного моря Восточно-Европейской платформы. Они протягивались полосой вдоль всего Урала. С ними связаны промышленные залежи нефти и газа (Ишимбаевский район). В кунгурском веке морской режим в Предуральском прогибе сменился лагунным. В огромных лагунах накапливались гипс, каменная и реже калийные соли, а на севере (Воркута) — угленосные отложения.

В поздней перми произошло общее поднятие складчатых структур Урала и Предуралья и лагунный режим сменился континентальным. За счет разрушения горных сооружений в условиях жаркого пу-

стынного климата на предгорной равнине накапливались красноцветные толщи обломочных пород уфимского яруса. Такая обстановка существовала здесь до конца пермского периода. В перми продолжалось формирование гранитоидных, а затем щелочных интрузий Урала, с которыми связаны месторождения руд различных металлов и драгоценных камней.

В области *каледонских сооружений Урало-Монгольского пояса* и сформировавшихся в карбоне герцинид во впадинах накапливались континентальные вулканогенные и осадочные грубообломочные молассы и угленосные отложения. Наиболее мощные толщи угленосных отложений образовались в Кузбассе (5—8 км).

Средиземноморский пояс. В западной части этого пояса в ранней перми поднимались и развивались складчатые горные сооружения. В некоторых прогибах и впадинах накапливались преимущественно континентальные, а иногда угленосные молассовые отложения, а также эффузивы среднего и кислого состава. Они слагают верхнюю часть орогенного структурного этажа. Аналогичные образования, но без углей слагают нижнюю пермь в прогибах *северного склона Большого Кавказа*. Затем произошли герцинское складкообразование и внедрение крупных гранитных интрузий. На этом закончился орогенный этап развития геосинклинальных систем этой части пояса, и в поздней перми начался платформенный этап их развития. Во многих областях развивались прогибание и трансгрессия и накапливались мелководные морские и континентальные отложения — ангидрит, соли. Эти отложения слагают уже основание платформенного чехла.

В области *Памира и Центральной Азии* в девоне, карбоне и ранней перми существовали геосинклинальные прогибы. В конце ранней перми произошло их замыкание и начался орогенный этап развития.

В остальных областях, в том числе и в области *Малого Кавказа*, в перми преобладало прогибание и накапливались платформенные формации — мелководные морские отложения, континентальные отложения, иногда эффузивы.

Западная часть Тихоокеанского пояса. В Верхояно-Чукотской области и Сихотэ-Алине в ранней перми, как и в позднем карбоне, преобладало прогибание; на Чукотке происходило накопление флишоидных толщ верхоянского комплекса и вулканогенных образований, а в Сихотэ-Алине накапливались кремнисто-вулканогенные, зеленокаменные, терригенные и карбонатные образования. В поздней перми происходило складкообразование, формировались интрузии, и верхняя пермь здесь нередко представлена грубообломочными породами с прослоями угля. Однако эти движения не привели к изменению тектонического режима, и в последующее время этот пояс развивался как геосинклинальный.

В эвгеосинклинальной *Корякско-Камчатской зоне* пермь распространена более широко, чем карбон, и представлена эффузивно-осадочными морскими и континентальными образованиями.

ПЛАТФОРМЫ

Для пермской истории платформ очень характерно ясно выраженное преобладание поднятий, которые повсеместно приводили к установлению континентального режима.

Восточно-Европейская платформа (см. рис. 97). Выходы пермских отложений известны на востоке 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, чем карбон, непостоянством разрезов, так как в начале пермского периода началось поднятие Восточно-Европейской платформы, и очертания морского

бассейна, оставшегося здесь от позднего карбона, стали очень сложными.

На востоке, в Волго-Уральской области (см. рис. 98) докунгурские нижнепермские отложения представлены массивными рифовыми известняками, указывающими на то, что здесь в докунгурское время ранней перми сохранялось море. Западнее Туймазинского района, в том числе и в Московской синеклизе, эти отложения сложены известняками, доломитами, ангидритом, гипсом и иногда песчаниками и глинами — отложениями мелководного моря и лагун. На севере же вся нижняя пермь сложена гипсом, ангидритом, доломитами и континентальными обломочными толщами.

Кунгурский ярус на востоке платформы представлен уже гипсом, ангидритом, а на юго-востоке — каменной и калийными солями. Таким образом, в кунгурском веке море превращается в лагуны и на востоке платформы. В конце же кунгурского века лагуны исчезают, и в уфимском веке накапливаются красноцветные толщи, представляющие собой скопления продуктов разрушения, сносимых с Урала.

В казанском веке на севере и востоке платформы, в результате трансгрессии из Арктики, появился меридионально вытянутый морской бассейн, в котором накапливались карбонатные и глинисто-карбонатные отложения. Однако это море существовало не долго. Последующее поднятие привело к тому, что казанское море исчезло, и в татарском веке на платформе накапливались только красноцветные элювиальные, золотые, озерные и речные отложения.

Сибирская платформа. Здесь продолжалось прогибание Тунгусской синеклизы и накопление угленосных отложений продуктивной свиты тунгусской серии. Прогибание Тунгусской синеклизы и поднятие соседних с нею областей привело к образованию многочисленных зон глубинных разломов. В поздней перми по этим разломам выбрасывался пирокластический материал и изливалось огромное количество лавы, которая образовала потоки и покровы базальтовых трапов. Пирокластический материал дал начало туфам и туффитам. Часть магмы застывала в глубине земной коры, образуя силлы (иногда до 350 м мощностью), дайки, штоки, лакколиты, некки и трубки взрыва. С этими интрузиями связаны сульфидные руды меди, никеля, платины и других металлов.

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 каледонского орогенеза в Северо-Атлантической части Атлантического геосинклинального пояса и на значительных площадях Урало-Монгольского пояса поднялись складчатые горные сооружения, в пределах которых формировались межгорные впадины и прогибы — место накопления мощных молассовых, красноцветных, эффузивных и угленосных отложений. Каледонские сооружения Атлантического пояса соединили Восточно-Европейскую и Канадскую платформы, а каледониды Урало-Монгольского пояса причленились к Сибирской платформе. В результате образовались Северо-Атлантический материк и Ангариды. Усложнилось также и строение других геосинклинальных областей. Характерной особенностью каледонской складчатости является ее незавершенность, о чем уже говорилось выше.

Значительные преобразования произошли и в строении древних платформ. В результате дифференцированных движений на них появились синеклизы, впадины, прогибы, антеклизы. На Восточно-Европейской платформе образовались Московская и Балтийская синеклизы, заложилась Печорская, Прикаспийская и Польско-Германская сине-

клизы, началось прогибание Тунгусской синеклизы. Между синеклизами формировались антеклизы и другие поднятия фундамента. В конце силура произошло поднятие всех древних платформ и связанная с этим регрессия моря на этих платформах.

В результате герцинских движений Урало-Монгольский, Атлантический, Арктический, Средиземноморский (за исключением отдельных прогибов — Юго-Восточный Памир и др.) пояса, а также Восточно-Австралийская геосинклинальная область превратились в складчатые пояса и области. Особенно большое значение для формирования герцинид имели горообразовательные движения, которые происходили в конце раннего карбона. Горные складчатые сооружения причленились к уже существовавшим древним платформам и каледонидам. В результате в северном полушарии образовался огромный 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 строение более древних сооружений. В области древних платформ появились новые области прогибания: на Восточно-Европейской платформе — авлакоген Большого Донбасса и Казанско-Сергиевский авлакоген, окончательно оформилась Тунгусская синеклиза. Движения сопровождались формированием разломов и магматическими процессами: образовались интрузивные массивы — Хибинский, Ловозерский, а также многочисленные малые интрузии на Сибирской платформе, на которой, кроме того, широко развились эффузивные процессы. В области каледонских сооружений формировались герцинские впадины и прогибы — Минусинская, Карагандинская, Тенизская, Кузнецкий прогиб, Тувинский и др. По разломам изливались лавы.

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 накопления и разрушения носили разнообразный характер. Между материками располагались геосинклинальные пояса: в области обширного и сложно построенного Средиземноморского палеозойского складчатого пояса начали снова формироваться геосинклинальные прогибы, по берегам Тихого океана протягивался Тихоокеанский пояс. Кроме этих структур существовал талассократон Тихого океана.

Для палеозоя характерна климатическая зональность, которая особенно хорошо была выражена в позднем палеозое.

В раннем палеозое в области Канады, Восточной Сибири, Аравии, Ирана, Прибалтики протягивался пояс теплого сухого — аридного климата. По обе стороны от этого пояса располагались пояса с теплым влажным — гумидным климатом, а еще дальше от этого пояса протягивались зоны с умеренным и даже холодным климатом*.

В девоне было отчетливо выражено уже шесть климатических зон: южная и северная гумидные умеренно теплые, южная и северная арид-

* В ордовике Северной Африки и в ордовике и силуре Южной Америки известны тиллиты.

ные, тропическая гумидная и южная холодная зоны. Они сохранились в карбоне и перми, но границы их не оставались неизменными. В начале девона и в поздней перми расширились области аридного климата, что, очевидно, было связано с поднятием континентов и регрессией в конце каледонского и герцинского тектогенезов. Это были геократические эпохи — эпохи господства суши над морем. В позднем девоне и карбоне широко развивались трансгрессии. Это были уже талассократические эпохи — эпохи господства моря. В это время значительно расширились области с теплым и влажным климатом.

Все эти пояса и зоны выделяются по характерным отложениям (породам-индикаторам) и растительным остаткам. В областях с аридным климатом накапливались каменная соль, гипс, ангидрит, красноцветы, доломиты. Области гумидного тропического и умеренно теплого климата были областями накопления угленосных толщ, железных руд, бокситов, карбонатных пород.

Положение экватора и полюсов в палеозое остается не совсем ясным. Есть данные, позволяющие считать, что в раннем палеозое экватор проходил через 90 и 270 современные меридианы, а южный полюс был в районе Гвинейского залива. В позднем палеозое южный полюс располагался у южного окончания Африки.

Значительные изменения произошли в палеозое 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, а в поздней перми заняли господствующее положение голосеменные.

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 происходило 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.

ГЛАВА 24.

МЕЗОЗОЙ

Мезозойская эра — эра средней жизни (мезо — средний, зое — 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 объединяет три системы: триасовую, юрскую и меловую. Стратиграфия мезозоя показана в табл. 4. Продолжительность мезозойской эры 173 млн. лет.

В мезозое, так же как и во все другие этапы развития Земли, главная, ведущая роль принадлежала тектоническим движениям. Как уже говорилось выше, мезозойскую складчатость часто называют киммерийской. В результате этой складчатости в Тихоокеанском поясе были сформированы складчатые сооружения. С нею связано очень широкое развитие процессов формирования гранитоидных интрузий, в том числе и за пределами мезозойских складчатых областей. Тектонические движения в мезозое привели также к распаду материков и образованию океанических впадин — Индийской, Атлантической и Северного Ледовитого океана. С ними связано и образование в Тихоокеанском сегменте земной коры 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 произошло и с наземной фауной позвоночных: вымерли земноводные и широко распространились пресмыкающиеся с их толстой, грубой, не боящейся пересыхания кожей. Значительные изменения произошли и в фауне беспозвоночных.

ТРИАСОВЫЙ ПЕРИОД

В 1834 г. Альберти назвал триасовой системой выделенные Вернером в Германии еще в XVIII в. три свиты: пестрый мергель (кейпер), раковинный известняк и пестрый песчаник.

В табл. 4 указано разделение триасовой системы, принятое в СССР. В других странах нижний триас общепринятого подразделения не имеет. Чаще всего его делят на кампильский и сейский ярусы, иногда их объединяют в скифский ярус.

Продолжительность триасового периода 45 млн. лет.

ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

В триасе на Земле было много областей с сухим климатом. Это 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 широко представлены папоротники, а в нижнем триасе еще жили потомки палеозойских кордаитовых, каламитовых, семенных папоротников, глоссоптеридовых.

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 вымерли. В лагунах и озерах жили двоякодышащие рыбы. В конце триаса появились первые млекопитающие из группы клоачных, а в морях — первые костистые рыбы, ихтиозавры и плезиозавры.

Среди беспозвоночных господствующее положение занимали головоногие и двустворчатые моллюски. Из головоногих в триасе развивались цератиты (*Meekoceras*, *Ceratites* и др.) и древняя группа белемнитов. Среди двустворок, представленных очень разнообразно, были и мелководные, и глубоководные формы, а также формы, жившие среди рифов. Из других беспозвоночных развивались шестилучевые коралловые полипы, мелководные кремневые и известковые губки, мор-

Эпогема (Эон)	Эратема — группа (эра)	Система (период)	Отдел (эпоха)	Ярус (век)	Длитель- ность млн. лет	Эпохи сладча- тости	
Фанерозойская Фанерозойский	Мезозойская MZ	Меловая (меловой) K	Верхний (поздне- меловая) K ₂	Датский — K ₂ d	70	Альпийская	
				Маастрихтский — K ₂ m			Сенонский надъярус
				Кампанский — K ₂ cp			
				Сантонский — K ₂ s			
				Коньякский — K ₂ cn			
				Туронский — K ₂ t			
			Сеноманский — K ₂ c				
			Нижний (ранне- меловая) K ₁	Альбский — K ₁ al	Неокомский надъярус		
				Аптский — K ₁ a			
				Барремский — K ₁ br			
		Готеривский — K ₁ h					
		Валанжинский — K ₁ v					
		Берриасский — K ₁ b					
		Юрская (юрский) J	Верхний (поздне- юрская) — мальм J ₃	Волжский — J ₃ v (титонский — J ₃ t)	58	Киммерийская	
				Кимериджский — J ₃ km			
				Оксфордский — J ₃ o			
				Келловейский — J ₃ k			
			Средний (средне- юрская) — доггер J ₂	Батский — J ₂ bt			
Байосский — J ₂ b							
Ааленский — J ₂ a							
Нижний (ранне- юрская) — лейас J ₁	Тоарский — J ₁ t						
	Плинсбахский — J ₁ p						
	Синемюрский — J ₁ s						
	Геттангский — J ₁ h						
Триасовая (триасовый) T	Верхний (поздне- триасовая) T ₃		Рэтский — T ₃ r	45			
		Норийский — T ₃ n					
		Карнийский — T ₃ k					
	Средний (средне- триасовая) T ₂	Ладинский — T ₂ l					
		Анизийский — T ₂ a					
	Нижний (ранне- триасовая) T ₁	Оленекский — T ₁ o					
Индский — T ₁ i							

ские лилии, некоторые брахиоподы (ринхонеллиды, теребратулиды). Появились и некоторые новые морские ежи (род *Cidaris*), увеличилось разнообразие брюхоногих моллюсков. В общем органический мир триаса характеризуется некоторой архаичностью, так как в триасе жили отдельные группы палеозойских организмов. Фауна беспозвоночных, как и наземная флора, была довольно однообразной на всем земном шаре.

ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

В геосинклинальных областях Тихоокеанского пояса в течение всего триаса преобладали прогибание и морской режим, причем геосинклинальные бассейны часто были довольно глубоководными. В Средиземноморском складчатом поясе закладывались новые геосинклинальные прогибы, а в конце триаса началось интенсивное складкообразование. Континенты в течение всего триаса оставались высоко приподнятыми (рис. 84) и имели сложный рельеф, особенно Лавразия. Этот материк состоял из разновозрастных структур. Его ядро составляли древние платформы: Северо-Американская, Восточно-Европейская, Сибирская, Северо-Китайская, Тибетская, Таримская. Кроме них в его состав входили Урало-Монгольский палеозойский складчатый пояс, Атлантические каледониды и герциниды, герцинские структуры Западно-Европейской и Скифско-Туркменской областей, Северного Памира и Куньлуна. Строение этих континентов в мезозое продолжало усложняться: здесь формировались 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.

В триасе продолжался распад Гондваны. Разломы и зона прогибания между Африкой и Мадагаскаром разделили Гондвану на две части: Австрало-Индо-Мадагаскарскую и Африкано-Бразильскую (см. рис. 84). Эти части Гондваны были приподняты, и лишь на окраинах на небольших площадях было море.

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

В мезозое процесс геосинклинального развития был выражен в Тихоокеанском и Средиземноморском геосинклинальных поясах (см. рис. 84).

В Западной части Тихоокеанского пояса триас, как и другие отложения мезозоя, распространен очень широко и повсеместно образует очень большие выходы, особенно в Верхояно-Чукотской области. На западе, в зоне Верхоянского хребта и в Яно-Колымской зоне, в раннем и среднем триасе преобладал морской режим и накопилась мощная (2—3 км) однообразная морская толща песчано-глинистой формации, входящая в состав верхоянского комплекса. На севере, от низовьев Колымы до Чукотки, распространены преимущественно континентальные песчано-сланцевые толщи верхнего триаса, лишенные органических остатков и лишь иногда содержащие свиты с морской фауной. Эти терригенные отложения формировались за счет разрушения герцинских сооружений и срединных массивов, которые часто выступали в виде островов или более обширных областей суши. Терригенные отложения нередко пересланцаются с потоками и покровами лавы, туфами и туфитами.

В *Сихотэ-Алине* в конце перми и в начале триаса развивалась складчатость, но она привела лишь к появлению угловых несогласий и стратиграфических перерывов.

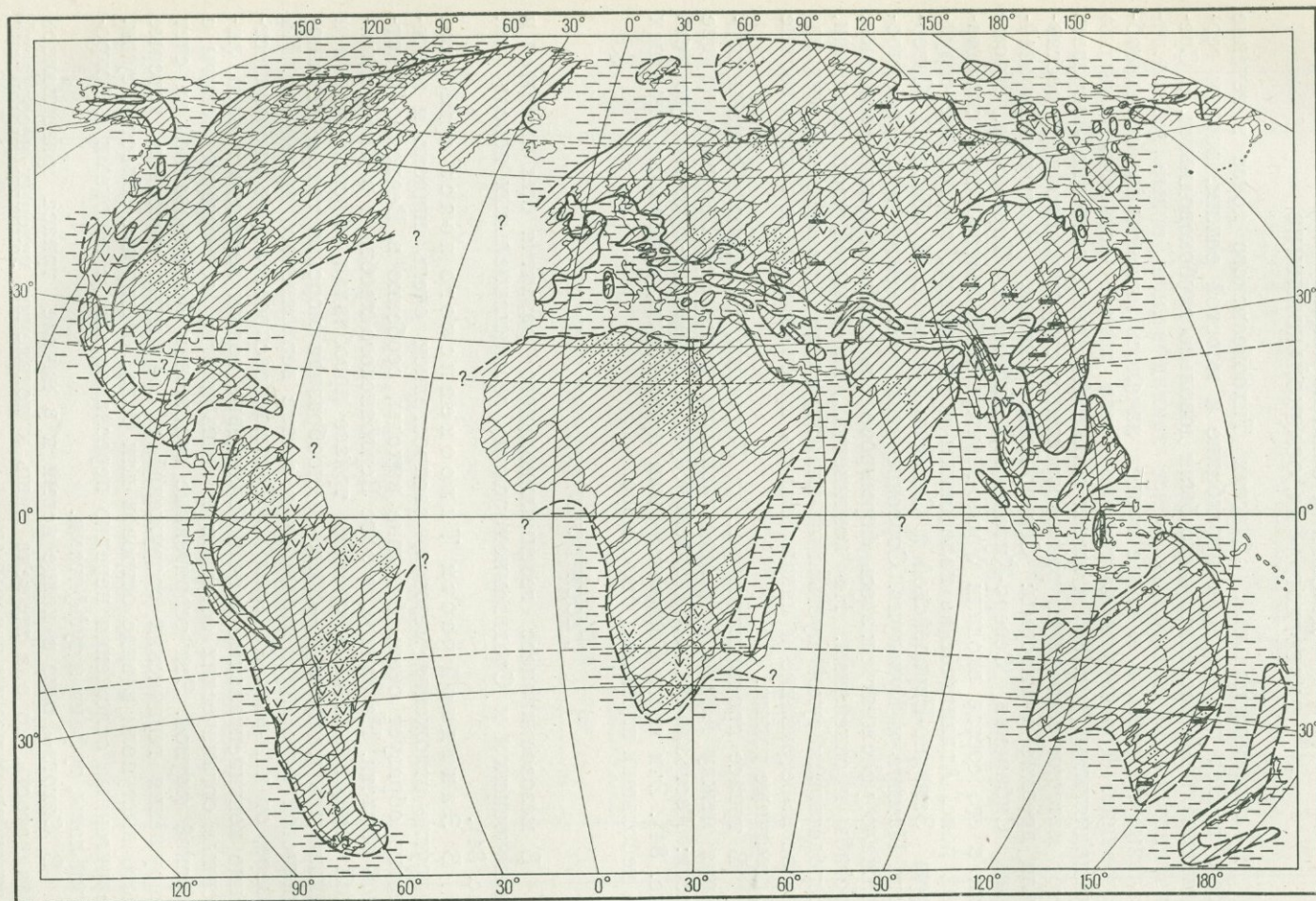


Рис. 84. Палеогеография позднего триаса (составил В. А. Густомесов).

Условн. обозн. — см. рис. 75

В *Корякско-Камчатской* зоне и в области *Японских островов* продолжалось развитие эвгеосинклинальных прогибов.

Средиземноморский геосинклинальный пояс. В результате герцинских движений почти весь этот пояс, за исключением областей Центральной Азии, превратился в складчатый пояс и в поздней перми здесь уже накапливался платформенный чехол.

В мезозое и в последующее время *внешние области* этого пояса — Западно-Европейская, Скифско-Туркменская, Северо-Памирская, Кунылунская и другие, продолжали развиваться как платформы. В *Скифско-Туркменской области* (Предкавказье, Степной Крым, Валахская впадина и южная часть Туранской плиты до Бухарского разлома), в восточной ее части, в зоне Туранской плиты в раннем и среднем триасе закончилось формирование фундамента, и она присоединилась к Лавразии. В позднем триасе повсеместно происходило формирование грабенообразных впадин и депрессий, которые заполнялись угленосными отложениями, а затем началось прогибание всей этой области, произошла трансгрессия, в море накапливались глины и пески, образующие чехол, и эта область превратилась в плиту.

Во *внутренней части* Средиземноморского пояса в мезозое закладывались и развивались геосинклинальные прогибы. Полоса этих прогибов протянулась от Гибралтара на западе до Индонезийского архипелага на востоке. Эта часть пояса была занята обширным морским бассейном — *морем Тетис*.

В *Альпийско-Гималайской области* отдельные участки развивались по-разному: одни из них уже в триасе приобрели геосинклинальные свойства, в других геосинклинальный режим установился только в середине мезозоя, третьи в течение всего мезозоя развивались как срединные массивы.

В области *Большого Кавказа* триас распространен мало и представлен известняками нижнего и частично среднего триаса, которые накапливались еще в условиях эпиконтинентального платформенного бассейна, и глинисто-сланцевой толщей, слагающей верхние горизонты среднего триаса и верхний триас, накапливавшейся уже в геосинклинальном прогибе, который протягивался в Горный Крым.

В области *Закавказья* в триасе, как и в палеозое, существовал платформенный режим. Здесь в неглубоком море накапливались карбонатные отложения, образующие единую толщу с пермью.

В *Центральной и Юго-Восточной Азии* (Юго-Восточный Памир, Каракорум и другие области) в триасе еще сохранялся геосинклинальный режим, установившийся здесь в позднем палеозое. В юре эта область вступила в орогенный этап развития. К концу мела рельеф этих горных сооружений уже был значительно выровнен и здесь установился платформенный режим.

В Урало-Монгольском складчатом поясе в Зауралье, в области Туранской плиты и Тургайских степей, формировались узкие грабены, грабен-синклинали и обширные депрессии. В этих впадинах накапливались континентальные отложения; глинисто-алевролитовые, а затем грубообломочные песчано-глинистые толщи с горизонтами растительного материала, давшего начало каменным углям, а также эффузивы, подобные траппам Сибирской платформы.

ПЛАТФОРМЫ

На Восточно-Европейской платформе наиболее широко развиты континентальные 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 Прикаспийской впадине известны и морские отложения нижнего и верхнего триаса. Очевидно, в раннем и позднем триасе здесь происходило опускание, и сюда из Альпийско-Гималайской области проникало море. В раннем триасе наметились также современные очертания Волго-Уральской антеклизы.

Сибирская платформа. Триасовая история Сибирской платформы — продолжение ее пермской истории. Здесь в раннем триасе в Тунгусской синеклизе происходил интенсивный трапповый вулканизм и в раннем и среднем триасе накапливались континентальные пески и глины с прослоями туффов — верхняя часть туфогенной свиты, которая перекрывается 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.

Продолжительность юрского периода 58 млн. лет.

ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

К началу юры рельеф земной поверхности был уже очень сглаженным, и в юре на платформах развивались широкие трансгрессии. Для юры характерен мягкий влажный климат, очень благоприятный для развития растительности. Юрские растения и животные были чрезвычайно разнообразны и многочисленны. 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 мезозойской растительности и ее распределение указывают на то, что на Земле не было областей с ледниковым климатом.

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 развивались ихтиозавры, плезиозавры, мозозавры. Появились и летающие ящеры — птерозавры. В конце юры на Земле уже жили и настоящие ящерицы. В поздней юре появились первоптицы — *Archaeopteryx*. Млекопитающие были очень немногочисленны и представлены примитивными формами. Среди земноводных появились и развивались настоящие лягушки. В морях были широко распространены акулы и значительно меньше костные 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*, *Divalia*). Большое значение для стратиграфического расчленения юры имеют также пелециподы (*Aucella*, *Gruphae*, *Astarte*, *Pectenidae* и др.), частично брюхоногие (*Nerinea*) и брахиоподы (*Terebratulidae*, *Rhynchonellidae*). Кроме вышеперечисленных групп были широко распространены радиоларии, шестилучевые кораллы, губки, морские лилии и ежи, причем в юре появились и неправильные ежи. Все эти организмы являлись подообразующими.

ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

Юрский период (рис. 85) — это время очень активного развития орогенических движений. В геосинклинальных областях Тихоокеан-

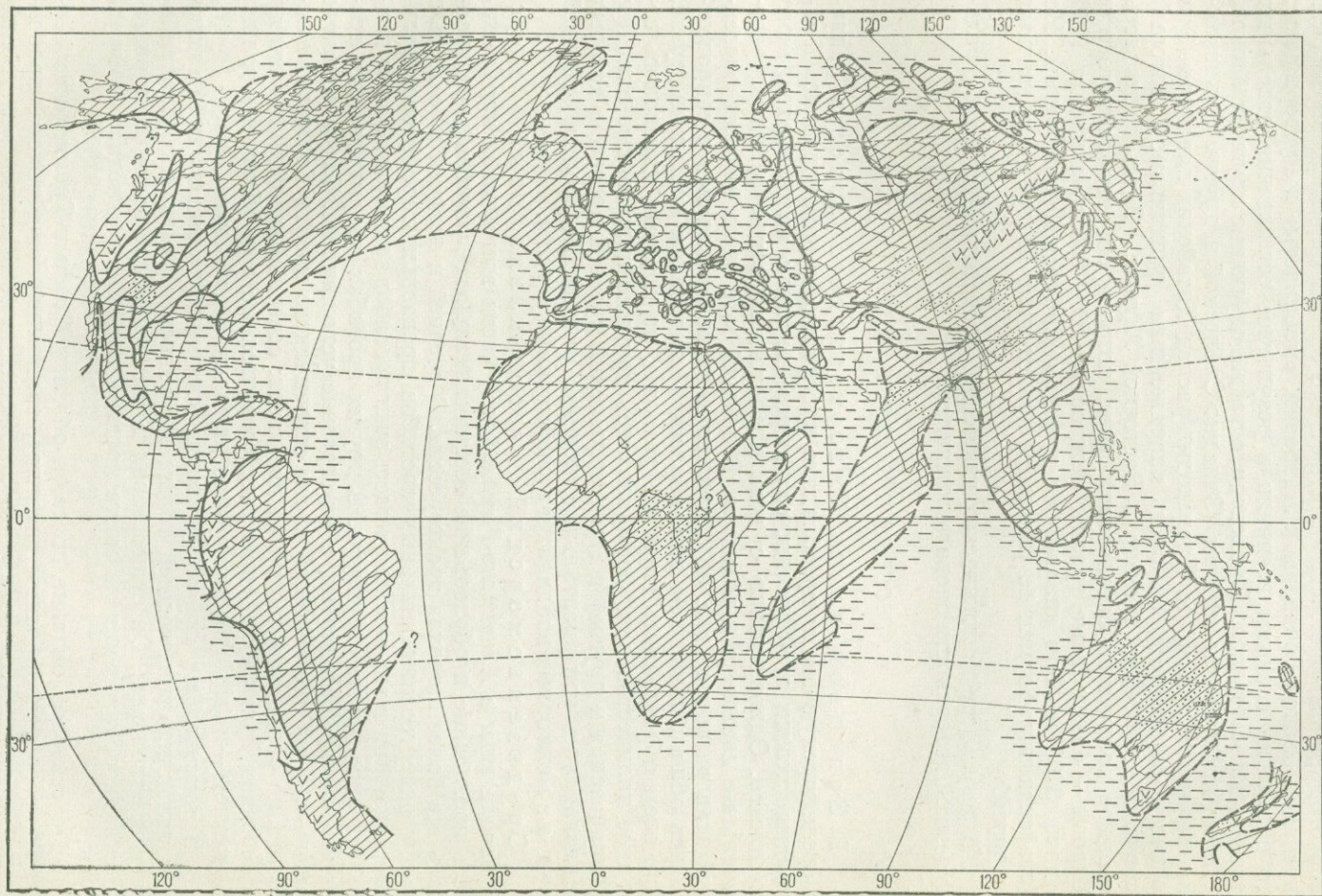


Рис. 85. Палеогеография поздней юры (составил В. А. Густомесов).
Условн. обозн. — см. рис. 75

ского сектора эти движения формировали горные сооружения. В Средиземноморском поясе они развивались слабее, однако и здесь они создали ядра будущих складчатых сооружений. Тектонические движения в геосинклинальных областях сопровождались интенсивной эффузивной деятельностью.

В пределах платформ движения привели к образованию разломов. По этим разломам начался распад Лавразии, продолжался распад Гондваны и происходило образование океанов — Атлантического и Индийского, причем «фиксисты» считают, что океаны образовались за счет опускания блоков Гондваны и Лавразии, «мобилисты» же утверждают, что океанские впадины возникли в результате отпльвания отдельных частей этих материков. Происходило также опускание крупных блоков, которые дали начало плитам (Западно-Сибирской и другим), синеклизам, впадинам, прогибам. Происходил распад Китайских платформ. 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. На Китайских платформах по разломам происходило внедрение гранитных интрузий.

В результате тектонических движений, происходивших в юре, рельеф земной поверхности снова усложнился.

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

В Западной части Тихоокеанского пояса в ранне- и среднеюрскую эпохи преобладало прогибание и накапливались флишoidные толщи и эффузивы, слагающие верхнюю часть верхоянского комплекса. Одновременно с этим происходили также складкообразовательные движения и поднятия. В поздней юре здесь начался орогенный этап развития (рис. 86). Движения активизировались и сопровождались общим поднятием этой области и внедрением кислых интрузий. При этом образовались глубокие разломы, по которым изливалось огромное количество лав, формировались крупные наложенные впадины (Зырянская и другие) и Предверхоянский краевой прогиб, в которых накапливались континентальные, нередко угленосные толщи верхней юры, а в межгорных впадинах и вулканогенные породы.

Средиземноморский геосинклинальный ярус. В начале юры в *Альпийско-Гималайской* части этого пояса продолжалось прогибание и образование геосинклинальных прогибов и развивалась все более широкая трансгрессия. В средней и поздней юре здесь в целом ряде геосинклинальных прогибов произошли горообразовательные движения и значительная часть этих прогибов замкнулась, в них поднялись складчатые структуры. В других прогибах сформировались геантиклинальные поднятия, и их строение усложнилось. Такое поднятие возникло и на месте осевой части современного хребта *Большого Кавказа*. Оно разделило прогиб на две части: северный и южный прогибы. В северном прогибе накапливались терригенные и карбонатные толщи, а в южном — эффузивы и терригенные толщи типа флиша.

В *Закавказье* в юре образовался геосинклинальный прогиб, в котором накапливалась мощная толща эффузивов и терригенных и карбонатных отложений. Он существовал до конца юры, а затем в результате складкообразования на месте прогиба поднялись складчатые структуры.

По северной окраине пояса, в области *Скифско-Туркменских герцинид*, в грабенообразных впадинах, заложившихся в триасе, продолжали накапливаться осадочные отложения, в том числе угленосные,

и прослой эффузивных пород. Одновременно происходило опускание этой области, развивалась трансгрессия, накапливались толщи песчано-глинистых, а иногда карбонатных и глинисто-карбонатных осадков. Отложения эти образовали чехол, и область превратилась в Скифско-Туркменскую плиту. В конце юры эта плита поднялась, осушилась, и здесь накапливались континентальные гипсоносные отложения.

В Урало-Монгольском поясе в юре продолжалось образование грабенов и депрессий, в которых происходило угленакопле-

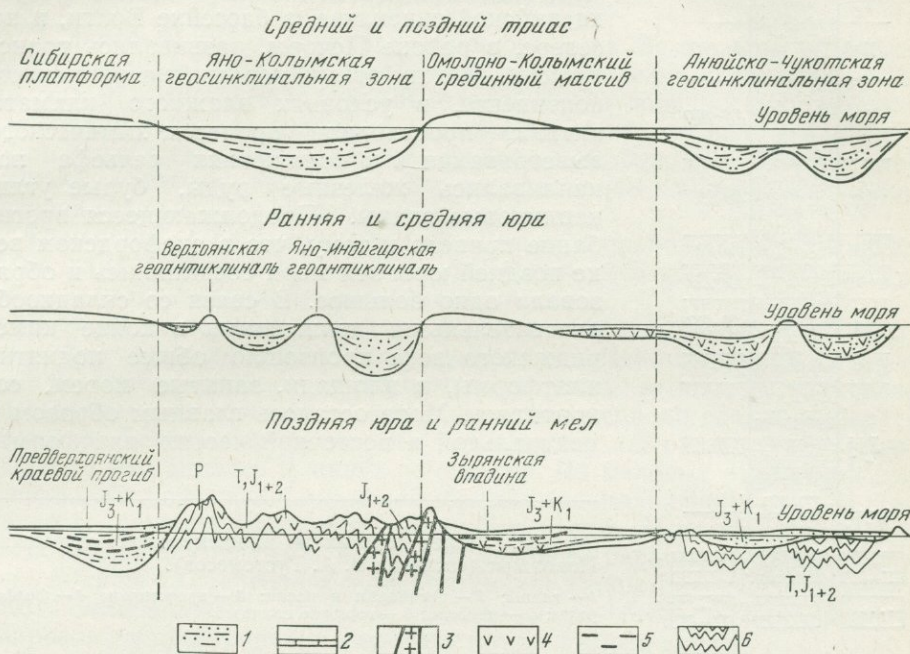


Рис. 86. Схема развития Верхояно-Чукотской области в мезозое (составил В. А. Густомесов).

1 — песчано-глинистые отложения; 2 — карбонатные отложения; 3 — интрузии; 4 — вулканогенные отложения; 5 — угли; 6 — складчатые структуры

ние. Одновременно с этим здесь начались дифференцированные глыбовые движения, активность которых усилилась в средней юре. В результате образовались поднятия фундамента — Урал, Центральный Казахстан и другие плиты — Западно-Сибирская и Туранская. В области плит развивалась трансгрессия и накапливались темные, нередко глауконитовые глины и пески, а на юге и карбонатные осадки. Эти отложения образовали платформенный чехол. С ними связаны месторождения нефти (Тюмень, Шаим, Ханты-Мансийская группа и др.), газа (Березовское и др.).

Центральная часть Урало-Монгольского пояса — Казахское нагорье, Тянь-Шань, Алтай, Кузнецко-Саянская область, Забайкалье и другие области (до северо-восточных районов Китая) — в мезозое была областью поднятия, где происходило формирование впадин (Карагандинской, Минусинских, Тувинской, Нарынской, Ферганской, Зейско-Буреинской и др.), в которых в юре и в мелу накапливались преимущественно континентальные, иногда угленосные (Ферганская впадина, Зейско-Буреинская) отложения.

Урал был горной страной и областью размыва. Здесь в условиях континентального режима накапливались пески и глины и связанные с ними железные руды, огнеупорные глины, бурые угли, бокситы, никель.

ПЛАТФОРМЫ

На Восточно-Европейской платформе (см. рис. 99) в раннеюрскую эпоху преобладал континентальный режим. Осадконакопление происходило только в Прикаспийской синеклизе и Днепровско-Донецкой впадине, где накапливались континентальные песчано-глинистые отложения и угленосные толщи, и лишь иногда морские песчано-глинистые осадки. В средней юре началось прогибание платформы и на юге, в Днепровско-Донецкой впадине, в Прикаспийской синеклизе, в бассейне Волги, и на севере, в районе Печоры, развивались трансгрессии. Между этими морями, на низменном континенте, в условиях влажного климата активно происходили процессы химического выветривания и в понижениях рельефа накапливались железные руды, бурые угли, каолиновые глины. Продолжающееся прогибание привело к тому, что в оксфордском веке поздней юры эти моря соединились и образовали одно большое. В связи со складкообразовательными движениями в конце киммериджского века произошло общее поднятие платформы, и площади, занятые морем, сократились. Море осталось главным образом в центральной и восточной частях платформы,

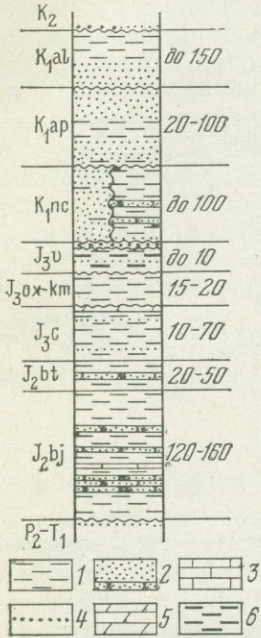


Рис. 87. Разрез юрских и нижнемеловых отложений Поволжья (составил В. А. Густомесов).

1 — глины; 2 — песчаники и пески; 3 — известняки; 4 — фосфориты; 5 — мергели; 6 — горючие сланцы

образуя меридионально вытянутый бассейн, который имел сложные очертания и непостоянную береговую линию. В конце юрского периода это море стало меньше по площади, обмелело, но не исчезло, и существовало еще некоторое время в начале мелового периода. В юрских морях на платформе (рис. 87) накапливались темные глины, зеленоватые глауконитовые пески, фосфориты и горючие сланцы. Известняки и другие карбонатные породы встречаются только на крайнем юге.

В юре на Восточно-Европейской платформе образовалась Причерноморская синеклиза, расширилась Днепровско-Донецкая впадина, которая превратилась в Украинскую синеклизу, образовался Ульяновско-Саратовский прогиб.

На Сибирской платформе (см. рис. 101) в юре развивались дифференцированные движения, образовались Канская, Иркутская, Чульманская и другие впадины, произошло активное прогибание Ленско-Вилуйской и Хатангской впадин. Восточная часть Ленско-Вилуйской впадины при этом развивалась как предгорный прогиб, отделивший Верхояно-Чукотскую область мезозойской складчатости от Сибирской платформы. Впадины южной окраины платформы — Канская, Иркутская, Чульманская и другие — образовались в результате сводовых поднятий, сопровождавшихся растрескиванием земной коры и образованием разломов и грабенов, которые и дали начало этим впадинам. В области Алданского щита с этими процессами было связано образование кислых и щелочных интрузий. Во впадинах в юре накапливались угленосные отложения, а в Ленско-Вилуйской и Хатангской впадинах в ранней и в начале средней юры появлялось море, в котором накапливались песчано-глинистые отложения.

МЕЛОВОЙ ПЕРИОД

В 1822 г. Ж. Омалиус д'Аллау выделил в самостоятельную систему широко распространенную в Западной Европе толщу, сложенную глинами, зеленым песчаником и белым писчим мелом. По имени последней породы он назвал эту систему меловой.

Продолжительность мелового периода 70 млн. лет.

ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

В раннемеловую эпоху растительность на Земле еще оставалась мезофитовой, и ее пространственное распределение оставалось таким же, как и в юре. В конце раннемеловой эпохи появилось значительное количество покрытосеменных цветковых растений, а в мелу эти растения стали господствующими. Землю заселили дуб, бук, ива, березы, 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. Жили также мозозавры, ихтиозавры, плезиозавры, птерозавры. В конце мелового периода все эти животные вымерли. Только черепахи, змеи, крокодилы, ящерицы, хамелеоны и гаттерии сохранились и живут до сих пор. Из меловых отложений известны остатки настоящих, но еще зубастых водолавающих птиц. В конце мелового периода появляются беззубые птицы. Млекопитающие были представлены сумчатыми, а в конце мелового периода на Земле появились 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 плоскостиральной раковинной, появились очень характерные для мелового периода формы с прямой и полуразвернутой раковинной (*Baculites*, *Scaphites*), или раковинной, которая завивается не в одной плоскости (*Turrilites*) или имеет несоприкасающиеся обороты (*Crioceras*), а также очень крупные формы с диаметром до 2 м (*Pachydiscus*).

Характерно также упрощение перегородочной линии. В конце мелового периода аммониты полностью вымирают. Белемниты, начиная с туронского века, были в основном представлены белемнителлами (*Actinocamax*, *Belemnitella*), которые также вымерли в начале палеогена. Очень многочисленны и разнообразны меловые палециподы, 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 писчем 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*). Осо-

* Кайнофитная флора — флора покрытосеменных растений.

бый интерес представляют меловые кокколитофориды. Их известковые скорлупочки слагают основную массу белого писчего мела.

В конце мелового периода многие мезозойские группы вымерли — аммониты и белемниты, все группы древних пресмыкающихся и др. Таким образом, в конце мезозоя, как и в конце палеозоя произошло «обновление» органического мира Земли.

Все эти изменения в растительном и животном мире были связаны с значительными преобразованиями физико-географической обстановки, которые произошли в результате мезозойского тектогенеза.

ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

В меловом периоде (рис. 88) складкообразовательные движения были еще весьма значительными, особенно в начале раннего и в конце позднего мела. По-прежнему особенно активно эти движения развивались по берегам Тихого океана. Здесь они сформировали современные складчатые сооружения в Верхояно-Чукотской области, Сихотэ-Алине, Кордильерах.

Значительные преобразования происходили и на платформах: продолжался их распад и образование океанических впадин. Появились Индийский, Атлантический и Северный Ледовитый океаны и Северо-Американский, Евразийский, Бразильский, Африкано-Аравийский, Индийский, Австралийский и Восточно-Антарктический материков. В поздне-меловое время на материках развивалась широчайшая, самая большая за всю историю Земли, трансгрессия. Только Сибирская, Китайские и Бразильская платформы оставались выше уровня моря. Однако в конце мелового периода в связи со складкообразованием все платформы, за исключением Африкано-Аравийской, поднялись и почти полностью осушились.

Складкообразовательные движения в геосинклинальных областях и распад платформ сопровождался магматическими процессами. По берегам Тихого океана, в области мезозойских сооружений, формировались мощные интрузии гранодиоритов, гранитов и других пород. С этими интрузиями связаны месторождения благородных и редких металлов, полиметаллов. Широко развивались и эффузивные процессы. Они сопровождали распад Гондваны, происходили в области развития мезозойских структур, а в поздне-меловую эпоху очень активно развивались и в Чукотско-Катазиатском поясе, формирование которого приурочено к зоне глубинных разломов, заложившихся по восточной окраине Лавразии.

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

В западной части Тихоокеанского пояса в ранне-меловую эпоху продолжалось общее поднятие складчатых сооружений и внедрение гранитных интрузий, с которыми связаны месторождения золота, олова, вольфрама и других руд. На поднимавшемся континенте во впадинах и на предгорных равнинах, как и в поздней юре, накапливались угленосные толщи (Сучанский и Зырянский угольные бассейны). В поздне-меловую эпоху в этой области лишь местами отлагались континентальные, часто угленосные осадки сравнительно небольшой мощности. В некоторых местах развиты эффузивы.

Формирование и поднятие мезозойских структур западной части Тихоокеанского пояса сопровождалось образованием по окраинам материка, к востоку от этих структур, особой структурной зоны глубинных разломов. С этими разломами в позднем мелу и в палеогене была связана очень напряженная эффузивная деятельность, в результате которой сформировался мощный Чукотско-Катазиатский вулканический

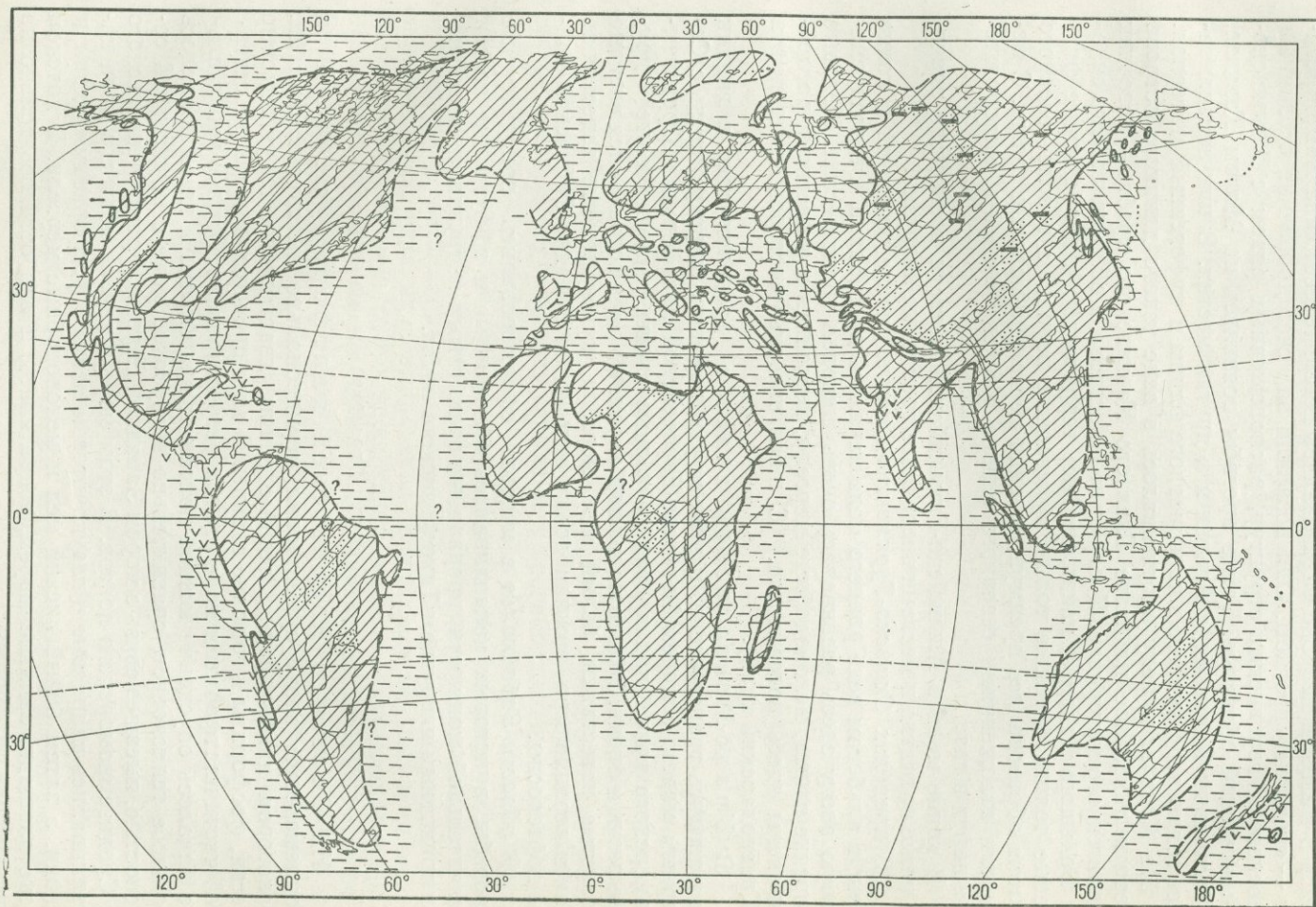


Рис. 88. Палеогеография позднего мела (составил В. М. Цейслер).

Условн. обозн. — см. рис. 75

пояс. Он отделил молодые мезозойские структуры от развивавшихся геосинклинальных прогибов Тихоокеанского геосинклинального пояса. Область этих прогибов — Корякско-Камчатская зона, Сахалин, Курильские, Японские и другие острова — называют еще *Восточно-Азиатской геосинклинальной областью*. В мелу здесь происходило прогибание и накопление кремнистых и туфогенных отложений значительной мощности (до 6—8 км).

В Альпийско-Гималайской области Средиземноморского пояса в меловом периоде образовались новые геосинклинальные прогибы — «поздние» прогибы. Они возникли за счет дробления срединных массивов и герцинских структур, расположенных рядом с Альпийско-Гималайской областью. Такие прогибы появились на Малом Кавказе, в Восточных Карпатах, в Альпах и в других местах. В них накапливались толщи терригенного и карбонатного флиша и туфогенный материал.

На *Кавказе* в мелу протягивалось в виде узкого длинного острова геантиклинальное поднятие Главного Кавказского хребта — источник терригенного материала. К югу от этого острова, в области южного склона Большого Кавказа, накапливались терригенные и карбонатные флишевые толщи, а также толщи туфогенных пород, а в зоне северного склона образовались преимущественно мергельно-меловые толщи. С меловыми отложениями северного склона Кавказа связаны месторождения нефти и газа.

В конце мела в Альпийско-Гималайской области произошли значительные поднятия и местами внедрялись гранитные интрузии.

В пределах *Скифско-Туркменской плиты* после поднятий в конце юры, в альбском веке раннего мела началось прогибание, и в поздне меловую эпоху здесь развивалась очень широкая трансгрессия. Меловые морские глины, мелоподобные мергели, песчаники и известняки распространены здесь повсеместно. С ними связаны месторождения нефти (Краснодарский край).

В Урало-Монгольском поясе в пределах плит и впадин развивались трансгрессии. В этих морях, имевших широкую связь с Северным морем, с морем Восточно-Европейской платформы и Средиземноморского пояса, накапливались черные глины, глауконитовые и другие глие 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.

В области *Забайкалья* в мезозое сформировались приразломные прогибы, в которых накапливались обломочные и эффузивные толщи значительной мощности, прорванные гранитными интрузиями, подобными гранитным интрузиям Тихоокеанского пояса.

ПЛАТФОРМЫ

На Восточно-Европейской платформе (см. рис. 99) в раннемеловую эпоху существовал меридионально вытянутый бассейн, в котором накапливались темные глины, кварцевые и глауконитовые пески, фосфориты и горючие сланцы. В апте произошло поднятие северной части платформы и море отсюда регрессировало. Однако уже в альбе началось опускание южной половины платформы и здесь появилось большое тепловодное, сравнительно неглубокое море с нормальной соленостью, имевшее связь с морем Западной Европы, Урало-Монгольского и Средиземноморского поясов. В этом море в начале позднего 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, сократились, и оно осталось только на юго-востоке платформы.

Сибирская платформа (см. рис. 100). Здесь в Виллюйской синеклизе в раннемеловую эпоху накопились угленосные отложения и сформировался величайший в мире по запасам бурого угольный бассейн, а в позднемеловую образовались толщи обломочных континентальных отложений с прослоями лигнита. Морские отложения известны только на северной окраине платформы.

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 мезозойских движений произошла колоссальная перестройка земной коры, в конце мезозоя строение земной коры и географии Земли стали существенно иными. По берегам Тихого океана появился мощный пояс горных сооружений и мощный вулканический Чукотско-Катазиатский пояс. К концу мезозоя распались Лавразия и Гондавана, в результате чего появились молодые океаны — Атлантический, Индийский и Северный ледовитый — и современные материки — Южно-Американский, Африкано-Аравийский, Австралийский, Антарктический, Северо-Американский и Евразийский, строение которых также очень изменилось. В результате глыбовых перемещений в областях палеозойских сооружений появились щиты и плиты (Западно-Сибирская и др.), и большая часть этих сооружений превратилась в платформы. 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 Виллюйская, впадины — Канская, Иркутская, Чульманская и другие, предгорный Предверхоанский прогиб (Ленская впадина) и некоторые более мелкие впадины. Произошло раздробление Китайской платформы.

В результате мезозойского тектогенеза на востоке Азии, в Тихоокеанском секторе, образовались «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.

Горообразовательные движения, распад платформ, образование океанских и других впадин сопровождались грандиозными интрузивными и эффузивными магматическими процессами. Интрузии, преимущественно гранитоидных пород, приурочены к мезозойским складчатым сооружениям и другим структурам Тихоокеанского сегмента земной коры. С этими интрузиями связаны месторождения золота, олова, мы-

* Эти впадины получили такое название потому, что они распространены только в Тихоокеанском секторе Земли. Их называют еще впадинами и прогибами восточно-азиатской группы.

шьяка, 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 значительные изменения климата. В течение всего триасового периода в пределах Лавразии и Гондваны господствовал сухой, нередко пустынный климат и активно протекали процессы физического выветривания. В 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 появились большие мелководные моря, что привело к значительным изменениям климата: он стал мягким, влажным, теплым и умеренным. На Земле снова появилась пышная растительность и происходило массовое угленакопление. Широко развивались и процессы химического выветривания, и это привело к образованию залежей железных руд, бокситов и других продуктов химического выветривания.

В юре выделились две фитогеографические провинции: умеренно-влажная проходила в области Сибири и тропическая влажная протягивалась очень широкой полосой через Европу и Индию на севере до Австралии и Африки на юге. В поздней юре на юге Европы, в Северной Африке, в Средней и Центральной Азии и в Китае появился еще один пояс — пояс аридного климата. Он выделяется по характерным отложениям — солей, пустынным эоловым и другим. В раннемеловую эпоху этот пояс аридного климата занимал Южную Америку, а в северном полушарии — примерно то же положение, что и в настоящее время. Очень большие пространства в северном и южном полушариях были заняты областями влажного умеренного климата; области с полярным климатом, очевидно, отсутствовали.

Для мезозоя в целом характерны значительно более высокие, чем сейчас, среднегодовые температуры: в Западной Сибири $+13^{\circ}\text{C}$ (сейчас $+4^{\circ}\text{C}$), в Средней Азии $+22^{\circ}$ (сейчас $+10^{\circ}\text{C}$).

Мезозойская эра — время значительных преобразований и в органическом мире Земли.

1. В мезозое на Земле господствовали голосеменные растения, а из споровых были хорошо представлены папоротники.

2. В мезозое появились и во второй половине мелового периода заняли господствующее положение высшие покрытосеменные цветковые растения.

3. Из позвоночных животных были широко распространены пресмыкающиеся — динозавры, плезиозавры, ихтиозавры, мезозавры, птерозавры и другие. Мезозой был веком пресмыкающихся.

4. В мезозое появились 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 произошло массовое вымирание типично мезозойских форм и «обновление» органического мира Земли. Одной из причин этого было значительное изменение физико-географической обстановки, обусловленное мезозойским тектогенезом.

ГЛАВА 25. КАИНОЗОЙ

Кайнозойская эра — эра новой жизни (кайнос — новой, зое — жизнь). В кайнозое появилось на Земле 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 эпохами. Накопившиеся за это время толщи называли, соответственно, третичной системой, а палеогеновые и неогеновые отложения — отделами. Третичная система была впервые выделена в 1809 г. Ж. Кювье и А. Броньяром по остаткам характерных для них млекопитающих. Более точное палеонтологическое обоснование третичных отложений и их стратиграфическое расчленение сделаны в 1833 г. Ч. Лайелем. В последующее время третичная и четвертичная системы были объединены в кайнозойскую группу. Стратиграфия палеогена и неогена показана в табл. 5.

Продолжительность кайнозойской эры 67 млн. лет, т. е. вся эта эра примерно равна ордовику.

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 Средиземноморского складчатого пояса, а также окраинные хребты и островные дуги по побережью Тихого океана. В областях же докембрийской, палеозойской и мезозойской складчатости происходили грандиозные дифференцированные глыбовые движения, в результате чего 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 появились мощные покровные ледники.

Как и во все предшествующие этапы геологической истории Земли, с 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 Средиземноморском поясе, где они связаны с краевыми прогибами. Неисчерпаемы запасы торфа и строительных материалов. С четвертичными отложениями связаны россыпные месторождения золота, платины, шеелита, касситерита, вольфрамит, алмазов и других полезных ископаемых.

ПАЛЕОГЕНОВЫЙ ПЕРИОД

Палеогеновые отложения были выделены впервые в 1866 г. немецким геологом К. Науманом. Продолжительность палеогенового периода 41 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 содержат остатки местной фауны. В табл. 5 показано стратиграфическое деление палеогена, принятое в СССР. Эталонным разрезом в СССР считается разрез палеогеновых отложений Западного Крыма. В Западной Европе принято другое деление.

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. Это была провинция тропического и субтропического климата. К северу и югу от нее выделялись северная и южная провинции с умеренно-теплым климатом. В северной части Европы, Америки и Азии, в Гренландии и на Шпицбергене 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 сместилась к югу и среди тропической флоры появились 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. Развивались также птицы.

В палеогене появились 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 происходили также процессы обособления континентов, на каждом из которых получили преимущественное развитие определенные группы млекопитающих. Уже в конце мела обособилась Австралия, где развивались только однопроходные и сумчатые. В начале эоцена изолировалась Южная Америка. Здесь развивались сумчатые, неполнозубые и низшие обезьяны. В середине эоцена обособились Северная Америка, Евразия и Африка. В Африке развивались хоботные, человекообразные обезьяны, хищники; в Северной Америке — тапиры, титанотерии, хищники, хоботные лошадиные. Иногда между континентами устанавливалась связь и происходил обмен фауной.

Из пресмыкающихся в палеогене жили крокодилы черепахи, змеи и другие близкие к современным формы. Земноводные — лягушки, саламандры — были немногочисленны. В морях жили акулы и костистые рыбы.

В фауне беспозвоночных главную роль играли пелециподы, особенно разнозубые (*Mastra*, *Cardium*, *Donax*), гастроподы (*Cerithium*, *Turritella* и др.) и фораминиферы (нуммулиты и дискоциклины). Это главные руководящие и породообразующие организмы палеогенового периода. Важными породообразующими организмами были и диатомовые водоросли. Были также широко распространены морские ежи, кораллы, губки.

ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ, ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ

В результате мезозойского тектогенеза некоторые геосинклинальные области Тихоокеанского пояса (Верхояно-Чукотская и др.) превратились в горные складчатые пояса и очень усложнилось строение Средиземноморского пояса. В этих поясах глубокие морские котловины чередовались с поднятиями, которые нередко отделяли эти котловины друг от друга и от открытого моря, вследствие чего они превратились в замкнутые и полузамкнутые котловины с застойным режимом, у дна которых создавалась бескислородная среда, благоприятная для развития серобактерий и нефтеобразования. Складкообразовательные движения в палеогене еще больше усложнили строение этих областей.

На разновозрастных платформах северного полушария, которые составляли Евразию и Северо-Американский материк, а также в север-

Таблица 5

Эпохема (эон)	Эрагема — группа (эра)	Система (период)	Отдел (эпоха)	Подотдел	Ярус (век)	Длительность млн. лет	Эпохи складчатости
Фанерозойская Фанерозойский	Кайнозойская KZ	Неогеновая (неогеновый) N	Плиоценовый (плиоценовая) — N ₂	Верхний N ₂ ³	Апшеронский N _{2ap}	25	Альпийская
					Акчагыльский N _{2ak}		
				Средний N ₂ ²	Куяльницкий N _{2kl}		
					Киммерийский N _{2km}		
				Нижний N ₂ ¹	Понтический N _{2p}		
				Миоценовый (миоценовая) N ₁	Верхний N ₁ ³		
			Сарматский N _{1s}				
			Средний N ₁ ²		Тортонский N _{1t}		
					Гельветский N _{1g}		
			Нижний N ₁ ¹	Бурдигальский N _{1b}			
		Аквитанский N _{1a}					
		Палеогеновая (палеогеновый) P	Олигоценый (олигоценая) P ₃	Верхний P ₃ ³	Общепринятого ярусного деления нет		
						Средний P ₃ ²	
							Нижний P ₃ ¹
				Эоценовый (эоценовая) — P ₂		Верхний P ₂ ³	Альминский P _{2al}
							Бодракский P _{2bd}
						Средний P ₂ ²	Симферопольский P _{2s}
			Нижний P ₂ ¹		Бахчисарайский P _{2rk}		
			(палеоценовая) — P ₁	Верхний P ₁ ²	Качинский P _{1k}		
				Нижний P ₁ ¹	Инкерманский P _{1i}		
							41

ной части Африканской платформы и на западе Индийской платформы в палеогене преобладало прогибание, которое привело к расширению моря (рис. 89). Закончилась палеогеновая история платформ их общим поднятием, и на всех материках установился 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, Ньясса, Рудольфа и некоторыми другими, а также ступенчатые сбросы в сторону Индийского океана. Все эти процессы эпиплатформенного орогенеза продолжают в Восточной Африке и в настоящее время.

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ПОЯСА

Средиземноморский пояс в начале кайнозоя состоял из Альпийско-Гималайской и Индонезийской геосинклинальных областей.

В Альпийско-Гималайской области Средиземноморского пояса в начале палеогена уже существовали в виде невысоких 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 и мергелями, среди которых встречаются пласты нефтеносных песков, особенно мощные в среднем майкопе. В области южного склона Кавказа, в флишевых прогибах в палеоцене по-прежнему накапливались терригенные флишевые толщи.

В эвгеосинклинальных прогибах области *Малого Кавказа* образовались мощные эффузивно-осадочные толщи.

В олигоцене Альпийско-Гималайская область вступила в орогенный этап развития. Здесь повсеместно поднимались и разрастались горные сооружения. Происходило также формирование предгорных и межгорных прогибов, в том числе Предкавказского предгорного прогиба и Ринской и Куринской межгорных впадин, разделивших горные сооружения Большого Кавказа и Закавказья. Они заполнялись молассой.

В *Индонезийской геосинклинальной области* альпийские движения развивались слабее. Они не привели к существенной перестройке. Здесь до наших дней сохранился геосинклинальный режим.

На *Скифско-Туркменской плите* в палеогене было большое море, в котором накапливались карбонатные и глинисто-карбонатные осадки, а иногда и пески. Это море было частью огромного бассейна, распространенного также на юге Восточно-Европейской платформы и в области прогиба северного склона Кавказа.

Тихоокеанский геосинклинальный пояс в начале кайнозоя имел сложное строение и состоял из геосинклинальных областей — Восточно-Азиатской, Новогвинейско-Новозеландской, Андийской и Калифорнийской, мезозойских складчатых областей — Верхояно-

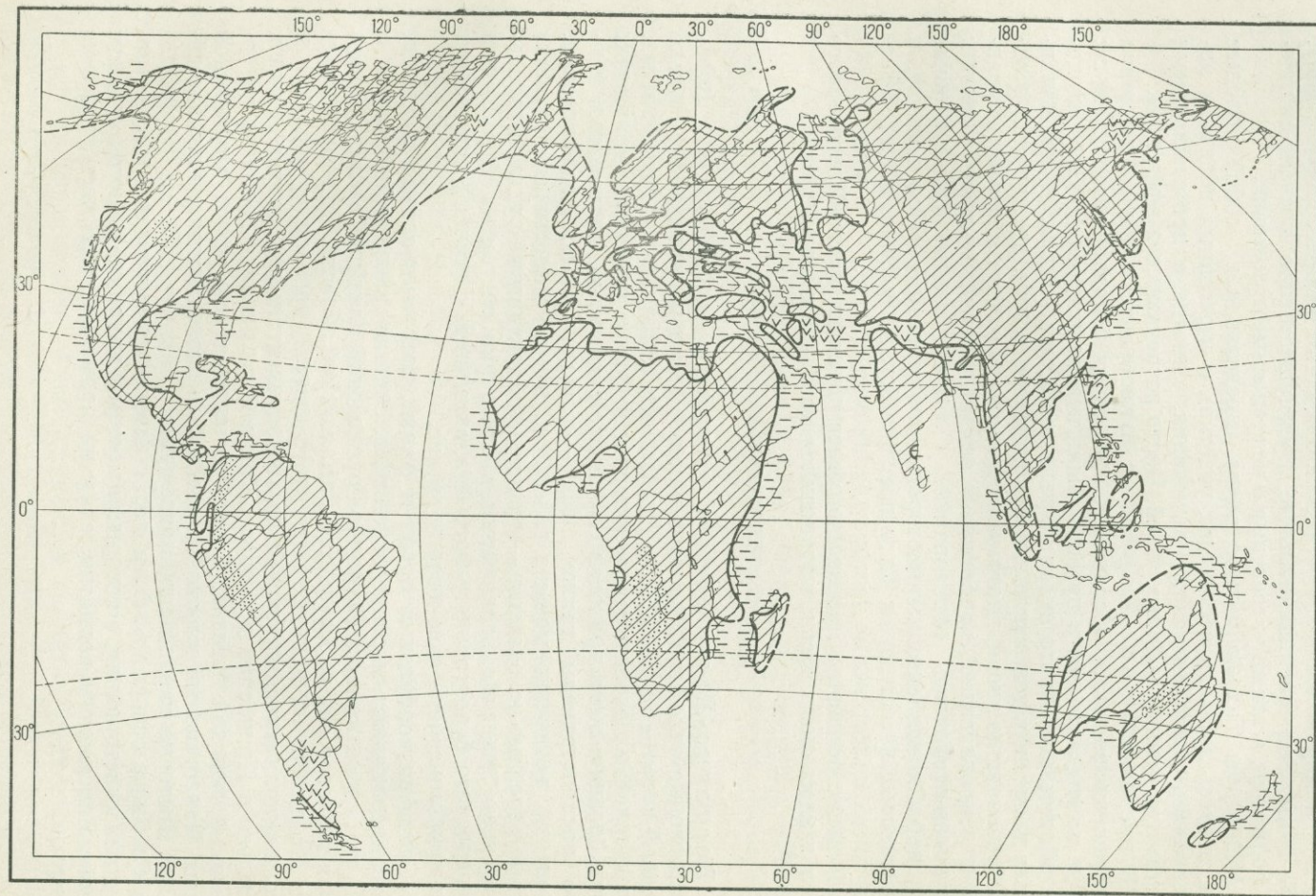


Рис. 89. Палеогеография эоцена (составил Г. И. Немков).

Условн. обозн. — см. рис. 75

Чукотской, Сихотэ-Алиньской, Кордильерской и эпипалеозойских плит— Катазиатской и Восточно-Австралийской.

В *Восточно-Азиатской геосинклинальной области* (Камчатка, Сахалин, Курильские и Японские острова, Филиппины и прилежащие к ним области) 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 здесь 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.

Мезозойды Тихоокеанского пояса представляли собой молодые горы, и здесь лишь на небольших участках в межгорных впадинах накапливались континентальные отложения, иногда с промышленными пластами каменных и бурых углей. Часто встречаются и эффузивы.

В пределах Урало-Монгольского пояса почти до конца палеогена сохранялась обстановка, возникшая в позднемеловую эпоху: многие плиты, впадины и прогибы были перекрыты морем. Оно заходило в область восточного склона Урала, на Южный Урал. В нем накапливались пески, в том числе и глауконитовые, глины, кремнистые осадки, образовавшие опоки, диатомиты, трепелы, а на юге, в области Туранской плиты отлагались карбонатные осадки и горизонты эффузивных и эффузивно-осадочных образований. 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 произошло общее поднятие Урало-Монгольского пояса и здесь повсеместно установился континентальный режим.

ПЛАТФОРМЫ

Восточно-Европейская платформа (см. рис. 99). 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, несколько меньше глины. 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 эоцена, 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 Восточно-Европейской платформе наблюдалась новая трансгрессия из Альпийско-Гималайской области. Во второй половине палеогена на западе, в районе Украины, произошло поднятие и здесь накапливались кварцевые пески континентального происхождения. И только в Прикаспии до конца палеогена сохранялся довольно глубоководный морской бассейн. В нем накапливались глины майкопской свиты. Палеогеновый морской бассейн был последним крупным бассейном на Восточно-Европейской 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. 5 приведена стратиграфическая схема неогена, принятая в СССР.

ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР

подавляющее большинство животных и растений неогена живут на Земле и в настоящее время.

Флора неогена по родовому и видовому составу мало чем отличалась от палеогеновой, однако пространственное размещение различных форм растительности в неогене очень сильно менялось. 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 отеснялись к югу. В конце неогена огромные пространства Европы покрылись лесами, в которых росли сосна, пихта, ель, береза, а на севере Сибири появилась хвойная тайга.

Из позвоночных господствующее положение занимали наземные млекопитающие. Появились современные семейства, роды и древние виды этих животных — древние медведи, мастодонты, носороги, собаки, антилопы, быки, овцы, жирафы, человекообразные обезьяны, слоны, настоящие лошади и сумчатые.

Как и в палеогене, наблюдалась изоляция материков и развитие на каждом из них специфической фауны млекопитающих. Иногда между материками устанавливалась связь, и тогда происходил 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*, *Macra*, *Donax*, *Tapes*, *Ervilia* и др. Из брюхоногих — *Cerithium*, *Trochus*, *Bulla* и др. Фораминиферы были представлены немногочисленными формами, и только в Альпийско-Гималайской области жили многочисленные лепидоциклины. 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 происходила грандиозная перестройка и дальнейшее усложнение строения земной коры. Формировался современный рельеф нашей планеты. Приобрели свой современный облик Альпы, Карпаты, Аппенины, Балканы, Атлас, Динариды, Кавказ, Крым, горы Малой Азии, Гиндукуш, Каракорум, Памир, Гималаи. По берегам Тихого океана, по окраинам материков, поднялись Анды, окраинные складки Кордильер, горы Корякско-Камчатской области и некоторые другие. Причленившиеся альпийские складчатые сооружения увеличили размеры Евразии и дру-

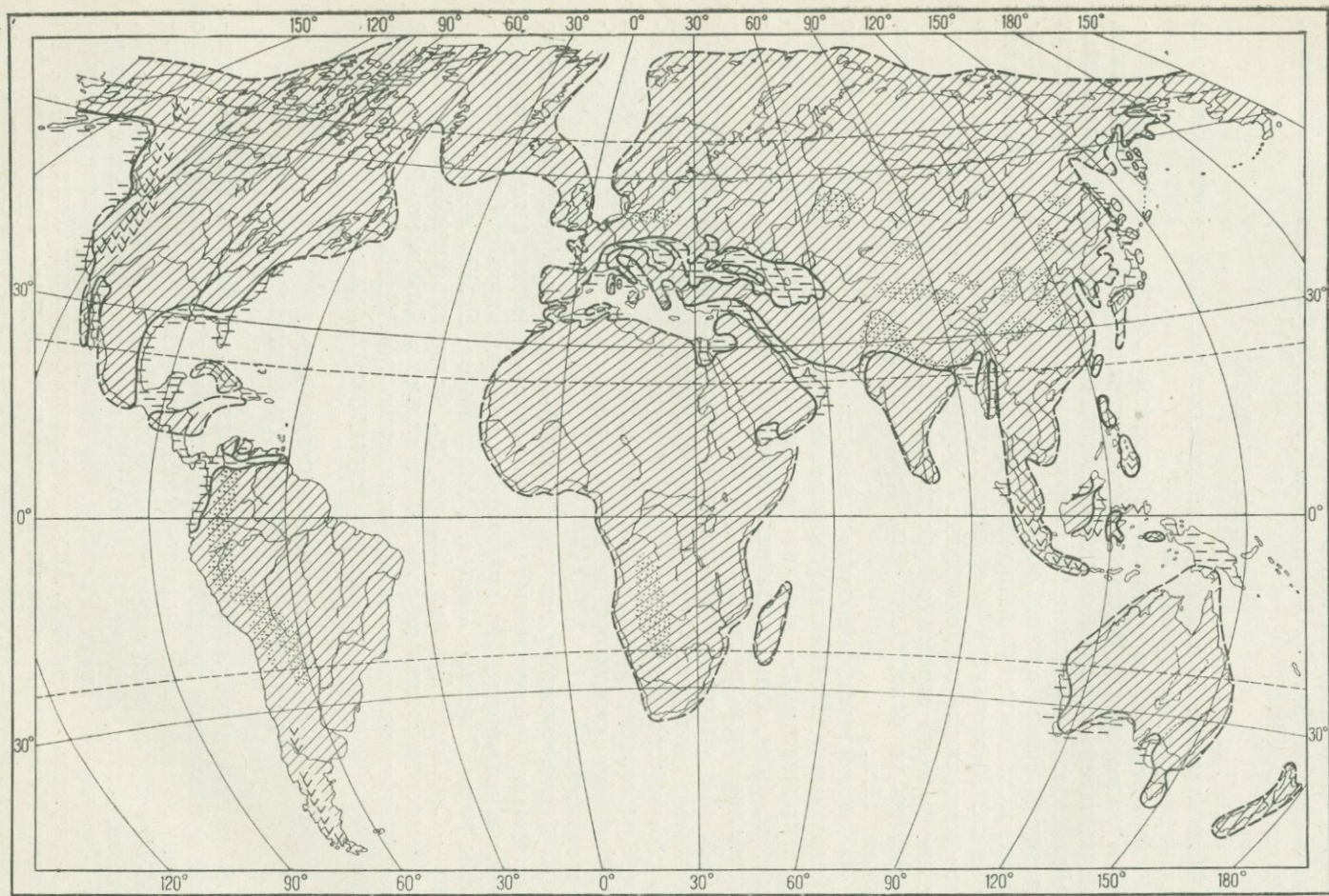


Рис. 90. Палеогеография миоцена (составил Г. И. Немков).

Условн. обозн. — см. рис. 75

гих материков, контуры их приняли очертания, близкие к современным (рис. 90). В Тихом океане появились современные острова — Курильские, Алеутские, Японские, Филиппинские, Ново-Гвинейские и др.

Рядом с поднимающимися горными сооружениями формировались межгорные впадины и краевые прогибы. Так образовались северная и южная полоса краевых прогибов — Предпиринейский, Эбро, Предальпийский, Предкарпатский, Предкавказский, Предкопетдагский, Месопотамский и другие и Рионо-Куринская, Валахская, Венгерская и другие межгорные впадины. Образовались также впадины, заполненные полу-

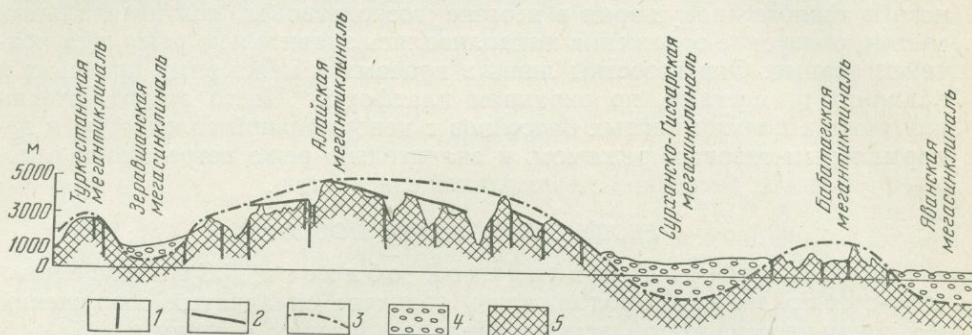


Рис. 91. Характер структур и рельефа Южного Тянь-Шаня, возникших в результате эпиплатформенного орогенеза.

1 — разломы; 2 — поверхности выравнивания; 3 — мегантиклинали и мегасинклинали; 4 — неогеновые и четвертичные отложения, заполняющие впадины; 5 — донеогеновые породы

замкнутыми внутренними морями — впадины Тирренского 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 — моря Тетис. «Гранитный» слой, с точки зрения этих исследователей, здесь еще не сформирован, так как эти области находятся в 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 развивались эффузивные процессы в области Чукотско-Катазиатского вулканического пояса и в восточной части Африки.

В области более древних сооружений происходили процессы эпиплатформенного орогенеза. В результате контрастных дифференцированных глыбовых движений с амплитудой 3—4 км в этих областях образовались высокие горные хребты и глубокие впадины. В СССР эти процессы развивались в Верхояно-Чукотской области, Сихотэ-Алине и, особенно активно, в Тянь-Шане (рис. 91), Алтае, Кузнецко-Саянской области, Прибайкалье, Забайкалье, Байкало-Охотской зоне, а также

на южной окраине Сибирской платформы, где образовалось огромное сводовое поднятие — Байкальский свод. В пределах этой полосы отчетливо выделяются компенсационные неотектонические впадины: Ферганская, Джунгарская, Зайсанская, Байкальская, Баргузинская и многие другие. Байкальская, Баргузинская и другие впадины южной окраины Сибирской платформы образовались в осевой части Байкальского свода. Их считают аналогами Великих африканских грабен.

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 краевых 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-Гималайской области Средиземно-морского пояса продолжалось поднятие складчатых сооружений, и к концу неогена эта область превратилась в горную страну.

В начале неогена в Альпийско-Гималайской области, к северу от складчатых сооружений, протягивался узкий и длинный морской бассейн (море Паратетис). В западной его части накапливались конгломераты, пески и известняки с фауной открытого моря (ежи, головоногие и др.), а в восточной — песчано-глинистые отложения, слагающие верхнюю часть майкопской свиты и представляющие собой отложения опресненного бассейна.

На границе раннего 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 пески, ракушечники, глины и тонкослоистые мергели.

В начале позднего 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. В течение всего позднего 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 появились современные ледники.

В области мезозойд Центральной и Юго-Восточной Азии в кайнозойе существовал континентальный режим и в неогене развивался эпиплатформенный орогенез. В результате здесь сформировался современный горный рельеф.

В Восточно-Азиатской геосинклинальной области Тихоокеанского пояса в неогене активно развивалось складкообразование и появились 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 обусловила большую фациальную 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 месторождения нефти.

В зоне мезозойд Верхояно-Чукотской области и Сихотэ-Алиня активно развивался эпиплатформенный орогенез. В результате поднятий на месте Берингова моря появилась суша, соединившая Азию и Северную Америку (Берингия). Неоген в области мезозойд распространен мало и представлен континентальными, иногда угленосными отложениями.

В Урало-Монгольском поясе в неогене существовал континентальный режим и на плитах, во впадинах, по долинам рек и на плоских вершинах некоторых хребтов накапливались песчано-глинистые отложения. В позднем неогене в центральной части этого пояса (Тянь-Шань, Алтай, Саяны и др.) очень активно развивался эпиплатформенный орогенез, в результате чего здесь появились системы высочайших горных хребтов.

ПЛАТФОРМЫ

На Восточно-Европейской платформе в неогене сохранялся континентальный режим. Лишь иногда в миоцене на южной окраине платформы развивались небольшие кратковременные трансгрессии из Партетиса. В результате по южной окраине платформы и в пределах Скифской плиты появлялись опресненные мелководные морские заливы, в которых накапливались главным образом глины и ракушечники. Плиоцен же представлен почти повсеместно континентальными песчано-глинистыми отложениями. Только в Прикаспийской синеклизе в ачкагыльском веке развивалась большая трансгрессия, во время которой море проникало далеко на север по долинам Волги, Камы, Белой, а в долине Маньча 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.

На Сибирской платформе в низовьях Енисея и Алдана, на восточном склоне Енисейского кряжа, по Лене, по берегам оз. Байкал и в других нетектонических впадинах известны континентальные песчано-галечные и глинистые отложения неогена до 2200 м мощностью.

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 положение 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 и стратиграфическое расчленение четвертичной системы являются дискуссионными. По эволюции фауны млекопитающих продолжительность четвертичного периода оценивается в 1,5—2 млн. лет. Палеоклиматические данные заставляют считать, что его продолжительность 600—750 тыс. лет. Очень распространено и часто применяется деление четвертичной системы по палеонтологическим остаткам на два отдела: нижний — плейстоцен и верхний — голоцен.

Таблица 6

Система Период	Отдел Эпоха	Звено Пора	Ледниковые (арид) и межледниковые (плювиал)		Этапы развития человека (по И. К. Ивановой)	Длитель- ность в годах	
			Альпы	Европейская часть СССР			
Четвертичная (антропогенная) Четвертичный (антропоновый)	Голоценовый голоценовая	Современное Современная			Неантропы <i>Homo sapiens</i>	10 500	
	Плейстоценовый Плейстоценовая	Верхне- четвер- тичное Поздне- четвер- тичная	Вюрмское ледниковье	Валдайское ледниковье	Кро- мань- онский чело- век	23 000	
						45 000	
		Рисс- вюрмское межледни- ковье	Микулин- ские межлед- никовье	Палеантропы	65 000		
					100 000		
		Средне- четвер- тичное Средне- четвер- тичная	Рисское ледниковье	Московское ледниковье	Разные подвиды, в т. ч. неандер- талец	Палеантропы	
				Одинцовское межледни- ковье			180 000
				Днепров- ское лед- никовье			230 000
		Миндель- рисское меж- ледниковье	Лихвинское межледни- ковье	300 000			
	Нижне- четвер- тичное Ранне- четвер- тичная	Миндель- ское ледни- ковье	Окское ледниковье	Синантроп	Археантропы		
Гюнц- миндельское межледни- ковье			<i>Homo erectus</i> (питекантроп)				
Неогеновая Неогеновый	Плиоцено- вый Плиоце- новая	Гюнцское ледниковье	Беловежское доледни- ковье	Австралопитеки	Зинжантроп	700 000	
					Прозинжантроп	1 800 000	

В 1976 г. Межведомственный стратиграфический комитет (МСК) утвердил схему стратиграфического расчленения четвертичной системы на четыре звена* (табл. 6):

Современное звено	— Q _{IV}
Верхнечетвертичное звено	— Q _{III}
Среднечетвертичное звено	— Q _{II}
Нижнечетвертичное звено	— Q _I

Граница четвертичного периода принята в 1,8 млн. лет.

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 гл. 16 при описании плацентарных млекопитающих. Эти стадии указаны и в табл. 6. 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. В плейстоцене произошло также обеднение видового состава флоры и сокращение лесной и увеличение травянистой растительности.

Главной причиной изменений в органическом мире Земли было чередование похолоданий и потеплений климата, наступление и отступление ледников. С этим были связаны значительные и неоднократные перемещения животных и растений, которые должны были приспосабливаться к новым условиям, что и привело к вымиранию некоторых форм.

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, лессовидные 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 отступании 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 распростра-

* Подразделения четвертичной системы, получившие название «звено», ранее обозначались как нижне-, средне-, верхнечетвертичные и современные отложения, или нижний, средний, верхний плейстоцен и голоцен.

нены 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 начале четвертичного периода в Северном полушарии существовало два огромных гетерогенных материака — Евразия и Северная Америка, площадь которых была больше, чем в настоящее время, так как они были более высоко приподняты. В Евразии не было Северного, Балтийского, Белого, Баренцова, Карского, Восточно-Сибирского, Берингова морей, моря Лаптевых. Они появились после отступления последнего ледника. Не было Берингова пролива, и в этом месте Евразия была соединена с Северной Америкой. Как и в неогене, в Тянь-Шане, Алтае и других областях происходил эпиплатформенный орогенез.

В Южном полушарии существовали Южно-Американский, Африканский, Австралийский и Антарктический материки. Они были изолированы друг от друга. На Африканской платформе с конца неогена активно развивался эпиплатформенный орогенез.

Геосинклинальный режим сохранялся по берегам Тихого океана в области Тихоокеанского 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 Средиземноморском геосинклинальном поясе лишь Индонезийская геосинклинальная область находилась на главном геосинклинальном этапе развития. В Альпийско-Гималайской области этого пояса, которая в неогене вступила в орогенный этап развития, 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 становился все более сложным и расчлененным.

Аналогичные условия были и в Андийской геосинклинальной области.

Четвертичный период характеризует резкой климатической зональностью. Начало этого периода — время развития мощных материковых ледников. Уже в конце неогена климат в северном полушарии стал очень холодным и суровым и на вершинах поднявшихся горных сооружений и в полярных областях — полуостров Лабрадор, плато Киватин в Скандинавии, на Полярном Урале, Таймыре, начали скапливаться 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. В шельфовых зонах морей Северного полушария также распространены ледниковые отложения.

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*. В межледниковые эпохи ледники отступали далеко на север, а может быть исчезали совсем.

Наибольшим из всех ледников в Европе был *рисский* (рис. 92), а в европейской части СССР — *днепровский*. Он спускался в Азии до 60° с. ш., в Европе — до 50° с. ш., в Северной Америке — до 40° с. ш. На русской равнине два языка (по долинам Днепра и Дона) этого ледника доходили до Днепропетровска и Волгограда.

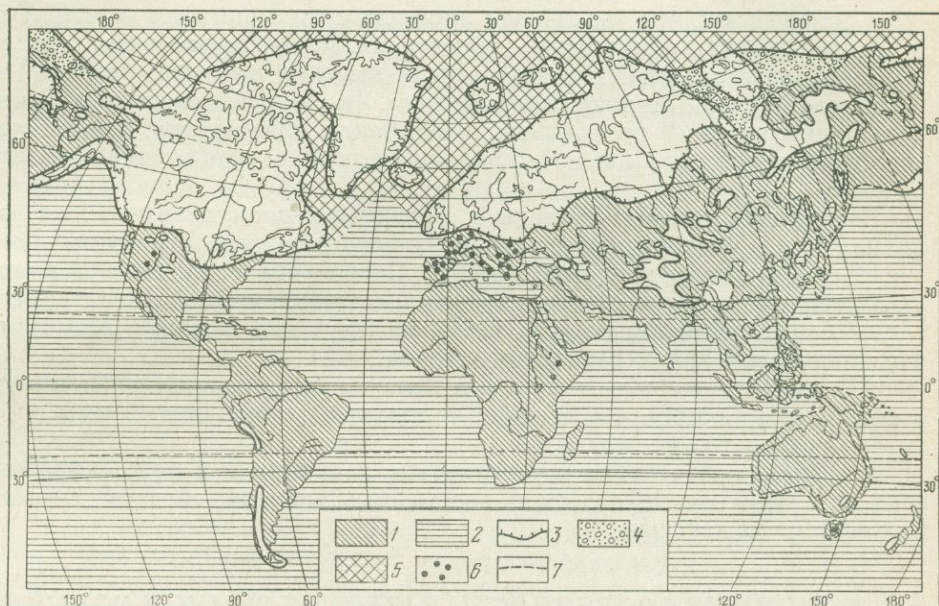


Рис. 92. Карта эпохи максимального оледенения (по В. И. Громову).

1 — части материков не покрытые льдом; 2 — море; 3 — граница древнего материкового оледенения; 4 — фирновый лед; 5 — пак (движущийся лед); 6 — границы горных оледенений; 7 — предполагаемые границы материка в антропогене

На материках Южного полушария было высокогорное оледенение Анд, Килиманджар, Кении, Австралийских Альп.

Установлено, что в истории Земли материковые оледенения происходили неоднократно, в протерозое, в девоне, в позднем палеозое, причем в палеозое покровные ледники были широко развиты в области современных тропиков.

В настоящее время установлено, что основной причиной появления материковых оледенений в разных широтах является миграция полюсов. Доказано, что магнитные и географические полюса тесно связаны и в ходе геологической истории изменяли свое положение**. Однако миг-

* В северной части Атлантического океана в слое глобигеринового ила найдены четыре прослоя, содержащие значительное количество ледникового материала.

** В науке принята теория, согласно которой земной магнетизм связан с жидким ядром. Оно действует во вращающейся Земле как самовозбуждающаяся динамомашина. У планет, имеющих малую скорость вращения, — Венеры, Луны — магнитные поля отсутствуют. Связь магнитного поля со скоростью вращения планет убедительно подтверждает связь магнитных и географических полюсов, а изучение остаточного магнетизма (палеомагнетизма) позволяет утверждать, что в ходе геологической истории Земли происходило их перемещение. Это хорошо согласуется с палеогеографическими и палеоклиматическими данными, а также данными определения положения полюсов в разные геологические эпохи в разных точках одного и того же материка.

рация полюсов не объясняет чередования ледниковых и межледниковых эпох при относительно постоянном положении полюсов, отсутствие материковых ледников в мезозое и некоторые другие особенности. Для объяснения чередования ледниковых и межледниковых эпох предложено несколько гипотез. Достаточно хорошо объясняет это гипотеза, связывающая оледенения с изменением рельефа и распределением суши и моря.

Водная поверхность отражает в 5 раз меньше солнечной радиации, чем поверхность суши, и в 30 раз меньше, чем поверхность снега. Поэтому море смягчает климат, делает его более ровным и теплым. Расчеты показывают, что увеличение площади суши повышает температуру в низких широтах и понижает — в высоких. К. Брукс рассчитал, что понижения среднегодовой температуры в высоких широтах только на $0,3^{\circ}\text{C}$ достаточно для появления ледника. Так как лед отражает солнечную радиацию в 30 раз больше, чем водная поверхность, над образовавшимся ледником в последующее время температура может понизиться на 25°C .

Изменения климата связаны и с солнечной радиацией, которая увеличивается с увеличением площади солнечных пятен. При этом имеет значение не только тепловой эффект. Повышение солнечной радиации усиливает ультрафиолетовое излучение, которое способствует образованию озона, задерживающего тепловое излучение Земли, в результате чего происходит значительное потепление.

На климат оказывает влияние положение поверхности Земли по отношению к Солнцу, что зависит от наклона земной оси, формы орбиты Земли и других причин.

Очевидно, оледенения и чередование ледниковых и межледниковых эпох есть функция целого ряда переменных величин, средний, суммарный эффект их действия.

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 приобрел современный облик.

Альпийский тектогенез сформировал складчатые сооружения, к которым приурочены самые высокие на Земле горы. Эти сооружения образуют мощный Средиземноморский пояс, протягивающийся в широтном направлении от Гибралтара до Восточных Гималаев включительно. Сложные преобразования происходили в гигантском Тихоокеанском геосинклинальном поясе, где формировались и сейчас формируются молодые альпийские структуры, геантиклинальные поднятия, геосинклинальные прогибы, разломы.

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 кайнозое (Африка и другие материки).

Все эти преобразования сопровождались образованием зон глубинных разломов и очень напряженным эффузивным вулканизмом. В целом ряде мест на земном шаре — в Африке, Исландии, в Средиземноморском и Тихоокеанском поясах эти процессы происходят до сих пор.

Что касается альпийских интрузий, они по своим масштабам и металлогенности 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. 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.

Наиболее богатый комплекс полезных ископаемых кайнозоя связан с экзогенными процессами.

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 всех выдержали покрытосеменные, хвойные растения и плацентарные млекопитающие.

Перечислим коротко основные особенности органического мира Земли в кайнозойскую эру.

1. В кайнозое 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.

ГЛАВА 26.

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

По современным представлениям основой развития земного шара является дифференциация вещества Земли, которая начинается в нижней мантии. Отсюда тяжелые массы, опускаясь, образуют ядро Земли, а легкие поднимаются и образуют земную кору и верхнюю мантию.

Геологические, геофизические и геохимические данные, полученные в результате изучения земной коры, позволяют выделить два основных типа земной коры: *материковый* и *океанический*. В чем состоит их основное различие, указывалось в гл. 19. Кроме этих двух основных ти-

пов, существуют еще и переходные типы земной коры — *субокеанический* и *субконтинентальный* (см. гл. 19).

Закономерности развития океанической коры пока еще только выявляются. Нет и единой точки зрения на ее происхождение.

В настоящее время, очевидно, можно говорить только о закономерностях развития материковой коры, хотя и здесь еще много гипотетического. Лучшее всего особенности и закономерности развития материковой земной коры объясняет теория геосинклинального ее развития, основы которой изложены в гл. 19. По этой теории современная материковая кора сформировалась в процессе геосинклинального развития первичной коры, образовавшейся в результате дифференциации вещества Земли.

Изучение истории геосинклинальных областей и поясов показало, что они развиваются от стадии прогибания к стадии формирования складчатых горных сооружений и что их превращение в складчатые горные сооружения всегда происходит в результате складчатости. Изучение истории тектонических движений позволило сделать вывод, что интенсивность тектонических движений на Земле в разное время была неодинаковой, а это в свою очередь позволило всю историю Земли условно разделить на тектонические этапы, эпохи тектогенеза. Представления об эпохах тектогенеза являются основными в теории развития земной коры материков.

Далее, было установлено, что каждый этап тектогенеза имеет свои особенности и что геосинклинальные области, развивавшиеся и в различные этапы геологической истории, и одновременно, но в разных местах, очень разнообразны по строению, характеру отложений, магматизму, эволюции и т. д. Процесс их превращения в складчатые области — очень длительный и сложный процесс, охватывающий десятки и сотни миллионов лет, — в одних из них развивался долго, другие превращались в складчатые сооружения сравнительно быстро, а часть геосинклинальных областей после их превращения в складчатые области вскоре снова подвергалась дроблению и вступала в новый этап геосинклинального развития. Интенсивность развития складчатости, а также интенсивность главного геосинклинального и заключительного орогенного этапов развития в разных геосинклинальных областях также не одинакова. Для иллюстрации приведем сравнение раннепалеозойских и кайнозойских геосинклинальных областей.

Для раннепалеозойских (каледонских) геосинклинальных областей характерны очень хорошо выраженные ранние стадии развития, мощный основной магматизм, слабо развитые заключительные стадии, растянутый орогенный этап, отсутствие краевых прогибов.

Кайнозойский Средиземноморский геосинклинальный пояс характеризуется очень сложным строением, наличием многочисленных срединных массивов и глубоких морских впадин, не имеющих гранито-гнейсового слоя, ярко выраженным орогенным этапом, наличием краевых прогибов и межгорных впадин, заполненных мощными молассами и вулканитами.

Мы имели возможность сравнить ход развития разных геосинклинальных областей (в том числе и в пределах одного и того же геосинклинального пояса) и на одном и том же этапе геологической истории. Это сравнение подтверждает положение о том, что и в одно и то же время разные геосинклинальные области развивались по-разному.

Работами последних лет установлена еще одна очень важная закономерность, заключающаяся в том, что Атлантическая и Тихоокеанская части нашей планеты развивались по-разному, что Земля имеет дисимметричное строение. Граница между этими сегментами проходит примерно в середине Сибирской платформы в меридиональном направлении. Мысль о дисимметричном строении нашей планеты впервые была

высказана А. Д. Архангельским, а Н. С. Шатский показал, в чем состоит сущность этих различий.

В Атлантической части широко развиты древние платформы, байкалиды, каледониды, герциниды, вторичные океаны; в Тихоокеанской — мезозойды и кайнозойские структуры, для нее характерны большая подвижность и магматическая проницаемость коры. В Тихоокеанской части нет признаков раздвигания земной коры. Строение восточной и западной окраин Тихого океана разное.

В последние годы установлена тектоническая асимметрия Луны, Марса, Меркурия и сделан вывод о том, что тектоническая асимметрия — основная закономерность в строении планет земной группы.

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. Эволюция платформ нередко приводит к распаду платформ и к образованию на их месте или в их пределах океанических впадин. В области последних происходит перерождение земной коры, которое выражается в ее «океанизации», как это имело место при распаде Гондваны и Лавразии в мезозое. В процессе эволюции платформ может происходить также активизация отдельных их частей, усиление подвижности земной коры, в результате чего на месте этих областей формируются глыбовые горы — плоскогорья, как это было, например, в области Тянь-Шаня, Алтая, Саян и других участков молодых платформ, где в результате «неотектонической» активизации земной коры развивались и сейчас развиваются процессы эпиплатформенного орогенеза. Подвижность и активность земной коры может усиливаться и в краевых частях платформ, когда на этих окраинах формируются краевые прогибы. И, наконец, в области платформ могут формироваться (и обычно формируются) авлакогены — прогибы, для которых характерны значительное прогибание, развитие эффузивного вулканизма и другие процессы активизации земной коры. В качестве примера можно привести образование Днепровско-Донецкого авлакогена на Восточно-Европейской платформе в палеозое.

В своем развитии платформы очень тесно связаны с соседними геосинклинальными областями: складчатость и поднятия в геосинклинальных областях сопровождаются поднятием платформ и регрессией моря, хотя поднятие и регрессия на платформе часто происходят с некоторым запаздыванием, прогибание в геосинклинальных областях сопровождается прогибанием платформ, причем обычно более активно прогибается та часть платформы, которая расположена ближе к геосинклинальной области.

Эти общие закономерности развития характерны для всех платформ.

Однако, сравнивая историю разных платформ в каждом периоде геологической истории Земли, можно легко убедиться, что она не была совершенно одинаковой, что история каждой платформы имеет свои особенности и что молодые платформы по своему строению, развитию и характеру отложений отличаются от древних.

Проведенное сравнение показывает, что в развитии земной коры имела место не только эволюция геосинклинального процесса, но и эво-

люция 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 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 гранито-гнейсовый слой и 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, Атлантического и Северного ледовитого 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 лун-

* В настоящее время Донбасс относят к авлакогенам.

ной. 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. 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 позднем протерозое намечаются «основные черты современного структурного плана Земли» (древние платформы и разделяющие их геосинклинальные пояса — Атлантический, Урало-Монгольский и др.). Далее происходят уже известные 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.

V. В настоящее время широко распространены представления о том, что земная кора прошла последовательно несколько этапов развития: догеосинклинальный, геосинклинальный и послегеосинклинальный (еще продолжается).

Догеосинклинальный этап охватывает архейскую эру и характеризуется тем, что земная кора еще не была разделена на геосинклинали и платформы в современном их понимании.

Геосинклинальный этап делят на две стадии: раннегеосинклинальную и позднегеосинклинальную, или геосинклинально — платформенную. Раннегеосинклинальная стадия охватывает ранний протерозой до карельской эпохи складчатости. Для этой стадии уже характерно образование глубинных разломов, геосинклиналей и платформ, хотя все они и имели специфические особенности и не имели полного сходства с подобными им структурами более поздних этапов развития. Позднегеосинклинальная, или геосинклинально-платформенная стадия началась в позднем протерозое (рифее) и продолжалась до неогена. Изучение именно этой стадии принесло большие успехи в выявлении закономерностей развития земной коры и позволило разработать все основные положения теории геосинклиналей. С событиями, которые происходили на этой стадии и в предшествующие этапы, мы достаточно обстоятельно познакомились в разделе «историческая геология». Характерной особенностью этой стадии является сокращение геосинклинальных областей и разрастание платформ.

Послегеосинклинальный этап начался в неогене и продолжается и поныне. Некоторые геологи считают, что это качественно новый этап в развитии земной коры, когда уже нет геосинклинальных областей. Это время развития неотектонических движений. С ними связана новая форма тектонического развития земной коры, новая активизация движений земной коры. Характерной ее особенностью является образование крупных сводовых поднятий, что сопровождается растрескиванием земной коры, образованием разломов и связанных с ними прогибов. Образующиеся сводово-глыбовые структуры протягиваются на сотни и даже тысячи километров. С разломами часто, хотя и не всегда, связаны магматические эффузивные процессы. Сводово-глыбовые поднятия развиваются повсеместно, но в разной форме и с разной интенсивностью. Особенно интенсивно и контрастно они происходят в Тянь-Шане, хотя магматические процессы здесь почти не развивались. Эти движения происходят также в Алтае, Западных и Восточных Саянах, Прибайкалье и Западном Забайкалье и в других областях. Сводово-глыбовые поднятия начали развиваться еще в мезозое наряду с геосинклиналь-

ным процессом при постепенном сокращении последнего. В мезозое с ними было связано образование впадин тихоокеанского типа.

С этими представлениями не увязываются утвердившиеся в науке представления о «живых» геосинклиналях Тихоокеанского пояса, о том, что этот пояс — активно развивающийся современный геосинклинальный пояс.

ЭВОЛЮЦИЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ И ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

Изучение истории тектонических движений позволило, как уже говорилось выше, установить *периодичность их развития* — периодическое чередование этапов активизации складкообразовательных движений и поднятий значительных участков земной коры с этапами более спокойного тектонического развития, когда в геосинклинальных областях и на платформах преобладали прогибания. Соответственно были выделены тектонические этапы — каледонский, герцинский и другие. Каждый этап начинался постепенным погружением, которое достигало наибольшего значения примерно в середине этапа. Заканчивался этап поднятием значительных областей материковой коры. Эта периодичность развития тектонических движений в значительной мере определяла периодичность развития остальных процессов — физико-географических, осадконакопления и других.

Для эпох активного развития тектонических движений и поднятий и эпох, следующих за ними, характерны высокогорный сильно расчлененный рельеф, значительное сокращение площадей, занятых морскими бассейнами, господство суши и резко выраженная климатическая зональность. На больших пространствах появляются пустыни, а на высоких горах и в высоких широтах развиваются ледники (конец докембрия, ранний девон, поздний карбон — пермь, четвертичный период). В такие эпохи накапливались главным образом обломочные и грубообломочные отложения, а химические и органогенные осадки отлагались в небольших количествах. Из химических осадков только соли накапливались в озерах и лагунах, оставшихся от морских бассейнов. Это *геократические эпохи* — эпохи господства суши (ранний девон, триас и др.).

С течением времени рельеф выравнивался, поверхность материков все больше превращалась в полуравнину со слегка неровным рельефом. Климат становился более ровным, теплым, влажным, так как поднятия земной коры во многих областях сменялись прогибанием и 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 почти чистые химические и органогенные осадки. Такие эпохи — эпохи широких трансгрессий и господства моря — называют *талассократическими* (поздний девон, карбон и др.).

Периодичность процессов осадконакопления обусловила повторяемость в разрезе земной коры соленосных, угленосных, карбонатных и других формаций, в том числе и формаций, с которыми связаны ценные полезные ископаемые — уголь, нефть, марганцевые, железные руды и др. Так, например, соленосные формации характерны для девона, нижней перми, а угленосные наиболее распространены в среднем карбоне, перми, юре, палеогене.

ЭВОЛЮЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Изучение ископаемых остатков животных и растений с несомненностью доказывает, что органический мир Земли развивался, эволюци-

онировал, и на Земле появлялись все более высокоорганизованные формы жизни, и что изменения эти были связаны с изменениями внешней среды. Академик А. И. Опарин считает, что эволюция жизни на Земле состоит из двух стадий: химической и биологической. *Химическая эволюция* по времени соответствует лунной и нуклеарной стадиям развития Земли. Эта эволюция привела к появлению коацерватов, а затем протобионтов. В гл. 21 показаны основные этапы химической эволюции жизни. Ее биологическая эволюция началась с архея.

В докембрии в течение почти 3 млрд. лет на Земле жили организмы, не имеющие твердых скелетных образований. Вначале жили прокариоты, затем появились эукариоты, затем все основные типы беспозвоночных животных и растений и, наконец, около миллиарда лет назад появились многоклеточные животные. Остатки этих организмов почти не сохранились в ископаемом состоянии, так как они не имели скелета, а также потому, что значительная часть пород докембрия претерпела глубокий метаморфизм. Именно поэтому докембрий и называют криптозоом и именно поэтому мы располагаем очень ограниченными сведениями об органической жизни в докембрии и ее эволюции.

В начале палеозоя (570 млн. лет назад) на Земле появилось уже много организмов с твердым скелетом, и в палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложениях содержится большое количество органических остатков. По ним хорошо восстанавливаются направление и особенности эволюции организмов. Это позволило создать стройное учение об эволюционном развитии организмов — *дарвинизм*. Основу его составляет *учение о естественном отборе*: выживают те организмы, у которых под влиянием изменений окружающей среды появились признаки, позволяющие им лучше приспособиться к этой среде. Они оказываются более сильными в борьбе за выживаемость. Это борьба за пищу, место обитания, воспроизведение потомства, приспособление к физико-географическим условиям, в которых они живут, и др. Ниже перечислены главные особенности эволюции органического мира Земли.

Процесс эволюции *непрерывен* — в течение истории Земли на ней появлялись все новые и новые виды, роды, семейства и т. д. В результате органический мир Земли становился все более разнообразным и на Земле появлялись все более сложные и совершенные формы жизни.

Процесс эволюции *необратим*. Ни один вид не возникает дважды. Эта особенность играет очень важную роль при использовании окаменелостей для стратиграфического расчленения отложений.

Процесс эволюции организмов — *неравномерный* процесс. Одни виды появляются как результат медленных постепенных изменений, другие — в результате *мутаций* — мелких скачкообразных изменений. Неравномерно развиваются роды, отряды, семейства и другие таксономические группы. Если деление одной группы от другой происходит быстро, морфологические изменения также происходят быстро, промежуточные формы малочисленны и в ископаемом состоянии не сохраняются; переходные звенья в этом случае, как правило, отсутствуют, а геологическая летопись оказывается неполной.

Особенностью эволюции органического мира является также этапность его развития — в истории Земли выделяются относительно более короткие этапы значительных изменений многих групп организмов (силур, пермь, мел). Этапность эволюции связана с периодичностью развития Земли, что позволило по органическим остаткам расчленить фанерозой на стратиграфические подразделения, а геологическую историю на отдельные этапы.

Главное направление эволюции — *совершенствование форм жизни*. В ходе эволюции увеличивается многообразие животных и растений, усложняется их организация, увеличивается их приспособленность и жиз-

нестойкость. Процесс эволюции — сложный процесс. Он может иногда идти и по регрессивному направлению, и на каждом этапе геологической истории сосуществовали самые разные по степени развития организмы, более или менее хорошо приспособленные к окружающей среде. Однако главное направление эволюции — *прогрессивное развитие органического мира*, совершенствование форм жизни.

Для иллюстрации вышеизложенного приведем некоторые широко известные сведения об эволюции растений и позвоночных животных.

Эволюция растений. Самыми древними растениями, очевидно, являются водоросли и, возможно, бактерии. В кембрии, ордовике и силуре водоросли были почти единственными растениями, и именно они в эти периоды дали начало наземным растениям. Это было время значительных преобразований на Земле: исчезали огромные водные бассейны, на их месте возникали горные сооружения. Животные и растения должны были приспособливаться сначала к условиям периодического осушения, а затем и к жизни на суше, в воздушной среде, более богатой кислородом, чем водная среда. Они не могли уже добывать воду и минеральные вещества всей поверхностью тела (как водоросли) и должны были защищать себя от испарения и высыхания. Все это привело к очень большим изменениям в анатомии и физиологии растений: их клетки разделились на ткани, тело дифференцировалось на стебель, корень и листья, появилось много приспособлений, позволяющих им жить в весьма непостоянных условиях суши (покровные ткани, кожица с устьицами и другие).

Появление наземных растений обусловило развитие сухопутных животных. Выход животных и растений на сушу — очень важный этап в развитии органического мира Земли.

Первыми растениями суши были риниофиты. В девоне, особенно в позднем, они широко заселили материки. В это же время появились и более высокоорганизованные споровые растения и даже первые голосеменные. В девоне же появились и первые древесные формы. Карбон был временем пышного расцвета споровых растений. Однако в конце палеозоя, в связи с преобразованием физико-географической обстановки, споровые должны были уступить место более высокоорганизованным формам растительности, и в поздней перми наступило время господства голосеменных с их значительно более сложным и совершенным строением и более совершенным способом размножения с помощью семян. Это освобождало растения от необходимости жить только в условиях влажного климата.

Голосеменные растения господствовали на Земле до поздне меловой эпохи, а затем они уступили господство появившимся в юре высшим покрытосеменным цветковым растениям. Покрытосеменные очень быстро и широко расселились по Земле и стали господствующей группой в связи с их более высокой организацией — двойное оплодотворение, наличие цветка с завязью и плода, настоящих сосудов и многих других особенностей.

Разнообразные деревья, кустарники и травы образовали новый растительный покров. Покрытосеменные оказали большое влияние на ход эволюции насекомых, птиц, млекопитающих, которые в свою очередь сыграли очень большую роль в расселении и эволюции покрытосеменных. Приспосабливаясь к самым различным условиям обитания, покрытосеменные стали очень разнообразными по форме, изменились их функции, химический состав. Некоторые из них приспособились к жизни в воде. В конце неогена и в начале четвертичного периода в связи с похолоданием и оледенениями вымерла значительная часть теплолюбивой палеогеновой флоры покрытосеменных, а те, что остались, приспособились к периодическим похолоданиям. Так формируется современная флора.

Эволюция животных. Мы остановимся лишь на кратком обзоре истории развития позвоночных животных*. Она более или менее ясна, начиная с девона.

Девон — время господства рыб. Они заселили озера, лагуны, моря. Развитие кистеперых рыб привело к появлению в конце девона первых наземных четвероногих животных — земноводных, которые имели еще очень тесную связь с водоемами, так как размножались, откладывая икринки-яйца в воду, и имели тонкую влажную кожу. В середине карбона на Земле появились первые пресмыкающиеся. Они быстро заселили сушу, так как размножались с помощью яиц, защищенных скорлупой, из которых, минуя личиночную стадию, вылупливается жизнеспособное потомство; кроме того толстая, покрытая роговыми чешуями кожа позволяла им уходить далеко от водоемов. В мезозое разнообразные пресмыкающиеся — динозавры, ихтиозавры, плезиозавры, птерозавры, морские черепахи и другие хищные и растительноядные, мелкие и крупные рептилии распространяются очень широко. В триасе появились на Земле первые теплокровные позвоночные — арханчные млекопитающие, а в юре — клоачные, сумчатые и высшие, плацентарные млекопитающие и еще один класс теплокровных животных — птицы. В конце мелового периода плацентарные млекопитающие заняли господствующее положение. Они обладали целым рядом преимуществ, позволившим им вытеснить пресмыкающихся: млекопитающие были теплокровными и живородящими, они вскармливали своих детенышей молоком, их головной мозг — центр высшей нервной деятельности был значительно более совершенным, чем головной мозг пресмыкающихся, и так далее. Уже в начале палеогена они приспособились к жизни в самых различных условиях, а в неогене появились все современные семейства и роды млекопитающих. В конце неогенового периода на Земле появилось и мыслящее существо — результат длительного эволюционного развития живой материи, высшая ее форма.

Так на протяжении геологической истории наряду с преобразованием структур и рельефа Земли и палеогеографическими изменениями развивался и совершенствовался и органический мир Земли.

* Показать в данном учебнике эволюцию беспозвоночных не представляется возможным и необходимым.

ГЕОЛОГИЯ СССР

ГЛАВА 27.

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. Значительно позже человек научился добывать и применять 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.

В XVI веке появились 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 XVIII 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 Г. 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 вышли первые отечественные горные инженеры и геологи.

В 1809 г. появилась первая сводная работа по геологии России «Опыт минералогического землеописания Российского государства» академика В. М. Севергина. В конце XVIII и начале XIX века составляются и первые геологические карты: геолого-петрографическая карта Нерчинского горного округа в масштабе 1:120 000, составленная Д. Лебедевым и М. Ивановым (1789—1794 гг.), карта Донецкого края Е. Ковалевского (1829 г.), геологическая карта Европейской России Г. П. 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 «Описание геологического строения Европейской России и хребта Уральского».

С середины XIX 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 др. Однако все эти работы в общем не носили характер планомерных длительных исследований крупных территорий. Для проведения таких исследований в 1882 г. в России открывается Геологический комитет. Он начал планомерную геологическую съемку и составление геологической карты России в масштабе 1 : 420000 (десять верст в одном дюйме). Первыми стали сниматься районы, важные в промышленном отношении: Донбасс, Апшеронский полуостров, Алтай, золотоносные районы Сибири, полоса вдоль строящейся тогда Сибирской железной дороги. Геологическая съемка в Донбассе проводилась под руководством Л. И. Лутугина. Он разработал методику детального геологического картирования, и составленные им и его учениками геологические карты Донбасса до сих пор не потеряли своего значения.

В начале XX 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. впервые в России проходила сессия Международного геологического конгресса на которой русская геологическая наука представала уже как равная среди равных.

В начале XX века началось изучение нефтяных районов Кавказа. Эти работы проводили Н. И. Андрусов, И. М. Губкин и др. На Урале А. Н. Заварицкий изучал 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, серебро, платина, медь, свинец, ртуть. Неметаллические полезные ископаемые изучались мало. Промышленность редких металлов отсутствовала.

Послереволюционный период. Октябрьская социалистическая революция открыла 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 начал изучаться Подмосковский угольный бассейн и нефтяные месторождения на Ухте и в Поволжье. И. М. Губкин руководил работами по открытию новой Волго-Уральской нефтеносной провинции. Под руководством А. А. Гапеева велось изучение Карагандинского угольного бассейна. 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 задач, поставленных перед геологической службой страны, руководил Геолком, а в 1930 г. было организовано Главное геологоразведочное управление (ГГРУ). Геологический комитет был преобразован в Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт (ЦНИГРИ), который затем был переименован во Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ).

К 1940 г. геологической съемкой было покрыто уже 55,8% всей территории СССР.

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 меди и марганца, необходимые 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 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, получаемый в результате съемок и других геологических работ, и направляли поиски и разведку месторождений полезных ископаемых.

Уже в 30-е годы появились крупные теоретические работы, а также работы, обобщающие материал по изучению геологического строения СССР. В 1933 г. вышла 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 — 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.

Одновременно с развитием региональной геологии развивались исследования в области других наук, создавались новые методы исследования, появлялись новые идеи, теории, гипотезы.

Летом 1937 г. на заседаниях и экскурсиях XVII сессии Международного геологического конгресса были продемонстрированы большие успехи в изучении геологии и развитии промышленности Советского Союза и, в частности, была представлена первая геологическая карта СССР масштаба 1 : 5 000 000.

В послевоенный период объем научных исследований в Советском Союзе значительно увеличился. В 1953 г. вышла 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. были изданы 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. В 1964 г. была составлена и издана международная тектоническая карта Европы масштаба 1 : 2 500 000 под редакцией Н. С. Шатского и А. А. Богданова. Большим достижением советских ученых является вышедшая в 1965 г. «Тектоническая карта Евразии» под редакцией А. Л. Яншина, составленная Геологическим институтом Академии наук СССР. В 60-е годы составляются и издаются также геоморфологические, геофизические, гидрогеологические, геохимические карты, карты новейшей тектоники и другие карты, а также карты отдельных районов.

В настоящее время советская геологическая наука развивается в четырех основных направлениях: 1) поиски и разведка полезных ископаемых, 2) составление геологических карт, 3) научные исследования, 4) охрана и рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов (см. гл. 3).

Все эти работы возглавляют 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 позволяет выяснить возраст, состав и происхождение пород, условия их залегания, а также наличие полезных ископаемых.

В настоящее время геологическая съемка представляет собой комплекс разнообразных и сложных методов исследования. Визуальные наблюдения сейчас дополняются разнообразными геофизическими работами, бурением и аэрометодами.

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 геофизические параметры, выражающие различные физические свойства горных пород. По получаемым значениям судят о том, какие породы составляют данную область, как они залегают, какова их мощность. Это значительно удешевляет стоимость геологических работ так как позволяет бурить без взятия керна а иногда и совсем не бурить.

Аэрометоды. Существует очень тесная связь между геологическим строением и рельефом, гидрографией, почвенным покровом, раститель-

ностью, цветом и оттенком ландшафта. На этом и основаны аэрометоды и, в частности аэрофотосъемка, в результате которой получают аэрофотоснимки. Изучая (дешифрируя) их, выясняют многие особенности геологического строения района. Аэрометоды повышают эффективность и качество работ и позволяют вести съемку труднодоступных и закрытых районов.

В последние годы для изучения геологических структур и поиска полезных ископаемых широко используются *космические методы* и уже имеются тысячи фотографий различных районов Земли, которые позволили уточнить структурные и геологические карты, получить новые сведения о глубинном строении и сейсмичности земной коры. Сопоставляя снимки, сделанные с разных высот, удалось выяснить, что структуры разных горизонтов земной коры не совпадают друг с другом. Составлена телелетосхема части территории СССР, дешифрирование которой подтвердило новейшие результаты наземных и самолетных геологических исследований и заставило изменить представления о тектоническом строении района, увидеть невыявленные разломы. Данные космических спутников широко используются при разведке нефти и газа, никеля (Кольский полуостров, Красноярский край), меди (Урал, Кавказ, Алтай и другие области). С помощью инфракрасных изображений ведутся поиски полезных ископаемых в шельфовых зонах морей и океанов, ведется наблюдение за вулканической деятельностью на Камчатке и др.

Глубокое бурение. Глубокие скважины на платформах бурятся до кристаллического фундамента, а если последний находится глубоко, скважины бурят на технически возможную глубину. Среди них различают опорные скважины, которые бурятся для уточнения геологического разреза, выяснения площади распространения полезного ископаемого, оценки прогнозных запасов и других целей.

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 картами*. Карты, на которых показаны области опускания и поднятия и тектонические структуры — складки, сбросы и т. д., их простирающие, углы падения, называются *тектоническими*. Карты, на которых линиями равной глубины залегания показано поведение какого-то определенного горизонта (нефтедержущего 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. км². Она очень разнообразна и сложно построена. Поэтому изучение геологического строения территории СССР невозможно без предварительного разделения ее на естественные геологические районы.

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: истории тектонического развития, тип формаций и др.

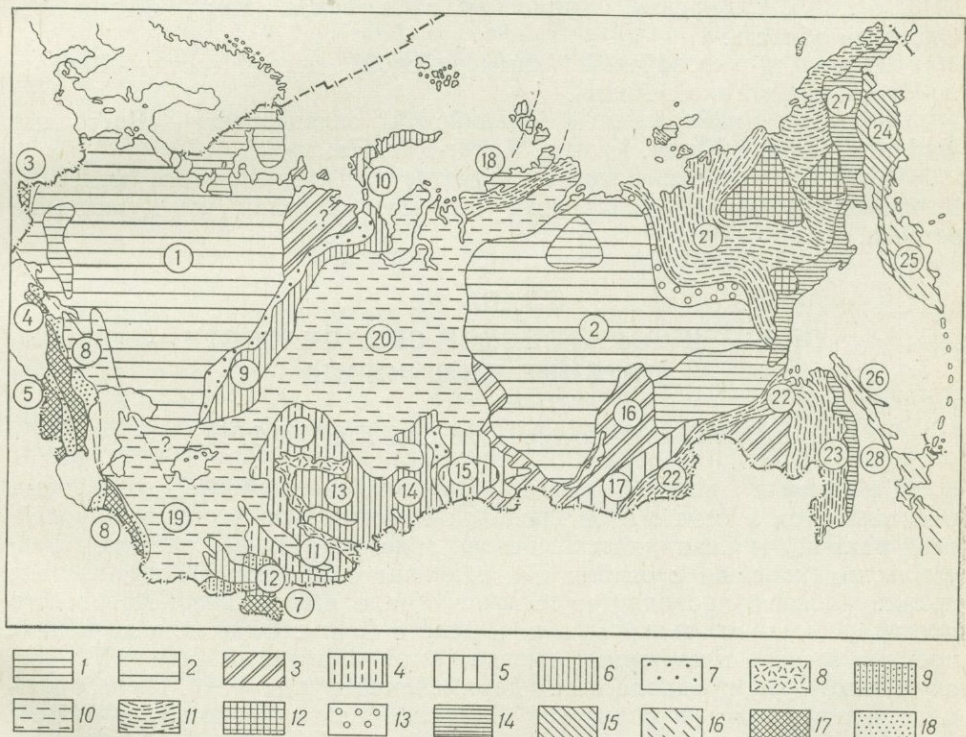


Рис. 93. Схема тектонического районирования СССР и сопредельных стран. Области дорифейской (доверхнепротерозойской) складчатости.

1 — складчатый комплекс; 2 — то же, перекрытый чехлом более молодых отложений. Урало-Монгольский пояс; 3—6 — складчатые области [3 — байкальские, 4 — позднекаледонские (салаирские), 5 — раннекаледонские (салаирские), 6 — герцинские]; 7 — герцинские краевые прогибы; 8 — средне-позднепалеозойские вулканические пояса; 9 — мезозойские и кайнозойские впадины. Урало-Монгольский пояс и внешняя часть Альпийско-Средиземноморского пояса; 10 — эпипалеозойские плиты. Тихоокеанский пояс; 11 — области мезозойской складчатости; 12 — дорифейские срединные массивы; 13 — мезозойские краевые прогибы; 14 — мел-палеогеновые вулканические пояса; 15 — области позднемезозойской (ларамийской) складчатости; 16 — области позднекайнозойской (тихоокеанской) складчатости. Альпийско-Средиземноморский пояс; 17 — области альпийской складчатости; 18 — альпийские краевые и межгорные прогибы. Основные структуры (цифры в кружках): 1 — Восточно-Европейская платформа; 2 — Сибирская платформа. Альпийско-Средиземноморский пояс: 3—7 — складчатые области (3 — Восточных Карпат, 4 — Горного Крыма, 5 — Кавказа, 6 — Копет-Дага, 7 — Памира); 8 — эпипалеозойская Скифская плита. Урало-Монгольский пояс: 9—18 — складчатые области (9 — Урала, 10 — Пайхойско-Новоземельская, 11 — Казахского нагорья и Северного Тянь-Шаня, 12 — Южного Тянь-Шаня, 13 — Джунгаро-Балхашская, 14 — Алтайская, 15 — Саянская, 16 — Байкальская, 17 — Селенгино-Яблонева, 18 — Таймырско-Новоземельская); 19—20 — эпипалеозойские плиты (19 — Туранская, 20 — Западно-Сибирская). Тихоокеанский пояс: 21—26 — складчатые области (21 — Верхояно-Чукотская, 22 — Монголо-Охотская, 23 — Сихотэ-Алинская, 24 — Анадыро-Коркская, 25 — Камчатско-Курильская, 26 — Сахалинская); 27—28 — вулканические пояса (27 — Охотско-Чукотский, 28 — Сихотэ-Алинский)

По возрасту основной складчатости, с учетом истории тектонического развития и других особенностей, в пределах Советского Союза выделяются следующие области (рис. 93).

1. Области дорифейской складчатости — древние Восточно-Европейской и Сибирской 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 — часть Северного Тянь-Шаня, часть Центрального складчатого Казахстана и Горного Алтая, Кузнецко-Саянская область, часть Западного Забайкалья и некоторые острова Северной Земли.

4. Области позднепалеозойской (герцинской) складчатости — Урал и Новая Земля, п-ов Вайгач, Пай-Хой, Центральные и южные дуги Тянь-Шаня, Джунгаро-Балхашская зона, Иртыш-Зайсанская и Алтайская зоны, Салаир, Томь-Колыванская зона, Кузнецкий прогиб, 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. Области кайнозойской складчатости Тихоокеанского пояса — Корякско-Камчатская складчатая система, Сахалин и Курильские острова.

ГЛАВА 28.

ОБЛАСТИ ДОРИФЕЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ — ДРЕВНИЕ ПЛАТФОРМЫ

ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКАЯ ПЛАТФОРМА

Границы платформы. Восточно-Европейская платформа располагается в основном в пределах Русской или Восточно-Европейской равнины и Скандинавского п-ова (рис. 94). На востоке под Предуральским краевым прогибом она граничит с Уралом. На юго-востоке границу обычно проводят от Южного Урала вдоль Южно-Эмбенского прогиба севернее п-ова Бузачи к дельте Волги. Однако в последнее время в состав платформы иногда включают также Северо-Устьюртскую глыбу, где предполагается дорифейский фундамент*. На юге граница платформы с герцинидами Скифской плиты проходит от дельты Волги к Калмыцким степям. На меридиане Цимлянского водохранилища она прерывается складчатыми структурами Донбасса, которые проникают глубоко в пределы платформы. Несколько восточнее Ейска граница вновь появляется и проходит через Азовское море, Перекопский перешеек, Одесский залив к устью Дуная и Добрудженскому поднятию. Далее она следует под Предкарпатским прогибом к северной окраине Свентокшиских гор. Положение границы на западе не совсем ясно. В настоящее время ее чаще всего проводят от северной окраины Свентокшиских гор, южнее Берлина, через Северные Нидерланды и Лондон к Бристольскому заливу на западном побережье Англии, через Северное море в Скандинавию к г. Берген**. На северо-западе плат-

* Существует также предположение, что в области Северо-Устьюртской глыбы фундамент байкальский.

** В Дании и Южной Англии скважины вскрывают предположительно дорифейский фундамент. Однако не исключается, что фундамент здесь имеет байкальский возраст.

форма граничит к каледонидами Норвегии, которые надвинуты на край платформы примерно на 100 км. От г. Берген под норвежскими каледонидами граница следует к Варангер-фьорду, далее к Шпицбергену, а затем через Баренцево море к Новой Земле и следует вдоль нее и Пай-Хоя к Уралу. Таким образом, в состав Восточно-Европейской платформы включается и область Тимано-Печорских байкалид, фанерозойская история развития которой ничем не отличается от истории других областей платформы.

На рис. 94 видно, что Восточно-Европейская платформа имеет в плане форму огромного треугольника с глубоко погруженными «углами», где возраст фундамента пока не выяснен. Она ограничивается зонами разломов, что отражается в прямолинейности ее границ на больших расстояниях.

Фундамент Восточно-Европейской платформы на значительной части ее площади был сформирован в архее и раннем протерозое в результате беломорской и карельской эпох складчатости. В северо-восточной части — на Тимане, в Печорской синеклизе, на полуостровах Канин и Рыбачий и о. Среднем, а также в области Северного моря и в юго-восточной части Прикаспийской синеклизы фундамент более молодой — байкальский.

Чехол платформы начал формироваться в рифее, а в некоторых областях еще в конце раннего протерозоя. В истории его формирования выделяют две стадии. Первая стадия охватывала рифей и ранний венд и характеризовалась образованием глубоких и узких грабенобразных впадин — авлакогенов, в которых и накопились отложения, слагающие нижний этаж чехла. Они слабо метаморфизованы, а иногда и дислоцированы.

Вторая стадия началась во второй половине венда. Для нее уже характерно образование синеклиз, в которых в течение всего фанерозоя накапливались отложения верхнего этажа платформенного чехла.

Современное строение платформы. На Восточно-Европейской платформе выделяется три крупные структуры: *Балтийский и Украинский щиты и Русская плита*. В пределах Русской плиты поверхность фундамента очень сильно расчленена, с амплитудой до 10 км, что обусловлено наличием *Казанско-Сергиевского, Абдулинского, Пачелмского, Оршанского, Крестцовского, Среднерусского, Московского, Днепровско-Донецкого или Большого Донбасса* и других авлакогенов. В пределах Русской плиты выделяются также три крупные антеклизы: *Воронежская, Волго-Уральская и Белорусская*. Белорусская антеклиза соединяется с Балтийским щитом *Латвийской седловиной*, а с Воронежской — *Бобруйской седловиной*. К выступам байкальского фундамента относятся *Тиманское поднятие, п-ова Канин и Рыбачий*.

Между поднятиями фундамента располагаются синеклизы и прогибы. Самая большая по площади *Московская синеклиза* занимает центральную часть платформы. Юго-восточный угол платформы занят самой глубокой *Прикаспийской синеклизой*. Прикаспийская и Московская синеклизы соединены узким и глубоким *Пачелмским авлакогеном*. В юго-западной части платформы, между Украинским щитом и Воронежской антеклизой, располагается *Днепровско-Донецкий авлакоген*. В западном направлении он переходит в *Припятский и Днепровский прогибы*, разделенные *Черниговским выступом*, а в восточном — сменяется *Донбассом*, складчатое сооружение которого далеко проникает в область платформы. 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-Камская (Камско-Уфимская) впадина*. *Балтийская и Польско-Германская синеклизы* занимают западную окраину Русской плиты. Иногда их объединяют вместе и

называют *Польско-Литовской синеклизой*. К югу от Украинского щита находится *Причерноморская впадина*, а на западном его склоне иногда выделяют еще ряд структур: *Приднестровский прогиб*, *Львовскую впадину* и др.

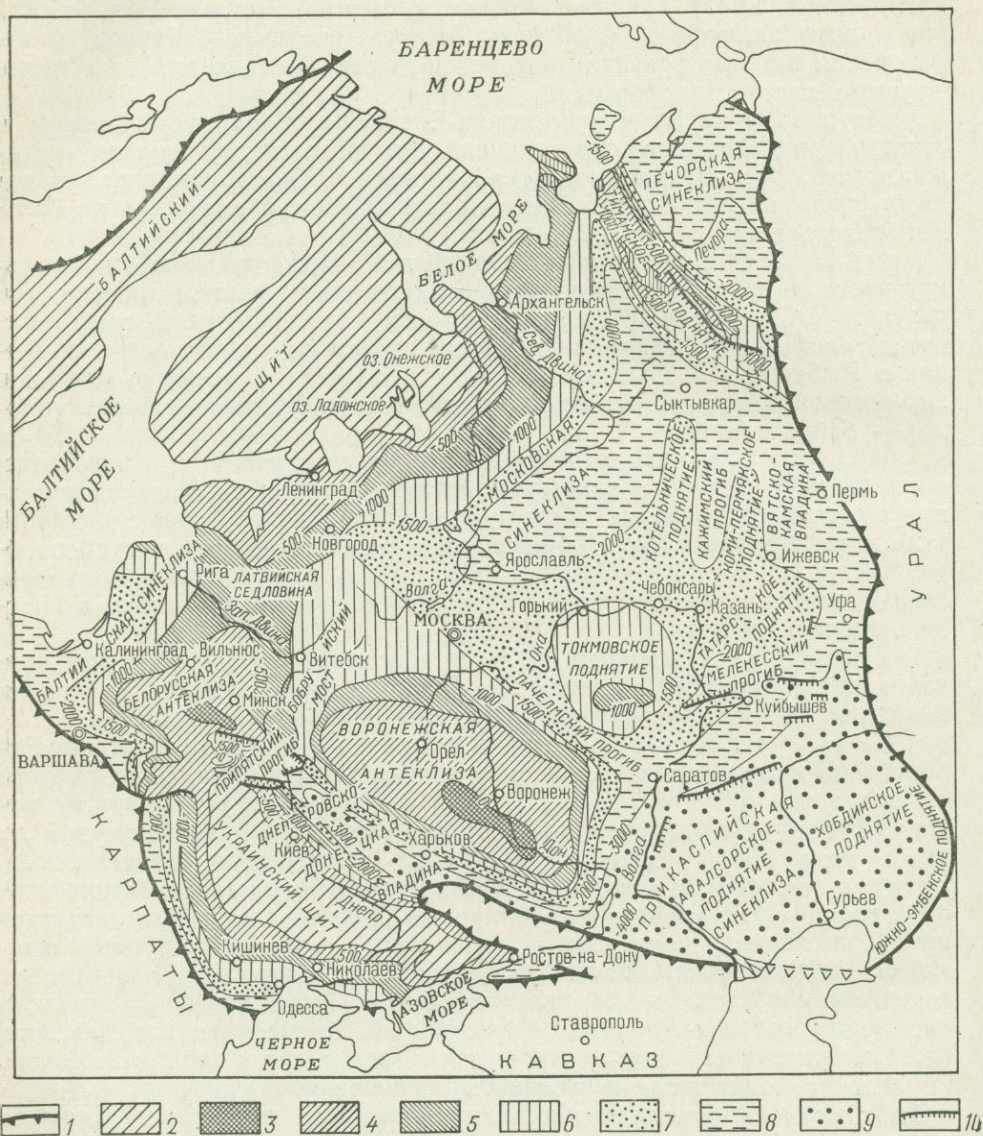


Рис. 94. Схема тектоники Восточно-Европейской платформы («Тектоника нефтеносных областей СССР», 1957 г., с изменениями).

1 — границы платформы; 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

ГЛАВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ЕЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

В развитии Восточно-Европейской платформы выделяют три стадии: геосинклиальную, переходную авлакогенную и собственно платформенную, или плитную.

Геосинклиальная стадия охватывает архей и ранний протерозой. В это время был сформирован фундамент платформы. Следующая, *авлакогенная стадия* была временем формирования глубоких прогибов — авлакогенов, в которых накопились отложения, слагающие нижний этаж чехла платформы. Это происходило в рифее и венде. *Платформенная, или плитная стадия* началась в венде и продолжается до кайнозоя включительно. В это время на огромных пространствах платформы происходило накопление верхнего этажа чехла платформы и сформировались основные структуры платформы.

СТРОЕНИЕ ФУНДАМЕНТА И ИСТОРИЯ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ

Фундамент платформы выходит на поверхность на Балтийском и Украинском щитах и в области Воронежской антеклизы. На Балтийском щите он перекрыт только четвертичными отложениями и достаточно хорошо обнажен. В области Украинского щита фундамент обнажен значительно меньше, так как здесь широко распространен чехол, сложенный палеогеном и неогеном. На Воронежской антеклизе имеются лишь отдельные выходы фундамента у г. Павловска и Богучар.

В других областях платформ фундамент погружен на большую или меньшую глубину, но и здесь он вскрыт многочисленными скважинами.

Архейские отложения на Балтийском щите в пределах СССР представлены *беломорской и кольской сериями*. Их абсолютный возраст более 2600 млн. лет (до 3500 млн. лет). Это различные гнейсы, гранито-гнейсы, плагиогнейсы, двуслюдяные гнейсы, амфиболитовые и пироксеновые кристаллические сланцы, амфиболиты, кальцифиры*. Эти породы — продукт глубокого метаморфизма осадочных и вулкано-генных пород. Верхние части беломорского комплекса сложены кварцитовыми и магнетитовыми сланцами.

Архейские породы прорваны основными, ультраосновными и огромными гранитными интрузиями и образуют весьма своеобразные структуры — купола с пологим залеганием пород в их сводовой части и очень сложным залеганием в краевых частях, структуры течения и др.

Архей слагает беломориды — структуры, сформировавшиеся к концу архея в результате беломорской складчатости. Беломориды образуют древнюю глыбу — *Беломорский массив* (западный берег Белого моря).

В области Украинского щита также выделяются массивы беломорид**. Архейские отложения (*днепровский, тетерево-бугский, бугско-подольский комплексы*), слагающие эти массивы представлены глубоко метаморфизованными породами, в общем аналогичными архейским отложениям Балтийского щита.

На Воронежской антеклизе неглубокими скважинами также вскрыты подобные породы архея.

Мощность архея повсеместно превышает 10 км.

Нижний протерозой слагает карелиды, образующие линейно вытянутые зоны между массивами беломорид. На Балтийском щите в СССР карелиды образуют два массива — *Кольский и Карельский*.

Крупным региональным несогласием карелиды отчетливо разделяются на два структурных этажа: нижний и верхний.

Породы *нижнего структурного этажа* залегают на архее с региональным угловым несогласием и представлены, как и архей, глубоко

* Кальцифиры — метаморфические породы, состоящие из кальцита и доломита и содержащие примесь граната, пироксена, полевого шпата и других минералов.

** В области Украинского щита выделяются три глыбы беломорид: около Запорожья, восточнее Киева и в Подолии.

метаморфизованными образованиями. Это гнейсы, амфиболиты, лепти-
ты, слюдяные, кварцитовые, магнетитовые сланцы и другие породы.
В разных областях Балтийского и Украинского щитов они выделяются
как местные серии и свиты. Отложения эти смяты в узкие сложные
складки и прорваны интрузиями основных и ультраосновных пород, а
также интрузиями диоритов и гранитов. Вокруг огромных гранитных
интрузий развиты зоны мигматизации.

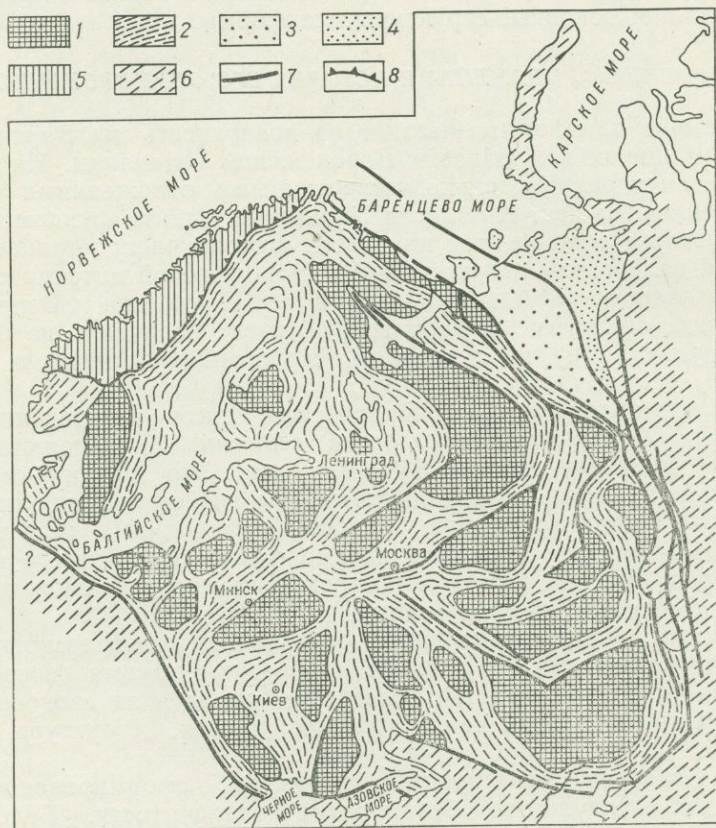


Рис. 95. Схема внутреннего строения фундамента Восточно-Европейской платформы (по Р. А. Гафарову, с упрощением).

1 — древние массивы, сложенные архейскими образованиями (бело-
мориды и их аналоги); 2 — карелиды и близкие им по возрасту складча-
тые образования; 3—4 — области байкальской складчатости (3 — внеш-
ние зоны, 4 — внутренние); 5 — каледониды; 6 — герциниды; 7 — разло-
мы; 8 — надвиги и покровы

Отложения, слагающие *верхний структурный этаж* карелид, зна-
чительно менее резко смяты и метаморфизованы и представлены раз-
личными осадочными и вулканогенными образованиями. Верхняя
часть разреза сложена конгломератами и розовыми и красными квар-
цитовидными песчаниками *шокшинской свиты*. Все эти отложения
слагают *ятулийский, суйсарский и вепский (субиотнийский) комплек-
сы*. Они накапливались на значительно выровненной поверхности ниж-
него структурного этажа карелид. Целый ряд ученых считает, что с них
начинается чехол платформы. В конце раннего протерозоя произошло
внедрение рапакиви.

В области Кольского полуострова в конце раннего протерозоя
развивались глубокие и узкие приразломные прогибы, в которых на-
капливались мощные толщи вулканогенно-осадочных пород.

На Украинском щите к нижнему протерозою относят *криворожский комплекс*, сложенный гнейсами, кварцитами, филлитами, зелеными сланцами, железистыми кварцитами, сланцево-кремнистыми и некоторыми другими породами. В средней части залегают пласты джеспилитов, с которыми связаны железные руды. На породах архея протерозой и здесь лежит с резким угловым несогласием. Он смят в узкие изоклинальные складки, прорванные гранитоидными интрузиями, которые формировались в раннем протерозое (*днепровскотоковский комплекс, коростеньский комплекс* габбро, лабрадоритов, гранитов-рапакиви и *приазовский массив* ультраосновных, основных пород и нефелиновых сиенитов). Заканчивается разрез нижнего протерозоя на Украинском щите песчаниками и кварцевыми порфирами *овручской серии*, похожими на вепсий Карелии.

На Воронежской антеклизе криворожскому комплексу соответствует *курский*, в котором также имеются мощные толщи джеспилитов. С ними связаны железорудные месторождения КМА. Курский комплекс хорошо изучен. Он вскрыт многочисленными скважинами и горными выработками. С ним связаны интрузии гранитов и диоритов.

Предположительно к нижнему протерозою на Воронежской антеклизе относятся зеленокаменные вулканогенно-осадочные отложения геосинклинального типа и ультраосновные породы, с которыми связано никелевое оруденение*.

Беломориды и карелиды хорошо прослеживаются под чехлом осадочных образований Русской плиты магнитометрическими методами. На рис. 95 можно видеть массивы беломорид и протягивающиеся между ними полосы карелид, выявленные этими методами.

СТРОЕНИЕ ПЛАТФОРМЕННОГО ЧЕХЛА И ИСТОРИЯ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ

История формирования чехла делится на две стадии. *Первая стадия* охватывает рифей и ранний венд. В это время Восточно-Европейская платформа была приподнятым континентом, на котором происходило образование авлакогенов, заполнявшихся отложениями, образовавшими нижний этаж чехла, или, как его называют, древнейший чехол. Во вторую стадию (венд — кайнозой) сформировался второй этаж чехла.

Нижний этаж

Нижний этаж чехла сложен в основном рифейскими отложениями. *Рифей* представлен грубообломочными красноцветными континентальными породами и отложениями мелководных морских бассейнов — песчаниками, аргиллитами, доломитами, известняками и мергелями.

На западе платформы и, в частности, в Крестцовском прогибе известны и вулканогенные образования преимущественно основного состава — базальты, их туфы и др. Известны также и пластовые интрузии габбро-диабазов. Мощность рифея несколько более 3 км.

В Тимано-Печорской области байкалид рифей существенно иной. В области Тимана и п-ов Канин он имеет мощность не менее 7—9 км и представлен метаморфизованными породами — глинистыми и кварцево-серицитовыми сланцами, мраморизованными известняками, а также песчаниками, алевролитами, доломитами. Эти отложения сильно смяты, складки осложнены разломами. В Печорской впадине, по геофизическим данным, мощные осадочные и вулканогенные образования также смяты в складки и входят в состав фундамента. Такой их характер указывает на геосинклинальные условия образования.

* Эти ультраосновные породы считают одновозрастными гранитам рапакиви.

Таким образом, в рифее на Восточно-Европейской платформе произошло образование авлакогенов и развивались связанные с этим магматические процессы, а к северо-востоку от нее, в Тимано-Печорской области, формировались и причленились к платформе байкалиды.

Верхний этаж

Он формировался от венда до кайнозоя включительно. Историю его формирования делят на три этапа: 1) вендско-раннедевонский, 2) среднедевонско-позднетриасовый, 3) раннеюрско-кайнозойский. Они примерно соответствуют каледонскому, герцинскому и альпийскому*

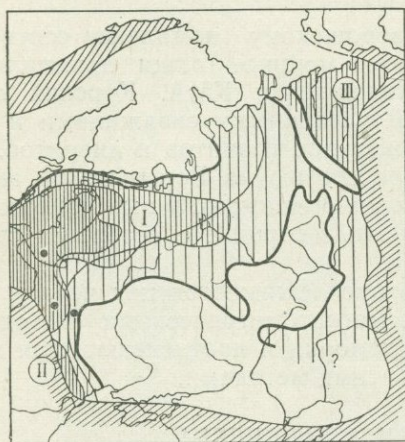
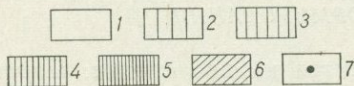


Рис. 96. Основные структуры Восточно-Европейской платформы на каледонском этапе развития (по М. В. Муратову, с упрощением).

1 — области устойчивых поднятий; 2—5 — прогибы (3 — кембрийские, 4 — ордовикские; 5 — силурийские); 6 — геосинклинали, окружающие платформу; 7 — проявления базальтового вулканизма в вендское время. I — Балтийский прогиб; II — Приднестровский прогиб; III — Печорская впадина



тектоническим этапам, с каждым из которых были связаны существенные изменения структуры платформы.

Вендско-раннедевонский этап примерно соответствует каледонскому этапу. В это время на платформе преобладали поднятия, которые в позднем силуре охватили всю платформу.

Отложения, соответствующие этому этапу, распространены главным образом на северо-западе и западе платформы в Балтийском и Приднестровском прогибах (рис. 96) и значительно меньшем на северо-востоке в Печорской синеклизе. Областью наиболее устойчивых прогибаний, таким образом, являлась западная часть платформы.

Венд** представлен терригенными и карбонатными отложениями, среди которых преобладают обломочные породы континентального происхождения. Отложения венда распространены на платформе очень широко и характер их распространения очень хорошо показывает изменения, которые произошли в строении платформы на этом этапе развития. Отложения первой половины нижнего венда, как и отложения рифея, заполняют авлакогены. Очевидно, в начале венда сохранялся структурный план платформы, который был в рифее. Более молодые отложения венда занимают все более широкие площади и за пределами авлакогенов. Очевидно, во второй половине раннего венда прогибание охватывало все более обширные области платформы. На северо-западе, западе, юго-западе, востоке и юго-востоке возникли по-

* Альпийский тектонический этап в более широком понимании объединяет мезозойский и кайнозойский тектонические этапы.

** В настоящее время некоторые геологи считают, что вендские отложения нужно относить к палеозойской группе.

логие прогибы, которые еще больше расширились в позднем венде и образовали синеклизы. Области поднятия оставались Балтийский щит, Украинско-Воронежский массив и выступ фундамента в районе Волго-Уральской антеклизы.

В вендское время на платформе развивался также базальтовый трапповый вулканизм. Об этом свидетельствуют базальтовые туфы и базальтовые покровы в вендских отложениях в западных областях платформы.

Кембрийские отложения (см. рис. 96) являются непосредственным продолжением вендских, но представлены они почти исключительно нижним отделом. Он распространен в Балтийской синеклизе, которая в раннем кембрии расширилась и отделила Балтийский щит от Белорусской антеклизы. Выходы нижнего кембрия известны по побережью Финского залива. На восток и юг кембрий прослеживается скважинами до Котласа, Баренцева моря, Минска. Нижний кембрий выходит на поверхность и в Приднестровском прогибе. Повсеместно он сложен морскими мелководными отложениями.

В обрыве Финского залива разрез нижнего кембрия начинается песчаниками, залегающими выше *ламинаритовых** слоев верхнего венда. Над этими песчаниками залегают синие глины с фауной трилобитов раннего кембрия, а затем светлые эофитоновые песчаники с водорослями *Eophyton*, которые перекрываются серыми косослоистыми фукоидными** песчаниками, выделяемыми под именем *ижорских слоев*. Некоторые геологи ижорские слои относят уже к среднему кембрию. Это наиболее характерный разрез нижнекембрийских отложений. Их мощность в Балтийском прогибе обычно не превышает 100—200 м.

В Приднестровском прогибе, в Полесье на Волыни, есть все отделы кембрия. Это прибрежно-морские и континентальные отложения.

Таким образом, в раннем кембрии на западе платформы развивались прогибание и сравнительно небольшая трансгрессия. Большая же часть платформы оставалась сушей. В конце раннего кембрия происходит резкое сокращение моря и почти на всей платформе средне- и верхнекембрийские отложения отсутствуют.

Ордовикские отложения распространены также в *Балтийской синеклизе и Приднестровском прогибе*. Сложены они в нижней части разреза терригенными, а в верхней — карбонатными отложениями с богатой фауной трилобитов, брахиопод, табулят и др. В Эстонии в лландейльском ярусе имеются горизонты горючих сланцев-кукерситов. Мощность ордовика не превышает 300 м.

Таким образом, в начале ордовика произошло новое опускание в области Балтийской синеклизы и здесь снова развивалась трансгрессия. Море было и в Приднестровском прогибе. Остальная территория платформы была областью поднятия.

Силурийские отложения распространены в *Балтийской синеклизе, в Приднестровье, в Молдавии и около Одессы*. Они составляют с ордовикскими единую толщу и представлены карбонатными и карбонатно-глинистыми породами с разнообразной фауной, накопившимися в море, которое занимало несколько меньшие площади, чем в ордовике. Мощность силурийских отложений в Эстонии не превышает 100 м. На Тимане и п-ове Канин также есть силурийские известняки, залегающие несогласно на рифейских отложениях. В Припятском прогибе в силурийских отложениях известны тонкие прослойки туфогенного материала. Заканчивается разрез силура повсеместно лагунными отложениями, поверхность которых размыта.

* Ламинаритовые глины названы так по наличию в них своеобразных пленочек органического вещества, описанных под именем *Laminarites antiquissimus*.

** Фукоиды — следы жизнедеятельности животных или следы дождевых струй, опльвин и т. д. Внешне похожи на отпечатки растений.

В силуре происходило постепенное поднятие платформы и отступление моря, и в позднем силуре на ней установился континентальный режим. Это было связано с поднятием каледонских складчатых сооружений в Атлантическом поясе.

Примерно такая же обстановка сохранялась и в раннем девоне. Нижнедевонские отложения распространены на платформе крайне мало, лишь на западной и восточной окраинах. Это красноцветные песчаники и глины. В Польско-Литовской и Львовской впадинах они содержат остатки панцирных рыб раннего девона и очень похожи на «древ-

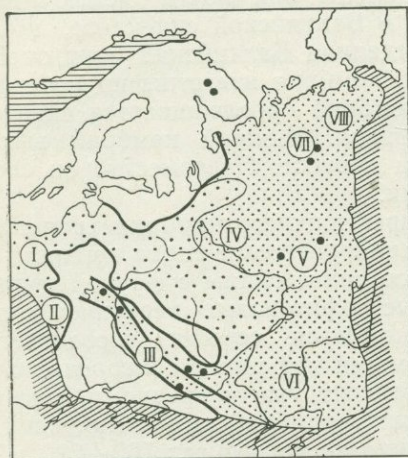
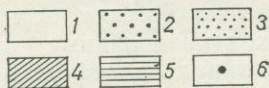


Рис. 97. Основные структуры Восточно-Европейской платформы на герцинском этапе развития (по М. В. Муратову, с упрощением).

1 — области устойчивых поднятий; 2 — области умеренных и слабых опусканий (I — Польско-Литовская впадина, II — Львовская впадина); 3 — области энергичных опусканий (III — Днепровско-Донецкий прогиб, IV — Московская синеклиза, V — Восточно-Русская впадина, VI — Прикаспийская синеклиза, VII — Тиман, VIII — Печорская впадина); 4 — геосинклинали; 5 — каледониды; 6 — проявления девонского вулканизма



ний красный песчаник» Западной Европы, возрастным аналогом которого они являются.

Среднедевонско-позднетриасовый этап примерно соответствует герцинскому тектоническому этапу. В отличие от предшествующего на этом этапе на платформе преобладало прогибание, которое только к концу сменилось поднятием. Областью значительного прогибания теперь была восточная часть платформы, расположенная рядом с развивавшейся Уральской геосинклинальной областью. Уже в начале этого этапа, в среднем девоне, началась перестройка структуры Восточно-Европейской платформы (рис. 97): на юге по разломам формировался Днепровско-Донецкий авлакоген, который разделил Украинско-Воронежский выступ фундамента на Украинский щит и Воронежскую антеклизу; прогибались и формировались Московская и Прикаспийская синеклизы, Припятский и Приднестровский прогибы, Волго-Уральская антеклиза, Печорская синеклиза; прогибалась и западная часть платформы. И только Балтийский и Украинский щиты и Воронежская антеклиза оставались областями устойчивых поднятий.

Девонские отложения распространены на платформе очень широко. Они выходят на поверхность в Прибалтике и Белоруссии («Главное девонское поле»), на северном склоне Воронежской антеклизы («Центральное девонское поле»), на Тимане, в Донбассе, в Приднестровье. Во многих местах девон вскрыт многочисленными скважинами. Он представлен очень разнообразными фациями и в некоторых областях имеет мощность более 2 км.

На востоке, в Волго-Уральской области (рис. 98), распространены морские отложения — темные, битуминозные глинистые известняки, пески и песчаники, насыщенные нефтью, глины, мергели. Доманиковые

слои (средняя часть франского яруса) — глины и известняки — содержат большое количество битумов и являются нефтематеринскими породами Волго-Уральской нефтеносной области. Мощность девона здесь более 1,5 км.

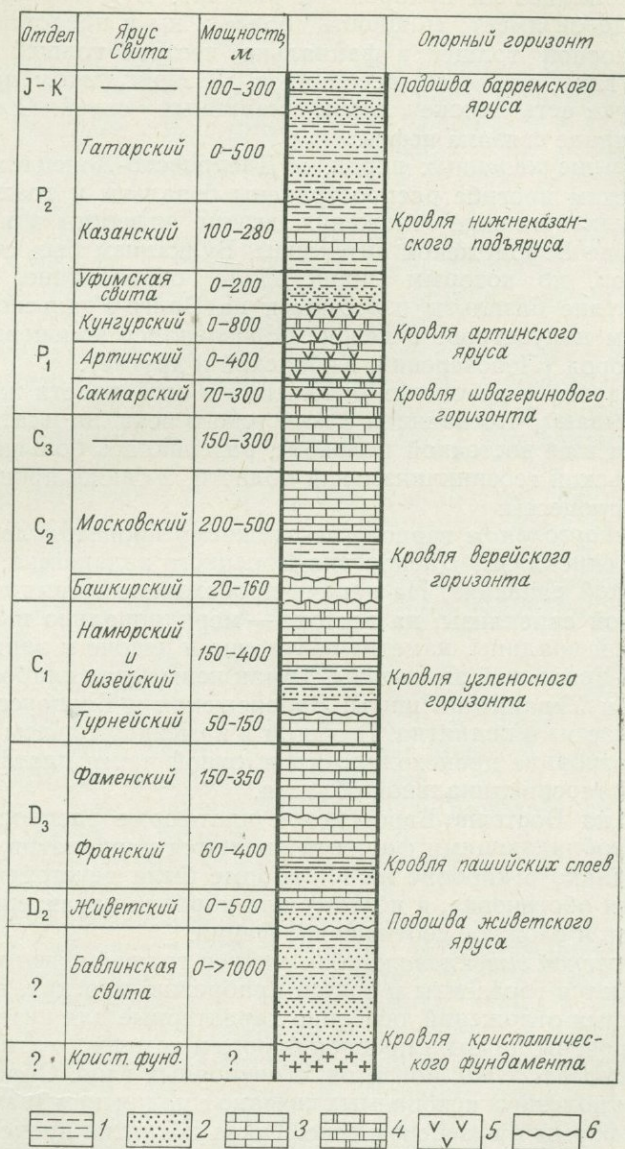


Рис. 98. Сводная колонка Волго-Уральской области (по Д. В. Наливкину).

1 — глины; 2 — песчаники, пески; 3 — известняки; 4 — доломиты; 5 — гипсы; 6 — размыв

В девоне Центрального девонского поля тоже преобладают глинисто-карбонатные отложения, но мощность их значительно меньше — 400 м и здесь есть и горизонты континентальных отложений. Севернее, в Московской синеклизе, мощность девона до 900 м, и здесь уже широко распространены лагунные отложения — ангидрит, гипс и другие. В районе же Главного девонского поля лагунные и континентальные красноцветные и пестроцветные отложения с гипсом и солями, накоп-

лявшиеся на приморской равнине, слагают большую часть разреза девона. Значительная часть франского яруса здесь сложена породами морского происхождения — известняками, доломитами и мергелями, а фаменский ярус — песчано-глинистыми красноцветными отложениями, которые накопились на прибрежной равнине. В *Днепровско-Донецком авлакогене* девон имеет мощность более 2 км и представлен он солесносно-гипсоносной толщей и фациально пестрой толщей карбонатно-сульфатных глин, мергелей, песчаников. В *Припятском прогибе* в фаменском ярусе есть также линзы калийных солей. С отложениями девона на западе связана нефть.

Кроме вышеуказанных пород, в Днепровско-Донецком авлакогене и в Припятском прогибе распространены базальты и трахилипариты и их туфы. Вулканогенные отложения девона известны и в Донбассе, и на юго-востоке Воронежской антеклизы. Вулканизм был связан с зонами разломов, по которым происходило образование авлакогенов. Верхнедевонские базальты известны и на Волго-Уральской антеклизе. На Кольском полуострове в девоне образовались кольцевые интрузии щелочных пород (Ловозерский, Хибинский и другие).

Такой характер девонских отложений и особенности их распространения показывают, что начиная с живетского века на платформе, главным образом в ее восточной половине, развивалась большая трансгрессия из Уральской геосинклинальной области, а также происходили магматические процессы.

В *каменноугольном* периоде по-прежнему происходило прогибание Московской синеклизы, Днепровско-Донецкого авлакогена, Печорской и Прикаспийской синеклиз. На западе происходило формирование Польско-Литовской синеклизы, на востоке — меридионально вытянутой Восточно-Русской впадины, наметившейся еще в девоне и занимавшей область Волго-Уральской антеклизы. Тиман испытывал слабое прогибание, Балтийский и Украинский щиты, Воронежская и Белорусская антеклизы были областями поднятия. В общем в каменноугольном периоде наибольшее прогибание происходило в восточной части платформы, ближе к Уральской геосинклинальной области.

Карбон на Восточно-Европейской платформе распространен очень широко. Преобладающими фациями являются карбонатные морские отложения. Однако в карбоне на платформе была неустойчивая палеогеографическая обстановка, и поэтому для карбона характерно непостоянство разрезов и сложное соотношение фаций.

В *Московской синеклизе* карбон сложен толщей известняков, в которых встречаются горизонты и толщи прибрежно-морских, континентальных и лагунных отложений, особенно характерные для визейского яруса. К ним приурочены линзы и прослои буроугольного и каменного угля *Подмосковного угольного бассейна*, бокситов, огнеупорных глин. Образование этих отложений и полезных ископаемых связано с поднятием значительных областей платформы в визейском веке. Такие поднятия происходили в разных областях платформы и в конце намюра, и в башкирском веке.

Карбон *Волго-Уральской антеклизы* похож на карбон Московской синеклизы, но в области этой антеклизы визейский ярус нефтеносен.

Карбонатные породы слагают почти всю толщу карбона и на *Тимане*, и в *Печорской впадине*, в *Львовско-Волынском бассейне*, где угленосность приурочена к верхнему визею и башкирскому ярусу.

Совершенно иной характер имеет карбон в *Донбассе*, где его мощность более 12 км и сложен он песчано-глинистыми отложениями, содержащими прослои известняков и углей. Угленакопление в Донбассе началось в поздневизейское время и продолжалось почти до середины позднего карбона. Эта паралическая угленосная формация — «*продуктивная*» *толща* — вмещает очень выдержанные по мощности пласты антрацитов и коксующихся углей. Такой характер отложений указывает на то, что в

Донбассе долго сохранялось активное прогибание с частой перекомпенсацией, что приводило к заболачиванию и углеобразованию.

В конце карбона началось постепенное поднятие платформы и в некоторых областях море сменилось серией лагун, в которых начали накапливаться карбонатные и сульфатные отложения.

В *пермском периоде* осадконакопление происходило в тех же впадинах и прогибах, что и в карбоне, и пермские отложения очень тесно связаны с каменноугольными (см. рис. 98). Ассельский и сакмарский ярусы перми образуют с верхним карбоном часто единую толщу карбонатных отложений. Однако уже в артинском веке продолжающееся поднятие платформы, связанное с поднятием Урала, привело к сокращению площадей осадконакопления, которые сосредоточились на востоке. Море постепенно сменилось лагунами, в которых отлагались гипс, ангидрит, соли. Особенно активно осадконакопление происходило в кунгурском веке. В это время в Прикаспийской синеклизе образовалась толща соленосных отложений мощностью до 3 км. И только в районе Тимана и Печорской синеклизы сохранялось море, в котором происходило накопление карбонатных отложений с богатой морской фауной.

Одновременно с этим к западу от Урала формировался Предуральский прогиб, который постепенно смещался на восточную окраину Восточно-Европейской платформы. По западному краю прогиба в артинском веке образовалась меридиональная полоса коралловых и мшанковых рифов.

Поднятие платформы продолжалось и в поздней перми, и на платформе накапливались разнообразные континентальные и лагунные отложения — красноцветные терригенные, медистые песчаники, мергели, глины. Обломочный материал приносился с Урала многочисленными реками. В Предуральском прогибе в поздней перми накапливались молассовые отложения.

Большую мощность морские и континентальные пермские отложения имеют в Печорской синеклизе — до 2 км, и особенно в Прикаспийской синеклизе — до 8 км. Мощная толща — до 3 км медистых песчаников, соленосных отложений, пестроцветных конгломератов и песчаников перми развита в Артемовском районе в Донбассе.

В татарском веке подымавшаяся Восточно-Европейская платформа полностью освободилась от моря.

На Кольском полуострове в перми сформировались массивы нефелиновых сиенитов (Хибинский и Ловозерский).

В *триасе* осадконакопление на платформе происходило почти исключительно в континентальных условиях. Наиболее широко распространены континентальные отложения нижнего триаса — *ветлужская серия* — в *Московской синеклизе*. Это песчаники, глины и мергели, образовавшиеся в озерах и на равнине за счет материала, сносимого с Урала, с щитов и антеклиз. Аналогичные отложения триаса есть также в *Днепровско-Донецком авлакогене* и *Польско-Литовской синеклизе*. В *Днепровско-Донецком авлакогене* и в Прибалтике известны и мало мощные песчано-глинистые отложения верхнего триаса.

В *Прикаспийской синеклизе* триас образует толщину до 2 км, в которой выделяются все три отдела. Эта толща сложена песчано-глинистыми и карбонатными отложениями. В нижнем и верхнем триасе известны горизонты морских отложений, оставленные кратковременными трансгрессиями из Средиземноморского пояса.

Раннеюрско-кайнозойский этап примерно соответствует альпийскому тектоническому этапу. На этом этапе снова произошла перестройка структурного плана платформы. Области прогибания теперь появились на юге платформы (рис. 99). Это Ульяновско-Саратовский прогиб, Украинская синеклиза, Причерноморская впадина. По-прежнему происходило прогибание Польско-Литовской синеклизы. Об-

ласть же Восточно-Русской впадины стала областью устойчивых поднятий. Другая меридиональная полоса поднятий протягивалась от Воронежа на Ставрополь. Соответственно и процессы осадконакопления развивались в южной половине платформы. Накопившиеся здесь отложения тесно связаны с мезо-кайнозойскими отложениями Скифской плиты, так как история этих соседних областей в мезо-кайнозое очень похожа.

В позднем мелу прогибание происходило уже только на юге, а в последующее время области поднятий постепенно разрастались и к концу плиоцена поднялась вся платформа.

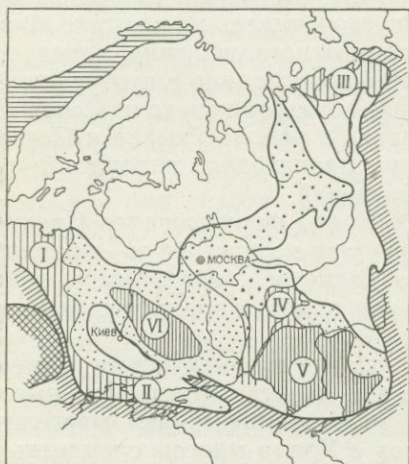
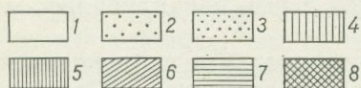


Рис. 99. Основные структуры Восточно-Европейской платформы на альпийском этапе развития (по М. В. Муратову, с упрощением).

1 — области устойчивых поднятий; 2 — позднеюрские прогибы; 3 — области слабого прогибания в юрском и меловом периодах; 4 — позднемеловые прогибы (I — Польско-Литовская впадина, II — Причерноморская впадина, III — Печорская синеклиза, IV — Ульяновско-Саратовская впадина); 5 — основные палеогеновые прогибы (V — Прикаспийская синеклиза, VI — Украинская впадина); 6 — герциниды; 7 — каледониды; 8 — геосинклинали



В ранней юре осадки накапливались только в Украинской и Прикаспийской синеклизах и в Причерноморской впадине. Здесь образовались толщи континентальных отложений с линзами и прослоями бурых углей, а в Украинской синеклизе — и морские песчано-глинистые отложения.

В средней юре прогибание охватило южную, западную и северо-восточные области платформы и сюда с юга, востока и севера проникло море. Оно заняло наибольшую площадь в начале поздней юры, когда эти трансгрессии слились, образовав огромное море. В этом море в средней и в поздней юре накапливались темные глины, пески, фосфориты, горючие сланцы. В Прикаспийской синеклизе юра имеет мощность до 1 км, и здесь отложения верхней юры содержат нефть и газ.

В конце юры произошло поднятие, площади, занятые морем, постепенно сократились, и в поздневолжском веке и раннем мелу оно протягивалось широкой полосой от Прикаспийской синеклизы до Черноморской впадины. В нем накапливались песчано-глинистые отложения с большим количеством фосфоритовых конкреций. В Прикаспийской синеклизе нижнемеловые отложения имеют наибольшую мощность — 800 м и с ними связаны месторождения нефти.

В конце апта и в начале альба структурный план платформы изменился, произошло прогибание южной половины платформы, и здесь в теплом открытом море, начиная с туронского века, накапливались карбонатные, кремнистые и терригенные отложения, образовавшие известняки, белый писчий мел, иногда опоки и трепел и еще реже пески и песчаники с фосфоритами. Наибольшую мощность они имеют в Прикаспийской, Украинской и Польско-Литовской синеклизах (до 1 км).

В конце мела, уже в маастрихтском веке началось поднятие платформы, произошло сокращение площадей осадконакопления, и датский ярус распространен только в Прикаспийской и Украинской синеклизах.

В *кайнозое* осадконакопление происходило только на юге платформы, причем поднятие охватывало все большие площади, а области осадконакопления сокращались.

Палеогеновые отложения распространены в Прикаспийской, Украинской и Причерноморской синеклизах, Ульяновско-Саратовском прогибе, на Украинском щите и Воронежской антеклизе. Представлены они глауконитовыми песками и песчаниками с фосфоритами, опоками, трепелами, диатомитами, мергелями и глинами. На Украине, в районе Никополя, в основании олигоцена развиты марганцевые руды, а в позднем палеоцене Украинской синеклизы и в эоценовых отложениях на востоке Украинского щита имеются угли.

Палеогеновые отложения Причерноморской впадины похожи на палеогеновые отложения Скифской плиты (Предкавказье). В этих областях широко распространены песчаники, известняки, мергели и глины эоцена и глины олигоцена. В Предкавказье эти глины относятся уже к майкопской серии (неоген).

Наибольшую мощность (до 1,3 км) палеогеновые отложения имеют в Прикаспийской синеклизе.

Значительная часть палеогеновых отложений накапливалась в море, которое проявилось на юге платформы после раннего палеоцена. Трансгрессия достигла наибольшего развития в олигоцене. Однако морской бассейн не был устойчивым, в результате чего происходила частая смена фациальных условий. Поэтому сопоставлять и увязывать разрезы палеогена и в пределах СССР, и с западноевропейскими не всегда возможно, что привело к созданию местных стратиграфических шкал.

В середине олигоцена произошло поднятие платформы и регрессия моря. В конце палеогена оно осталось только в Прикаспийской и Украинской синеклизах.

Неогеновые отложения распространены на платформе также на юге, но значительно меньше, чем палеогеновые, так как большая часть платформы в неогене была приподнятой сушей, причем в неогене продолжалось поднятие платформы и сокращение площади осадконакопления.

Отложения неогена есть в Прикарпатье, где они тесно связаны с отложениями неогена Предкарпатского прогиба, в Причерноморской впадине, Прикаспийской синеклизе, в Среднем Поволжье, и в долинах Дона, Оки и Камы.

Миоцен представлен разнообразными фациями, так как в миоцене обстановка на юге платформы часто менялась, Черноморско-Каспийский бассейн то расширялся, то сокращался в своих размерах и связь его со Средиземноморским бассейном неоднократно прерывалась. Нижний миоцен на платформе отсутствует. Средний и верхний миоцен сложены кварцевыми и глауконитовыми песками и глинами, известняками, среди которых много рифогенных мшанковых и водорослевых известняков (Западная Украина, Молдавия и др.), мергелями, ракушняками, гипсом, ангидритом. Из всех ярусов среднего и верхнего миоцена более широко распространены отложения тортонского, сарматского и меотического ярусов. В это время на юге платформы были распространены мелководные моря с различной соленостью, обычно опресненные, а сарматское море вообще было изолированным озером — морем. Мощность миоцена не превышает 350 м.

Плиоцен распространен только в Прикаспийской синеклизе и по побережью Черного моря.

В понтическом веке еще сохранялся единый Черноморско-Каспийский бассейн и в нем накапливались ракушняки и значительно реже

песчано-глинистые отложения и мергели. В конце понтического века этот единый бассейн разделился на два — Черноморский и Каспийский, история которых в последующее время была разной. *Черноморский бассейн* в плиоцене оставался в пределах, близких к современным. Лишь по берегам Черного моря известны маломощные пески и глины плиоцена. История *Каспийского бассейна* была более сложной. В конце раннего плиоцена он занимал область современной глубоководной части Южного Каспия, в начале ачкагыльского века была большая трансгрессия, когда этот бассейн стал больше, чем современный Каспий и море по долинам Волги и Камы проникало далеко на север, до Уфы и Казани. Вторая, апшеронская трансгрессия была меньшей, и море доходило только до Саратова и Уральска.

Плиоцен представлен обычно песками и глинами, реже мергелями, а понтический ярус, как уже говорилось выше, — ракушняками. Мощность плиоценовых отложений не превышает 750 м.

Четвертичная система сложена различными континентальными отложениями, среди которых преобладают ледниковые и аллювиальные, а по берегам северных и южных морей распространены морские песчано-глинистые и галечниковые отложения, слагающие морские террасы. Ледниковые отложения представлены моренами трех больших покровных оледенений: окского (ранний плейстоцен), которое распространилось с севера до Белоруссии, Москвы, Калуги, Перми, днепровского (средний плейстоцен), когда ледник спускался по Дону и Днестру до 50° с. ш., и валдайского (поздний плейстоцен), доходившего до широт Калинина. Об оледенении северного полушария в плейстоцене достаточно обстоятельно было написано на с. 172.

Магматические процессы на этом этапе развития платформы не происходили.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ СТРУКТУР

ЩИТЫ

Балтийский щит. В пределах СССР располагается меньшая, восточная часть щита, в области которой выделяют три массива: Беломорский, Кольский и Карельский.

Структуры *Беломорского массива* сформировались в архее в результате беломорской складчатости. Это куполовидные или неправильной формы поднятия, антиклинальные структуры с пологим залеганием пластов в сводовых частях и более крутым, сложным залеганием на крыльях, а рядом с разломами развиты крутые сжатые складки. Они имеют преимущественно северо-западное простираие.

Структуры *Кольского и Карельского массивов* образованы в протерозое в результате карельской складчатости. Они образуют крупные антиклинории и синклинории — *Восточно-Карельский, Западно-Карельский синклинории и Центрально-Карельский антиклинорий в Карельской зоне и Печенго-Варгузскую и Кейвскую синклинальные зоны и Верхнепонойскую антиклинальную зону* на Кольском полуострове.

На севере Кольского полуострова и п-ове Рыбачий развиты байкальские структуры — сильно сжатые асимметричные мелкие складки, сложенные рифейскими отложениями.

Украинский щит. В его центральной части выделяется *Бугско-Днепровская складчатая система*, образованная в архее. Она образует срединные массивы, между которыми протягиваются зоны протерозойской складчатости. Для архейских антиклинальных и синклинальных структур характерно северо-западное простираие.

В раннем протерозое сформировалась сложная складчатая система *саксаганид* субмеридионального простирания, образующая сложный синклиниорий. Он слагает центральную часть щита. Эта система чешуйчатых складок прорвана крупными массивами гранитов, вокруг которых развиты зоны мигматизации.

В северо-западной части щита, в *Приазовье*, а местами и в центральной части щита развиты самые молодые складчатые структуры (*волинские*), имеющие субширотное простирание и осложняющие более древние структуры. Эти молодые структуры прорваны крупными массивами гранитной и щелочной магмы.

АНТЕКЛИЗЫ

Воронежская антеклиз а. Она начала формироваться с девона, когда началось активное прогибание Московской синеклизы. В результате образовалось северное крыло антеклизы. Южное ее крыло сформировалось за счет развития Днепровско-Донецкого авлакогена.

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 в русле р. Дон иногда даже обнажен. Воронежская антеклиз а хорошо изучена в районе Курской магнитной аномалии, где она разбурена большим количеством скважин и вскрыта многочисленными горными выработками.

В фундаменте Воронежской антеклизы выделяется два крупных синклинория: *Западный* по линии Белгород—Смоленск и *Восточный* по линии Старый Оскол—Орел, сложенные джеспилитами.

В чехле Воронежской антеклизы на ее восточном склоне развиты дислокации, образующие *Дон-Медведицкий вал* и *Саратовские поднятия*.

Волго-Уральская антеклиз а. В рифее на месте этой антеклизы существовал Волго-Уральский выступ фундамента, ограниченный авлакогенами: *Пачелмские* и *Ярославско-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 антеклиз а появилась лишь в конце палеозоя и начале триаса как остаточная структура между областями более активного прогибания — Московской и Прикаспийской синеклиз ами. Тогда же, в конце палеозоя, в результате дифференцированных движений отдельных блоков фундамента сформировались основные тектонические структурные элементы Волго-Уральской антеклизы — своды, поднятия, прогибы.

Самый крупный *Токмовский свод* расположен на западе антеклизы. На востоке выделяется *Татарский свод*, на юге — *Жигулевско-Пугачевский* и на севере — *Котельническое* и *Коми-Пермяцкое поднятия*. Между Токмовским и Татарским сводами расположены *Мелекесский* и *Казанско-Сергиевский прогибы*. Древний *Пачелмский авлакоген* отделяет Токмовский свод от Воронежской антеклизы. В чехле антеклизы развиты многочисленные валы: *Окско-Цнинский*, *Вятский*, *Жигулевский*, *Камский* и другие, и флексуры: *Бугурусланская*, *Бузулукская*, *Токаревская* и др. Полоса флексур отделяет антеклизу от Прикаспийской синеклизы. Это зона «*Перикаспийских дислокаций*» — *Жадовская*, *Волгоградская* и другие флексуры.

Белорусская антеклиз. Это пологое, сравнительно просто построенное поднятие фундамента, вытянутое с юга на север. Оно разделяет Московскую и Польско-Литовскую синеклизы. На восточном крыле антеклизы расположен Оршанско-Крестцовый авлакоген. Латвийская седловина соединяет антеклизу 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. Он полого погружается в сторону Московской и Балтийской синеклиз. Южный склон антеклизы более крутой.

Тиманское поднятие. В области Тимана фундамент имеет байкальский возраст. Его выходы образуют узкую полосу, протягивающуюся от п-ова Варангер до Предуральяского прогиба.

На Тимане протерозойские отложения представлены геосинклинальными образованиями, включающими интрузии гранитов, сениитов, диоритов. Мощность 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. В девонских отложениях широко развиты базальтовые покровы. Палеозойские отложения смяты в сравнительно простые складки. Мезозойские и кайнозойские отложения (нижний триас, юра, нижний мел и четвертичные отложения) морского и континентального происхождения залегают почти горизонтально.

Очень широко развиты на Тимане глубинные разломы девонского возраста, которые и были проводящими путями магмы.

СИНЕКЛИЗЫ

Московская 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 п-ова Канин (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*, к северо-востоку от которого развита система соляных куполов — *Сереговские купола* — с ядрами девонской соли. Московская синеклиза — очень древняя впадина, заложившаяся над Московским и Среднерусским авлакогенами еще в венде. Современные ее контуры наметились в конце палеозоя.

Авлакогены имеют сложное строение. Они состоят из системы прогибов, ограниченных разломами, и заполнены мощной (до 3 км) толщей рифейских отложений.

Глубина залегания фундамента в Московской синеклизе до 4 км.

Прикаспийская синеклиза (см. рис. 99). Она расположена в юго-восточном углу платформы. Имеющиеся геологические и геофизические данные позволяют предполагать, что эта синеклиза заложилась на глубоко погруженных и раздробленных байкальских структурах. Ее относят к перикратонным прогибам*.

Глубина погружения складчатого фундамента синеклизы по геофизическим данным составляет 18—20 км. Он резко, ступенями опускается по краям синеклизы, а в чехле над этими зонами развиты флексуры, осложненные валами. Система таких флексур — *Прикаспийские дислока-*

* Исследования последних лет позволяют считать, что в области Прикаспийской синеклизы отсутствует «гранитный» слой, и платформенный чехол лежит непосредственно на «базальтовом» слое, как это имеет место в котловинах Черного и Каспийского морей.

ции — отделяет Прикаспийскую синеклизу от Волго-Уральской антеклизы. С запада она ограничена *Заволжской флексурой*, на востоке и юго-востоке — Предуральским и Северо-Устюртским прогибами, на юге по зонам разломов она граничит со Скифской плитой.

Строение фундамента, а также строение нижних горизонтов осадочного чехла выявляют только геофизическими методами. Гравиметрическими и сейсмическими 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 структурные этажи.

В нижнем этаже чехла устанавливаются три основные крупные структуры: *Восточная моноклинал*, развитая в пределах Эмбенского плато, *Урало-Волжская депрессия* и разделяющая их *Уральская флексура*.

Для верхнего этажа чехла, который начинается с кунгурских отложений, характерна соляная тектоника. Прикаспийская синеклиза по интенсивности соляной тектоники является уникальной: в ее пределах уже обнаружено свыше тысячи закрытых и открытых соляных куполов, в том числе соляные купола — гиганты, имеющие площадь до сотен квадратных километров и высоту соляного штока 8—10 км. Соляные ядра куполов сложены кунгурской, а возможно, и девонской каменной солью и редко калийными солями. В породах, перекрывающих соляные купола, развиты системы кольцевых и радиальных сбросов.

Днепровско-Донецкая впадина. 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*). Эта впадина представляет собой часть Днепровско-Донецкого авлакогена (авлакогена Большого Донбасса), сформировавшегося в девоне и ограниченного с северо-востока и юго-запада зонами глубинных разломов. В мезозое над Днепровско-Донецким авлакогеном за счет опускания прилежащих частей Украинского щита и Воронежской антеклизы сформировалась *Украинская синеклиза*. Опускание сопровождалось образованием ступенчатых сбросов, по которым 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 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. 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.

Печорская синеклиза расположена между Тиманом, Пай-Хоем и Уралом. Эта синеклиза начала формироваться на байкальском фундаменте уже в начале палеозоя. В девоне примерно в осевой части синеклизы был глубокий авлакоген, в котором и накопилась мощная (более 4 км) толща девонских отложений. Затем здесь образовалась 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 (над девонским авлакогеном), образуют *Печорскую гряду*. В юго-западной части синеклизы выделяется *Ухтинская тектоническая ступень*, осложненная рядом сравнительно небольших поднятий. *Усинский свод* выявлен аэромагнитными методами на северо-востоке синеклизы. Очевидно, он явился жестким упором, обусловившим резкий изгиб Урала в районе Воркуты.

ДОНБАСС

Донбасс занимает юго-восточную часть авлакогена Большого Донбасса. Его складчатые структуры в юго-восточном направлении погружаются под покров мезо-кайнозойских отложений Скифской плиты. На северо-западе они также перекрываются более молодыми образованиями и постепенно переходят в платформенные структуры Днепровско-Донецкой впадины.

Среди тектонических структур Донбасс занимает особое место, и его природа разными исследователями понимается по-разному. Наиболее распространенная точка зрения принадлежит Н. С. Шатскому. Он отделил Донбасс к структурам типа краевых прогибов. Этот прогиб отделяет докембрийскую Восточно-Европейскую платформу от герцинских сооружений Скифской плиты. Он заложился в девоне как часть авлакогена Большого Донбасса. В последующее время в нем накопилась мощная толща отложений карбона, которые в результате герцинской складчатости были смяты (см. рис. 80), и на месте прогиба возникло складчатое сооружение — *Донецкий кряж*. Со складчатостью связан метаморфизм пород и углей Донбасса. Некоторые исследователи считают Донбасс особой внутриплатформенной геосинклинальной областью и даже мезозоидами, 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*; 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*, 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. Наиболее крупные из них развиты на северной и южной окраинах. *Главный северный надвиг* с амплитудой до 4 км простирается на восток до Каспийского моря (по данным А. Я. Дубинского). На юге развита система *Волновихских разломов*.

Донбасс — крупный угольный бассейн паралического типа, сформировавшийся в каменноугольное время. Его угли — каменные, антрациты и коксующиеся — имеют большую промышленную ценность.

Каменноугольные отложения распространены в Донбассе повсеместно и имеют мощность 10—12 км. Это песчано-глинистая толща, содержащая около 300 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_1^5 ; C_2^1 , C_2^2 , ..., C_2^7 ; C_3^1 , C_3^2 , 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 т. д. Заканчивается разрез карбона араукаритовой свитой Р (C_3^3). Она сложена континентальными пестроцветными песчано-сланцевыми отложениями, содержащими остатки стволов араукарий, и редкими прослоями известняков.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ, ОСОБЕННОСТИ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ

Все полезные ископаемые Восточно-Европейской платформы делятся на две большие группы: сформировавшиеся в доплатформенную стадию развития и 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 протерозоя. 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. Кроме никеля и меди из этих руд получают и другие элементы. Месторождения никеля есть и на Украинском щите. *Медь* и *никель* обнаружены и в ультраосновных породах докембрия Воронежской антеклизы. С протерозойскими гранитами на Кольском полуострове и Украинском щите связаны месторождения *олова* и *молибдена*.

В докембрии на Восточно-Европейской платформе образовывались и нерудные полезные ископаемые. 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 магматического 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 угли Донбасса и бурые угли Под-

* Существует также теория осадочного происхождения этих руд. Она принадлежит Н. М. Страхову.

московного бассейна. Огромные запасы имеет недавно открытый Камский угольный бассейн*. Все большее значение приобретают угли Львовско-Волынского бассейна и бурые палеогеновые угли Днепровско-го 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.

Давно открыты и разрабатываются месторождения нефти и газа Волго-Уральской области. Издавна добывается нефть на Ухте. Месторождения нефти и газа в Белоруссии, на Украине, в Днепровско-Донецкой впадине расположены преимущественно в девонских и лишь частично каменноугольных и пермских отложениях. Месторождения нефти в Латвийской ССР связаны с ордовиком. 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 Эстонии, Ленинградской области, Белоруссии, в Поволжье, 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, Днепровско-Донецкий прогиб). Много солей в девонских отложениях (Днепровско-Донецкий и Припятский прогибы). 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 в области Токмовского поднятия).

Особое положение занимают полезные ископаемые, связанные с магматическими процессами, происходившими уже в платформенную стадию развития Восточно-Европейской платформы. Они еще мало изучены. Из этих полезных ископаемых пока что исключительно важное значение имеют месторождения *апатита и нефелина*, связанные с щелочными породами Кольского полуострова, интрузии которых образовались в девоне.

Из этого далеко не полного описания полезных ископаемых Восточно-Европейской платформы следует, что подавляющее большинство нерудных месторождений сосредоточено в осадочном чехле 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 значительно 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.

* Пласты угля здесь имеют мощность до 25 м, но лежат они на глубине около 1 км. Угли бурые.

СИБИРСКАЯ ПЛАТФОРМА

Сибирская платформа расположена между рр. Енисей и Лена, южной оконечностью оз. Байкал и Хатангским прогибом (рис. 100). Она занимает западную часть Восточной Сибири. Эта платформа менее изучена, чем Восточно-Европейская, хотя за последние 25 лет здесь проведен большой объем работ: геологические площадные съемки, геофизические и буровые работы.

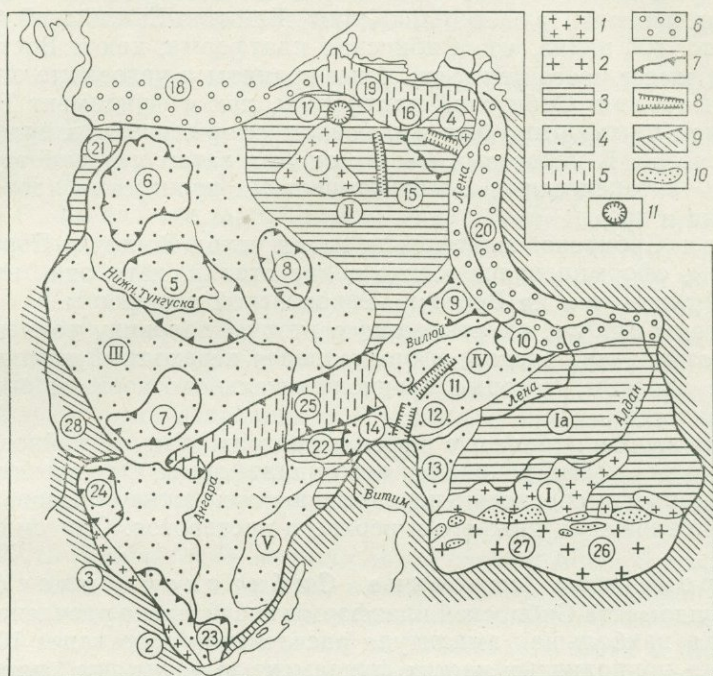


Рис. 100. Схема основных структур Сибирской платформы.

1 — выступы фундамента; 2 — фундамент, подвергшийся многократной магматической переработке; 3 — относительно приподнятые участки; 4 — относительно опущенные участки; 5 — пологие прогибы, выполненные мезозойскими отложениями; 6 — прогибы, сложенные юрой и мелом; 7 — контуры отдельных впадин; 8 — грабены; 9 — границы платформы; 10 — грабенообразные юрские впадины; 11 — астроблемы; цифрами в кружках обозначены основные структуры (см. в тексте)

Границы платформы. На западе граница Сибирской платформы проходит вдоль Енисея, от г. Красноярска на юге до Енисейского залива (севернее Норильска) на севере. Иногда ее проводят и западнее Енисея на 100—200 км (и даже 300 км), основываясь на геофизических данных и данных небольшого числа буровых скважин. От Енисейского залива граница поворачивает почти под прямым углом и следует к устью Хатанги, а затем к устью Лены. И здесь, основываясь на таких же данных, ее иногда проводят внутри Усть-Енисейской и Хатангской впадин. От устья Лены граница платформы снова под прямым углом поворачивает к югу и по Предверхоаянскому прогибу (20)* проходит вдоль Лены до впадения в нее Алдана и Сеттэ-Дабанского антиклинория. С последним она граничит по зоне разломов (*Нельканский краевой шов*). В области этого антиклинория граница платформы, сделав еще один поворот, проходит уже в меридиональном направлении и выходит к пос. Аян, немного не достигая Охотского моря. Отсюда она поворачивает на запад и проходит по границе Станового хребта с Тукурингро-Джагдинским антиклинорием. В верховьях р. Чары, восточнее

* Здесь и ниже в скобках указаны номера структур на последующих рисунках.

Байкало-Потомского нагорья, граница резко поворачивает на север и протягивается в меридиональном направлении. Огибая Байкало-Потомское нагорье, она резко изгибается к юго-западу и вдоль северо-западных подножий Байкальского и Приморского хребтов тянется к южной оконечности оз. Байкал. Далее она поворачивает на северо-запад и вдоль Главного глубинного разлома Восточных Саян выходит снова к Красноярску.

Существует и иная точка зрения, впервые высказанная Н. С. Шатским, который еще в 1932 г. наметил и обосновал границы Сибирской платформы, включив в нее байкалиды Байкало-Енисейской области.

На рис. 100 видно, что Сибирская платформа, как и Восточно-Европейская, имеет часто прямолинейные границы и угловатые очертания.

Фундамент Сибирской платформы, как и фундамент Восточно-Европейской платформы, был в основном сформирован в архее — раннем протерозое. В некоторых местах он был затем переработан более молодыми тектоническими и магматическими процессами (зона Станового хребта и др.).

Чехол Сибирской платформы, как и чехол Восточно-Европейской платформы, сформировался также в две стадии, хотя они выражены менее отчетливо, чем на Восточно-Европейской платформе.

В *первую стадию*, охватывающую вторую половину раннего протерозоя и поздний протерозой, сформировался переходный комплекс. Он заполняет прогибы, которые предположительно относят к структурам типа авлакогенов.

Вторая стадия началась с рифея и продолжалась до кайнозоя включительно. В это время накопился чехол платформы. Отложения чехла с резким угловым несогласием перекрывают архейские образования фундамента и отложения нижнего и верхнего протерозоя. Они смяты очень слабо.

Современное строение Сибирской платформы. Рельеф фундамента Сибирской платформы значительно расчленен. Предполагаемая наибольшая амплитуда расчленения составляет 10—12 км. В наиболее приподнятых частях фундамент выходит на поверхность. Самые крупные поднятия — *Алданский щит* (I) на юго-востоке, *Анабарский массив* (1) на северо-востоке и *сводовое поднятие Станового хребта* (26). Сравнительно небольшие выступы фундамента известны на *Анабарской антеклизе* (II), в *Бирюсинском* (3), *Шарыжалгайском* (2) и *Оленекском* (4) *поднятиях*. Во всех остальных областях платформенного фундамента перекрыт чехлом большей или меньшей мощности.

В нижнем этаже платформенного чехла (переходный комплекс) выделяются структуры типа авлакогенов. К ним предположительно относятся *Кемпендяйский* (11), *Уринский* (12), *Уджинский* (15), *Кютюндинский* (16) и другие грабены.

В верхнем этаже платформенного чехла областями глубокого погружения фундамента являются *Тунгусская* (III) и *Вилюйская* (IV) *синеклизы*, *Иркутская* (23), *Канская* (24), *Березовская* (13) и *Нюйская* (14) *впадины*, *Ангаро-Ленский* (V), *Хатангско-Пясинский* (18), *Лено-Анабарский* (19) и плоский узкий *Ангаро-Вилюйский* (25) *прогибы*. Ангаро-Ленский прогиб отделен от Нюйской впадины *Пеледуйским поднятием* (22). В пределах Алданского щита расположены сравнительно небольшие впадины и прогибы — *Чульманский грабенообразный прогиб* (27), *Токинская* и другие впадины. Кроме вышперечисленных имеются и другие структуры, которые будут охарактеризованы ниже.

ГЛАВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ЕЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Историю Сибирской платформы, также как и историю Восточно-Европейской платформы, можно разделить на три стадии: геосинкли-

нальную, авлакогенную и плитную, хотя авлакогенная стадия выделяется не столь отчетливо, как на Восточно-Европейской платформе. Возможно, что это связано с меньшей изученностью Сибирской платформы. *Геосинклинальная стадия* охватывала архей — ранний протерозой. В это время сформировался фундамент платформы. *Авлакогенная стадия* — время формирования глубоких грабенообразных впадин — была во второй половине раннего протерозоя и в позднем протерозое. *Плитная* началась в конце рифея и в венде и продолжается до сих пор. На этой стадии образовались синеклизы, прогибы и впадины, в которых накопился осадочный чехол платформы мощностью до 8—10 км.

СТРОЕНИЕ ФУНДАМЕНТА И ИСТОРИЯ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ

Докембрийский фундамент платформы обнажается на больших площадях в Алданском щите и Анабарском массиве. Из всех образований докембрия особенно широко развит архей.

Архей *Алданского щита* сложен силлиманитовыми, кордиеритовыми, дистен-корундовыми и другими гнейсами, гранулитами*, кристаллическими сланцами, чарнокитами, амфиболитами. Эти породы образовались из осадочных и вулканогенных пород в результате очень сильного метаморфизма. Их абсолютный возраст 3,5—2,6 млрд. лет. Распространены они в восточной части Алданского щита. Как и архей Восточно-Европейской платформы, эти породы слагают очень своеобразные структуры, образовавшиеся в условиях пластичного состояния вещества, — гнейсовые купола, овалы и др. Мощность архея составляет более 20 км. Толща эта делится на три серии: *иенерскую*, *тимптонскую* (*чарнокитовую*), *джелтулинскую*, которые в свою очередь делятся на ряд свит.

В области *Анабарского массива* архей сложен мощной толщей (более 15 км) гиперстеновых гнейсов, плагиогнейсов, биотит-гранатовых и гранат-гиперстеновых гнейсов, мраморов, кальцифиров, которые хорошо сопоставляются с архейскими толщами Алданского щита и делятся на ряд свит (*далдынскую*, *верхнеанабарскую*, *хапчанскую*).

Протерозойские отложения залегают с резким несогласием на архейских. Из протерозойских отложений распространены в основном только нижнепротерозойские.

В *Олекмо-Витимской зоне* нижний протерозой, мощностью до 4 км, сложен метаморфизованными вулканогенно-терригенными и кремнисто-железистыми образованиями. Они накапливались в узких шовных прогибах геосинклинального типа. В области *Оленекского поднятия* к нижнему протерозою относятся слабо метаморфизованные песчано-сланцевые толщи мощностью до 3 км, прорванные гранитами.

Строение фундамента платформы в закрытых областях мало известно. Магнитометрические данные позволяют предположить глыбовое строение архейского фундамента, а также более древний (раннеархейский) возраст фундамента в западной части платформы. Есть также данные, позволяющие говорить о том, что архей Алданского щита и Анабарского массива представляет единый блок, который в области Вилюйской синеклизы зоной разломов или зоной байкалит делится на две глыбы. В районе Иркинеево — Чадобец существует широтная зона разломов, которая отделяет Тунгусскую глыбу от Иркутской.

* Гранулиты — это метаморфические породы с тонкозернистой структурой и гнейсовидной текстурой, кислого состава, состоящие из кварца, плагиоклаза, калиевого шпата, граната и иногда небольшого количества силлиманита, кианита, герцинита.

СТРОЕНИЕ ПЛАТФОРМЕННОГО ЧЕХЛА И ИСТОРИЯ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ

Как уже говорилось выше, на Сибирской платформе выделяются структуры типа авлакогенов. Они наложены на архейское основание и заполнены нижнепротерозойскими отложениями, которые образуют про-топлатформенный чехол — древнейший чехол платформы.

На западе Алданского щита, в Олекмо-Витимской зоне, эти отложения выполняют большой Кодаро-Удоканский прогиб и ряд небольших грабенообразных впадин. На архейских образованиях нижнепротерозойские отложения залегают в этих прогибах с резким угловым несогласием. В *Кодаро-Удоканском прогибе* нижний протерозой представлен *удоканской серией*, которая имеет большую мощность (до 13 км) и состоит в основном из разнообразных терригенных и карбонатных пород, превращенных в кристаллические сланцы. Для этих пород характерна промышленная меденосность. Их абсолютный возраст 2600—1900 млн. лет. Они прорваны гранитами. Толща эта имеет ритмичное строение и пологое залегание. К нижнему протерозою относятся также осадочные и вулканогенно-осадочные толщи *Уджинского* и, возможно, других грабенов.

Типичный чехол начал накапливаться на Сибирской платформе в рифее. В это время образовывались обширные плоские впадины и поднятия и лишь в отдельных местах существовали грабенообразные прогибы.

В общем историю формирования чехла платформы можно разделить на несколько этапов, соответствующих комплексам отложений, на которые разделен чехол: 1) рифейский, 2) вендско-силурийский, 3) девонско-каменноугольный, 4) среднекаменноугольный-позднетриасовый, 5) юрско-меловой и 6) кайнозойский.

Рифейский этап. Рифейские отложения выходят на севере и востоке *Алданского щита*, на *Анабарском массиве* и *Оленекском поднятии*, а также вскрыты скважины в *Иркутском амфитеатре*. Они очень слабо смяты и на более древних породах залегают с резким угловым несогласием. Лучшее всего рифей изучен в *Учуро-Майском районе* на юго-востоке платформы, где к нему относят три комплекса (*маймаканский*, *якутский*, *кимайский*) обломочных и карбонатных отложений, для которых характерно ритмичное строение. Мощность рифея до 4 км. Такие же комплексы карбонатных и терригенных отложений слагают рифей и в области Анабарского массива, и на Оленекском поднятии. Все эти отложения накапливались в большом мелководном море*, которое покрывало в рифее почти всю платформу.

В рифее образовались небольшие интрузии диабазов и габбро-диабазов (*Алданский щит*, *Анабарский массив*, *Оленекское поднятие*).

Вендско-силурийский этап. Для этого этапа развития платформы характерны повсеместное погружение и большая трансгрессия в начале этапа, а затем ясно выраженное поднятие и постепенное сокращение площадей, занятых морем, и площадей осадконакопления. Накануне венда, очевидно, произошла перестройка структурного плана платформы, сформировался Ангаро-Ленский прогиб и выделились некоторые главные структуры платформы.

В венде и раннем палеозое областями прогибания на платформе были: Ангаро-Ленский прогиб, область между Анабарской и Оленекской антеклизмами, очевидно, области Вилюйской и Тунгусской синеклиз и северного склона Алданского щита. Особенно активно прогибался Ангаро-Ленский прогиб.

* Для этих отложений характерны трещины усыхания, следы капель дождя, знаки ряби, что указывает на образование их в прибрежной мелководной зоне.

Вендские отложения выходят на поверхность на восточном склоне *Алданского щита*, на *Анабарском массиве*, *Оленекском поднятии*, на западной окраине Тунгусской синеклизы (на склонах соседних поднятий — Енисейского, Туруханского и др.) и на юге *Ангаро-Ленского прогиба*. На более древних отложениях они залегают с размывом и угловым несогласием.

В разных областях платформы к венду относят свиты, имеющие местные названия: *юдомская* — на востоке, *ушаковская* — в Ангаро-Ленском прогибе и т. д. Эти свиты сложены в основании конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами, которые накопились в мелководном море, на что указывают знаки ряби, трещины усыхания, многочисленные размывы и др. Эти образования слагают то большую, то меньшую часть разреза, а выше разрез обычно сложен карбонатными отложениями — водорослевыми известняками и доломитами. Мощность венда до 2—3 км.

На Оленекском поднятии и на востоке Алданского щита известны дайки и силлы трапповой формации, а на Алданском щите и ультраосновные щелочные интрузии.

Кембрийские отложения распространены на Сибирской платформе очень широко и во многих местах выходят на поверхность — на северном склоне *Алданского щита*, в *Ангаро-Ленском прогибе*, в *Оленекском поднятии*, на склонах *Анабарского массива* и в других местах. На вендских отложениях они залегают согласно, образуя с ними единую толщу*. Очевидно, в кембрии сохранился тот же структурный план, который был в венде. Кембрийские отложения представлены в основном карбонатными породами, в том числе рифовыми и битуминозными известняками, а также гипсоносными и соленосными отложениями, особенно характерными для ленского яруса. Значительно реже встречаются песчано-глинистые отложения. Соленосные и гипсоносные толщи мощностью около 3 км слагают ленский ярус в Ангаро-Ленском прогибе, который в кембрии развивался как байкальский краевой прогиб, отделивший байкалиды Байкальской складчатой области от Сибирской платформы. Такие же отложения, но меньшей мощности, известны на западе Тунгусской синеклизы и на западе северного склона Алданского щита.

В общем в кембрии на платформе существовало очень мелководное эпиконтинентальное море, которое часто и на значительных пространствах, особенно на юге, сменялось лагунами. Происходило также постепенное поднятие платформы, и в позднем кембрии море сохранялось только в северных районах платформы.

Ордовикские отложения распространены на Сибирской платформе также широко, хотя и меньше, чем кембрийские. Их выходы известны в Ангаро-Ленском и Березовском прогибах, по окраинам Тунгусской и Вилуйской синеклиз, т. е. примерно там же, где и кембрийские.

Ордовик чаще всего представлен карбонатными отложениями — известняками, доломитами, мергелями, которые резко преобладают в центральных областях платформы. В северо-восточной части платформы в нижнем ордовике встречаются гипсоносные отложения. На юге весь ордовик сложен преимущественно обломочными породами, нередко крупнозернистыми, иногда красноцветными, с гипсом, трещинами усыхания, знаками ряби мелководья. В восточной части платформы в среднем ордовике встречаются прослойки фосфоритов. Верхние горизонты верхнего ордовика на платформе отсутствуют.

Таким образом, в начале ордовика на платформе существовало мелководное море, которое постепенно сокращалось в размерах и к кон-

* Вендские отложения лишь недавно выделены из состава кембрийских.

цу ордовика полностью оставило платформу. Мощность ордовикских отложений не превышает 0,8 км.

Силурийские отложения распространены на платформе значительно меньше, чем ордовикские. Области их развития — северная и западная части платформы. На ордовикских отложениях они залегают с размывом и стратиграфическим перерывом (отсутствуют нижние горизонты силура). Очевидно, поднятие, происходившее в позднем ордовике, продолжалось и в начале силура.

Силурийские отложения выходят на поверхность на юго-западе и северо-западе платформы. Нижний силур представлен известняками и доломитами с богатой фауной брахиопод и кораллов, значительно реже встречаются песчаники и алевролиты. На северо-востоке в основании толщи отмечается горизонт граптолитовых сланцев. Очевидно, в раннем силуре на платформе снова была трансгрессия. Однако море удерживалось недолго. В позднем силуре произошло поднятие платформы, связанное с поднятием каледонид Урало-Монгольского пояса; верхний силур на юго-западе (Иркутский амфитеатр) представлен уже пестроцветными терригенными гипсоносными отложениями, и только на северо-западе верхний силур сложен известняками и доломитами. Очевидно, здесь в позднем силуре еще сохранялось море. Верхняя часть силура повсеместно размывта.

Девонско-раннекаменноугольный этап. В это время платформа была в общем приподнятым континентом, на котором в целом ряде областей активно развивались магматические процессы.

В *девоне* прогибалась северная часть современной Тунгусской синеклизы, Лено-Анабарский прогиб, впадина в области современной Вилюйской синеклизы и Канская впадина.

Наиболее полно девон представлен в *Норильском районе* и по *р. Курейке*, где его мощность составляет 1—1,2 км. Нижний девон здесь сложен лагунными и континентальными красноцветными песчаниками и аргиллитами, а также доломитами с гипсом и ангидритом, а средний и верхний — алевролитами, песчаниками, битуминозными и другими известняками и доломитами, которые содержат остатки брахиопод. Они накапливались в море, которое появилось здесь в эйфельском веке.

В *Канской впадине* девон представлен мощной (до 5 км) толщей красноцветных песчаников, доломитов, мергелей, иногда гипсоносных отложений и базальтов и андезито-базальтов (траппы).

Терригенно-карбонатные породы с прослоями и силлами базальтов, их туфов и пеплов, а также соленосные отложения слагают девон в *Вилюйской синеклизе*.

Таким образом, в девоне Сибирская платформа была в основном высоко приподнятой сушей. Только на северо-западе было море, южнее которого протягивалась зона лагун. В *Кемпендяйской* (Вилюйская синеклиза) и *Канской впадинах*, на *Анабарском массиве*, *Оленекском поднятии* активно развивались магматические процессы. В этих областях, кроме базальтов, известны дайки долеритов и интрузии ультраосновной щелочной магмы.

Нижний карбон распространен очень мало на северо-западе, где он представлен известняками, мергелями и песчаниками *турнейского яруса*, мощность которого до 0,2 км. Очевидно, в турнейском веке на северо-западе была небольшая трансгрессия.

Среднекаменноугольный-позднетриасовый этап был временем значительных дифференцированных движений и формирования огромной Тунгусской синеклизы, а также системы ограничивающих ее разломов, с которыми в конце перми и раннем триасе был связан мощный трапповый вулканизм. Другой областью прогибания был Лено-Анабарский прогиб.

Тунгусская синеклиза сформировалась на месте ранее существовавшей впадины, но она заняла значительно большую площадь между Хатангским прогибом, Анабарским массивом, Енисейским и Турухано-Норильским поднятиями. Она заполнена толщей отложений, которые образуют здесь *тунгусскую серию*, формировавшуюся от среднего карбона до раннего триаса включительно.

Тунгусская серия делится на две свиты: нижнюю — продуктивную и верхнюю — вулканогенную.

Продуктивная свита (средний карбон — верхняя пермь) сложена песчано-глинистыми отложениями, глинистыми известняками, конгломератами и пластами угля. Рядом с интрузиями траппов угли метаморфизованы до графита. Эти породы накапливались на заболоченной равнине, куда изредка и ненадолго с севера-запада проникало море. Мощность продуктивной свиты от первых сотен метров до 1 км.

Вулканогенная свита имеет позднепермский и триасовый возраст. Она делится на две толщи: нижнюю — туфогенную (верхняя пермь) и верхнюю — лавовую (нижний триас). *Туфогенная* сложена агломератами*, туфами базальтов, порфиритов и андезитов, туффитами, туфопесчаниками, туфобрекчиями, туфоконгломератами. Изредка встречаются тонкие прослой осадочных пород. Мощность толщи от нескольких десятков метров до 800 м.

Лавовая толща сложена покровами базальтов, долеритов, андезито-базальтов, изредка андезитов, с прослоями туфов, туффитов, туфопесчаников и песчаников.

Одновременно с эффузивными процессами по окраинам Тунгусской синеклизы формировались многочисленные силлы, лакколиты, дайки, жилы, штоки и другие интрузии основной магмы. Мощность силлов от первых десятков метров до 0,5 км. С этими процессами связано и образование трубок взрыва, даек и жил, выполненных кимберлитами. Они широко распространены на Тунгусско-Вилюйской седловине, на юго-восточном склоне Анабарского массива и несколько меньше в некоторых других районах. Время их образования — поздний палеозой — начало мезозоя. Мощность лавовой свиты в центральных и северных районах синеклизы 2—3 км. На окраинах она резко уменьшается.

Трапповый вулканизм в конце палеозоя — в начале мезозоя развивался не только на Сибирской платформе, но и в области Западно-Сибирской плиты и на Таймыре. Таким образом, площадь развития этих процессов огромна — несколько миллионов квадратных километров.

В *Лено-Анабарском* прогибе в триасе накопились мелководные морские терригенные отложения мощностью до 1 км. Очевидно, сюда проникало море из Верхоянской геосинклинальной области.

Юрско-меловой этап — это время активного формирования Вилюйской синеклизы, которая развивалась в тесной связи с Предверхоанским прогибом. Формировались также Канская и Иркутская впадины, субширотный Ангаро-Вилюйский прогиб и целый ряд впадин на Алданском щите, продолжалось прогибание Лено-Анабарского прогиба. Таким образом, в начале юры произошла перестройка структуры платформы (рис. 101).

В *юре* в областях прогибания накопились толщи преимущественно континентальных отложений, с которыми нередко связана промышленная угленосность — Канская, Иркутская, Чульманская впадины, Вилюйская синеклиза. Только на северо-востоке и востоке во впадины проникало море и здесь образовались морские отложения. Юрские угленосные песчано-глинистые отложения в Вилюйской синеклизе имеют мощность до 1 км и образуют Ленский угольный бассейн, который по за-

* Агломераты — рыхлые скопления грубых неокатанных обломков горных пород и минералов, преимущественно вулканического происхождения.

пасам угля занимает одно из первых мест в мире и первое место в СССР. Особенно мощные угленосные отложения — до 4,5 км заполняют Чульманскую, Токинскую и другие впадины на Алданском щите. Они образуют Южно-Якутский угольный бассейн. Угленосные отложения в этих впадинах содержат покровы эффузивных пород и туфов трахитового состава.

В юре в области Алданского щита сформировались также дайки базальтов и гранитоидные и кислые щелочные интрузии, с которыми связаны месторождения золота. Магматические процессы развивались также в области Станового поднятия.

Меловые отложения распространены в Вилюйской синеклизе, Лено-Анабарском и Предверхоанском прогибах и во впадинах на Алданском щите. Очевидно, в мелу продолжалось прогибание этих областей, но, в отличие от юрского периода, морские осадки накапливались только на севере. В Вилюйской синеклизе толща меловых отложений мощностью более 2 км сложена исключительно континентальными отложениями. Нижний мел, как и юра, здесь угленосен.

На Алданском щите, в области Станового поднятия продолжалось формирование гранитоидных интрузий, а также штоков, даек и лакколлитов,

сложенных сиенитами, граносиенитами, гранит-порфирами, т. е. происходила магматическая активизация областей древней складчатости. В целом ряде впадин накопились угленосные отложения мощностью до 1,5 км.

Кайнозойский этап развития характеризуется неотектонической активизацией, которая особенно ярко выражена на юге платформы. Тектоническая активность этих областей сохранилась до настоящего времени. В результате этих движений сформировался значительно расчлененный современный рельеф платформы.

Палеогеновые и неогеновые отложения распространены на Сибирской платформе на очень ограниченных площадях и представлены континентальными отложениями.

В четвертичном периоде на платформе развивались покровные ледники, а на юге в некоторых впадинах происходило излияние базальтовых лав. Самое крупное самаровское оледенение распространялось до устья Подкаменной Тунгуски. Отсюда его граница поднималась к Хантагскому заливу.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТДЕЛЬНЫХ СТРУКТУР

ВЫСТУПЫ ФУНДАМЕНТА

Алданский щит. Он граничит на севере с Вилюйской синеклизой, в сторону которой происходит постепенное погружение древнего фундамента платформы, а на юге и северо-западе — со сводовым под-

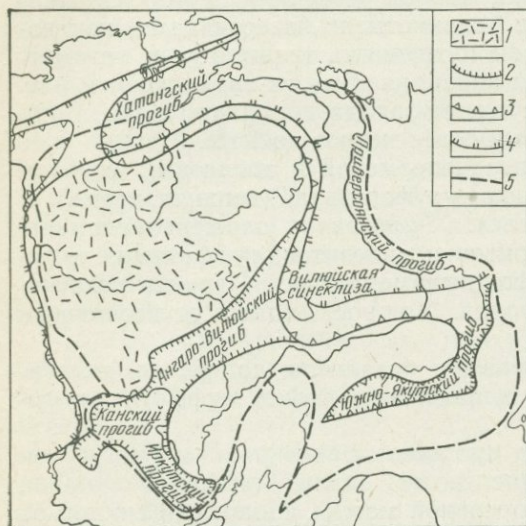


Рис. 101. Мезозойские прогибы на Сибирской платформе (составила И. А. Гречишникова).

1 — районы траппового вулканизма; 2—4 — контуры прогибов (2 — ранне-среднеюрских, 3 — среднеюрских, 4 — меловых); 5 — граница платформы

нятием Станового хребта и Байкальской складчатой зоной, от которых Алданский щит отделен зоной глубинных разломов. Эта система разломов протягивается почти в широтном направлении от р. Тимптон до п-ова Аян. Северный склон Алданского щита иногда выделяют как *Алданскую антеклизу* (см. Ia на рис. 100).

Толщи архея, слагающие Алданский щит, смяты в крупные антиклинальные и синклинальные складки, имеющие чаще всего северо-западное простирание.

В мезозое и кайнозое в области щита сформировался ряд впадин — Чульманская, Токинская и другие, а также интрузивные массивы основных и кислых пород.

Сводное поднятие Станового и Джугджурского хребтов расположено к югу от Алданского щита. В структурном отношении это поднятие представляет собой крупный Становой антиклинорий, сложенный глубоко метаморфизованными и очень резко дислоцированными породами архея. Этот антиклинорий сформировался в результате раннепротерозойской складчатости. Складки имеют преимущественно субширотное простирание. Иногда здесь встречаются реликтовые глыбы архейских чарнокитов. В юго-западном направлении структуры этой зоны постепенно переходят в каледониды Селенгино-Яблонево́й зоны.

В конце раннего протерозоя, в палеозое и мезозое эта область подвергалась тектонической и особенно значительной магматической переработке, и здесь образовались многочисленные гранитоидные и гранодиоритовые интрузии и узкие приразломные прогибы, в которых накапливались континентальные обломочные отложения.

Анабарская антеклиза (см. рис. 100). В пределах этой огромной антеклизы выделяются два поднятия фундамента: *Анабарский массив* и *Оленекское поднятие*. Это поднятие отделено от Анабарского массива *Уджинским грабеном*. *Кютюнединский грабен* делит это поднятие на два выступа. На северном склоне антеклизы выделяется *Попи-гайская кольцевая структура* (17) вулканического или метеоритного* происхождения.

В области Анабарского массива архейские метаморфические породы фундамента выходят на поверхность. Они резко смяты и образуют систему сложных складок северо-западного простирания.

Эти породы и структуры прослеживаются на юго-восток и хорошо сопоставляются с архейскими породами и структурами Алданского щита.

В области Оленекского поднятия выходят на поверхность слабо метаморфизованные сланцево-песчанитые толщи предположительно нижнего протерозоя, смятые в узкие крутые складки северо-западного простирания, прорванные интрузиями гранитоидов и габбро-диабазов.

СИНЕКЛИЗЫ

Тунгусская синеклиза (см. рис. 100). Это самая большая синеклиза Сибирской платформы, занимающая площадь около 1 млн. км². На западе она граничит с *Турухано-Норильским* (21) и *Енисейским* (28) *поднятиями*, на юго-востоке — с Ангаро-Вилуйским прогибом, на северо-востоке — с Анабарской антеклизой и на севере — с Хатангско-Пясинским прогибом.

Ее внутреннее строение очень сложно. В пределах этой синеклизы существует ряд впадин: *Туринская* (5), *Курейкская* (6), *Ванаварская* (7), *Верхневешуйская* (8) и другие, разделенные поднятиями. Очень

* Некоторые геологи считают, что эта структура образовалась в конце мела — начале палеогена в результате удара гигантского метеорита, и называют ее *астроблеймой*. На это указывают ее строение, характер пород и некоторые другие особенности.

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. Другая — *Виллюйско-Котуйская зона* — протягивается на северо-востоке и третья — *Ангаро-Енисейская* — на юго-западе и западе синеклизы.

По краям синеклизы осложнена поднятиями, валами, системами приразломных складок с углами падения до 50—60°. Во внутренних частях синеклизы развиты куполовидные поднятия и мулды. Широко распространены флексуры. Огромный покров базальтов — куполовидное *Путоранское поднятие* — осложняет строение северной части синеклизы.

Виллюйская синеклиза (см. рис. 100) представляет собой очень пологий прогиб, дно которого погружается в северо-восточном направлении. Углы падения его крыльев не превышают 2—3°.

В пределах синеклизы выделяется ряд осложняющих ее структур. Наиболее крупными из них являются *Линденская* (9) и *Усть-Алданская* (10) *впадины* и *Кемпендяйский грабенообразный прогиб* (11). В Кемпендяйском прогибе наблюдается ряд диапировых складок — *Кемпендяйские дислокации*. Это соляные купола. Соль, слагающая ядра этих складок, имеет предположительно раннекембрийский возраст. Эта синеклиза заложилась над крупным поперечным прогибом в фундаменте Сибирской платформы — *Уринским авлакогеном*. В мезозое она развивалась в тесной связи с Предверхоанским краевым прогибом, с которым она постепенно сливается в низовьях Виллюя. Свои современные очертания она приобрела в юрское и меловое время. В фундаменте Виллюйской синеклизы развиты сбросы, по которым блоки фундамента смещены по отношению друг к другу.

Ангаро-Ленский прогиб расположен к западу и северу от Байкальской складчатой области. Он отделяет байкалиды этой области от Сибирской платформы. Ангаро-Ленский прогиб формировался в момент активного складкообразования и поднятия Байкальской складчатой зоны, т. е. в конце декабря и в начале кембрия. Он заполнен мощной (3000—4000 м) толщей преимущественно нижнекембрийских отложений. В зоне прогиба, прилежащей к байкалидам, отложения, заполняющие прогиб, смяты в линейные складки, разделенные участками с горизонтальным залеганием, а еще дальше на северо-запад и юг распространены плакантиклинали и валы.

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 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 далеко не все относят Ангаро-Ленский прогиб к краевым прогибам.

Хатангско-Пясинский 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.

Канская и Иркутская впадины заполнены угленосными отложениями юры. Впадины имеют сравнительно простое синклинальное строение. На их окраинах развиты мелкие антиклинальные складки

с более крутым залеганием пород и разрывами. В Иркутской впадине простирается складок северо-восточное, тогда как простирается оси впадины северо-западное. Образование этих складок происходило в юре и последующее время, когда в Прибайкалье активизировались движения. Складки унаследовали простираемость более древних структур Ангаро-Ленского прогиба, на который наложилась юго-восточная часть Иркутской впадины. Подобная унаследованность проявляется и в Канской впадине.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ, ОСОБЕННОСТИ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ

Геологическая история Сибирской платформы не менее, если не более, сложна, чем история Восточно-Европейской платформы, и комплекс полезных ископаемых этой платформы чрезвычайно разнообразен.

Полезные ископаемые Сибирской платформы можно разделить на те же две группы, что и на Восточно-Европейской платформе. Первые залегают в фундаменте платформы и связаны в основном с магматическими и метаморфическими процессами, вторые — в чехле. Однако в отличие от Восточно-Европейской 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 платформенный этап развития.

В *геосинклинальный этап* развития Сибирской платформы сформировались богатейшие месторождения *железных руд*, которые также, как и докембрийские железные руды Восточно-Европейской платформы, связаны с джеспилитами. Крупнейшим месторождением этого типа является Нижнеангарское — одно из месторождений Ангаро-Питского железорудного бассейна. К Алданскому щиту приурочено крупное Южно-Алданское месторождение магнетитовых железных руд. В Иркутской области, в Ангаро-Илимском районе также имеется ряд месторождений железа — Рудногорское, Коршуновское и другие, приуроченные к контактам трапповых интрузий с палеозойскими отложениями.

На Сибирской платформе известны также месторождения *золота*, часть которых связана с докембрием.

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* Норильского района, связанные с малыми интрузиями трапповой формации. С траппами связаны также месторождения *графита*, 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 Восточно-Европейской платформе, это прежде всего горючие ископаемые.

Угольные бассейны Сибирской платформы, в отличие от угольных бассейнов Восточно-Европейской платформы, имеют преимущественно мезозойский, юрско-меловой возраст. Это Вилюйский, Канский, Иркутский, Чульманский и другие бассейны. В палеозое сформировался только один, но самый большой по площади (но не по запасам) Тунгусский бассейн. Запасы углей Сибирской платформы каменных, коксующихся, бу-

рых, различных марок и качества, составляет более 70% всех запасов углей в СССР. Месторождения нефти открыты всего несколько лет назад и связаны с вендскими отложениями Усть-Кутского района. Нефтепроявления есть и в Хатангско-Пясинском прогибе и некоторых других местах.

Месторождения *горючего газа* открыты в низовьях Енисея, в районе Усть-Порта, 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.

Как и на Восточно-Европейской 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 эпохи значительных поднятий. Что же касается месторождений полезных ископаемых магматического и метаморфического происхождения, на Сибирской платформе, в отличие от Восточно-Европейской, они известны в пределах синеклиз, хотя подавляющая их часть связана с областями поднятия фундамента.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМ

Эти две платформы имеют много сходных черт строения и особенностей развития. Вместе с тем можно отметить и существенные различия.

Фундамент обеих платформ сформировался в дорифейское время, но в фундаменте Сибирской платформы преобладают архейские структуры, а в фундаменте Восточно-Европейской — раннепротерозойские. Соответственно на Сибирской платформе раньше, еще в рифее, началось на значительных площадях накопление чехла, тогда как на Восточно-Европейской в это время еще формировались авлакогены, а сплошной чехол начал накапливаться только в венде.

Рельеф фундамента значительно расчленен и на той, и на другой платформе; в нижнем этаже чехла выделяются глубокие грабенообразные прогибы — авлакогены, хотя на Сибирской платформе они выделяются не столь отчетливо *, как на Восточно-Европейской.

После рифея обе платформы развивались в тесной связи с соседними геосинклинальными областями. На вендско-силурийском этапе, который выделяется на обеих платформах и соответствует каледонскому этапу, Восточно-Европейская платформа развивалась в тесной связи с Атлантическим, а Сибирская — с Урало-Монгольским поясом. Прогибание этих областей сопровождалось прогибанием платформ, а формирование и поднятие складчатых каледонских сооружений привело к поднятию платформ. Однако площади областей, охваченных прогибанием на Восточно-Европейской платформе, были значительно меньше, сосредоточивались лишь на западных окраинах. Сибирская платформа в это время прогибалась и была перекрыта морем на значительных площадях. При этом следует сказать, что это был единственный этап в истории Сибирской платформы, когда почти вся платформа была охвачена прогибанием и на ней развивались широкие трансгрессии. На всех последующих этапах развития эта платформа все время оставалась высоко приподнятым континентом и опусканиями и трансгрессиями были охвачены лишь северные и восточные сравнительно небольшие области платформы. Для этих этапов характерны значительная перестройка структуры платформы и образование Тунгусской и Вилюйской синеклиз, многочисленных впадин

* Это, возможно, связано с более слабой изученностью платформы.

и прогибов — Иркутского прогиба, Канской впадины, впадин Байкальского рифта.

Восточно-Европейская платформа, начиная с девона, становится ареной развития больших трансгрессий. В среднедевонском — раннетриасовом этапе она была под влиянием Уральской геосинклинальной области, и прогибаниями и трансгрессиями была охвачена большая восточная половина платформы. В раннеюрский — кайнозойский этап уже сказывалось влияние Альпийско-Гималайской области, и прогибания и трансгрессии происходили в южной половине платформы,

Контрастность движений на платформах также была неодинаковой. На Восточно-Европейской платформе движения становились с течением времени все менее дифференцированными, что находит свое отражение в современном сравнительно мало расчлененном рельефе. На Сибирской же платформе движения становились все более дифференцированными, здесь энергично развивались процессы неотектонической активизации и эпиплатформенного орогенеза. Соответственно и сейчас эта платформа имеет значительно расчлененный, нередко гористый рельеф и значительно выше приподнята, чем Восточно-Европейская.

Магматические процессы развивались и на той и на другой платформе — и эффузивные и интрузивные. Они обычно были связаны с этапами тектонической активизации и перестройки структурного плана. Однако масштабы процессов были существенно разными, и на Сибирской платформе эти процессы носили неизмеримо большие масштабы, чем на Восточно-Европейской.

Обе платформы ограничены зонами глубинных разломов, и их границы на значительных расстояниях носят прямолинейный характер. Для Восточно-Европейской платформы характерно глубокое погружение ее «углов».

Изучение гравитационных и магнитных полей позволяет сделать вывод, что мощность земной коры в области обеих платформ примерно одинакова — 35—40 км * и что земная кора здесь имеет слоисто-блоковое строение. Выделяются отчетливо гранито-гнейсовый и базальтовый слои и зоны разломов, которые разделяют земную кору на отдельные крупные массивы, блоки.

ГЛАВА 29.

ОБЛАСТИ БАЙКАЛЬСКОЙ И ПАЛЕОЗОЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

В пределах СССР к областям байкальской и палеозойской складчатости относятся Урало-Монгольский пояс и Скифская эпипалеозойская плита.

УРАЛО-МОНГОЛЬСКИЙ ПОЯС

Он расположен (рис. 102) между Восточно-Европейской, Сибирской и Баренцевой платформами, альпийскими и герцинскими (Скифско-Туркменская плита) сооружениями Средиземноморского пояса и Таримской и Китайской платформами. С Восточно-Европейской платформой он граничит по Предуральскому краевому прогибу. *Бухарский разлом* отделяет его от герцинских структур северной окраины Средиземноморского пояса. Восточная его граница с Сибирской платформой и северная с Баренцевой — не ясны. Они приводятся в основном по геофизическим данным в значительной мере условно. На востоке Урало-Монгольский пояс граничит с мезозоидами Сихотэ-Алиня.

Урало-Монгольский пояс — это очень сложно построенное сооружение, формировавшееся с позднего протерозоя до четвертичного времени включительно. И сейчас на его южной окраине (Тянь-Шань, Алтай и др.)

* Мощность земной коры на платформах уменьшается в области авлакогенов.

происходят тектонические движения, для которых характерны очень большие амплитуды и скорости.

Многие геологи считают, что Урало-Монгольский пояс можно отнести к молодым платформам, так как здесь имеются типичные для платформ плиты — Западно-Сибирская, Туранская. Другие относят к платформенным областям только плиты. Остальные обширные части этого пояса не имеют двухъярусного строения, что является характерной отличительной чертой платформ, и их мезо-кайнозойская история существен-

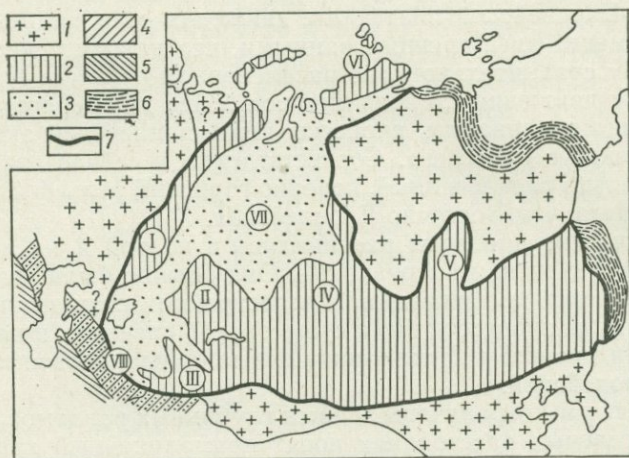


Рис. 102. Схема расположения Урало-Монгольского пояса.

1 — эписреднепротерозойские платформы. Урало-Монгольский пояс; 2 — выступы складчатого комплекса на поверхность — складчатые области (I — Уральская, II — Казахского нагорья; III — Тяньшаньская, IV — Алтае-Саянская, V — Байкальская, VI — Таймыро-Североземельская); 3 — эпипалеозойские плиты (VII — Западно-Сибирская, VIII — Туранская); 4 — другие эпипалеозойские плиты; 5 — альпиды; 6 — мезозонды; 7 — границы Урало-Монгольского пояса

но отличается от истории платформ: они были высоко приподняты, сплошной чехол в этих областях не образовался, осадконакопление происходило лишь в приразломных прогибах, синклиналях — мульдах и других структурах, в общем не характерных для платформ, и т. д.

Урало-Монгольский пояс включает острова Северной Земли, полуостров Таймыр, острова Новой Земли, Карское море, о. Вайгач, хр. Пай-Хой, Уральский хребет, Казахскую складчатую страну, Тянь-Шань, Кузнецко-Саянскую страну, Байкальскую складчатую область, Енисейское, Восточно-Саянское и Турухано-Норильское поднятия, Селенгино-Яблоневою складчатую зону, Монголо-Охотский пояс, Западно-Сибирскую и Туранскую (до Бухарского разлома) плиты. Все вышеперечисленные области, за исключением плит, представляют собой выходы складчатого фундамента. 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-Монгольского пояса неоднороден: в нем выделяются области байкальской, календонской и герцинской складчатости. Они располагаются между древними добайкальскими массивами, которые, очевидно, играют большую роль в строении Урало-Монгольского пояса.

Целый ряд данных позволяет предполагать, что этот пояс (также как и Атлантический и Средиземноморский) заложился на океанической

коре еще в докембрии*. В раннем протерозое здесь появились первые геосинклинальные области, в которых затем к середине рифея сформировались древние массивы. За счет дробления этих массивов и частично на океанической коре в рифее заложилась и затем развивались геосинклинальные области, в которых позже сформировались каледониды. Они присоединились к массивам байкалид и в настоящее время окаймляют их. В кембрии, ордовике, а в некоторых местах и позже заложилась геосинклинальные прогибы, которые затем развивались до конца палеозоя — начала триаса. Они образовались за счет дробления байкалид, а частично и на остатках океанической коры.

В конце палеозоя — начале триаса закончилось геосинклинальное развитие Урало-Монгольского пояса. В мезозое и кайнозое здесь формировались плиты — Западно-Сибирская и Туранская, а также активно развивались процессы эпиплатформенного орогенеза и формировался современный рельеф.

Байкалиды распространены на востоке Урало-Монгольского пояса (Буреинский и Ханкайский массивы), на северо-западе (Тимано-Печорская область, рассмотренная раньше в составе Восточно-Европейской платформы), на востоке и северо-востоке (Байкальская складчатая область, Восточный Саян, Енисейское и другие поднятия, обрамляющие Сибирскую платформу с запада). В целом ряде мест они образуют также отдельные выходы.

К областям *каледонской складчатости* относятся северные дуги Тянь-Шаня, значительная северо-западная часть Центрального Казахстана, часть Горного Алтая, Кузнецко-Саянская область, часть островов Северной Земли, Селенгино-Яблонева складчатая зона. Эти структуры прослеживаются и в фундаменте Западно-Сибирской плиты, куда они протягиваются со стороны Центрального Казахстана и Алтае-Саянской страны. Все остальные области Урало-Монгольского пояса имеют позднепалеозойский, герцинский возраст.

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 ее 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

* Во многих областях, в том числе и за пределами СССР, ниже геосинклинальных комплексов выявлены толщи вулканических основных пород, соответствующих древнейшему базальтовому слою земной коры. В целом ряде мест — на Урале, в Казахстане, Алтае-Саянской области они образуют выступы вдоль очень крупных зон разломов.

интрузии предположительно девонских щелочных гранитов и сиенитов. Эта полоса образует выпуклую к северо-востоку дугу, параллельно которой протягиваются структуры байкалид.

В фундаменте этой области широко распространены протерозойские, особенно рифейские, отложения. Среди них встречаются участки, сложенные архейскими породами. *Архейские* метаморфические толщи смяты в небольшие сжатые складки и крупные пологие антиклинали и синклинали северо-восточного простирания. Они образуют ряд глыб (Чарскую, Ольхонскую и др.) по окраинам области. Эти глыбы — остатки более древнего основания, на котором в протерозое закладывались геосинклинальные прогибы.

Нижнепротерозойские осадочно-вулканогенные образования, превращенные в метаморфические породы, во *внутренней зоне* образуют с рифеем единую толщу. Очевидно, в рифее здесь продолжали развиваться геосинклинальные прогибы, заложившиеся в начале протерозоя. *Рифей* в этой зоне сложен терригенными и реже карбонатными осадочными и разнообразными вулканогенными образованиями, довольно сильно метаморфизованными. Эта толща резко смята. Здесь много веерообразных структур, опрокинутых складок, надвиговых покровов. В этой зоне очень широко распространены также огромные плутоны гранитов, которые сливаются в один огромный Ангаро-Витимский батолит, а рифейские отложения образуют лишь отдельные «островки».

Во *внешней зоне* байкалид распространены в основном только терригенные и карбонатные осадочные образования *рифей* (*патомяская серия*), смятые в систему крупных линейных, иногда изоклинальных складок, осложненных надвигами в сторону платформы.

В *венде* эта область прошла орогенный этап развития. Здесь формировались грабенообразные впадины, в которых накапливались терригенные морские и континентальные отложения молассового типа*.

В байкальской складчатой области широко распространены межгорные впадины, заполненные озерами или континентальными *мезозойскими* и *кайнозойскими* отложениями, — *Байкальская, Ангарская, Чарская, Баргузинская, Каларская* и другие. Полоса этих впадин протягивается на 2500 км. Это *байкальская рифтовая зона*. Она приурочена к зоне глубоких разломов (*байкальский*, или «*обручевский*» сброс). С этой же зоной разломов связаны и молодые вулканы, извергавшиеся сравнительно недавно**, и эпицентры землетрясений.

ЗАПАДНАЯ ВЕТВЬ СИБИРСКИХ БАЙКАЛИД

Она протягивается по восточной окраине Урало-Монгольского пояса вдоль западной границы Сибирской платформы. К ней относятся: Енисейский кряж, Восточный Саян и Хамар-Дабан. От Сибирской платформы эта ветвь байкалид отделена мощным глубинным разломом.

Фундамент этой области слагают *архей* и *нижний протерозой*. В некоторых местах они выходят на поверхность. Это высокометаморфизованные породы: гнейсы, амфиболиты, мраморы и др.

Рифейские терригенные и карбонатные отложения мощностью 14—18 км распространены широко в северной *Заангарской части Енисейского кряжа*. Они характеризуются ритмичным строением. На крайнем западе, кроме карбонатных и терригенных отложений, известны и вулканогенные породы основного состава. Рифейские отложения смяты, причем

* В последние годы получены данные, позволившие геосинклинальные толщи рифей внутренней зоны байкалид относить к нижнему кембрию, а изучение вендских отложений показало, что далеко не всегда их можно отнести к молассе. В такой трактовке структуры этой области, очевидно, надо считать ранними каледонидами.

** В области этих вулканов отмечаются активные тепловые потоки, хорошо сохранившиеся шлаковые конусы и другие признаки недавней вулканической деятельности.

степень их дислоцированности, как и их мощность, увеличиваются в западном направлении и прорваны позднекембрийскими гранитоидными интрузиями возраста 860—620 млн. лет.

В *Протеросаянском антиклинории* (см. структуру 1 на рис. 103), который располагается к западу от главного Восточно-Саянского разлома, в некоторых местах также известны толщи геосинклинальных образований рифея мощностью до 15 км. Это гнейсы, амфиболиты, мраморы, кристаллические сланцы и другие метаморфические породы, а также доломиты, известняки, зеленые сланцы, эффузивы и мраморы, слагающие верхнюю часть разрез рифея. Все эти отложения прорваны гранитоидными интрузиями возраста 550—450 млн. лет.

В *венде* здесь уже накапливались лагунные и континентальные красноцветные обломочные толщи, слагающие орогенные формации, а в раннем кембрии, уже в условиях платформенного режима, сформировались толщи доломитов, гипсов, ангидритов, каменной соли.

Анализ всех этих отложений позволяет сделать вывод, что байкалиды этой области сформировались в рифейском геосинклинальном прогибе, заложившемся на раздробленном мощном архейском и протерозойском фундаменте окраинных областей Сибирской платформы.

Кроме вышеперечисленных структур некоторые геологи относят к байкалидам и структуры *Турухано-Норильского поднятия* (см. структ. 21 на рис. 100). Другие считают, что область этого поднятия представляет собой краевые части платформы, которые в рифее очень активно прогибались, а складчатые структуры были сформированы здесь уже в позднепалеозойское время.

ЮЖНАЯ ОКРАИНА УРАЛО-МОНГОЛЬСКОГО ПОЯСА

АЛТАЕ-САЯНСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ

На востоке она граничит (рис. 103) с Сибирской платформой, на севере и на западе — с Западно-Сибирской плитой и Иртыш-Зайсанской зоной.

Формирование складчатых структур этой сложно построенной области происходило не везде одновременно. На востоке, в области Восточных Саян, имеется ряд горстов — *Сангиленский массив* (3), *Хамар-Дабан* (4) и другие, представляющие *выступы древнего основания байкалид*. Это самые древние структуры этой области. Среди более молодых выделяются: 1) области раннекаледонской складчатости, 2) области позднекаледонской складчатости и 3) области герцинской складчатости.

К *ранним каледонидам* относятся*: *юго-западная часть Восточных Саян* (5), *Тувинское поднятие* (2), *Кузнецкий Алатау* (6), *Абаканский* (7) и *Катунский* (8) *антиклинории*. Формирование ранних каледонид происходило в среднем кембрии. В позднем кембрии они уже представляли собой складчатые горные сооружения, где в прогибах накапливались молассовые и молассонидные формации слагающие орогенный ярус.

Поздние каледониды занимают центральную часть области. Это *Западные Саяны*, где выделяются: *Джебашский* (9) и *Куртушибинский антиклинории* (11) и *Усинский синклинорий* (10). Складчатые структуры поздних каледонид были сформированы в ордовике и силуре.

В последующее время в области каледонид сформировались наложенные и унаследованные впадины и прогибы: *Тувинский прогиб* (12), *Северо-Минусинская* (13) и *Южно-Минусинская* (14) *впадины*, *Уйменско-Лебедской прогиб* (17). Минусинские впадины наложены на сравнительно небольшие срединные массивы.

* Ранние каледониды называют еще салаиридами, а раннекаледонскую складчатость — салаирской.

В западной части этой области распространены герцинские складчатые сооружения: *Томь-Колыванская зона* (18), *Салаир* (19), *Ануйско-Чуйский синклиний* (20), *Холзунско-Чуйский антиклинорий* (21), *Талицкий антиклинорий* (22), *складчатая зона Рудного Алтая* (23), *зона Южного Алтая* (24), *Калбинская зона* (25), *Иртыш-Зайсанская зона* (26) и *Зайсанская кайнозойская впадина* (27).

Среди вышеперечисленных герцинских структур выделяются ранние и поздние герциниды. К *ранним герцинидам* относятся Салаир и Гор-

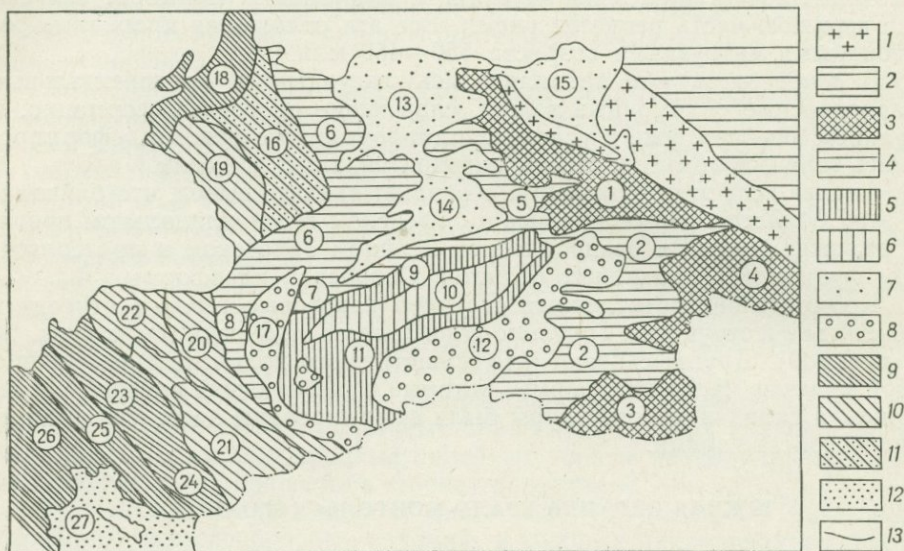


Рис. 103. Схема основных структур Алтае-Саянской области.

1 — выступы фундамента Сибирской платформы; 2 — чехол платформы; 3 — байкалиды; 4 — ранние каледониды (салаириды); 5—8 — поздние каледониды (5 — антиклинории, 6 — синклинии, 7 — наложенные эпикаледонские впадины, 8 — унаследованные эпикаледонские впадины; 9—12 — герциниды (9 — поздние, 10 — ранние, 11 — герцинские краевые прогибы, 12 — кайнозойские впадины); 13 — границы основных структур (1—27 — см. текст)

ный Алтай (Центрально-Алтайская зона). Горный Алтай объединяет Ануйско-Чуйский и Талицкий антиклинории и ряд других структур. Геосинклинальное развитие ранних герцинид закончилось к позднему девону.

К *поздним герцинидам* относятся Томь-Колыванская зона, Рудный и Южный Алтай, Калбинская и Иртыш-Зайсанская зоны. Их формирование закончилось в раннем карбоне.

Между каледонидами Кузнецкого Алатау и герцинидами Салаира и Томь-Колыванской зоны выделяется герцинский краевой *Кузнецкий прогиб* (16).

Таким образом, в пространственном размещении разновозрастных структур Алтае-Саянской области устанавливается определенная закономерность: рядом с древней Сибирской платформой расположены области байкальской складчатости, а по мере удаления от нее все более молодые складчатые сооружения — каледониды, герциниды ранние и поздние.

Очень большое значение в этой области имеют зоны глубинных разломов. Они отделяют друг от друга структуры и разделяют эти структуры на блоки, так что вся эта область имеет глыбово-складчатое или блоковое строение. К зонам разломов приурочены интрузии гипербазитов и зеленокаменная формация. По ним в различное время изливались лавы разнообразного состава.

СКЛАДЧАТЫЕ СТРУКТУРЫ КАЗАХСКОГО НАГОРЬЯ
И ТЯНЬ-ШАНЯ

Эта область расположена в центральной и южной частях Урало-Монгольского пояса (рис. 104, 105). На северо-востоке и западе складчатые структуры этой области погружаются под покров мезо-кайнозой-

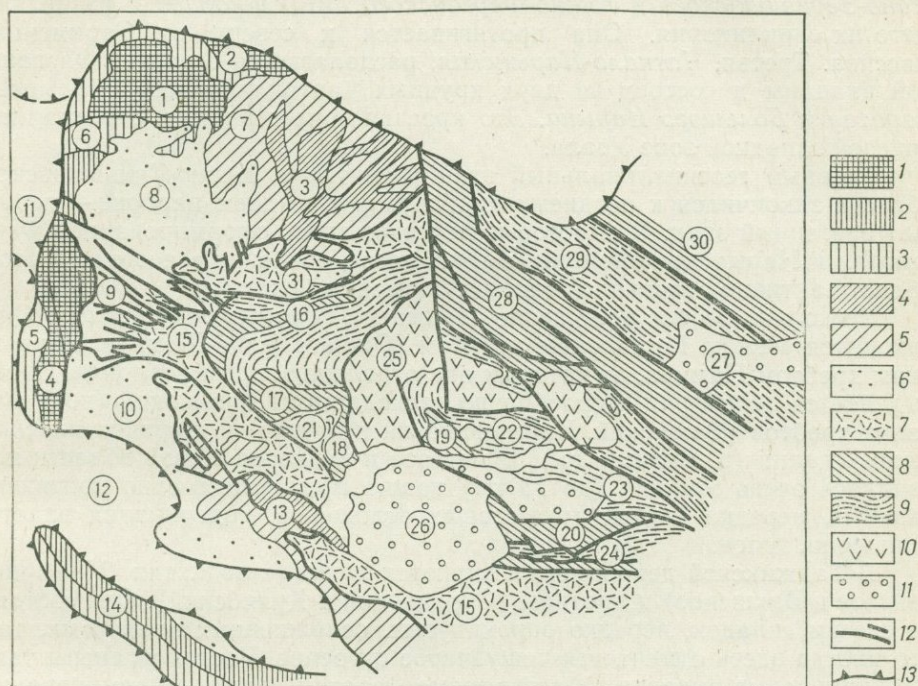


Рис. 104. Схема основных структур Казахского нагорья (по А. А. Богданову, Ю. А. Зайцеву, О. А. Мазаровичу и др.).

Каледонская область: 1 — древние докаледонские массивы; 2—3 — структуры западной зоны (2 — антиклинории, 3 — синклинории); 4—6 — структуры восточной зоны (4 — антиклинории, 5 — синклинории, 6 — наложенные впадины, выполненные верхним палеозоем); 7 — краевой вулканический пояс. *Герцинская область:* 8 — антиклинории; 9 — синклинории; 10 — поля развития орогенных вулканитов; 11 — впадины, сложенные кайнозойскими отложениями. 12 — крупнейшие разломы; 13 — границы выходов палеозойских отложений на поверхность. Цифры в кружках — основные структуры (см. в тексте)

ских отложений Западно-Сибирской и Туранской плит. На востоке она граничит с Калбинской зоной. На юге узкая Алайская долина отделяет Алайский хребет этой области от Заалайского хребта Северного Памира. Здесь проходит *Каракульский тектонический шов*, характеризующийся высокой сейсмичностью. К западу от Северного Памира расположен *Афгано-Таджикский*, а к востоку — *Таримский докембрийские массивы*, перекрытые чехлом более молодых отложений.

Каледониды этой области образуют большую выпуклую к юго-западу дугу. Здесь выделяются (см. рис. 104) *Кокчетавский* (1) и *Шацкий* (2) докембрийские массивы, *Ерменьтауский* (3), *Улутауский* (4), *Бетпакдалинский*, или *Чу-Илийский* (13) и *Каратауский* (14) антиклинории, *Байконурский* (5), *Калмыккульский* (6), *Степнякский* (7) и другие синклинории, *Сарысу-Тенизское поднятие* (9), *Тургайская седловина* (11) и *Тенизская* (8), *Джезказганская* (10), *Карагандинская* (13) и *Чуйская* (12) впадины. Формирование каледонских структур закончилось в ордовике. В силуре здесь начался орогенный этап.

Герциниды образуют две зоны: западную Южно-Тяньшаньскую и восточную Джунгаро-Алтайскую. Многие геологи соединяют Южно-

Тяньшаньскую зону через область Аральского моря с западным Уралом, считая их единой системой герцинид.

В Южно-Тяньшаньской области герцинид выделяются три основные структурные зоны (см. рис. 105). Первая — Гиссаро-Каратегинская протягивается узкой полосой к северу и северо-западу от Душанбе и представляет антиклинорий. 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.

Главный геосинклинальный этап развития в Южно-Тяньшаньской области закончился к позднему карбону, а в позднем карбоне — перми был орогенный этап. В мезозое и кайнозое здесь сформировались Ферганская и Нарынская впадины, а в кайнозое, особенно в неогене, в этой области активно развивался эпиплатформенный орогенез.

Несколько особое положение занимает Таджикская депрессия. Она находится между Гиссарским хребтом Южного Тянь-Шаня и Дарвазским хребтом Памира, от которых она отделена зонами разломов. Здесь выделяется целый ряд веерообразно расходящихся невысоких (до 2 км) узких хребтов (Вахшский, Каратегинский и другие) и широких плоских речных долин (р. Вахш и др.). В мезозое и кайнозое в этой области накопилась очень мощная (до 13 км) толща преимущественно континентальных, нередко грубых молассовых отложений, содержащих пласты угля, соли, гипса.

В Таджикской депрессии выделяются крупные поднятия (Кафирниганское и Вахшское) и прогибы (Сурханский и Кулябский). Они состоят из систем складок, нередко опрокинутых, осложненных надвигами, так что иногда здесь отмечается чешуйчатое строение. Распространены также диапировые складки, образованные юрской солью. Формирование этих структур началось в конце мела и закончилось в плиоцене. Очень важную роль в их формировании играли глыбовые движения фундамента, который залегает здесь на глубинах до 7-12 км.

Герциниды Джунгаро-Алтайской ветви делятся на две системы: Джунгаро-Балхашскую и Иртыш-Зайсанскую.

В Джунгаро-Балхашской системе, которая располагается к юго-востоку от Казахстанского вулканического пояса (15), выделяются (см. рис. 104): Тектурмаский (16), Актау-Моинтинский (17), Кызыл-эпинский (18), Балхашский (19), Центрально-Джунгарский (20) антиклинории и Западно-Балхашский (21), Северо-Балхашский (22), Северо-Джунгарский (23), Бороталинский (24) синклинории, а также ряд впадин — Токрауская (25), Балхашская (26) и другие.

Иртыш-Зайсанская система (29, 30) занимает область к востоку от Чингиз-Тарбагатайского антиклинория (28) до Калба-Нарынской зоны, где она переходит в такие же по возрасту герцинские структуры Рудного Алтая (см. структуру 23 на рис. 103). Здесь выделяются Жарминский и Калба-Нарынский синклинории и разделяющих их Чарский антиклинорий. Последний приподнят и образует Чарский горст. В юго-восточной части Зайсанской зоны герцинские структуры перекрыты Зайсанской впадиной (27).

Геосинклинальное развитие герцинид Джунгаро-Алтайской зоны закончилось в раннем карбоне.

Герциниды опоясывают области каледонской складчатости Центрального Казахстана и Северного Тянь-Шаня, отделяясь от них «линией В. А. Николаева», или «Главной структурной линией Тянь-Шаня», и Казахстанским краевым вулканическим поясом (15). Первая отделяет Южно-Тяньшаньскую зону герцинид от каледонид Северного Тянь-Шаня

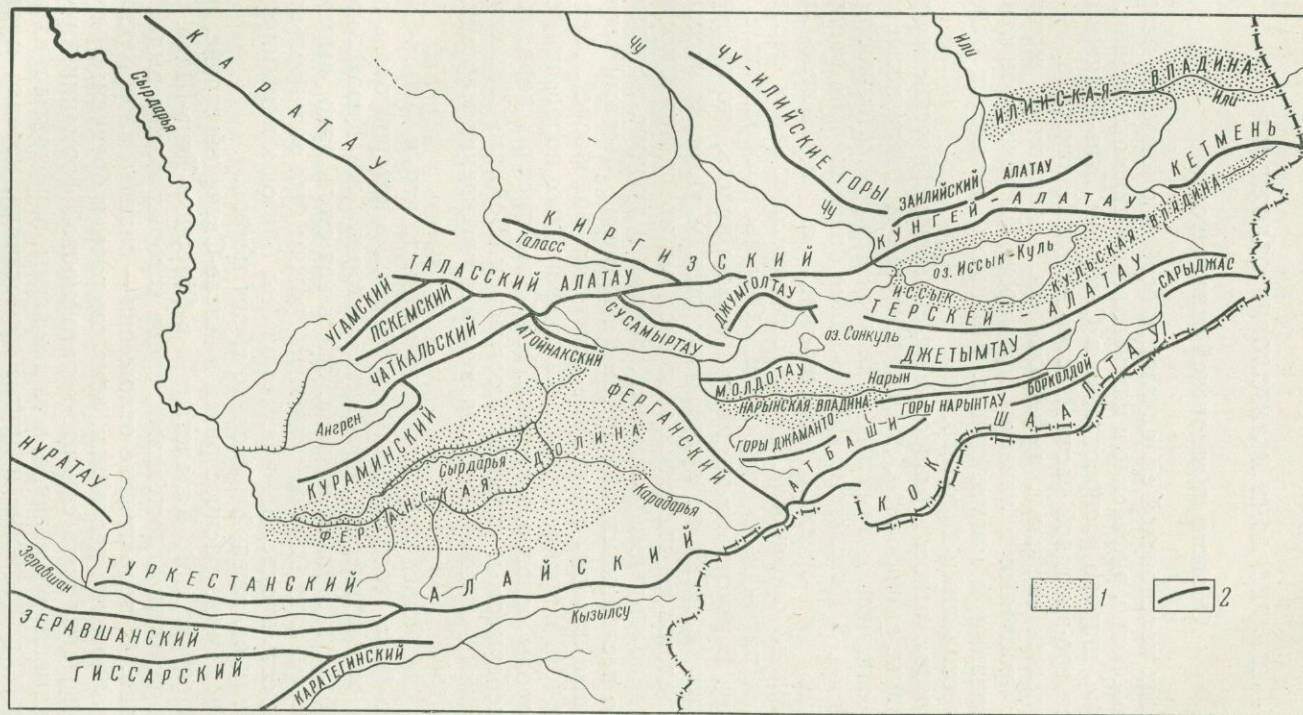


Рис. 105. Схема расположения хребтов Тянь-Шаня.

1 — межгорные впадины; 2 — основные хребты

и является естественной границей между ними. К востоку эта граница проходит по южному склону хребта Терской-Алатау. Краевой вулканический пояс разделяет Джунгаро-Балхашскую зону герцинид и каледониды Казахстана. Он сформировался в девоне. Этот пояс протягивается от Чингиз-Тарбагатайского антиклинория к Бетпакдалинскому антиклинорию и дальше уходит на юго-восток, в район Джунгарского Алатау.

СТРАТИГРАФИЯ И ЛИТОЛОГИЯ ОТЛОЖЕНИЙ

Области каледонской складчатости

В областях каледонской складчатости особенно широко распространены протерозойские, рифейские и нижнепалеозойские отложения.

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 протерозоя 13—20 км. В *Казахстане* и *Тянь-Шане* более широко распространены нижний и средний протерозой, а в *Алтае-Саянской области* — верхний протерозой. Протерозойские отложения нередко характеризуются ритмичным строением. Они часто образуют с археем единую толщу. В некоторых же местах можно видеть, что протерозойские отложения залегают на архейских с резким угловым несогласием.

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. Для рифея характерно очень широкое развитие вулканогенных пород, причем преобладают породы основного состава. На более древних породах рифей залегают с перерывом и угловым несогласием. В Алтае-Саянской области с рифейскими отложениями связаны месторождения марганца, фосфоритов, железа.

Анализ рифейских отложений показывает, что в Алтае-Саянской зоне в рифее была геосинклинальная область, в которой очень активно развивались магматические процессы. История же Казахстано-Тянь-Шаньской области в рифее не ясна. Здесь нет столь ярко выраженных признаков геосинклинального развития, режим был значительно более стабильным; есть предположение, что он был близок к платформенному. Мощность этих отложений несколько тысяч метров.

Кембрий широко распространен в Алтае-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, порфириды и их туфы и 3) хемогенные, рифогенные и другие известняки, нередко мраморизованные. В известняках найдены археоциаты, трилобиты, брахиоподы, строматолиты. Мощность кембрийских отложений иногда достигает 10 км.

В области ранних каледонид верхний кембрий входит уже в состав орогенного структурного этажа, имеет ограниченное распространение и представлен 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 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, андезитов-базальты, 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 сланцы 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 закончился этап геосинклинального развития каледонской зоны. В девоне здесь широко 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 позднедевонский. Выше лежат красноцветная молассоидная формация, а затем карбонатно-терригенные отложения. По остаткам рыб, остракод, а местами брахиопод и кораллов и по растительным остаткам эта толща относится к позднему 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 раннему карбону, а верхняя — угленосная, содержащая многочисленные растительные остатки, имеет возраст от позднего 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 позднем карбоне. 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 прослой угля, горизонты порфиринов. 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. 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, эоловыми, моренными (в области хребтов) и озерными образованиями.

В неогене и четвертичное время в Тянь-Шане и в других областях активно развиваются глыбовые движения — эпиплатформенный орогенез, в результате которого сформировался современный рельеф этих областей.

Области герцинской складчатости

Докембрий здесь достоверно не известен. Наиболее древние отложения распространены в области *Горного Алтая* и в крупных поднятиях в Казахстане. Это толщи, сложенные гнейсами, кристаллическими сланцами, амфиболитами, мраморами и другими метаморфическими породами, среди которых широко развиты зоны мигматизации, а также слабо метаморфизованными терригенными и карбонатными породами, лавами и их туфами, претерпевшими зеленокаменное изменение. Мощность этих образований измеряется несколькими километрами. Некоторые исследователи относят их к *архею* или *протерозою*. Большинство же геологов считают, что эти толщи имеют *рифейский* возраст.

Кембрий распространен мало, а в восточной части Центрального Казахстана он практически отсутствует. В *Южном Тянь-Шане* кембрий и ордовик образуют единую толщу и представлены терригенно-карбонатными, кремнисто-терригенными, кремнисто-карбонатными отложениями, граувакками, реже эффузивами основного состава.

В *Горном Алтае* 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 10 км. В ней встречается богатая фауна трилобитов и археоциатов раннего и среднего кембрия. Широко распространены здесь также отложения горноалтайской свиты, объединяющей верхний кембрий и часть нижнего ордовика. Это толщина 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 области Южного Тянь-Шаня ордовик образует с кембрием единую толщу.

В герцинской части *Центрального Казахстана*, в области прогибов встречаются ордовикские вулканогенные толщи, зеленые песчаники и известняки преимущественно органогенного происхождения. Терригенные отложения распространены мало. В области герцинид Рудного Алтая ордовикские отложения достоверно не известны. В *Горном Алтае* известны терригенные отложения, а также мергели и известняки ордовика мощностью до 2 км.

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 граувакки, 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 *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, граувакковые песчаники, конгломераты, туфовые песчаники 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 *карбоне* закончился геосинклинальный этап развития герцинской зоны южной окраины Урало-Монгольского пояса и здесь возникли складчатые горные сооружения. Эти преобразования происходили в основном в конце раннего карбона. В среднем карбоне в этой зоне началась орогенный этап развития. Нижний карбон здесь нередко 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*, в *области Рудного Алтая* нижний карбон представлен морскими отложениями. 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 распространены меньше и сложены лагунными и континентальными отложениями с ос-

татками флоры, а также кислыми эффузивами и их туфами. Они обычно заполняют впадины. 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 *Центральном Казахстане* пермские отложения входят в состав вулканогенной толщи, мощность которой до 10 км (Северное Прибалхашье). Ее возраст — ранний карбон — ранняя пермь (возможно, и поздняя пермь и даже ранний триас). Это кислые эффузивы — липариты, дациты и их туфы и значительно реже средние и основные породы. С ними генетически связаны интрузии гранитов и гранодиоритов.

В *Горном Алтае* пермь, как и карбон, заполняет узкие приразломные впадины и также сложена грубообломочными континентальными, иногда угленосными, отложениями. 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).

В *мезозое и кайнозое* в области герцинид происходило активное формирование впадин — *Ферганской, Нарынской, Иссык-Кульской, Тенизской, Прибалхашской, Северо-Балхашской, Алакульской, Илийской, Зайсанской* и некоторых других; в них накапливаются обычно континентальные конгломераты, песчаники и глины, среди которых очень редко встречаются горизонты морских отложений. Континентальные толщи нередко окрашены в красные и бурые тона, иногда содержат гипс, соль, железные руды, и угленосные отложения. Подобные толщи накапливались и во впадинах, и в прогибах, образовавшихся в палеозое — в *Кузнецком прогибе, Карагандинской впадине* и некоторых других. В Кузнецком прогибе в триасовых отложениях имеются горизонты диабазов, туфов, туффитов.

Особенно мощные (около 10 км) толщи мезозойских и кайнозойских отложений накопились в *Ферганской впадине*. Это почти исключительно континентальные обломочные отложения с редкими горизонтами морских терригенных, карбонатных, опоковидных и других пород. Юрские отложения здесь угленосны. Они накапливались в крупных озерных впадинах. Их мощность до 3 км.

Юрские угленосные отложения небольшой мощности известны также в области герцинид Центрального Казахстана и в Кузбассе.

Четвертичная система сложена моренными и флювиогляциальными отложениями, лёссовидными суглинками, эоловыми, делювиально-пролювиальными, аллювиальными и некоторыми другими образованиями.

В неогене и четвертичное время в результате неотектонической активизации формируется современный высокогорный рельеф южной окраины Урало-Монгольского пояса.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Каледонские сооружения очень богаты полезными ископаемыми, образование которых происходило и в геосинклинальный, и в последующие этапы развития каледонид.

Геосинклинальный комплекс полезных ископаемых приурочен в основном к раннепалеозойским гранитоидным интрузиям и к осадочно-

вулканогенным отложениям. Среди них промышленное значение имеют Джезказганское, 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 Карсакапайском районе в Казахстане, *фосфоритов* в Каратау и ряд других месторождений.

Молодые кайнозойские разломы и более древние, оживившиеся в кайнозойе, 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.

Герциниды южной окраины Урало-Монгольского пояса более богаты различными полезными ископаемыми, чем каледониды.

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 XVIII 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, олова, меди, серебра, золота*. На востоке Калба-Нарынской зоны известны месторождения *вольфрама* и *олова*, а на западе Калбы развиты *молибденовые* и *вольфрамовые* месторождения. К северо-востоку от Рудного Алтая располагается Горноалтайский *редкометалльный* 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 постгеосинклинальную стадию развития в этой области формировались полезные ископаемые исключительно осадочного происхождения. В Тянь-Шане к ним относятся месторождения *нефти* в Ферганской впадине, *бурных 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* 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-Монгольского пояса.

От Восточно-Европейской 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 400—500 км южнее их выходов на поверхность. На севере они перекрыты 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, которые были сформированы в результате байкальской складчатости. Простириание этих древних структур иногда совпадают с простирианием структур Урала. Однако гораздо чаще такое совпадение не имеет места. Особенно резкое отличие наблюдается на севере.

Герцинские антиклинории и синклинории Урала отличаются очень выдержанным меридиональным простирианием. Лишь в некоторых местах оно отклоняется от меридионального. Это особенно характерно для Северного Урала, где меридиональные простириания 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) *Уралтауский антиклинорий* (Центрально-Уральский антиклинорий), 5) *зеленокаменные синклинории* (Магнитогорский, Тагильский, Войкарский, Щучинский), 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 Уральский 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*. Наиболее глубоко опущена южная часть Бельской впадины (более 9 км) и Воркутинская впадина (7—8 км). В других впадинах мощность отложений 5—6 км, а в Юрюзано-Соликамской до 3 км.

Формирование краевого прогиба происходило в основном в ранней перми (началось в среднем карбоне и продолжалось местами и в раннем триасе). За это время в прогибах накопились мощные (до 9—10 км)

сюда из соседних прогибов. На севере Уралтауский антиклинорий переходит в аналогичный ему *Харбейский антиклинорий*; а с востока ограничен глубинным Главным Уральским разломом. Мощность этой зоны до 10—15 км. Она является границей между западной и восточной зонами Урала.

В общем западная зона Урала представляет собой систему сложных антиклинориев и синклинориев. Образующие их складки часто сильно сжаты, опрокинуты к западу, осложнены надвигами.

Зеленокаменные синклинории восточной зоны Урала образованы системой линейных складок. В мощных вулканогенных толщах нередко развиты простые брахискладки с пологим падением пород на крыльях. 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.

Урало-Тобольский антиклинорий протягивается вдоль всего Урала, но севернее Тагила он перекрыт мезо-кайнозойскими отложениями. В его ядре выходят породы древнего основания. Для него характерно глыбовое строение, чередование горстообразных поднятий и грабенообразных впадин. В этом антиклинории, в отличие от других зон Урала, очень широко распространены разнообразные интрузии докарбонového и позднепалеозойского 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 гранитпорфиры, 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.

Дорифейская история Урала не восстановлена даже в общих чертах. Можно говорить только о том, что в это время 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 обычно 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 *риффею* относят сложный комплекс отложений, наиболее полный разрез которого развит в Башкирском антиклинории. В этом комплексе выделяют четыре серии: *бурзянскую*, *юрматинскую*, *каратаускую* и *ашинскую*. Первые три серии имеют ритмичное строение: каждая серия

начинается базальными конгломератами, затем следуют песчаники, алевролиты, глинистые сланцы, филлиты и заканчивается ритм известняками и доломитами. Все эти отложения сравнительно слабо метаморфизованы. В них встречаются многочисленные остатки водорослей. Заканчивается разрез рифея пестроцветными лагунно-континентальными отложениями обломочного происхождения *ашинской серии**, которая относится к *венду*. Мощность всех этих отложений 12—15 км. Н. С. Шатский в 1945 г. впервые выделил их в самостоятельную рифейскую группу. Подобные отложения рифея и венда широко распространены на западном склоне, а также обнажаются в некоторых поднятиях и на Восточном Урале.

Кембрийские отложения распространены мало. На *Новой Земле* известны филлиты, филлитовые и хлоритовые сланцы, прослой кремнистых известняков и песчаники с остатками средне- и позднекембрийских трилобитов. Мощность этих отложений до 1 км. На крайнем юге, в долине р. Сакмары, выходят толщи зеленокаменных пород, кварциты и мраморы с археocyтами и брахиоподами раннего кембрия.

Все вышеописанные отложения слагают доуральские структуры, на которых с резким угловым несогласием залегает комплекс уралид.

Ордовик и силур. В это время на Урале происходили значительная перестройка и обособление многоэпиклиналиной западной и эвгеосинклиналиной восточной зон, которые отделялись друг от друга геантиклинальным поднятием Уралтау и активно формирующейся зоной глубинных разломов — Главным Уральским глубинным разломом. В *западной зоне* накапливалась толща терригенных и карбонатных отложений с остатками брахиопод, эндоцератид, граптолитов и другой ордовикской фауны. В этой толще на востоке встречаются прослой основных эффузивов и их туфов, претерпевших зеленокаменное изменение. Мощность толщи более 4 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, образуя иногда многокилометровые толщи.

В *западной зоне в девоне* накопились карбонатные отложения, содержащие богатую фауну брахиопод, кораллов и гоннатитов. Лишь иногда встречаются толщи 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 отсутствует, что связано, очевидно, с эпейрогеническим поднятием западной зоны в конце каледанского 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 раннем девоне продолжалось начавшееся еще в силуре формирование массивов ультраосновных и основных пород (перидотитов, дунитов, габбро-перидотитов) Уралтауской зоны.

В *западной зоне в течение всего карбона* по-прежнему накапливались карбонатные отложения с горизонтами терригенных пород, иногда имеющие характер флиша, и только визейский ярус сложен угленосными отложениями, содержащими промышленные пласты угля (Кизелов-

* Среди этих пород в бурзянской и юрматинской сериях развиты пластовые залежи сидеритов и бурых железняков, имеющие промышленное значение.

ский бассейн). Мощность карбона здесь больше 3 км. В *восточной зоне* в среднем карбоне произошли значительные складкообразовательные движения, сопровождающиеся общим поднятием, и начался орогенный этап развития этой зоны. В соответствии с этим здесь широко развиты только отложения нижнего карбона, значительно меньше распространен средний карбон и совсем отсутствуют отложения верхнего карбона. Нижний карбон сложен в основном морскими 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 обломочными породами. Мощность карбона на востоке более 3 км.

Пермские отложения распространены только в самых западных районах Западного склона, где они выполняют Предуральский краевой прогиб (см. рис. 83). Характер этих отложений указывает на то, что в ранней перми в западной зоне Урала тоже происходили складкообразовательные движения и поднятия и, таким образом, полностью сформировалась Уральская складчатая система.

Ассельский, сакмарский и картинский ярусы перми представлены в западной части Предуральского прогиба главным образом карбонатными породами, среди которых много рифовых массивов и криноидно-фузулиновых известняков. В восточном направлении карбонатные породы замещаются все более грубым обломочным материалом, образующимся за счет разрушения поднимающихся герцинид восточной зоны Урала. В кунгурском веке накапливаются доломиты, гипс, ангидрит, а затем и соли — галит, сильвин, карналлит, а в Воркутинской впадине — угленосные отложения. Верхняя пермь сложена красноцветной континентальной молассой. В Кортаихской впадине верхняя пермь представлена угленосной толщей. Мощность пермских отложений местами более 5 км.

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 относятся конгломераты и песчаники, выполняющие грабенообразные впадины Магнитогорского синклиория. На юге известны континентальные песчано-глинистые отложения нижней и средней юры, в которых содержатся прослои углей, а также линзы бокситов и бурых железняков. На юге западной зоны известны также континентальные и морские *меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения*, подобные тем, которые развиты в Прикаспийской синеклизе.

В *восточной зоне в триасе и юре* происходило формирование узких грабенов, в которых накапливались континентальные осадочно-вулканогенные и угленосные отложения с растительными остатками (Челябинский грабен и др.). На Южном Урале распространены 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* береговой зоны 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 развивающийся центр горнорудной промышленности нашей страны. Он богат полезными ископаемыми, значительная часть которых (железо, 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 известны месторождения *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. С мезозойской корой выветривания ультраосновных пород на Южном и Среднем Урале связаны месторождения *никеля и кобальта* (Актюбинское, Орско-Халиловское и др.). С интрузивными массивами ультраосновных пород Восточной зоны Урала связаны месторождения *хрома*. На Урале известны также месторождения *марганца, 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 Предуральяского 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 значительные запасы *каменной соли, гипса, ангидрита*. Во всем мире известны также *драгоценные и поделочные* камни Урала (изумруды, аметисты, топазы, бериллы, хрустали, яшмы, малахит).

Урал богат *цементным сырьем, баритом, фосфоритами, мраморами, строительными материалами* и другими видами сырья. Практически на Урале имеются все полезные ископаемые.

ТАЙМЫРО-СЕВЕРОЗЕМЕЛЬСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ЗОНА

Это крайний северо-восточный выступ фундамента Урало-Монгольского пояса, пока еще мало изученный. От Сибирской платформы Таймыр отделен Хатангским (Хатангско-Пясинским) прогибом. Складчатые структуры Таймыра и Северной Земли сложены породами от архея до триаса включительно. Хатангский прогиб заполнен юрскими и меловыми отложениями, которые перекрывают складчатые структуры Таймыра.

Здесь выделяется три зоны: Северная, Центральная и Южная.

Северная зона — о. Комсомолец, о. Пионер и северо-западная часть о. Октябрьской Революции — сложена палеозойскими отложениями. Ее относят к областям каледонской складчатости.

Центральная зона — юго-восточная часть о. Октябрьской Революции, о. Большевик и Северная часть Таймыра — область развития докембрийских метаморфических пород, прорванных гранитоидными интрузиями. Это зона добайкальской и байкальской складчатости.

Южная зона — хр. Бырранга и Южный Таймыр — область развития карбонатных палеозойских отложений, похожих на палеозой северной окраины Сибирской платформы и Верхояно-Чукотских мезозоид. На тектонических картах эта область обычно показана как область герцинской складчатости. Некоторые геологи относят эту зону к областям раннемезозойской складчатости и рассматривают ее как ветвь мезозоид Верхоянской геосинклинали.

На Таймыре широко распространена мощная (до 3 км) трапповая формация нижнего триаса. Очевидно, в конце перми и начале триаса здесь развивался трапповый вулканизм.

К пермским отложениям в северной части Таймыра приурочены месторождения *каменного и коксующихся углей*. Есть также *бурые угли* (триас). Месторождения *полиметаллов, ртути, молибдена* образуют три рудных пояса и связаны с позднегерцинскими щелочными интрузиями. В Хатангско-Пясинском прогибе в каменноугольных, пермских, триасовых и юрских отложениях имеются месторождения *нефти* (Нордвик). Есть *соль, флюорит* и некоторые другие полезные ископаемые.

ПЛИТЫ УРАЛО-МОНГОЛЬСКОГО ПОЯСА

В области Урало-Монгольского пояса выделяются Западно-Сибирская и Туранская плиты.

Геологическое строение плит начало выясняться лишь с 50-х годов в результате магнитных и гравитационных исследований, глубокого бурения и сейсморазведки. Эти методы позволили установить целый ряд особенностей в строении плит, о которых будет сказано ниже.

Западно-Сибирская плита (рис. 107). Это самая большая плита. Ее площадь равна 3,5 млн. км². На западе она ограничена Уралом, на юге каледонскими и герцинскими сооружениями южной окраины Урало-Монгольского пояса. *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: *Ханты-Мансийская (1), Надымская (2), Байдарацкая (3), Тазовская (4), Ларьякская (5) синеклизы; Васюганское поднятие (6); Сургутский (7), Нижнеуртовский (8), Александровский (9) своды*. В юго-восточной части расположены *Тегульдетская и Касская впадины*. Примерно в середине плиты в меридиональном направлении протягивается мощная *Колтогорско-Уренгойская зона разломов*.

Фундамент этой плиты состоит из отдельных зон и глыб байкальской, возможно, и добайкальской, каледонской и герцинской складчатости. Глубина залегания фундамента до 8 км. Наиболее древняя часть фундамента (байкальские или добайкальские структуры) выделяется в области Надымской синеклизы и на востоке, в Приенисейской части плиты. На севере, в низовьях Оби и п-ова Ямал эти две древние глыбы соединяются. По окраинам плиты ее фундамент образуют каледонские и герцинские структуры, которые постепенно погружаются под чехол мезо-кайнозойских отложений плиты со стороны Урала, Центрального Казахстана и Алтае-Саянской области.

Докембрийские и палеозойские породы, слагающие фундамент, изучены очень мало. Докембрий, в том числе и *рифей*, сложен гнейсами, кристаллическими сланцами, гранито-гнейсами, филлитами, мраморами. *Палеозой*, там где он входит в состав фундамента, представлен различными кристаллическими сланцами, залеокаменными вулканогенно-осадочными образованиями, кремнисто-глинистыми сланцами, кремнистыми и карбонатными породами. В фундаменте известны также многочисленные гранитоидные и реже другие интрузии.

Между фундаментом и чехлом платформы выявлены два промежуточных комплекса. *Первый комплекс* развит в тех областях плиты, где фундамент добайкальский или байкальский. В этих зонах этот комплекс сложен слабо смятыми и метаморфизованными терригенными и карбонатными *палеозойскими*, в том числе и нижнепалеозойскими породами, которые, в сущности, образуют чехол, подобный чехлу Сибирской платформы. В областях, где фундамент каледонский, этот комплекс сложен

средне-верхнепалеозойскими морскими и континентальными осадочно-вулканогенными, терригенно-карбонатными, красноцветными и угленосными отложениями. Они заполняют впадины — Касскую, Тегульдетскую, ряд впадин на юге плиты рядом с Центральным Казахстаном. Отложения эти подобны разновозрастным отложениям Минусинских впадин Алтае-Саянской области или Тенизской впадины Центрального Казахстана.

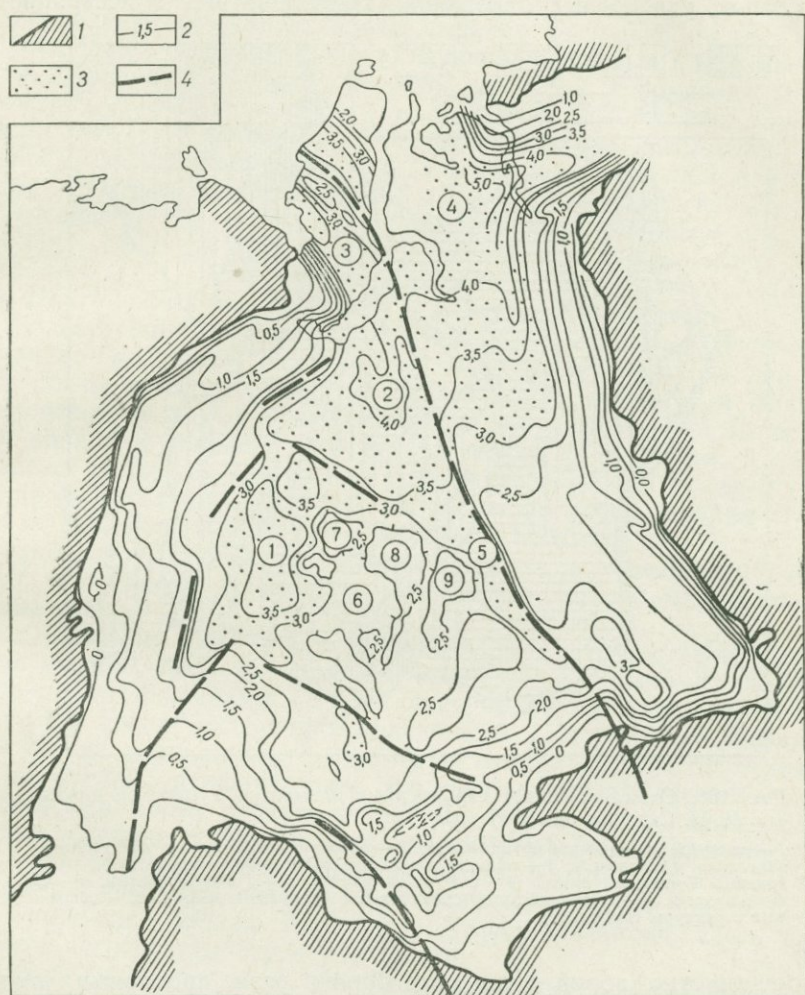


Рис. 107. Схема рельефа доюрской поверхности (фундамент) Западно-Сибирской плиты (по В. Н. Соболевской, с упрощением).

1 — границы плиты; 2 — стратонизогипсы по подошве мезо-кайнозойского чехла, км; 3 — наиболее погруженные участки; 4 — крупные швы. Цифры в кружках — основные структуры (см. текст)

Второй комплекс заполняет грабены, особенно многочисленные в западной части плиты, рядом с Уралом и в центральной части, где они образуют очень протяженную полосу в области Колтогорско-Уренгойской зоны разломов. Грабены заполнены мощной (до 5 км) толщей триаса и нижней, а иногда и средней юры. Нижняя часть толщи сложена вулканогенными образованиями триаса (*туринская серия*), аналогичными трапповой формации Сибирской платформы. Верхнюю часть слагают песчано-глинистые угленосные отложения верхнего триаса и нижней юры (*челябинская серия*). Структурное положение этих двух комплек-

сов понимается по-разному: их относят то к фундаменту, то к чехлу, то выделяют в самостоятельный структурный этаж.

Чехол плиты формировался от юры до четвертичного времени включительно. История его формирования описана достаточно подробно в разделе «историческая геология». В мезозое и кайнозое в области этой плиты накопилась толща разнообразных отложений — песков и песчаников, каолиновых глин, алевролитов, аргиллитов, иногда мергелей, диатомитов, опок, угленосных отложений, красноцветных и пестроцветных

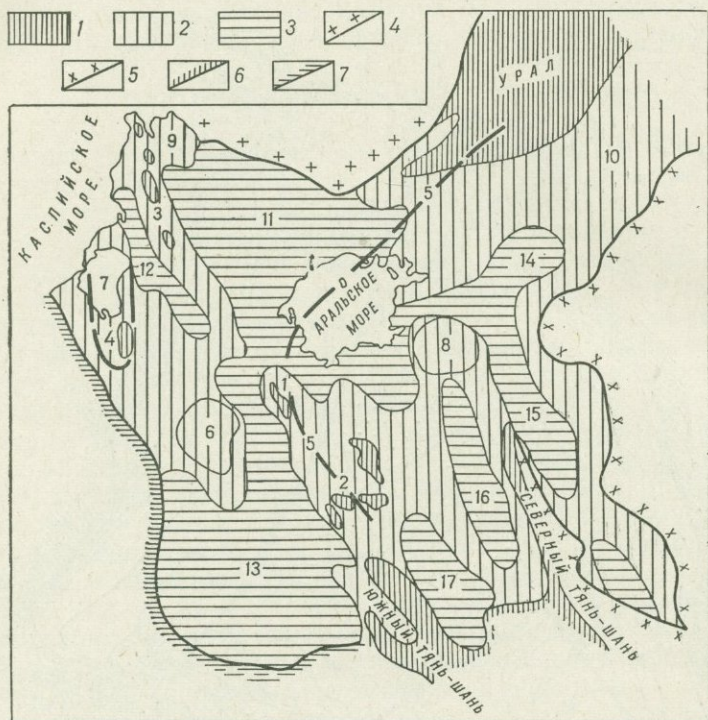


Рис. 108. Схема основных структурных элементов Туранской плиты (по М. Н. Смирновой, 1971).

1 — выступы герцинского фундамента; 2 — области относительно неглубокого залегания фундамента; 3 — области глубокого залегания фундамента; 4—7 — границы Туранской плиты (4 — с Русской плитой, 5 — с каледонидами, 6 — с герцинидами, 7 — с альпийскими складчатыми сооружениями). 1—17 — основные структуры (см. текст)

песчано-глинистых пород с линзами бурого угля, прослоями лигнита. Среди юрских, меловых и палеогеновых отложений преобладают породы морского происхождения. С юрскими и меловыми отложениями связаны месторождения нефти, а с отложениями палеогена месторождения марганца.

Со среднего олигоцена здесь установился континентальный режим, и во все последующее время накапливались континентальные песчано-глинистые образования, а в четвертичное время — ледниковые, флювиогляциальные, озерно-болотные, морские (по северной и западной окраинам) и ледниково-морские отложения.

Туранская плита (рис. 108). Она имеет площадь более 2 млн. км². На севере эта плита граничит с Мугоджарами, Уралом и Западно-Сибирской плитой, от которой она отделена *Кустанайской седловиной* (10), на востоке и северо-востоке — с каледонидами и герцинидами Центрального Казахстана и Тянь-Шаня, на юге и юго-востоке — с альпийскими сооружениями Альпийско-Гималайской области. Запад-

ная ее граница со Скифской плитой перекрыта водами Каспийского моря. На северо-западе по глубинному разлому она граничит с Прикаспийской синеклизой Восточно-Европейской платформы.

Большая часть фундамента плиты имеет герцинский возраст, на северо-востоке фундамент каледонский. Кроме того, здесь выделяются более древние структуры, образующие ядра, между которыми протягиваются области палеозойской складчатости.

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) (2), Султануиздаг (1), Западный и Восточный Каратау* на Мангышлаке (3), *поднятия Туаркырской системы дислокаций (4)*.

Кроме поднятий фундамента, в пределах Туранской плиты выделяются: *Центрально-Каракумский (6), Кара-Богазский (7), Нижне-сырдарьинский (8) своды, Северобузачинское поднятие (9), Тургайская (14), Чуйская (15), Сырдарьинская (16) синеклизы, Северо-Устюртский (11), Южно-Мангышлакский (12), Мургабский (13) прогибы, Приташкентская впадина (17)* и другие структуры.

Крупная широтная система разломов — *Бухарская ступень (Мангышлакско-Гиссарский разлом — 5)* делит эту плиту на две части. Часть плиты, расположенная южнее разлома, относится к Альпийско-Гималайской области Средиземноморского пояса. Здесь в области прогибов впадин фундамент залегает на глубинах 4—16 км, а иногда и несколько глубже, на сводах — на глубине 0,5—3 км. В северо-восточной части фундамент поднят более высоко и здесь глубина его залегания во впадинах 1—3 км, на сводах 0,5—1 км.

Фундамент выходит по окраинам плиты в соседних областях и вскрыт скважинами в областях поднятий. Породы, его слагающие, изучены плохо.

Каледонская часть фундамента (рядом с Казахстаном) сложена обычно *докембрийскими, кембрийскими, ордовикскими* и иногда *силурийскими* отложениями. Они в общем ничем не отличаются от разновозрастных пород, слагающих каледониды Центрального Казахстана.

В состав герцинского фундамента входят породы от *докембрийских до карбона* включительно. Это гнейсы, кристаллические сланцы, кварциты, мраморы, песчано-сланцевые толщи, карбонатные породы, основные, средние и кислые вулканогенные образования, а также интрузии гранитоидов и реже основных пород. Рядом с Уралом, в западной части Тургайской седловины, породы фундамента плиты подобны разновозрастным породам Восточного Урала. Очевидно, здесь прослеживаются погребенные структуры Урала.

Между фундаментом и чехлом в области Туранской плиты выделяется один *«промежуточный» комплекс*, сложенный *пермо-триасовыми* пестроцветными песчаниками, алевролитами, глинистыми сланцами, конгломератами, иногда известняками, средними эффузивами и их туфами. Они имеют характер молассы. Эти отложения нередко сильно смяты, разбиты сбросами, резко несогласно залегают на самых различных структурах и породах.

Положение этого комплекса так же неопределенно, как и в области Западно-Сибирской плиты: его относят или к чехлу, или к фундаменту, или выделяют в самостоятельный структурный этаж.

Осадочный чехол плиты сложен рэт-лейасовыми и более молодыми образованиями.

Рэт и лейас представлены аргиллитами, алевролитами и песчаниками, содержащими пласты угля и покровы и туфы базальтов. Мощность отложений от нескольких сотен метров до 1,5—2 км. Они заполняют узкие грабены и большие впадины — Северо-Устюртскую, Мургабскую и другие.

Особенно широко распространены в чехле среднеюрско-миоценовые отложения. Их мощность до 4 км, а на юге Туркмении до 10 км. Они очень разнообразны в фациальном отношении. Это континентальные песчано-глинистые отложения (средняя юра), морские терригенно-карбонатные толщи (юра, мел, палеоген), опоки (палеоген), толщи содержащие соль и ангидрит (верхняя юра), континентальные пестроцветные отложения (нижняя и средняя юра, нижний мел, палеоген). Морские отложения преобладают в западной части плиты, прибрежно-морские и континентальные — в восточной части. На юго-востоке в отложениях эоцена известны покровы базальтов, андезитов и их туфов.

С юрскими и меловыми отложениями в Бухаро-Хивинской области, в области Центрально-Каракумского свода, на Мангышлаке связаны месторождения нефти и газа.

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. 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.

ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ УРАЛО-МОНГОЛЬСКОГО ПОЯСА

Она занимает область, расположенную между Сибирской платформой, Таримской и Китайской платформами и мезозоидами Сихотэ-Алиня. Здесь выделяются: Селенгино-Яблонева складчатая зона и Монголо-Охотская складчатая область.

СЕЛЕНГИНО-ЯБЛОНЕВАЯ СКЛАДЧАТАЯ ЗОНА

Она располагается между Байкальской складчатой зоной и Монголо-Охотским складчатым поясом, с которыми она граничит по зонам разломов.

Складчатые структуры этой зоны сложены метаморфическими породами *протерозоя* и *рифейскими* и *нижнекембрийскими* терригенными, карбонатными и вулканогенными образованиями. Они резко смяты и образуют *ранние каледониды*. Этот геосинклинальный комплекс сохранился в виде отдельных фрагментов среди почти сплошного поля гранитных интрузий, которые формировались в *раннем* и в *позднем палеозое* и в *мезозое*. В *перми*, *триасе*, *юре* здесь в больших масштабах происходили извержения основной, средней и кислой магмы и образовались покровы базальтов, андезитов, липаритов и их туфов, общей мощностью до 5 км. В *конце палеогена* в результате активного развития процессов эпиплатформенного орогенеза сформировался современный горный рельеф Селенгино-Яблонева зоны. Она входит в состав Байкальского рифтового пояса.

Таким образом, область ранних каледонид Селенгино-Яблонева зоны в мезозое подверглась очень активной магматической переработке, а в кайнозое здесь происходила активная тектоническая перестройка.

МОНГОЛО-ОХОТСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ

Она протягивается в субширотном направлении между Сибирской платформой и раннекаледонскими структурами Селенгино-Яблонева

зоны и Китайской платформой (рис. 109). От этих платформ Монголо-Охотские структуры отделены зонами глубинных разломов. На востоке они ограничены мезозоидами Сихотэ-Алиня, а на западе — каледонскими структурами Алтае-Саянской области.

Тектоническое строение Монголо-Охотской области чрезвычайно сложно, ее геологическая история до сих пор очень неясна, а вопрос о времени формирования ее тектонических структур долгие годы остается дискуссионным. Целый ряд исследователей относят эту часть земной

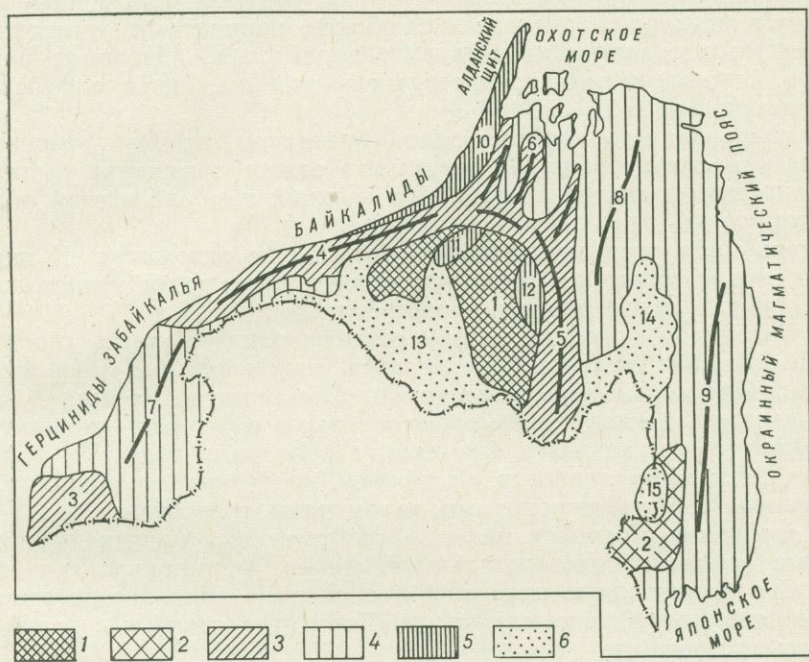


Рис. 109. Схема основных структурных элементов Дальнего Востока (по М. Н. Смирновой, 1971).

1 — выступы палеозойского фундамента; 2 — срединные массивы; 3 — древние ядра; 4 — области развития мезозойской складчатости; 5 — межгорные впадины; 6 — предгорные впадины. 1—15 — основные структуры (см. текст)

коры к герцинидам, другие к мезозоидам. Некоторые считают, что Монголо-Охотская область является переходной структурой между герцинидами и мезозоидами.

Наиболее крупными структурными элементами этой области являются: Буреинский (Хингано-Буреинский) массив (1), Агинское поднятие (3), Джагдино-Тукурингерский (4), Хингано-Буреинский (5) и Шантарский антиклинорий (6), Ононско-Гизимуровский синклинорий (7), Верхнезейская (10), Амуро-Зейская (11), Буреинская (12) и Зейско-Буреинская (13) впадины.

Показанные на рис. 109 Ханкайский массив (2), Нижнеамурская синклиналиальная зона (8), Складчатая зона Сихоте-Алиня (9) и Среднеамурская (14) и Ханкайская (15) впадины относятся уже к областям мезозойской складчатости и будут рассмотрены ниже.

Стратиграфия и литология отложений и основные особенности развития

Докембрийская история этой области до сих пор не ясна. Из всех докембрийских отложений здесь хорошо выделяются и широко распространены рифейские. К архею и нижнему протерозою относят гней-

сы, кристаллические сланцы, мраморы и кварциты, слагающие Джадино-Тукурингрский антиклинорий и основание Аргунского и Буреинского массивов.

Рифей представлен геосинклинальными образованиями — зелеными сланцами, кристаллическими сланцами, кислыми и основными вулканогенными породами, а в области массивов — осадочными, карбонатными, глинистыми, иногда грубообломочными породами и эффузивами. Мощность рифея до 4 км.

Кембрий представлен только нижним отделом, сложенным кремнистыми и серицит-хлоритовыми сланцами, кварцитами, известняками и доломитами, содержащими фауну трилобитов и археоциат раннего кембрия. Эти отложения распространены там же, где и рифейские, и имеют мощность до 2,5 км.

В конце раннего кембрия здесь, очевидно, активно развивалась байкальская складчатость. В результате толщи отложений были смяты, произошло поднятие и средний и верхний кембрий в этой области отсутствуют.

Очень мало распространены и *ордовикские* отложения. К ним условно относят толщу карбонатных пород с прослоями углисто-глинистых сланцев и конгломератов мощностью до 2 км.

В кембрии и ордовике в этой области закладывались геосинклинальные прогибы, которые заполнялись *силурийскими, девонскими и нижнекаменноугольными отложениями*. Это мощная толща (до 8—9 км), сложенная слабо метаморфизованными породами — кварцитами, алевролитами, песчаниками, сланцами с прослоями туфов и туфопесчаников, покровами диабазов, ортофиоров, кремнистыми сланцами, яшмами, зеленокаменными породами, доломитами, известняками.

В *среднем и в начале позднего карбона* здесь происходили очень активные складкообразовательные движения, формировались многочисленные гранитоидные интрузии, происходило поднятие, формировались основные герцинские структуры. Поэтому средний и верхний карбон здесь отсутствуют.

Пермские отложения развиты главным образом в Восточном Забайкалье. Они имеют мощность более 4 км. Это конгломераты, песчаники, алевролиты, аргиллиты с брахиоподами и мшанками, а также угленосные отложения, туфы и кремнистые породы. В перми здесь происходило новое прогибание и развивалась трансгрессия. Однако и прогибание, и трансгрессия не были продолжительными, и в конце палеозоя — начале мезозоя вся эта область испытала новое поднятие, и отложения *нижнего и среднего триаса* распространены здесь очень мало.

В *позднем триасе* на севере Монголо-Охотской области начали формироваться впадины и прогибы тихоокеанского типа и развивалась большая трансгрессия, которая проникла далеко на запад. В прогибах и впадинах накопился 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 позднем триасе на севере Монголо-Охотской области существовал крупный прогиб, который соединялся с геосинклинальными прогибами Западно-Тихоокеанской зоны. В пределах этого прогиба выделялись участки более активного прогибания, которые впоследствии и дали начало впадинам и прогибам.

В *ранней юре* зона наибольшего прогибания сместилась к югу, к центральной полосе Монголо-Охотской области. 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 отлагались преимущественно конгломераты. Очевидно, в это время появились значительные

поднятия — источник грубообломочного материала. В более восточных районах эти отложения содержат прослои эффузивов.

На границе *средней и поздней юры*, а на востоке в мелу тектонические движения начали развиваться более активно; отложения, накопившиеся во впадинах и прогибах, сминались в довольно сложные складки, поднятия начали преобладать, появились новые, оживились старые разломы, более активно развивались эффузивные процессы, образовались гранитоидные интрузии. Морской залив исчез.

В *позднемеловое* и в последующее время в Монголо-Охотской области происходили дифференцированные движения и формировались межгорные впадины — Бурейнская, Амуро-Зейская и другие, в которых накапливались преимущественно континентальные терригенные образования мощностью до 5—6 км. В Зее-Бурейнской впадине и в некоторых других эти отложения угленосны (мел, палеоген, неоген).

В *неогене* глыбовые дифференцированные движения были особенно контрастными и сопровождались излиянием базальтов, которые продолжались и в *четвертичное время*. Эти движения привели к созданию современного рельефа этой области.

Полезные ископаемые

Монголо-Охотская область очень богата рудными полезными ископаемыми. Основная их масса приурочена к интрузиям гранитоидных пород мезозойского возраста. С ними связаны *полиметаллы, олово, вольфрам, серебро, сурьма, мышьяк, 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*. На крайнем северо-западе Монголо-Охотской области развиты месторождения *молибдена, мышьяка*.

Кроме полезных ископаемых, связанных с мезозойскими гранитоидами, здесь имеются *олово, вольфрам, 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* (Зее-Бурейнская впадина) и россыпные месторождения *золота и олова*.

СКИФСКАЯ ЭПИПАЛЕОЗОЙСКАЯ ПЛИТА

Она была выделена М. В. Муратовым в составе Средиземноморского пояса в 1955 г. Это северная окраина пояса. Ее складчатый фундамент был сформирован в конце палеозоя в результате герцинского тектогенеза. Эта плита расположена между Восточно-Европейской платформой (1) и альпийскими сооружениями Средиземноморского пояса и занимает Дунайскую низменность, Степной Крым и Северное Предкавказье (рис. 110). На западе она граничит с альпийскими структурами, на востоке, под водами Каспийского моря — с Туранской плитой, на которую она очень похожа по своему строению и развитию*. Структуры северной части Скифской плиты тесно связаны со складчатыми структурами Донбасса (15). С Восточно-Европейской платформой

* Некоторые считают Скифскую плиту западным ответвлением Урало-Монгольского пояса.

плита сочленяется по глубинному тектоническому разлому, над которым сформировались грабенообразные прогибы — *Маньчский, Каркинитский* и др. В этой зоне фундамент платформы по системе ступенчатых сбросов опускается до 8—9 км.

Почти на всей площади этой плиты ее фундамент перекрыт осадочным чехлом, и только в выступе Добруджи он выходит на поверхность. Фундамент разбурен очень большим количеством скважин (около 1000). Данные бурения и геофизические исследования позволили выявить

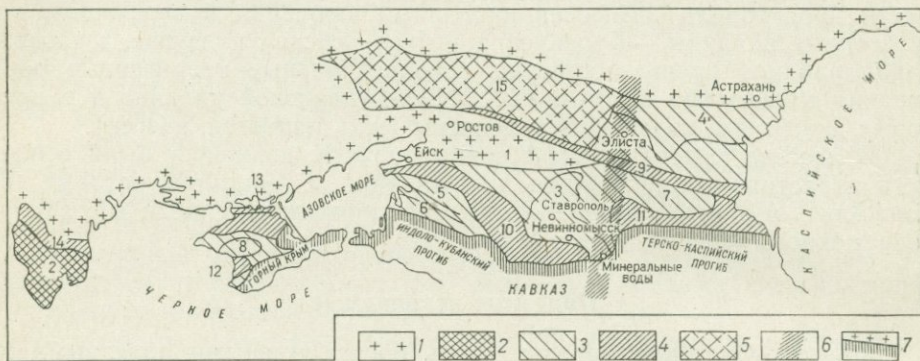


Рис. 110. Схема основных структурных элементов Скифской плиты (по М. Н. Смирновой, 1971, с изменениями).

1 — выступы докембрийского фундамента; 2 — выступы герцинского фундамента; 3 — области относительно неглубокого залегания фундамента; 4 — области глубокого залегания фундамента; 5 — авлакоген Большого Донбасса; 6 — глубинные разломы; 7 — границы Скифской плиты с Русской плитой и с альпийскими складчатыми сооружениями. 1—15 — основные структуры (см. текст)

особенности строения плиты. Ее фундамент сильно расчленен, с амплитудой до 10—12 км. Наибольшая глубина залегания отмечается на южной окраине плиты, в месте ее сочленения с альпийскими структурами Средиземноморского пояса, с которыми герцинские структуры фундамента плиты граничат по зонам разломов.

В фундаменте выделяются (см. рис. 110): *поднятие Добруджи* (2), *Ставропольское поднятие* (3), *поднятие («кряж») Карпинского* (4), *Каневско-Березанская зона поднятий* (5), *Тимашевское поднятие* (6), *Прикумская зона поднятий* (7), *Тарханкутское поднятие* (8), *Маньчский* (9), *Восточно-Кубанский* (10) и *Терско-Кумский* (11) прогибы, *Альминская впадина* (12), *Каркинитский* и *Сивашский прогибы* (13), *Преддобруджинский прогиб* (14). Через всю плиту в меридиональном направлении проходит *Восточно-Ставропольская зона разломов*, которая протягивается далеко на юг в область Кавказа и на север через Русскую плиту почти до Тимана (главный Восточно-Европейский разлом).

Фундамент плиты сложен породами от докембрийских до верхнепалеозойских включительно. Его складчатые структуры были сформированы в результате герцинской складчатости. Они имеют преимущественно широтное простирание. Местами — в Степном Крыму, в Добрудже выделяются небольшие массивы байкальской складчатости. Таким образом, и в области Скифской плиты, как и других плит, фундамент разновозрастный.

Скважинами в целом ряде мест вскрыты *докембрийские* хлоритовые и серицитовые сланцы, филлиты (район Симферополя, Добруджинский массив) в основном рифейского, а частично и дорифейского, возраста, слагающие байкальские массивы.

Кембрийские, ордовикские и *силурийские* отложения распространены мало. Они сложены филлитами, кварцитами, глинистыми слан-

цами, реже известняками и вскрыты скважинами в Северной Добрудже.

Очень широко здесь распространены породы среднего палеозоя — девона и нижнего карбона. Они вскрыты скважинами в Предкавказье, в Северной Добрудже. *Девон и нижний карбон* сложены хлоритовыми и серицит-хлоритовыми сланцами, глинистыми сланцами, песчаниками, конгломератами, филлитами. В Западном и Центральном Предкавказье эти толщи прорываются интрузиями гранитоидов позднего палеозоя. Морские глинисто-сланцевые и терригенно-карбонатные отложения среднего и верхнего карбона известны в Предкавказье и в области Степного Крыма.

К концу карбона, а в некоторых местах только в ранней перми был сформирован складчатый фундамент Скифской плиты.

В перми, триасе, юре в этой области происходило образование грабенообразных впадин — Манычский прогиб, Северо-Ставропольский и другие, в которых накапливались континентальные красноцветные конгломераты, галечники, песчаники, аргиллиты. Эти отложения сравнительно слабо дислоцированы и образуют «промежуточный» комплекс, как это отмечалось уже для Туранской и Западно-Сибирской плит. И здесь его положение пока не ясно: его относят то к фундаменту, то к чехлу, то выделяют в самостоятельный этаж.

Кроме этих прогибов, в области Скифской плиты также имеются прогибы (Ейско-Березанский и другие), заполненные триасом и юрой. Это песчано-глинистые отложения, сланцы, эффузивы и их туфы. Мощность этих отложений несколько километров. Иногда они имеют характер флиша*. Эти отложения сильно дислоцированы и имеют характер геосинклинальных образований. Поэтому некоторые геологи считают, что в области Скифской плиты в триасе и юре существовали геосинклинальные прогибы, в которых в поздней юре развивались складчатость. Положение этих прогибов и заполняющих их отложений тоже не ясно.

Чехол платформы в основном начал накапливаться с юры, а на востоке с триаса. Он сложен мощной толщей разнообразных отложений. Триас и юра сложены пестроцветными терригенными и терригенно-карбонатными отложениями, кислыми и средними эффузивами, их туфами, туфопесчаниками. Иногда юра угленосна (Предкавказье) или содержит соль, гипс. Мел распространен повсеместно. Он сложен темными, нередко пиритизированными сланцеватыми глинами, алевролитами, песчаниками, в том числе глауконитовыми, и иногда известняками, мергелями, белым писчим мелом и вулканогенными образованиями. Эти отложения обычно содержат богатую фауну пелеципод. Их мощность очень изменчива, но не превышает 1500 м.

Кайнозой в пределах плиты распространен очень широко. Он перекрывает все более древние отложения.

Палеоген 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. Мощность палеогена очень непостоянная, но в общем не превышает 1700 м. Палеоген Предкавказья содержит газ и нефть (Ейско-Березанский конденсатный район, Ставропольский свод, Тарханкутская зона поднятий). 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. Извест-

* Эти отложения иногда подобны таврической серии Горного Крыма.

ны и континентальные обломочные отложения. Мощность неогена до 2500 м.

Четвертичные отложения сложены песками, глинами и лёссовидными сугликами 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*.

ГЛАВА 30.

ОБЛАСТИ МЕЗОЗОЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

Мезозойские структуры распространены на востоке СССР, где они образуют две области: Верхояно-Чукотскую и Сихотэ-Алиньскую. Эти области входят в состав Тихоокеанского пояса.

ВЕРХОЯНО-ЧУКОТСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ

Она занимает большую часть Северо-Востока СССР (рис. 111) и имеет площадь более 3,6 млн. км². На западе, по *Предверхолянскому краевому прогибу* (18) и крупному разлому — *Нельканскому краевому*

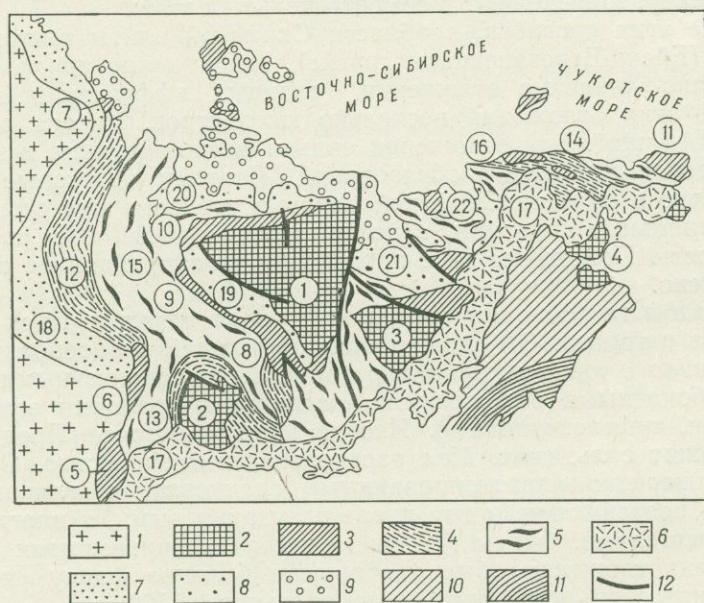


Рис. 111. Схема основных структур Верхояно-Чукотской области мезозойской складчатости (по С. М. Тильману, В. Ф. Белому и др.).

1 — Сибирская платформа; 2 — массивы дорифейские; 3 — поднятия, сложенные рифейскими и палеозойскими отложениями. Складчатые структуры мезозойские: 4 — антиклинории; 5 — синклинории; 6 — меловые вулканогенные отложения; 7 — краевой прогиб, выполненный юрскими и меловыми отложениями; 8 — межгорные впадины, сложенные отложениями верхней юры — нижнего мела; 9 — впадины, сложенные отложениями верхнего мела — четвертичной системы; 10 — ларамиды Анадыро-Корякской области; 11 — кайнозойская складчатая область; 12 — крупнейшие разломы. 1—22 — основные структуры (см. текст)

шеву — эта область граничит с Сибирской платформой. С востока и юга она ограничена *Охотско-Чукотским вулканическим поясом* (17), отделяющим ее от кайнозойских сооружений Анадыро-Корякской 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.

Охотско-Чукотский вулканический пояс — это область позднемезозойского 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 раннего 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.

Тектоническое строение. В пределах Верхояно-Чукотской области выделяются очень крупные древние массивы, антиклинальные и синклинальные зоны, антиклинории, синклинории, впадины и прогибы.

К древним массивам относятся (см. рис. 111): *Колымский* (1), *Охотский* (2), *Омолонский* (3), и *Анадырский* (4). Блоки древних кристаллических пород имеются и в других местах: *Быковское* (7), *Чукотское* (11) и другие поднятия.

Омолонский, Охотский и Анадырский массивы — это докембрийские глыбы. Огромный Колымский массив построен сложнее: его центральная часть — это докембрийский массив, а узкие окраинные поднятия — это более молодые палеозойские структуры, сложенные рифеем и палеозоем. Эти структуры образуют *Полоусненское* (10), *Тас-Хаяхтаское* (9), *Омулевское* (8) и *Приколымское* (на юге) поднятия. Колымский и Омолонский массивы некоторые геологи объединяют вместе и называют *Колымской платформой*, которая разделена прогибом на два массива.

Мезозойские складчатые сооружения окружают Колымский и другие массивы, повторяя их очертания. Мезозонды сложены мощным геосинклинальным комплексом, который накапливался до среднего карбона до начала поздней юры включительно и образует здесь верхоянскую серию.

Огромная *Верхоянская антиклинальная зона* (12) 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 *Сетте-Дабанский антиклинорий* (6), в ядре которого выходит древнее складчатое основание. Выделяются также (см. рис. 111) *Чукотский антиклинорий* (14), *Южно-Верхоянский* (13), *Яно-Индибирский* (15), *Чаунский* (16), *Иньяли-Дебинский* (к западу от Тасхаяхтахского поднятия) и ряд других синклинориев, а также *Анюйская*, *Чаунская*, *Олойская*, *Березовская* и *Гижигинская синклинальные зоны*, занимающие область между Омолонским массивом и Чукотским поднятием. В областях синклинориев и синклинальных зон широко распространены триасовые, иногда и юрские отложения, смятые в линейные, нередко очень сжатые складки, осложненные взбросами и надвигами. 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.

В этой области также имеется ряд прогибов и впадин: *Предверхо-янский краевой прогиб*, *Зырянская* (19), *Олойская* (21), *Ольджейская* (20), *Раучуанская* (22) и другие впадины. Они заполнены молассовыми толщами, образовавшимися в поздней юре и раннем мелу. Эти отложения нередко угленосны. В Зырянской впадине угленосная толща имеет мощность до 5 км и содержит около 100 угольных пластов.

Предверхоанский краевой прогиб протягивается от устья Лены до Сетте-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.

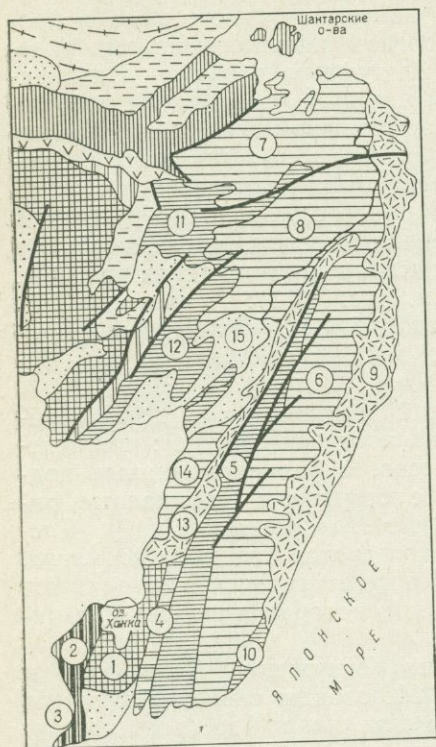


Рис. 112. Схема расположения основных структур Сихотэ-Алинской области (по Л. И. Красному и др.).

1 — наложенные орогенные впадины, выполненные меловыми и палеогеновыми отложениями; 2 — вулканогенные пояса мелового и палеогенового возраста; 3 — остаточные геосинклинальные и наложенные прогибы, выполненные юрскими и меловыми отложениями; 4 — меловые вулканические пояса; 5 — синклиории; 6 — антиклиории; 7 — среднепалеозойские окраинные прогибы; 8 — палеозойско-мезозойский окраинный прогиб; 9 — палеозойский окраинный прогиб; 10 — антиклиории, сложенные рифейскими и палеозойскими отложениями; 11 — массивы байкальской складчатости; 12 — Становая область раннепротерозойской складчатости; 13 — разломы. 1—15 — основные структуры (см. текст)

ложений, слагающих домезозойское основание этой области. Формирование этого комплекса происходило до раннего карбона включительно.

В Яно-Колымской области основание этого комплекса сложено терригенно-карбонатными породами рифея мощностью до 8 км. Выше следует толща *вендско-кембрийских* карбонатных и иногда терригенных отложений мощностью до 1,5 км, а иногда и до 4 км.

Ордовик, силур, девон и нижний карбон в Яно-Колымской обла-

Предверхоанский прогиб заполнен мощными толщами угленосных верхнеорских и нижнемеловых отложений, а в средней части и верхнемеловой молассой. Эти отложения имеют наибольшую мощность в приверхоанском, 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, гранито-гнейсы, амфиболиты. *Нижний протерозой* распространен также в области срединных массивов. Сложен он менее метаморфизованными породами — кристаллическими сланцами, кварцитами, мраморизованными известняками, мраморами, сильно метаморфизованными кислыми и средними эффузивами, иногда гнейсами.

Рифей распространен в области древних массивов, в Яно-Колымской зоне, в Сетте-Дабанском и Юдомо-Майском (5) поднятиях. В области массивов терригенно-карбонатные и песчано-глинистые отложения рифея имеют сравнительно небольшую мощность (1,5—3,4 км), слабо смяты, залегают несогласно на более древних породах основания массивов. В других местах в рифее начинается образование мощного (до 18 км) комплекса преимущественно карбонатных от-

сти представлены однообразной толщей известняков мощностью до 8 км, и только в кембрии и среднем девоне есть терригенные, а в девоне и вулканогенные, и гипсоносные лагунные отложения. Все породы хорошо охарактеризованы палеонтологически, содержат характерную фауну трилобитов, брахиопод, граптолитов, кораллов, гастропод. С лежащими выше более молодыми отложениями *верхоянской серии* палеозойский комплекс в общем залегает согласно.

Существенно иначе представлен этот комплекс в Чукотском сегменте.* На юге этого сегмента в его составе очень много вулканогенных пород рифейско-пермского возраста; отложения эти очень резко смяты, прорваны интрузиями гранитов, верхоянская серия залегает на них с резким угловым несогласием.

Отложения палеозойского комплекса накапливались в прогибах, природа которых не совсем ясна. Многие геологи считают, что эти прогибы по своим особенностям имели промежуточный характер между геосинклинальными и платформенными.

В *среднем карбоне* в этой области происходили герцинские движения, и на месте прогибов сформировались пологие и широкие складки, которые причленились к окраинам платформенных массивов, возникли зоны поднятий. Одновременно с этими структурами, а также за счет их дробления закладывались типичные геосинклинальные прогибы, и в последующее время, до конца мезозоя, Верхояно-Чукотская область развивалась уже как геосинклинальная. Совершенно изменился и характер осадконакопления: со *среднего карбона* до *средней юры* включительно в геосинклинальных прогибах накапливались преимущественно терригенные отложения, образующие мощную (11—13 км) геосинклинальную *верхоянскую серию*, нередко имеющую флишеидный характер. Это основной геосинклинальный комплекс Верхояно-Чукотской области. И только в областях платформенных массивов и причленившихся к ним герцинских структур по-прежнему накапливались преимущественно карбонатные отложения небольшой мощности. Верхоянская серия сложена песчаниками, алевролитами, глинистыми сланцами, аргиллитами, иногда тонкими прослоями известняков. *Пермь* в некоторых зонах сложена грубообломочными пестроцветными породами с пластами углей. Очень редко здесь встречаются туфы основного и среднего состава и кремнистые сланцы. В *Чукотском сегменте* верхоянская серия накапливалась с *раннего триаса* до *конца юры* и для нее характерно очень широкое развитие вулканогенных и кремнистых пород — спилитов, базальтов, андезитов, их туфов, туффигов, кремнистых сланцев и др.

В *позднеюрскую эпоху* в Верхояно-Чукотской области происходили крупные складкообразовательные движения и поднятия, а в самом конце юры началось формирование гранитоидных интрузий. И только в некоторых геосинклинальных прогибах, на востоке, геосинклинальный режим сохранялся до раннего мела включительно и здесь накапливались песчаники, туфы и конгломераты. Движения сопровождались образованием разломов и наложенных и унаследованных впадин — Зырянской, Олойской и других. Формировался и Предверхоянский краевой прогиб. Они заполнялись континентальной угленосной молассой, а Зырянская и Олойская впадины — и вулканогенными толщами.

В *раннемеловую эпоху* напряженность тектонических движений усилилась. Они привели к формированию горной страны. В это же время образовалась основная масса гранитоидных и гранодиоритовых интрузий и очень активно развивалась эффузивная деятельность. В позднемеловую эпоху движения ослабевают.

В *кайнозое* в Верхояно-Чукотской складчатой области формирова-

* Граница между Яно-Колымским и Чукотским сегментами проходит по восточной окраине Колымского массива.

лись разломы, по которым изливались основные лавы, а в *неогене* и в *четвертичное время* происходило иногда значительное поднятие отдельных участков. В результате сформировался современный рельеф этой области. Осадконакопление было развито на очень ограниченных площадях, в пределах которых в *палеогене* и *неогене* накапливались континентальные угленосные толщи мощностью в несколько сотен метров. *Четвертичные* морские, озерные, речные и ледниковые отложения широко распространены на северо-западе области.

Полезные ископаемые. В Верхояно-Чукотской области основная масса *золоторудных* месторождений связана с гранитоидными и гранодиоритовыми позднеорогенными (юрскими и меловыми) интрузиями. Месторождения *олова* и *вольфрама* связаны с раннемеловыми гранитами. 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, Предверхоаянский прогиб и др. В Предверхоаянском прогибе имеются огромные газоконденсатные месторождения.

СИХОТЭ-АЛИНСКАЯ СКЛАДЧАТАЯ ОБЛАСТЬ

Она протягивается от низовьев Амура до Владивостока и ограничена на востоке Сихотэ-Алинским вулканическим поясом, а на западе герцинидами Китая и Монголо-Охотского пояса (рис. 112).

В этой области выделяются: *Ханкайский массив* (1), *Западно-Приморская (Гродековская) складчатая зона* (2), *Южно-Приморская зона* (3), *Даубихинская зона* (4), *Центрально-Сихотэ-Алинский антиклинорий* (5), *Главный Сихотэ-Алинский синклинорий* (6), *Амгуньский синклинорий* (7), *Горинский синклинорий* (8), *Сихотэ-Алинский вулканический пояс* (часть Чукотско-Катазиатского вулканического пояса) (9), *Прибрежный антиклинорий* (10), *Ванданский* (11) и *Ниланский* (12) *антиклинории*, *Западно-Сихотэ-Алинский вулканический пояс* (13), *Нижнебикинский прогиб* (14), *Средне-Амурская впадина* (15).

Все вышеперечисленные тектонические элементы граничат по зонам глубинных разломов, так что вся эта область имеет складчато-глыбовое строение.

Сихотэ-Алинский вулканический пояс, как и Охотско-Чукотский, связан с крупнейшей зоной разломов. И тот и другой входят в состав очень мощного Чукотско-Катазиатского вулканического пояса, протягивающегося от Чукотки до Южных районов Катазии. Сихотэ-Алинская его часть формировалась в позднем мелу, палеогене, неогене, четвертичном периоде. Сихотэ-Алинский вулканический пояс сложен толщей (до 6 км) наземных эффузивов кислого, среднего и основного состава.

История развития, стратиграфия, литология отложений. *Докембрийская история* Сихотэ-Алинской области совершенно не ясна. В Южном Приморье и в области Ханкайского массива распространены *докембрийские* гнейсы, мраморы и кристаллические сланцы. Их мощность несколько километров.

Рифей и нижний кембрий образуют единую толщу мощностью до 10 км. Они сложены филлитами, песчаниками, кварцитами, известняками, доломитами, кремнистыми сланцами, иногда джеспилитами, кремнисто-углистыми сланцами. Рифейско-раннекембрийский геосинклинальный комплекс слагает Ханкайский массив — остаток более древних складчатых сооружений, сформированных раннекембрийской, а возможно и байкальской складчатостью.

Средне- и позднекембрийская история этой области, а также *ордовикская*, *силурийская* и *девонская* также не ясны, так как породы соот-

ветствующего возраста распространены здесь очень мало или совсем отсутствуют. Многие геологи считают, что в *позднем силуре* древние структуры этой области подверглись раздроблению, и здесь появились геосинклинальные прогибы и остаточные древние массивы типа Ханкайского. В этих прогибах накопились толщи геосинклинальных образований. В Гродековской зоне известны *силурийские и девонские* кремнистые, песчано-сланцевые и эффузивные образования мощностью несколько километров. В Центрально-Сихотэ-Алинском антиклинории к силуру и девону условно относят палеонтологически не охарактеризованную толщу филлитов, кварц-серицитовых сланцев, туфопесчаников и основных эффузивов мощностью в несколько километров.

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 филлитовидными и кремнистыми сланцами, яшмами, известняками, порфиритами и их туфами.

В *конце карбона* и в *раннепермское время* здесь развивались герцинские движения. Они не создали складчатых сооружений и привели лишь к появлению угловых несогласий и стратиграфических перерывов. В последующее время геосинклинальное развитие прогибов продолжалось. Более того, в конце палеозоя и в начале мезозоя площадь геосинклинальных прогибов увеличилась. 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.

Мезозой. В *триасе*, а также в *ранней и средней юре* в Сихотэ-Алинской области начались интенсивные движения мезозойского тектогенеза (наибольшей силы они достигли в позднемеловое время). В результате здесь образовалось складчатое горное сооружение. В позднемеловое время сформировалась и основная масса гранитоидных интрузий и образовались наложенные впадины.

Триас, юра, нижний мел и часть *верхнего мела* образуют геосинклинальный комплекс, который слагает мезозойды Сихотэ-Алиня. *Триас* и *нижняя юра* образуют нижнюю часть этого комплекса. Они широко распространены в Южном Приморье, в Центрально-Сихотэ-Алинском антиклинории, Главном Сихотэ-Алинском синклинории и в некоторых других местах. Представлены они глинистыми и кремнистыми сланцами, спилитами, туфами, яшмами, эффузивами, претерпевшими зеленокаменное изменение, терригенными породами, иногда известняками. Это морские, прибрежно-морские и континентальные отложения, иногда угленосные. Их мощность несколько километров; они часто содержат многочисленную фауну аммонитов, пелеципод, губок и похожи на вышеописанный палеозойский комплекс.

Вторая, верхняя часть этого комплекса сложена *средней и верхней юрой и мелом*. По характеру отложений она похожа на верхоянскую серию Верхояно-Чукотской области. 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. В морских отложениях содержится богатая фауна пелеципод и аммонитов, а в кон-

тинентальных — обильная флора. Мощность меловых отложений более 10 км.

В *середине позднего мела* в Сихотэ-Алине произошли наиболее активные складкообразовательные движения и поднятия и окончательно оформились основные структуры этой области.

В *позднемеловое* время закладывались и вулканические пояса.

В *кайнозое* в Сихотэ-Алине происходили значительные глыбовые перемещения, в результате которых был сформирован ее современный рельеф. Одновременно с этим самые молодые отложения были смяты в пологие складки и прорваны многочисленными интрузиями, с которыми связаны месторождения олова, полиметаллов 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. Все эти отложения накапливались во впадинах, которые начали формироваться в конце мела. Общая мощность палеогеновых и неогеновых отложений более 1000 м.

Четвертичная система сложена аллювиальными, озерными, эоловыми, моренными и другими континентальными образованиями, а местами и эффузивами.

Полезные ископаемые. Сихотэ-Алинь относится к *Дальневосточной металлогенической провинции*. Месторождения олова, полиметаллов, сурьмы и других руд 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; *вольфрамовые* и ряд других связаны с зонами глубинных разломов. Известны *оловорудные, полиметаллические и флюоритовые* месторождения, приуроченные к палеозойским интрузиям.

Образование 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 и *бурых углей* палеогена. В различных областях известны россыпные месторождения *олова*.

ГЛАВА 31.

ОБЛАСТИ КАЙНОЗОЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

ОБЛАСТИ АЛЬПИЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ СРЕДИЗЕМНОМОРСКОГО ПОЯСА

Области альпийской складчатости распространены на юго-западной и южной окраинах СССР. К ним относятся *мегантклинорий Восточных Карпат, Крымско-Кавказская зона*, состоящая из складчатого сооружения *Горного Крыма* и *мегантклинория Большого Кавказа*, структуры *Большого Балхана* и *Копет-Дага* и *Памир*. Все эти сооружения входят в состав мощного Средиземного морского пояса.

Средиземноморский 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.

Очень большую роль в строении этого пояса играют крупные срединные массивы и котловины внутренних морей. Они занимают не мень-

шие площади, чем складчатые геосинклинальные сооружения. Последние обычно «обтекают» эти массивы, протягиваясь между ними и образуя ветви. В пределах некоторых массивов, образующих котловины внутренних морей (Черного, южной части Каспия, западной части Средиземного моря), земная кора испытала перерождение, в результате чего эти области земной коры имеют субокеанический тип строения.

Складчатые зоны также неодновозрастны. Среди них выделяются герцинские и даже более древние структуры, мезозойские структуры, являющиеся областями более ранней консолидации, и палеогеновые и неогеновые, образовавшиеся в результате альпийской складчатости. На погруженных герцинидах северной окраины пояса образовались Скифская плита и юго-западная часть Туранской плиты.

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 орогенном этапе развития и отличается сильно расчлененным рельефом, повышенной сейсмичностью и активным проявлением вулканизма.

КАВКАЗ

На Кавказе выделяют следующие основные структурные зоны (рис. 113): *мегантиклинорий Большого Кавказа, складчатые сооружения Малого Кавказа, Рионскую и Куринскую межгорные впадины (Рионо-Куринская депрессия) и Индоло-Кубанский и Терско-Кумский краевые прогибы.*

Мегантиклинорий Большого Кавказа представляет собой часть Крымско-Кавказской зоны. Индоло-Кубанский и Терско-Кумский прогибы отделяют его от Скифской плиты. Складчатые сооружения Малого Кавказа отделены от мегантиклинория Большого Кавказа Рионской и Куринской впадинами. На юге складчатые сооружения Малого Кавказа ограничены *Средне-Араксинским межгорным прогибом.* С востока и запада описываемая область ограничена глубокими котловинами Каспийского и Черного морей.

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 антиклинорий и синклинорий. 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. 114). 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 области этого блока проходит *Транскавказское поперечное поднятие*, протягивающееся по меридиану Ставрополь — Эльбрус.

В восточной зоне северного склона развиты крупные антиклинории и синклинории, сложенные нижней и средней юрой.

В области южного склона развиты сильно сжатые изоклинальные складки, образующие несколько крупных антиклинориев и синклинориев. Складки сложены верхней юрой, мелом и палеогеном, и лишь иногда к ним присоединяется палеозой. Они обычно опрокинуты на юг и осложнены многочисленными надвигами, так что южный склон часто име-

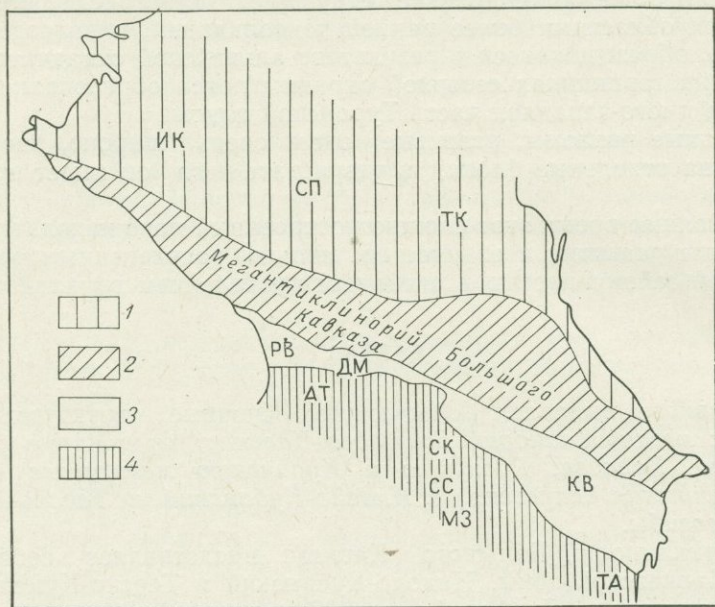


Рис. 113. Схема расположения основных структур Кавказа.

1 — Предкавказье (ИК — Индо-Кубанский прогиб, ТК — Терско-Кумский прогиб, СП — Ставропольское поднятие); 2 — мегантиклинорий Большого Кавказа; 3 — Рионо-Куринская депрессия (РВ — Рионская впадина, КВ — Куриная впадина, ДМ — Дзирульский массив); 4 — Малый Кавказ (АТ — Аджаро-Триалетская складчатая зона, СК — Сомхето-Карабахский антиклинорий, СС — Севанский синклинорий, МЗ — Мисхано-Зангезурский антиклинорий, ТА — Талышский антиклинорий)

ет чешуйчатую структуру. В некоторых местах развиты и небольшие покровы, испытавшие перемещение на 20—30 км.

Юго-восточное окончание мегантиклинория сложено меловыми и более молодыми отложениями, причем в этом направлении складчатые структуры становятся более простыми и погружаются под воды Каспийского моря или затухают. В области Апшеронского полуострова развиты антиклинальные зоны, состоящие из цепочек куполовидных структур, а также изолированные вытянутые антиклиналы, купола и диапировые складки, к которым часто приурочены грязевые вулканы. Структуры Апшеронского полуострова нефтеносны. Северо-западное окончание мегантиклинория также сложено меловыми и более молодыми отложениями. Они образуют крупные антиклиналы и синклиналы. В области Таманского полуострова развиты такие же структуры, как и на Апшеронском полуострове.

Индо-Кубанский и Терско-Каспийский (Предкавказский) краевые прогибы отделяют мегантиклинорий Большого Кавказа от эпигерцинской Скифской плиты, на которую наложены внешние зоны этих прогибов. Ставропольское поднятие плиты разделяет эти прогибы.

Предкавказский краевой прогиб начал формироваться с олигоцена. В олигоцене и в раннем миоцене здесь накопилась мощная толща мор-

ских отложений майкопской свиты. Ее мощность в центральной части прогиба 400—500 м, в западной — до 1000 м. Это темно-серые сланцеватые глины с прослоями мелкозернистых песчаников и песчанистых мергелей, содержащих нефть. Начиная со среднего миоцена, в прогибе накапливались очень разнообразные морские, а с мэотиса преимущественно континентальные отложения.

Как и все краевые прогибы, Предкавказский прогиб имеет асимметричное строение. Его северное, наплатформенное крыло более пологое и породы, его слагающие, залегают лишь с небольшим падением к югу. Местами здесь наблюдаются пологие изгибы пластов и куполовидные поднятия. Южное, внутреннее крыло характеризуется наличием многочисленных резких линейных складок и 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 лежат погруженные древние срединные массивы — *Грузинская глыба* и *Нижне-Куринский массив*. Дзирульский массив — приподнятая северная часть Грузинской глыбы.

Складчатое сооружение Малого Кавказа. Здесь выделяют (см. рис. 113) *Аджаро-Триалетскую складчатую зону*, *Сомхето-Карабахский антиклинорий*, *Севанский антиклинорий*, *Мисхано-Зангезурскую антиклинальную зону*, *Тальшский антиклинорий* 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 и в выступах более древнего основания выходят докембрийские и нижнепалеозойские отложения.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, СТРАТИГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ ОТЛОЖЕНИЙ

Докембрийская и раннепалеозойская история Кавказа 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 *Дзирульского массива* и в ядрах некоторых антиклинориев *Малого Кавказа*.

Нижний палеозой образует выходы по рекам *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.

В *силуре* на севере *Большого Кавказа* накапливались песчано-глинистые и карбонатные отложения, впоследствии метаморфизованные и превращенные в филлитовидные и глинистые сланцы, кварциты, известняки. 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 раннего и в начале среднего движения герцинского тектогенеза, в результате которых были сформированы складчатые сооружения. Произошло и общее поднятие области. Складчатость сопровождалась образованием значительной части гранитоидных интрузий и наземным вулканизмом. В среднем и позднем карбоне и ранней перми осадконакопление происходило 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. Это типичная моласса. Мощность этих отложений до 2 км.

В области *северного склона 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* на западе северного склона сложена морскими отложениями, главным образом известняками с фораминиферами, а на востоке — континентальными отложениями. Ее мощность невелика: 200 м. В области *южного склона от девона до перми* включительно накапливались морские карбонатные отложения.

В области *Малого Кавказа* вся пермь представлена известняками, мощностью до 750 м, содержащими обильную фауну кораллов и фораминифер.

Триас в области *северного склона Большого Кавказа* сложен платформенными формациями. Известняки с прослоями мергелей, песчаников, конгломератов и глинистых сланцев, с обильной фауной аммонитов, брахиопод, кораллов, пелеципод образуют здесь толщу мощностью около 2 км. В *Закавказье* триасовые известняки составляют единую толщу с пермскими. Заканчивается триас песчано-глинистой толщей, содержащей углистые прослои.

В конце триаса и в начале юры значительно расширился геосинклинальный прогиб южного склона *Большого Кавказа*, образовались геосинклинальные прогибы в области *Малого Кавказа*. В этих прогибах с юры до четвертичного времени включительно накапливались отложения, слагающие альпийский геосинклинальный и орогенный комплексы.

Нижняя юра повсеместно 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 до 5 км. В области *Дзирульского массива* развиты маломощные известняки.

Средний и верхний отделы юры сложены значительно более разнообразными отложениями. В области *Большого Кавказа* средняя юра представлена песчано-аргиллитовыми и алевролитовыми толщами с ха-

рактерной аммонитовой фауной. Они нередко тонко переслаиваются и приобретают флишевый характер. На южном склоне развиты мощные толщи базальтовых порфиритов и их туфов, а местами и угленосные отложения. 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 средней и верхней юры 6 км. В области Малого Кавказа в средней и верхней юре накопились вулканогенные и осадочные образования мощностью до 5 км.

В конце юры и в начале мелового периода на Кавказе формировались новые, поздние геосинклинальные прогибы. В мелу, палеоцене и эоцене эти прогибы заполнялись флишем и вулканогенными толщами. Параллельно с этим происходили складкообразовательные движения, формировались поднятия, внедрялись гранитные интрузии. Строение геосинклинальных прогибов усложнилось и в конце олигоцена и начале миоцена эта область вступала уже в орогенный этап развития. В это время формировались Терско-Каспийский 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 2 км. 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. Они представлены карбонатными и вулканогенными породами, песчаниками и конгломератами.

Палеоген распространен очень широко по окраинам мегантиклинория Большого Кавказа, на Апшеронском полуострове, в Предкавказском прогибе, Рионо-Куринской депрессии, в области Малого Кавказа.

На северном склоне, на Апшеронском полуострове и в Предкавказском прогибе палеоген сложен фораминиферовой и майкопской сериями. Это толща мергелей, мергельных и битуминозных сланцев и листоватых глин, содержащих прослойки песчаников. В этих породах, мощностью до 1 км встречаются многочисленные и разнообразные форамини-

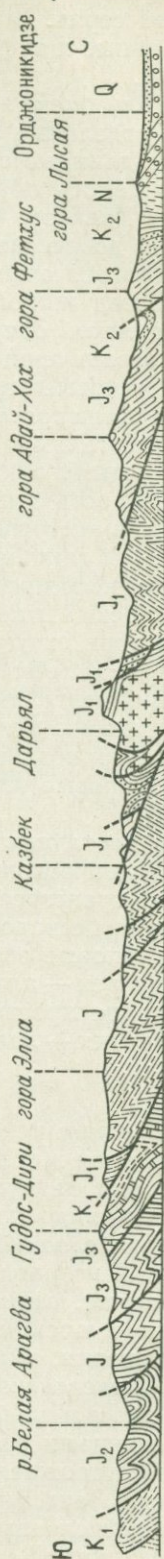


Рис. 114. Схематический геологический разрез центральной части Главного Кавказского хребта (по В. П. Ренгардену)

феры, остатки рыб и другая фауна. В области *южного склона* фораминиферовая свита представлена флишем, глинами, песчаниками и кремнистыми породами. Выше залегают песчано-глинистые толщи майкопской серии. В области *Малого Кавказа* развит палеогеновый флиш, эффузивные и туфогенные образования. Мощность палеогена здесь около 8 км.

В *олигоцене* эта область вступила в орогенный этап развития. В это время отдельные активно поднимающиеся антиклинории, сливаясь, образуют длинные системы горных хребтов. Поднятие антиклинориев сопровождалось образованием шарьяжей. Они характерны для южного склона Кавказа. Формировались Предкавказский прогиб и Рионо-Куринская депрессия. Внедрялись гранитоидные интрузии. В области Малого Кавказа очень активно развивались эффузивные процессы.

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* 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 фаціальном отношении очень пестрый. Часто он начинается мощной продуктивной толщей, сложенной глинами, песчаниками и конгломератами. С этой толщей связаны нефтяные залежи Апшерона. Выше залегают песчано-глинистые морские и континентальные отложения, в которых иногда присутствуют горизонты карбонатных пород. Мощность плиоцена около 3 км. В *Куринской депрессии* миоцен представлен разнообразными морскими глинами, мергелями, конгломератами, оолитовыми и ракушечниковыми известняками, а начиная с сармата и выше развита континентальная моласса. В позднем миоцене — раннем плиоцене внедрились граносиенитпорфиновые интрузии, которые сейчас образуют горы Машук, Бештау и др.

Четвертичная система в районе Каспия сложена морскими песчано-глинистыми отложениями *бакинской, 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 антиклинориев и связаны с палеозойскими и мезозойскими интрузиями. 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 *редкометальные и медноколчеданные* (Урупское) месторождения, а также *полиметаллы*. Третичный магматический комплекс Зангезурского района содержит молибден и медь. Кроме вышеперечисленных полезных ископаемых известны также *ртуть* и некоторые другие.

Полезные ископаемые экзогенного происхождения приурочены к прогибам, впадинам, синклиориям. Из них главную роль играет нефть. Кавказ — давно известная нефтеносная провинция. Основными районами, где сосредоточены месторождения нефти, являются *Майкопский, Грозненский, Дагестанский и Бакинский (Апшеронский)*. Недавно открыты 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 Чиагур в основании олигоцена сосредоточены *марганцевые месторождения*. Кроме этих полезных ископаемых на Кавказе есть *стройматериалы, соли, доломиты* и др. Широко известны и целебные *минеральные источники Минераловодского района*.

ГОРНЫЙ КРЫМ

Складчатое сооружение Горного Крыма представляет собой северную часть сложно построенного мегантиклинория, часть ядра и южное крыло 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 позднего 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 *позднем триасе* и в *ранней юре* в области Горного Крыма на палеозойском складчатом фундаменте заложился и развивался глубокий геосинклинальный прогиб, в котором накапливались толщи терригенного флиша, давшие начало *таврической формации* — основной формации, слагающей нижний структурный этаж. В *конце лейаса* эти отложения были смяты в складки. Складчатость сопровождалась поднятием. Породы таврической формации — таврические сланцы — выходят в ядрах крупных антиклиналей. Более молодые *среднеюрские отложения* залегают на них с резким угловым несогласием. Видимая мощность этой формации до 1500 м.

В последующее время здесь возникли поздние геосинклинальные прогибы. В них накапливались флишевые и вулканогенные образования, местами карбонатные отложения очень большой мощности. В южном направлении карбонатные породы замещаются грубыми конгломератами большой мощности. Очевидно, снос обломочного материала происходил из области поднятия, которая существовала на юге и ныне погружена под воды Черного моря. Иногда в прогибах формировались толщи конгломератов, терригенные породы, не имеющие ритмичного строения и содержащие сидериты, маломощные прослои угля, линзы гагата. Одновременно с этим происходили и складкообразовательные движения. В результате юрские отложения оказались слабо дислоцированными, и нижний мел, а иногда и часть верхней юры залегают с резким угловым несогласием на таврической формации и среднеюрских отложениях. Внедрялись также и небольшие интрузии диоритов и гранодиоритов (массив Аюдаг и др.). Таким образом, к *началу поздней юры*, а местами к *концу раннего мела* сформировались основные складчатые структуры Крыма, а с *раннего мела* в этой области установился платформенный режим. Известняки верхней юры образуют первую гряду

Крымских гор — *Крымскую яйлу*, а терригенные толщи нижнего и белые мшанково-криноидные известняки *верхнего мела* — вторую грядку. Отсюда они погружаются на север под палеогеновые отложения Скифской плиты.

В *позднем мезозое* и в *кайнозое* здесь существовало мелководное море, в котором накапливались *палеогеновые* глины, мергели, нуммулитовые известняки, отложения майкопской серии (олигоцен и нижний миоцен) и разнообразные *неогеновые* битуминозные глины, плитчатые мергели, песчаники, пески, известняки, в том числе и мшанковые рифовые, а также оолитовые железные руды (Керченское месторождение) неогена. Нуммулитовые известняки образуют вершину северной гряды Крымских гор.

В неогене образовался Индольский краевой прогиб (часть Индоло-Кубанского прогиба), а также произошло сводовое поднятие. В результате меловые, палеогеновые и неогеновые отложения приобрели моноклинальное залегание. Произошло также опускание по разломам южной части Крымского антиклинория.

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. Известные *железные руды* Керченского полуострова, *сера* и *угли*, имеющие только местное значение. Имеют большое значение *соли* соляных озер Крыма и *минеральные воды*.

ВОСТОЧНЫЕ КАРПАТЫ

Мегантиклинорий Восточных Карпат является продолжением мегантиклинория Западных Карпат. На западе Восточные Карпаты граничат с Венгерской впадиной. От палеозойских структур Чешского массива, Южной Польши, юго-западной части Восточно-Европейской платформы они отделены Прекарпатским краевым прогибом.

Предкарпатский краевой прогиб начал формироваться в конце олигоцена и начале миоцена и замкнулся в конце позднего миоцена. В нем выделяют две зоны: внутреннюю и внешнюю. *Внутренняя зона* является областью развития очень мощной миоценовой молассы. Эти отложения местами очень резко смяты. В других местах тектоника более простая. *Внешняя зона* прогиба заполнена толщей молассовой и соленосной формаций раннемиоценового 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 Восточно-Европейской платформы, от которой она отделена системой сбросов с довольно крутым 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. Для *внутренней*, *Магурской зоны* характерны крупные линейные складки северо-западного простирания и тектонические покровы с амплитудой перемещения в несколько десятков километров в сторону платформы. Внутренняя зона надвинута на внешнюю.

Древнее кристаллическое ядро Восточных Карпат выходит в *Раховском (Мармарошском) массиве* (юго-восточная часть внутренней зоны). Северо-западным продолжением этого массива является *Утесовая зона* — зона глубинных разломов, отделяющая мегантиклинорий Вос-

точных Карпат от Закарпатских межгорных впадин — *Чоп-Мукачевской, Солотвинской* и других, образующих огромную *Венгерскую впадину*. Утесовая зона представляет собой узкую (от 2 до 20 км) полосу карпатских утесов (клиппенов), протягивающуюся на несколько сотен километров. Отложения этой зоны смыты в самые разнообразные складки, среди которых проходят две гряды массивов и утесов юрских известняков. Эта зона разломов в мезозое была местом проникновения магмы.

Домезозойская история Восточных Карпат неясна, так как отложения домезозойского возраста представлены здесь нерасчлененной толщей сильно метаморфизованных пород предположительно, рифейского и палеозойского возраста. Эти породы прорваны среднепалеозойскими гранитоидами. Они выходят в Раховском массиве. Здесь же известны метаморфизованные *каменноугольные и пермские отложения*. Предполагается, что в *рифее* в Восточных Карпатах была геосинклинальная область, в которой сформировались байкалиды. В *раннем палеозое* на байкальском основании вновь заложилась геосинклинальные прогибы. Герцинская складчатость не позднее *раннего карбона*, очевидно, создала здесь сложные складчатые сооружения. Они выявляются геофизическими методами в основании Карпат, а также выходят в соседних областях. В последующее время эти складчатые сооружения были разрушены. Уже в *начале триаса* произошло небольшое прогибание и здесь появилось море, в котором накапливались разнообразные карбонатные, терригенные и вулканогенные отложения, мощность которых в общем невелика — несколько сотен метров. *Триасовые и юрские* отложения образуют отдельные выходы в области Раховского массива, в ядрах антиклиналей и в Утесовой зоне. Они вскрыты и некоторыми скважинами.

В начале *мелового периода* в этой области начал формироваться геосинклинальный прогиб Восточных Карпат, отделенный от Восточно-Европейской платформы зоной глубинных разломов и ограниченный на юге Мармарошским массивом. *Меловые и палеогеновые* отложения этого прогиба представлены почти исключительно флишем и лишь иногда другими терригенными и карбонатными отложениями. Мощность этих отложений несколько тысяч метров. В *конце палеогена* и в *начале неогена* в этом прогибе произошло формирование и поднятие складчатых структур Восточных Карпат и заложение, а затем и расширение (за счет прогибания края Восточно-Европейской платформы) Предкарпатского краевого прогиба, куда с молодых гор сносились продукты разрушения, дающие начало молассе. Таким образом, в неогене закончился геосинклинальный этап развития этой области. Современный рельеф Восточных Карпат был окончательно сформирован в результате неотектонических движений.

Полезные ископаемые Восточных Карпат приурочены к Предкарпатскому прогибу. Здесь имеются *нефть, горючий газ, озокерит*. Широко распространены *калийные и каменные соли*. Известны здесь и месторождения *серы*, многочисленные *минеральные источники* и некоторые другие полезные ископаемые, в том числе *стройматериалы*. Эндеогенное происхождение имеют *киноварь*, связанная с зонами разломов, и *свинцово-цинковые руды* Закарпатья.

КОПЕТДАГ И ПРЕДКОПЕТДАГСКИЙ ПРОГИБ

В настоящее время Копетдаг считают восточным продолжением мегантиклинория Большого Кавказа. В пределах СССР располагается меньшая северная часть Копетдага. Здесь выделяются: *Копетдагский антиклинорий, Малый и Большой Балхан, поднятие Кубадаг* и *Предкопетдагский* и *Предбалханский* краевые прогибы и *Западно-Туркменская*

впадина (в западной части, рядом с Каспием). Последняя является продолжением Южно-Куринской впадины, от которой она отделена глубокой Южно-Каспийской впадиной, характеризующейся очень мощным (до 23 км) осадочным слоем и отсутствием гранито-гнейсового слоя. В Западно-Туркменской впадине развита мощная (6—7 км) толща кайнозойских отложений, с которыми связаны месторождения нефти (Челекен, Небит-Даг и др.).

Копетдагский антиклинорий сложен толщей юрских, меловых и палеогеновых отложений, мощность которой превышает 10 км. Это карбонатные и песчано-глинистые морские отложения и лишь иногда встречаются континентальные породы. Все эти отложения смяты в сравнительно простые складки, иногда осложненные надвигами в сторону Предкопетдагского прогиба. Между Копетдагским антиклинорием и Предкопетдагским прогибом проходит мощная зона разломов, характеризующаяся очень высокой сейсмичностью.

Предкопетдагский краевой прогиб заполнен мощной толщей палеогеновых и неогеновых песчано-глинистых и карбонатных морских отложений, а также континентальными 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* Средиземноморского 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 флексуобразную 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 позднепалеозойских 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 лишь в общих чертах аналогична истории других областей Средиземноморского 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, геосинклинальный этап развития начался здесь еще в позднем палеозое. Закончился этот этап в поздней юре, когда в области Центрального и Восточного Памира произошли складчатость и поднятие и начался орогенный этап развития, который продолжался до палеогена включительно. Северный Памир с позднего палеозоя вступил в платформенный этап развития, и геосинклинальные прогибы поздней стадии заложения здесь вообще не образуются, т. е. Северный Памир является областью ранней консолидации.

Полезные ископаемые Памира изучены мало. Здесь известны месторождения *драгоценных и поделочных камней, горного хрусталя, свинца и стройматериалов*, а также проявления *вольфрама, молибдена, меди, олова, кобальта*.

ГЛАВА 32.

КАЙНОЗОЙСКИЙ ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ПОЯС АЗИИ

ТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Этот пояс протягивается на крайнем востоке Азиатского материка и является частью гигантского Тихоокеанского кайнозойского тектонического пояса, разделяющего материка и океан. В пределах СССР располагается северная часть этого пояса. На западе он граничит с Охотско-Чукотским вулканическим 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, Анадыро-Корякская складчатая система, Камчатско-Курильская тектоническая система и Сахалинская складчатая система*.

Алеутско-Аляскинская тектоническая система протягивается 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 2 км.

Анадыро-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 востока ее ограничивает вал Зенкевича, на западе — эпимезозойская плита

* В пределах СССР расположены Командорские острова (Медный и Беринга).

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 грабеобразная 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 10300 м. Ширина 15—35 км. Дно плоское, перекрыто толщей осадков до 2000 м.

Сахалинская 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 — *Северо-Сахалинский прогиб*, заполненный смятыми в складки неогеновыми отложениями.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, СТРАТИГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ ОТЛОЖЕНИЙ

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*. Некоторые считают, что эти отложения имеют значительно более молодой возраст (вплоть до карбона). 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.

Домеловая история этого пояса в общем неясна. Предполагается, что здесь существовали эвгеосинклинальные прогибы, домеловую историю которых трудно восстановить из-за слабого развития докембрийских, палеозойских, триасовых и юрских отложений.

В мелу и в последующее время в геосинклинальных прогибах происходило накопление мощных осадочно-вулканогенных отложений и

одновременно развивались складкообразовательные движения, формирующие современные складчатые зоны этого пояса.

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, кремнистыми сланцами, яшмами, континентальными обломочными толщами, а также лавами и туфами. Иногда отложения имеют характер флиша. Мощность меловых отложений до 10 км. Континентальные толщи, которыми заканчивается верхний мел, нередко содержат пласты угля рабочей мощности. На *Сахалине* известны морские терригенные и континентальные угленосные толщи, а также туфогенные песчаники и туффиты. Известны также многочисленные интрузии габброидов и гранитоидов.

Палеоген на Камчатке сложен песчано-глинистыми толщами, конгломератами, углями, аргиллитами, кремнистыми породами, с прослоями и линзами туффитов и туфов. Мощность этих отложений более 3 км, но иногда она значительно меньше. Они содержат богатую фауну пелеципод. В *Корякской зоне в конце мела* произошли складчатость и поднятие; палеоген и неоген здесь представлены в основном молассой — континентальными конгломератами, песчаниками, угленосными отложениями. Оligocen сложен морскими алевролитами и аргиллитами. На *востоке Сахалина палеоген* сложен мощной толщей (до 10 км) мелководных морских и континентальных угленосных отложений, а на западе — осадочно-эффузивными образованиями.

Неоген на Камчатке представлен разнообразными осадочными и вулканогенными образованиями морского происхождения — аргиллитами, песчаниками, андезитами, базальтами, туффитами и туфами, глинами и конгломератами, опоками и песчано-сланцевыми образованиями типа флиша. Их мощность до 11—15 км. Плиоцен часто имеет характер континентальной молассы и содержит прослой бурых углей, лигнитов. В *Корякской зоне* миоцен, как и олигоцен, представлен морскими отложениями — аргиллитами с прослоями туфов и туффитов. Плиоцен же сложен континентальными песчаниками, диатомитами, конгломератами, андезитами и туфами. 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).

ГЛАВА 33.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ТЕРРИТОРИИ СССР

Советский Союз занимает обширную территорию — $\frac{1}{6}$ часть всей поверхности материков. На этой огромной площади развиты все основные из известных на Земле тектонические структуры — эпикарельские платформы, байкалиды, каледониды, герциниды, мезозойды, области кайнозойской складчатости и геосинклинальные области Тихоокеанского пояса. Эпикарельские платформы образуют древние ядра, вокруг которых протягиваются разновозрастные складчатые пояса, претерпевшие различные преобразования — неотектоническую активизацию, значительное погружение отдельных участков и превращение их в огромные плиты с мощным осадочным чехлом и другие преобразования.

Сравнение всех этих областей показывает, что, хотя они отличаются друг от друга по своему строению, развитию, металлогении и другим особенностям, развитие земной коры в пределах СССР, как и всей земной коры в целом, происходило по пути усложнения ее состава и строения. Одновременно с этим росли и ее минеральные богатства.

В архее тонкая земная кора, состоящая только из базальтового слоя и не разделенная еще на платформы и геосинклинальные области, развивалась в условиях высоких значений тепловых потоков, выделяющихся из глубины Земли. Для архея характерна очень высокая тектоническая подвижность, повсеместное развитие вулканической деятельности, широкое развитие процессов метаморфизма, мигматизации и гранитизации, которые охватывали огромные площади. Поэтому архейские породы характеризуются высоким ультраметаморфизмом, а тектонические структуры отличаются очень большим своеобразием.

Изучение архейских пород Балтийского, Украинского, Алданского и других щитов показывает, что процессы складчатости в архее повторялись неоднократно и к концу архея большие участки земной коры оказались консолидированными. Они образовали древние ядра Восточно-Европейской и Сибирской платформ. Это были первые массивы континентальной коры.

Изучение областей карельской складчатости фундамента Восточно-Европейской платформы приводит к выводу, что в раннем протерозое между древними массивами протягивались области, подобные фанерозойским геосинклинальным областям. Их образование сопровождалось некоторой переработкой краевых частей архейских массивов. В этих геосинклинальных областях еще не выделялись эв- и миогеосинклинальные и геоантиклинальные зоны, однако здесь уже намечались зоны, где развивались вулканические процессы, и зоны, где эти процессы отсутствовали. В раннепротерозойских геосинклинальных областях накапливались все более разнообразные осадочные образования и развивался все более разнообразный вулканизм. В конце раннего протерозоя на месте этих областей сформировались карелиды, что сопровождалось гранитоидными магматизмом и метаморфизмом. Линейно-вытянутые зоны карелид (см. рис. 95) протянулись между древними массивами, соединили их. Образовались огромные устойчивые глыбы континентальной коры — фундамент Восточно-Европейской и Сибирской платформ. Так, на огромных пространствах территории СССР появилась земная кора материкового типа, с ее гранитно-гнейсовым слоем. В последующее время происходило постепенное разрастание материковой коры в результате превращения геосинклинальных областей в складчатые сооружения.

В рифее заложились геосинклинальные пояса, значительные части которых развивались в пределах территории СССР. Это Средиземно-

морский, Урало-Монгольский, Тихоокеанский пояса. Они разделяли Восточно-Европейскую и Сибирскую платформы и отделяли их от других древних платформ. На древних платформах в рифее происходило образование платформенного чехла.

Рифейские геосинклинальные области уже были очень похожи на фанерозойские. Они формировались в результате растяжения, раздробления и переработки более древней земной коры, и только в некоторых местах, например в Байкальской зоне, продолжали развиваться прогибы, заложившиеся еще в раннем протерозое. В них уже выделялись внутренние эвгеосинклинальные зоны, которые характеризовались широким развитием основного магматизма, тогда как во внешних зонах накапливались различные терригенные и карбонатные отложения. В конце рифея байкальская складчатость привела к образованию в этих областях крупных массивов байкалид. Байкалиды Урало-Монгольского пояса причленились с северо-востока к Восточно-Европейской платформе и с юго-запада к Сибирской, увеличив таким образом устойчивые материковые массивы. Они образовали отдельные устойчивые массивы и в других зонах Урало-Монгольского пояса и в других поясах. Орогенный этап в байкалидах проявился сравнительно слабо.

В раннем палеозое в геосинклинальных областях сохранялся тот же структурный план, который был в рифее. Эти области характеризовались сложным строением, в них отчетливо выделялись различные структурно-фациальные зоны. В результате каледонской складчатости, которая в разных областях развивалась не одновременно, сформировались «ранние» и «поздние» каледониды Алтае-Саянской и Казахстанско-Северо-Тяньшаньской областей. Последние присоединились к байкалидам южной окраины Сибирской платформы, увеличив еще больше этот материковый массив. В позднем палеозое в областях каледонской складчатости развивались лишь глыбовые движения и происходило образование наложенных впадин, заполнявшихся грубой молассой и вулканогенным материалом. Одни геологи считают, что в позднем палеозое продолжался орогенный этап развития каледонид, другие же объясняют это активизацией, связанной с развитием герцинских движений в соседних с каледонидами областях. Каледониды не граничат с платформами* и каледонские краевые прогибы отсутствуют. Гранитоидный магматизм в областях каледонид развивался неравномерно, причем здесь распространены границы, образовавшиеся не за счет плавления гранитно-метаморфического слоя, а в результате дифференциации основных магм. С этим связаны и особенности металлогении — для каледонид характерны месторождения титана, железа, меди, хрома.

В Средиземноморском и Тихоокеанском поясах каледонская складчатость практически не происходила.

В позднем палеозое продолжали развиваться те геосинклинальные области, в которых каледонские движения в общем не происходили. К концу палеозоя в этих геосинклинальных областях в Атлантическом сегменте сформировались герцинские складчатые сооружения, тогда как в Тихоокеанском герцинская складчатость развивалась слабо. Образовались складчатые структуры Урала, Южного Тянь-Шаня, Монголо-Охотской складчатой области, а там, где эти структуры граничат с платформами, сформировались краевые пригибы, которые заполнялись угленосными, молассовыми и другими отложениями. В Казахстане образовался краевой вулканический пояс.

Герцинские структуры в пределах СССР характеризуются широким развитием гранитоидных интрузий. Подобные интрузии сформировались и в некоторых областях более древней консолидации, например в кале-

* Только на северо-западе, за пределами СССР, каледониды Норвегии надвинуты на Балтийский щит Восточно-Европейской платформы.

донидах Казахстана. Такое широкое развитие гранитоидного магматизма сопровождалось интенсивным метаморфизмом. Все это обусловило очень богатый и разнообразный комплекс магматических, скарновых и гидротермальных месторождений меди, железа, цинка, молибдена, вольфрама и других металлов.

В конце палеозоя Урало-Монгольский пояс и значительная северная часть Средиземноморского пояса превратились в складчатые сооружения, которые причленились к древним платформам и каледонидам. В результате очень увеличилось площади материковой коры.

Для Тихоокеанского пояса поздний палеозой был временем накопления мощных толщ терригенных отложений, слабого развития складчатости и перестройки структурного плана в основном в конце раннего карбона, когда были сформированы эвгеосинклинальные прогибы в Верхояно-Чукотской и некоторых других областях этого пояса.

В мезозое геосинклинальные области развивались на востоке в области Тихоокеанского пояса и на юго-западе в Средиземноморском поясе. В геосинклинальных прогибах Тихоокеанского пояса накапливались терригенные отложения, а во внутренних прогибах (Чукотка, Корякское нагорье, Сихотэ-Алинь) и эффузивные и кремнистые образования. На рубеже поздней юры и раннего мела во внешних зонах Тихоокеанского пояса были сформированы мезозойды, с их то более простой (Верхояно-Колымская зона), то более сложной (Сихотэ-Алинь) структурой. Орогенный этап в этих областях выражен хорошо. Он характеризовался образованием краевых прогибов и межгорных впадин, в которых накапливалась моласса, нередко угленосная, а также вулканизмом и мощным гранитоидным магматизмом. Последний развивался и за пределами мезозойды — в области Алданского щита, на юге Восточной Сибири. Этому предшествовало широкое развитие в триасе траппового вулканизма на огромных пространствах Сибирской платформы, Западно-Сибирской плиты, на Таймыре, что было связано, очевидно, с растяжением земной коры.

К мезозойским интрузиям приурочены месторождения олова, вольфрама, молибдена, золота, серебра, ртути.

К концу мезозоя огромные участки земной коры на территории СССР уже имели материковый тип строения. Только в Средиземноморском поясе и во внутренних частях Тихоокеанского пояса сохранился геосинклинальный режим.

В кайнозое эти два пояса развивались по-разному. В Средиземноморском поясе геосинклинальные прогибы заложились еще в начале юры или на герцинском складчатом основании (Восточные Карпаты, Крым, Большой Кавказ) или на палеозойских массивах (Малый Кавказ), и только в западной части южного склона Большого Кавказа продолжал развиваться палеозойский прогиб. В этих прогибах накапливались спилито-кератофировая, флишевая и некоторые другие формации.

В неогене в результате альпийской складчатости в Средиземноморском поясе сформировались очень сложно построенные складчатые сооружения с надвиговыми и покрывными структурами. Орогенный этап, который в области альпид выражен очень хорошо, был также временем развития наземного вулканизма и образования краевых прогибов и межгорных впадин, которые заполнялись молассой, не содержащей углей как это имеет место в герцинских прогибах. Слабо развит в области альпид и гранитоидный магматизм, и поэтому здесь мало полезных ископаемых магматического происхождения.

Геосинклинальные области Тихоокеанского пояса заложились предположительно на океанической коре. Их замыкание происходило последовательно с запада на восток, а на юго-востоке Камчатки и Курильских островах эти прогибы сохранились до сих пор, и здесь отмечаются

высокая сейсмичность и активный вулканизм. Гранитоидный магматизм здесь развит крайне мало и соответственно бедна и металлогения этого пояса. Здесь есть месторождения золота, серебра, ртути, полиметаллов.

В неогене и в четвертичное время значительные области земной коры на территории СССР испытали неотектоническую активизацию и в этих областях сформировался снова горный рельеф. Особенно активно это происходило в области герцинид и каледонид Тянь-Шаня, Алтае-Саян, в Байкальской области, на Урале и в некоторых других местах. С этим связано образование Байкальской рифтовой зоны и развитие здесь базальтового вулканизма. Произошло и омоложение рельефа в области мезозойд Северо-Востока СССР и Дальнего Востока.

Так в пределах СССР происходила необратимая эволюция земной коры в направлении все большей ее стабильности.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
ВВЕДЕНИЕ	
Глава 1. Задачи исторической геологии и ее взаимосвязь с палеонтологией и региональной геологией	4
Глава 2. Основные этапы развития палеонтологии и исторической геологии	5
Глава 3. Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов.	9
ОСНОВЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ	
Глава 4. Общие сведения	12
Взаимоотношения организмов с окружающей средой и между собой	12
Животные и растения	12
Условия жизни в морях и океанах	13
Области моря и распределение жизни в современных морях	14
Распределение жизни на континентах	15
Сохранение организмов в ископаемом состоянии	15
Условия сохранения	16
Формы сохранности	16
Неполнота геологической летописи	17
Основы систематики	17
Одноклеточные	18
Глава 5. Тип простейшие (Protozoa)	18
Многоклеточные	22
Глава 6. Тип губки (Spongia)	22
Глава 7. Тип археоциаты (Archaeocyathi)	23
Глава 8. Тип кишечнополостные (Coelenterata)	24
Глава 9. Черви (Vermes)	28
Глава 10. Тип членистоногие (Arthropoda)	28
Глава 11. Тип моллюски (Mollusca)	30
Глава 12. Тип мшанки (Bryozoa)	40
Глава 13. Тип плеченогие (Brachiopoda)	41
Глава 14. Тип иглокожие (Echinodermata)	44
Подтип прикрепленные (Pelmatozoa)	45
Подтип неприкрепленные (Eleutherozoa)	46
Глава 15. Тип полухордовые (Hemichordata)	48
Глава 16. Тип хордовые (Chordata)	49
Подтип позвоночные (Vertebrata)	50
Раздел бесчелюстные (Agnatha)	50
Раздел челюстноротые (Gnathostomi)	50
Надкласс рыбы (Pisces)	50
Надкласс четвероногие (Tetrapoda)	51
Геологическое значение хордовых	58
Глава 17. Основы палеоботаники	58
Низшие растения (Thallophyta)	59
Водоросли (Algae)	59
Высшие растения (Cormophyta)	60
Споровые растения	61
Тип риниофиты (Rhyniophyta)	61
Тип плауновидные (Lycopsida)	61
Тип членистостебельные (Sphenopsida)	62
Тип папоротниковидные (Pteropsida)	64
Семенные растения	64
Глава 18. Сбор и методы обработки ископаемых остатков	65
Сбор ископаемых остатков	65
Подготовка проб к анализу	67

Способы и приемы консервации ископаемых остатков	68
Определение палеонтологического материала	69

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

Глава 19. Методы исторической геологии	70
Методы стратиграфии	70
Методы определения относительного возраста пород	70
Понятие о методах абсолютной геохронологии	73
Геохронологическая и стратиграфическая шкалы	74
Основы фациального анализа	77
Современные отложения	80
Осадочные формации	85
Методы восстановления характера и возраста движений земной коры	88
Глава 20. Основные черты современного строения земной коры	91
Теория геосинклинального развития земной коры	91
Эпохи складчатости в истории Земли	98
Тектоническое районирование материков	99
Структуры океанического дна	100
Глава 21. Догеологическая (доисторическая) стадия развития Земли	106
Глава 22. Докембрий	107
Общая характеристика докембрийских отложений и их стратиграфическое расчленение	107
Особенности физико-географической обстановки и развития земной коры в докембрии	108
Появление жизни на Земле и органическая жизнь в докембрии	111
Глава 23. Палеозой	113
Кембрийский период	115
Органический мир	115
Движения земной коры, палеогеография, осадконакопление	115
Ордовикский период	119
Органический мир	120
Движения земной коры, палеогеография, осадконакопление	120
Силурийский период	123
Органический мир	123
Движения земной коры, палеогеография, осадконакопление	124
Девонский период	126
Органический мир	127
Движения земной коры, палеогеография, осадконакопление	127
Каменноугольный период	131
Органический мир	131
Движения земной коры, палеогеография, осадконакопление	132
Пермский период	136
Органический мир	136
Движения земной коры, палеогеография, осадконакопление	136
Основные особенности развития земной коры и органического мира в палеозое	140
Глава 24. Мезозой	142
Триасовый период	143
Органический мир	143
Движения земной коры, палеогеография, осадконакопление	145
Юрский период	148
Органический мир	148
Движения земной коры, палеогеография, осадконакопление	148
Меловой период	153
Органический мир	153
Движения земной коры, палеогеография, осадконакопление	154
Основные особенности развития земной коры и органического мира в мезозое	157
Глава 25. Кайнозой	159
Палеогеновый период	159
Органический мир	160
Движения земной коры, палеогеография, осадконакопление	160
Неогеновый период	165
Органический мир	165
Движения земной коры, палеогеография, осадконакопление	165
Четвертичный период	169

Органический мир	171
Общая характеристика четвертичных отложений	171
Основные события четвертичного периода	172
Основные особенности развития земной коры и органического мира в кайнозое	174
Глава 26. Основные закономерности развития земной коры и органического мира	175
Закономерности тектонического строения и развития земной коры	175
Эволюция палеогеографической обстановки и осадконакопления	180
Эволюция органического мира	180
ГЕОЛОГИЯ СССР	
Глава 27. Общие сведения	184
Основные этапы геологического изучения территории СССР	184
Методы региональной геологии	187
Тектоническое районирование территории СССР	189
Глава 28. Области дорифейской складчатости — древние платформы	190
Восточно-Европейская платформа	190
Главные этапы развития Восточно-Европейской платформы и ее геологическое строение	192
Характеристика тектонического строения отдельных структур	204
Донбасс	208
Полезные ископаемые Восточно-Европейской платформы, особенности их размещения	209
Сибирская платформа	211
Главные этапы развития Сибирской платформы и ее геологическое строение	212
Характеристика отдельных структур	218
Сравнительная характеристика Восточно-Европейской и Сибирской платформ	222
Глава 29. Области байкальской и палеозойской складчатости	223
Урало-Монгольский пояс	223
Байкальская складчатая область	225
Западная ветвь сибирских байкалид	226
Южная окраина Урало-Монгольского пояса	227
Алтае-Саянская складчатая область	227
Складчатые структуры Казахского нагорья и Тянь-Шаня	229
Урал	238
Таймыро-Северемельская складчатая зона	243
Плиты Урало-Монгольского пояса	244
Восточная часть Урало-Монгольского пояса	248
Селенгино-Яблонева складчатая зона	248
Монголо-Охотская складчатая область	248
Скифская эпипалеозойская плита	251
Глава 30. Области мезозойской складчатости	254
Верхояно-Чукотская складчатая область	254
Сихотэ-Алинская складчатая область	258
Глава 31. Области кайнозойской складчатости	260
Области альпийской складчатости Средиземноморского пояса	260
Кавказ	261
Горный Крым	267
Восточные Карпаты	268
Копетдаг и Предкопетдагский прогиб	269
Памир	270
Глава 32. Кайнозойский тектонический пояс Азии	271
Глава 33. Основные черты геологической структуры и геологической истории территории СССР	274

1p. 10k.

3358

HEAR.